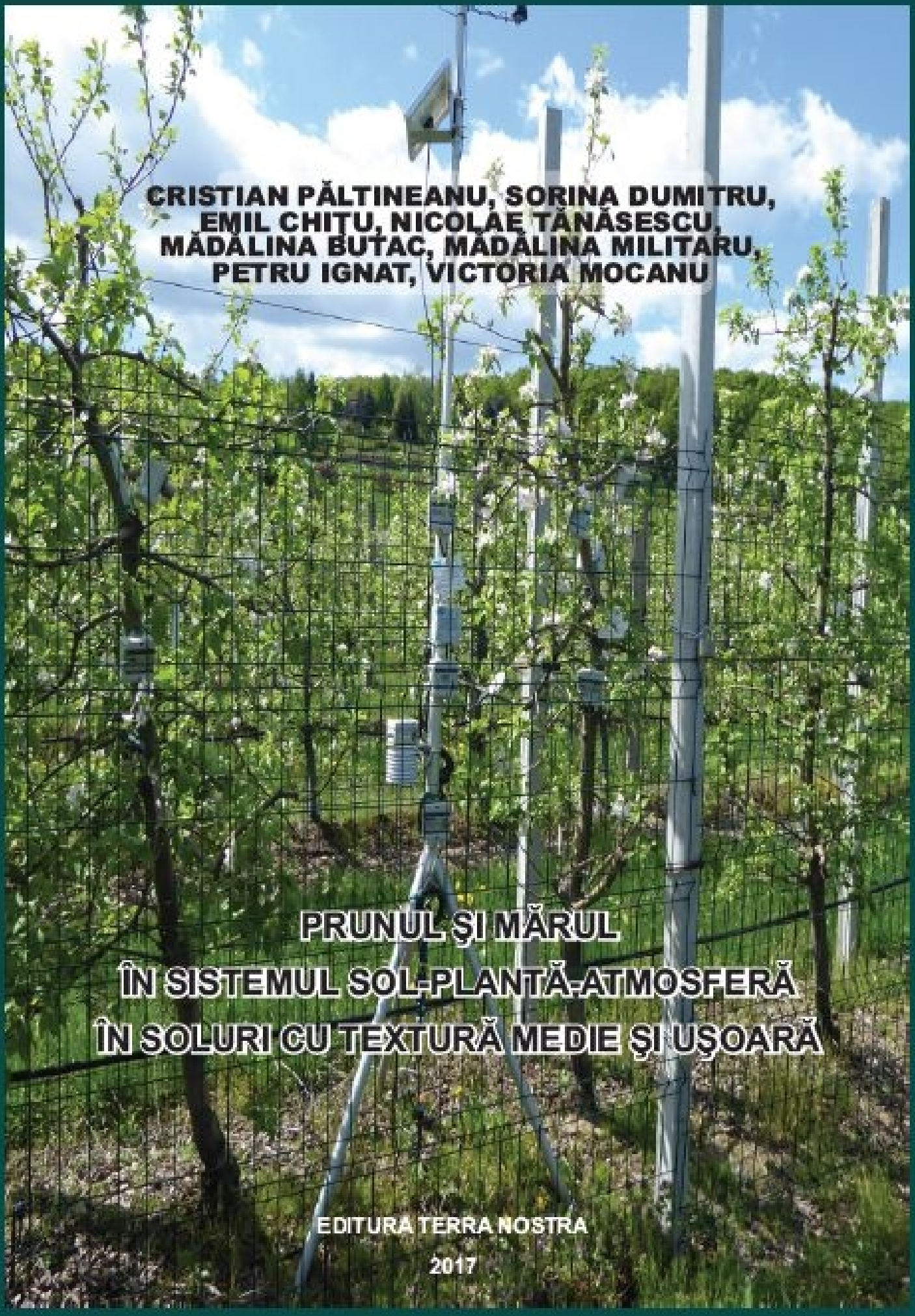


CRISTIAN PĂLTINEANU, SORINA DUMITRU,
EMIL CHITU, NICOLAE TĂNĂSESCU,
MĂDĂLINA BUTAC, MĂDĂLINA MILITARU,
PETRU IGNAT, VICTORIA MOCANU

# PRUNUL ŞI MĂRUL
# ÎN SISTEMUL SOL-PLANTĂ-ATMOSFERĂ
# ÎN SOLURI CU TEXTURĂ MEDIE ŞI UŞOARĂ

EDITURA TERRA NOSTRA
2017

**Cristian PĂLTINEANU, Sorina DUMITRU, Emil CHIȚU**
**Nicolae TĂNĂSESCU, Mădălina BUTAC**
**Mădălina MILITARU, Petru IGNAT, Victoria MOCANU**

# Prunul și mărul în sistemul sol-plantă-atmosferă în soluri cu textură medie și ușoară

**Editura Terra Nostra**
**Iaşi, 2017**

**Autorii:**
**Cristian Păltineanu[1], Sorina Dumitru[1], Emil Chițu[2], Nicolae Tănăsescu[2], Mădălina Butac[2], Mădălina Militaru[2], Petru Ignat[1], Victoria Mocanu[1]**

[1]Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului - ICPA București
[2]Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României**
**Prunul şi mărul în sistemul sol-plantă-atmosferă în soluri cu textură medie şi uşoară** / Cristian Păltineanu, Sorina Dumitru, Emil Chiţu, .... –
Iaşi : Terra Nostra, 2017
Conţine bibliografie
ISBN 978-606-623-073-5

I. Păltineanu, Cristian
II. Dumitru, Sorina
III. Chiţu, Emil
634

© Editura Terra Nostra, cu acordul autorilor

# Prefață

Lucrarea reprezintă o sinteză a activității de cercetare interdisciplinară desfășurată în ultimii ani de specialiștii de la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului - ICPA București[1] și Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni[2], referitoare la relațiile dintre speciile pomicole prun și măr, din livezi clasice și intensive, și componentele sistemului sol-plantă-atmosferă, în contextul dezvoltării actuale a pomiculturii, al schimbărilor climatice și al condițiilor de mediu.

Noutatea lucrării constă în tratarea celor două specii în sistemul sol–plantă–atmosferă (soil–plant–atmosphere continuum, SPAC-Philip, 1966), sistem care reprezintă calea apei prin plante, circulând dinspre sol prin rădăcinile, tulpina și frunzele acestora, la suprafața cărora se evaporă în atmosferă. Conceptul de SPAC reprezintă un sistem dinamic care integrează componentele amintite și în care diferitele procese de transport care implică materia și energia se produc simultan și independent, precum legăturile verigilor dintr-un lanț. Lucrarea se concentrează mai ales pe diferitele componente ale SPAC, începând de la sistemul radicular și terminând cu interfața sistem foliar – atmosferă, ca expresii ale nivelului de energie sau ale potențialului apei în fiecare dintre ele. În același timp, sunt abordate și probleme de interes mai larg în pomicultură referitoare la prun și măr, de ex. aspecte de ameliorare genetică, de zonare pedo-climatică în funcție de șapte proprietăți de sol esențiale, precum și aspecte de înființare de plantații pomicole și tehnologii de management al livezii.

Cele două specii pomicole sunt larg răspândite pe plan mondial, dar mărul este cultivat pe o suprafață de cca. două ori mai mare decât prunul. În țara noastră prunul și mărul au găsit condiții optime de creștere și fructificare în cadrul solurilor și climatului din aproape toate regiunile României, îndeosebi din zona colinară din partea de sud a țării. În acest context s-au evidențiat cercetările recente privind relațiile sol – plantă, sub aspectul sol – sistem radicular, atât pentru portaltoii generativi cât și pentru cei vegetativi, și relațiile plantă (sistem foliar) – atmosferă. Regimul și diferite metode de irigare au fost investigate în acest context, recomandându-se cele mai potrivite dintre acestea, precum și frecvența aplicării irigării în vederea obținerii unor producții maxime cu cheltuieli minime. Experiențele s-au desfășurat în cadrul câmpurilor experimentale ale Institutului de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Mărăcineni, lângă Pitești, județul Argeș, predominant în soluri cu textură medie, dar anumite aspecte, de ex. tendința climei, zonarea și necesarul de apă de irigație în regim optim sunt redate la scara întregii țări.

Rezultatele sunt prezentate pe capitole și secțiuni bine delimitate, sub forma unor lucrări științifice, mai întâi aspecte generale privind cele două specii pomicole (origine, denumire, răspândire în lume și în țară, producții ș.a.), apoi condițiile ecologice ale regiunii, precum și preferințele ecologice ale acestor specii, urmate de soiurile și portaltoii testați în țară sau din străinătate, împreună cu scheme de plantare și sisteme de întreținere recomandate. Așa cum arată și titlul, cartea pune un accent deosebit pe metode și regimuri de irigare, pe consumul de apă în optim bazat pe distribuția verticală și orizontală a rădăcinilor în sol, dar și pe aspecte de fiziologie a plantelor sub stres hidric ca măsură a acestuia, descriind producțiile obținute în funcție de regimul de irigare și metodele aplicate.

Lucrarea se adresează îndeosebi specialiștilor din pomicultură, științele solului, irigații, precum și tuturor persoanelor care doresc să-și îmbogățească cunoștințele referitoare la comportamentul prunului și mărului în condițiile de sol și climă din regiunile colinare și de câmpie din România, în care se găsesc condiții propice de climă și sol, în primul rând unde textura solurilor este mijlocie sau apropiată de aceasta, favorabilă dezvoltării pomilor, în vederea înființării/exploatării livezilor. În acest fel, lucrarea este un îndreptar teoretic și practic pentru înființarea și exploatarea de livezi de prun și măr din țara noastră.

Contribuția autorilor la elaborarea materialului a fost menționată în cuprins.

Autorii

**Cuprins**

Capitolul 1. Privire generală asupra speciilor pomicole prun și măr .....5
1-A. Prunul (Butac Mădălina[2]) .....5
1-B. Mărul (Militaru Mădălina[2]) .....25
Capitolul 2. Condiții naturale .....43
2A - Schimbări climatice recente în România cu posibil impact negativ asupra plantațiilor de pomi (Chițu Emil[2]) .....43
2B - Solurile din regiunea de experimentare ce aparține Bazinului Argeș-Vedea (Păltineanu Cristian[1]) .....70
Capitolul 3. Zonarea pedoclimatică a prunului și mărului în România (Chițu Emil[2], Dumitru Sorina[1], Petru Ignat[1], Victoria Mocanu[1], Păltineanu Cristian[1]) .....72
Capitolul 4. Alegerea terenurilor de plantare în funcție de preferințele ecologice ale prunului și mărului ..... 125
4-A. Influența principalelor proprietăți ale solului asupra culturii prunului și mărului (Păltineanu Cristian[1], Dumitru Sorina[1]) ..... 125
4-B. Corelațiile dintre unele proprietăți ale solului și unii indicatori de creștere la prun și măr în diferite condiții de mediu din regiunile colinare (Păltineanu Cristian[1], Chițu Emil[2]) .....129
Capitolul 5. Distribuția spațială a unor proprietăți fizice ale solului din livezile intensive de prun și măr existente în cadrul unor soluri cu textură medie și grosieră din regiunea studiată (Păltineanu Cristian[1], Chițu Emil[2], Tănăsescu Nicolae[2]) .....138
Capitolul 6. Determinarea densității radiculare și distribuția spațială a acesteia în sol pentru a îmbunătăți managementul livezilor ..... 150
6-A. Densitatea radiculară la prun și măr altoiți pe portaltoi de vigoare redusă în livezi intensive (Păltineanu Cristian[1], Tănăsescu Nicolae[2], Chițu Emil[2]) ..... 150
6-B. Distribuția rădăcinilor pomilor la măr în funcție de sistemul de irigare folosit și de accesul la sursa de apă (Tănăsescu Nicolae[2], Păltineanu Cristian[1]) ..... 158
Capitolul 7. Evapotranspirația reală maximă și necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune în regim optim în livezi (Păltineanu Cristian[1]) ..... 165
Capitolul 8. Studiul distribuției spațiale a curbelor caracteristice ale apei dintr-un sol cu textură luto-nisipoasă și consecințele referitoare la aplicarea irigării localizate prin diferite metode (Păltineanu Cristian[1]) ..... 188
Capitolul 9. Utilizarea indicelui de stres hidric al culturii (Crop Water Stress Index – CWSI) în avertizarea aplicării irigației și corelarea acestuia cu conținutul de apă al solului (Păltineanu Cristian[1], Chițu Emil[2]) .....197
Capitolul 10. Aspecte tehnologice la irigarea prunului și mărului – Producția de fructe și creșterea trunchiului sub regimul de irigare în optim și sub stres hidric la mărul irigat prin diferite metode ..... 204
10-A. Aspecte tehnologice la irigarea prunului și mărului (Tănăsescu Nicolae[2], Păltineanu Cristian[1]) .....204
10-B. Producția de fructe și creșterea trunchiului sub regimul de irigare în optim și sub stres hidric la mărul irigat prin diferite metode de udare (Tănăsescu Nicolae[2], Păltineanu Cristian[1]) ..... 209
Capitolul 11. Tehnologii specifice prunului și mărului: scheme de plantare, sisteme de întreținere, protecția fito-sanitară, fertilizare și managementul livezilor (Tănăsescu Nicolae[2]) ..... 218
Tehnologia culturii prunului ..... 218
Tehnologia culturii mărului ..... 232
Concluzii și recomandări generale ..... 256

[1]*Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului - ICPA București*
[2]*Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni*

## Capitolul 1. Privire generală asupra speciilor pomicole prun și măr

Prunul și mărul sunt primele două specii pomicole din punct de vedere al suprafeței livezilor din România, cu 71.471,34 ha pentru prun (45,07% din total), respectiv cu 60.731,34 ha pentru măr (38,3% din total), din suprafața totală de 158.609,74 ha, reprezentând împreună 83,4% din totalul general (Coman și Chițu, 2014).

Regiunea deluroasă continuă din partea centrală a Munteniei, aferentă județelor Buzău, Prahova, Dâmbovița, Argeș, Vâlcea și Gorj, prezintă 65.646 ha de plantații pomicole (41,4% din total în România), din care 42.385 ha de prun și 18.390 ha de măr (Tabelul 1). Dintre județe, Argeșul ocupă primul loc în această regiune cu 20.370 ha (reprezentând 12,8% din totalul pe țară), Vâlcea, locul al doilea cu 13.145 ha (8,3%), Prahova, locul al treilea cu 9.664 ha (6,1%), Dâmbovița locul al patrulea cu 9.283 ha (5,9%), Buzău locul al cincilea cu 8418 ha (5,3%) și Gorj locul al șaselea cu 4.756 ha (3,0%) (Coman și Chițu, 2014). Cu alte cuvinte, șase județe ocupă peste 41% din suprafața pomicolă a României, îndeosebi în regiunea deluroasă a acestora.

**Tabelul 1. Distribuția suprafețelor (ha) ocupate cu livezi de prun și măr în regiunile colinare din partea centrală a Munteniei**

| Județul / Specia pomicolă | Prun | Măr | | Total |
|---|---|---|---|---|
| Argeș | 13557 | 5471 | | 20370 |
| Vâlcea | 9484 | 2940 | | 13145 |
| Prahova | 5859 | 3141 | | 9664 |
| Dâmbovița | 4278 | 4408 | | 9293 |
| Buzău | 5619 | 1736 | | 8418 |
| Gorj | 3588 | 694 | | 4756 |
| Total | 42385 | 18390 | | 65646 |

De aceea, aceste două specii pomicole au fost studiate cu precădere în această regiune cu relief colinar, în câmpurile experimentale de la ICDP Mărăcineni-Pitești, SCDP Vâlcea, SCDP Voinești, sau din regiuni cu climat asemănător, sau nu foarte diferit din țară (SCDP Bistrița, SCDP Iași etc.).

În cele ce urmează sunt redate particularitățile genetice ale acestor două specii pomicole și cele mai importante soiuri adaptate și răspândite în țara noastră, urmate de rezultatele obținute în cercetarea relațiilor dintre prun și măr, pe de o parte, și sistemul sol-plantă-atmosferă de la Mărăcineni-Pitești, pe de altă parte. Aceste rezultate pot fi extinse în toată această regiune colinară din Muntenia și/sau din țară, unde clima și condițiile de sol (cu textură medie sau medie-grosieră) sunt asemănătoare, dar și în regiunile de câmpie cu condiții similare.

### 1-A – Prunul

Prunul face parte din ordinul *Rosales*, familia *Rosaceae*, subfamilia *Prunoideae*, genul *Prunus* L., care cuprinde 19 - 40 de specii, majoritatea originare din Europa, Asia și America (Janick și Paull, 2004; Blazek, 2007; Butac, 2010; Topp ș.a., 2012; Pirkhezri ș.a., 2014). Din această mare diversitate, la baza majorității soiurilor de prun cultivate stau două specii, și anume, prunul european hexaploid (*Prunus domestica)* și prunul japonez diploid (*Prunus salicina)*. Ulterior, ca urmare a lucrărilor de ameliorare, au contribuit la formarea unor soiuri noi și speciile *Prunus insititia*, *Prunus spinosa* și *Prunus cerasifera*.

Teoriile privind originea prunului, în special a prunului european, au preocupat pe mulți cercetători. Astfel, din punct de vedere genetic, Crane și Lawrance (1934) sugerează că *Prunus domestica* este hibrid între *Prunus cerasifera* (diploid) și *Prunus spinosa* (tetraploid). Aceeași idee a susținut-o și Rybin (1936), bazat pe faptul că aceste două specii cresc împreună în pădurile caucaziene și au rezultat hibrizi naturali hexaploizi, din care s-a presupus că a provenit prunul european. Mai târziu, Salesses (1973) a studiat comportamentul citogenetic al unui număr mare de hibrizi interspecifici și a ajuns la concluzia că porumbarul (*Prunus spinosa*) este un alotetraploid și că nu a participat la formarea prunului european. Ulubelde (1990) a efectuat un studiu taxonomic pentru prun, bazat pe componenții

fenolici, ajungând la concluzia că aceștia sunt identici la speciile *Prunus domestica* și *Prunus insititia*, ceea ce demonstrează că *Prunus insititia* este o formă sălbatică a lui *Prunus domestica*. De asemenea, el a ajuns la teoria că *Prunus domestica* este un hibrid între *Prunus spinosa* și *Prunus cerasifera*, teorie susținută citologic, morfologic și biochimic. Reynders și Salesses (1990) apreciază că originea prunului european, deși pe larg studiată, a rămas totuși neclară (Crane și Lawrance, 1934; Rybin, 1936; Salesses, 1973; Ulubelde, 1990; Salesses și Bonnet, 1994; Cociu ș.a., 1997; Janick și Paull, 2004; Hartmann și Neumuller, 2009; Topp și al., 2012).

Ca specie pomicolă, prunul are o mare arie de răspândire, iar prin atragerea în lucrările de ameliorare a speciilor sălbatice din Ussuria și Canada, care sunt rezistente la ger, cultura prunului s-a extins și mai mult, îndeosebi în regiunile nordice. Contribuții importante privind aria de răspândire geografică a diferitelor specii de prun și a centrelor de origine a adus Vavilov (1951). Potrivit cercetărilor sale, există trei centre mari de răspândire a speciilor de prun: euro-asiatic, nord-american și est-asiatic. În centrul euro-asiatic se întâlnesc speciile: *Prunus domestica, Prunus insititia, Prunus spinosa, Prunus cerasifera* – răspândite în Europa de Sud și Asia de Vest, în jurul munților Caucaz și Marea Caspică, dar și în Balcani, precum și în țările mediteraneene. Al doilea centru important este acela al speciilor nord-americane, care se întinde de la golful Mexic și coasta vestică a SUA până în centrul acestui continent, iar în nord până în Canada. Aici se întâlnesc speciile *Prunus nigra, Prunus americana, Prunus munsoniana*. Al treilea centru, est-asiatic, cuprinde speciile *Prunus ussuriensis, Prunus triflora* și *Prunus simonii* (Cociu ș.a., 1997; Butac, 2004).

În regiunea balcanică, precum și în întreaga Europă prunele sunt foarte apreciate atât pentru consum în stare proaspătă și deshidratate (prune uscate), cât și pentru prelucrare sub diferite forme: gemuri, marmelade, dulceață, compoturi, jeleuri, fructe glasate sau murate. Marea majoritate a producției de prune se folosește la distilare, produsul fiind numit țuică în România, palincă în Ungaria și în România slivovitză în Serbia. În China, regiunea Yunan, prunele se prelucrează sub formă de vin.

Prunele se numără printre fructele cu valoarea nutritivă cea mai ridicată (Segal ș.a., 1986), având un conținut ridicat în hidrați de carbon, substanțe minerale și vitamine (Tabel 1.A.1, 1.A.2). Fructele proaspete au un potențial zaharogen asemănător cu cel al strugurilor, acesta fiind de 16 – 20% glucide ușor asimilabile, în majoritate glucoză și zaharoză. Astfel, s-au remarcat printr-un conținut ridicat în substanță uscată solubilă, alături de cunoscutul soi d'Agen, soiurile Agent (peste 25% substanță uscată), Andreea (20-24%) (Butac ș.a., 2006; Butac ș.a., 2016; Chițu ș.a., 2009; Coman ș.a., 2012; Duțu ș.a., 2004). Prunele proaspete mai conțin proteine (0,8%), lipide (0,2%), substanțe pectice (0,45 – 0,55%), acid malic (0,80 – 1,20%), substanțe tanoide (0,16 – 1,50%) etc., iar cele deshidratate au până la 64,7% zaharuri, rivalizând cu smochinele și curmalele.

Prunele sunt bogate în substanțe minerale (0,23 – 0,65%), predominante fiind cele alcalinizante (potasiu, calciu, magneziu) față de cele acidifiante (fosfor, clor, sulf), consumul lor contribuind la menținerea echilibrului acido-bazic (Segal ș.a., 1986).

**Tabel 1.A.1. Compoziția chimică a fructelor la specia prun (Segal ș.a., 1986)**

| Specificare | Apă (% g/g) | Substanțe proteice (% g/g) | Substanțe grase (% g/g) | Glucide (% g/g) | Energie (cal/100g fruct) |
|---|---|---|---|---|---|
| Prune proaspete | 78,7 | 0,8 | 0,2 | 19,7 | 75 |
| Prune deshidratate | 28,0 | 2,1 | 0,6 | 67,4 | 255 |

(continuare Tabel 1)

| Specificare | Vitamine (mg%) | | | | | Substanțe minerale (mg%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B1 | B2 | B6 | C | Ca | P | Fe | Na | K |
| Prune proaspete | 300 | 0,03 | 0,03 | 0,5 | 4,0 | 12 | 18 | 0,5 | 0,1 | 170 |
| Prune deshidratate | 1600 | 0,09 | 0,17 | 0,24 | 3,0 | 51 | 79 | 3,9 | 8,0 | 604 |

De asemenea, prunele au valoare vitaminizantă ridicată, fiind bogate în vitaminele B1, B2, Pp, C, dar în special în vitamina A. Cele mai bogate în vitamina C sunt fructele soiurilor Dâmbovița, Ialomița, Piteștean și Centenar (Roman ș.a., 1984).

Valoarea energetică a prunelor proaspete este de 75 Kcal/100 g pulpă, fiind mai mare decât a merelor, perelor, piersicilor, caiselor etc. (Tabel 1.A.2), iar prunele deshidratate asigură 255 Kcal/100g pulpă, din care organismul uman resoarbe aproape 90% (Drobotă ș.a., 1991).

Valoarea terapeutică și profilactică a prunelor a fost bine cunoscută încă din antichitate, ele având acțiune alcalinizantă, mineralizantă, laxativă, diuretică, decongestionantă hepatic.

**Tabel** 1.A.**2. Valoarea nutritivă a prunelor în stare proaspătă comparativ cu alte fructe (după Drăgoi, 2000)**

| **Componente** | **Prune** | **Caise** | **Cireșe** | **Vișine** | **Piersici** | **Mere** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Apă (% g/g) | **78,7** | 85,3 | 80,4 | 83,7 | 89,1 | 84,2 |
| Proteine (%/ g/g) | **0,8** | 1,0 | 1,3 | 1,2 | 0,6 | 0,2 |
| Grăsimi (%/ g/g) | **0,2** | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,6 |
| Hidrați de Carbon (%/ g/g) | **19,7** | 12,8 | 17,4 | 14,3 | 9,7 | 14,1 |
| Cenușă (%/ g/g)) | **0,6** | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,2 |
| Energie (cal./100 g fruct) | **75** | 51 | 70 | 58 | 38 | 56 |
| **Substanțe minerale** | | | | | | |
| Ca (mg/100 g fruct) | **12** | 27 | 22 | 22 | 9 | 7,6 |
| P (mg/100 g fruct) | **18** | 23 | 19 | 19 | 19 | 10,6 |
| Fe (mg/100 g fruct) | **0,5** | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,3 |
| Na (mg/100 g fruct) | **0,1** | 1,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,0 |
| K | **170** | 281 | 191 | 191 | 202 | 110 |
| **Vitamine** | | | | | | |
| A (U.I) | **300** | 2700 | 110 | 1000 | 1330 | 94 |
| B1 (mg/100 g fruct) | **0,03** | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,2 | 0,03 |
| B2 (mg/100 g fruct) | **0,03** | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,02 |
| B3 (mg/100 g fruct) | **0,05** | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 1,0 | 0,1 |
| B6 (mg/100 g fruct) | **0,05** | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,02 | 0,03 |
| Ac. panthotenic (mg/100 g fruct | **0,19** | 0,24 | 0,26 | 0,14 | 0,17 | 0,10 |
| Ac. ascorbic (mg/100 g fruct) | **4** | 10 | 10 | 10 | 7 | 7 |

Studii recente (McBride, 1999) efectuate la Universitatea Tuft, Boston, au arătat că prunele deshidratate au cel mai mare conținut în antioxidanți, contribuind la neutralizarea radicalilor liberi și, astfel, la prevenirea cancerului (Fig. 1.A.1).

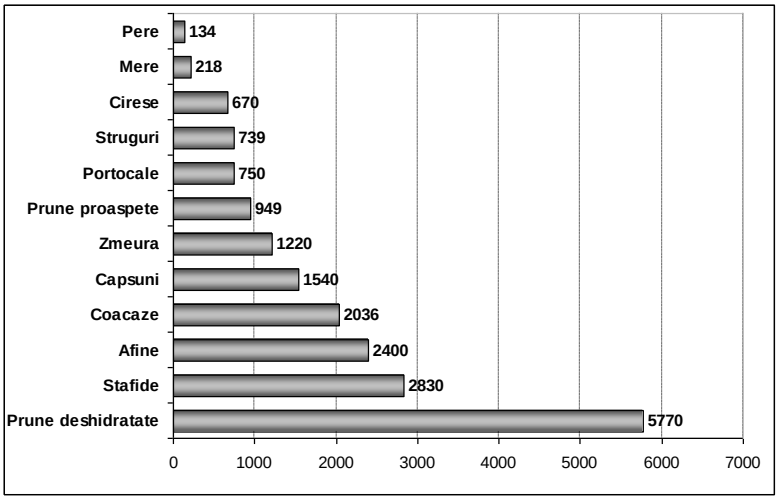



**Fig.** 1.A.**1. Conținutul în antioxidanți în fructele diferitelor specii** (McBride, 1999: https://www.ars.usda.gov/news-events/news/research-news/1999/high-orac-foods-may-slow-aging/)

În prezent suprafața cultivată cu prun în lume este de 2.660.799 ha, aceasta fiind în creștere față de anii ’80. Dintre continente, cele mai mari cultivatoare de prun sunt Asia (1.889.676 ha) și Europa (630.213 ha). Pe țări, situația la nivelul anului 2013 se prezintă astfel: China -1.762.700 ha, Serbia – 230.000 ha, Bosnia si Herzegovina – 135.168 ha, România - 68.008 ha și SUA – 33.500 ha. (Tabel 1.A.3).

În producția mondială de fructe, prunul deține circa 2%, practic un loc modest. Fiind o specie de climat temperată, el ocupă totuși al patrulea loc, după măr, păr și piersic, în zona respectivă. Deși nu așa de spectaculos ca la alte specii (ex. măr, piersic), producția mondială de prune a crescut, ajungând în prezent la 11.528.337 tone. Contribuția principală la acest spor a adus-o Asia, practic cea mai mare producătoare de prune (7.436.089 tone, respectiv 64,5% din producția mondială), urmată de Europa (2.935.223 tone, respectiv 25,5% din producția mondială), America de Nord, America de Sud, Africa etc. (Tabel 1.A.3).

China este țara cu cea mai rapidă evoluție în ceea ce privește producția de prune, dar sporuri însemnate s-au înregistrat și în Spania, Franța, Turcia, însă marile țări producătoare de prune, din speciile *Prunus domestica* și *Prunus insititia*, ca Serbia, Italia, Germania, Bulgaria au înregistrat scăderi îngrijorătoare la producția de prune. Aceste scăderi se datorează concurenței pe care au făcut-o citricele, piersicile, bananele și alte fructe, dar mai ales bolile virotice care practic au distrus livezile de prun și au depreciat calitatea fructelor în țările menționate.

În România, suprafață cultivată cu prun la nivelul anului 2013 a fost de 68.008 ha ceea ce reprezintă 44,4% din suprafața pomicolă a țării, iar producția de fructe a fost de 512.459 tone, revenind 7,53 t/ha, respectiv 40% din întreaga producție de fructe a țării (Tabel 1.A.3).

Și în România, ca și în celelalte țări din Europa, atât suprafața cultivată cu prun, cât și producția de prune a României, au înregistrat o scădere masivă, pierderi care s-au produs în două etape: după anii ’40 ca urmare a războiului, gerurilor și secetei excesive, și după anul 1990 datorită defrișărilor ilegale, determinate de numeroasele modificări ale legilor fondului funciar, a decapitalizării producătorilor particulari cărora li s-au retrocedat livezi, dar și datorită bolilor virotice care au dus la scăderea producției la soiurile sensibile, până la 80%.

**Tabel** 1.A.**3. Suprafața cultivată (ha) și producția de prune (t), la nivelul anului 2013 (www.fao.org, Decembrie 2016)**

| **Continent / țara** | **Suprafața (ha)** | **Producția (t)** |
|---|---|---|
| **Pe glob** | **2.660.799** | **11.528.337** |
| **Europa** | **630.213** | **2.935.223** |
| Asia | 1.889.676 | 7.436.089 |
| America N | 33.918 | 213.318 |
| America S. | 40.387 | 496.455 |
| Africa | 48.362 | 366.067 |
| Oceania | 3.181 | 17.247 |
| China | 1.762.700 | 6.123.000 |
| USA | 33.500 | 210.000 |
| Serbia | 230.000 | 738.278 |
| **România** | **68.008** | **512.459** |
| Turcia | 21.073 | 305.393 |
| Franța | 17.443 | 170.960 |
| Spania | 16.600 | 172.400 |
| Italia | 13.807 | 210.398 |
| Bosnia și Herzegovina | 135.168 | 226.898 |
| Ukraina | 19.200 | 186.300 |
| Polonia | 18.203 | 102.402 |
| Belarus | 7.978 | 21.775 |
| Germania | 3.856 | 48.536 |
| Bulgaria | 5.814 | 37.235 |
| Austria | 5.789 | 74.602 |
| Ungaria | 7.600 | 49.000 |
| Croatia | 5.630 | 39.262 |

**Pe plan mondial**, sortimentul de prune este foarte variat, acesta cuprinzând 2000 de soiuri, care s-au format în trei mari centre genetice, prin participarea numeroaselor specii ale genului *Prunus*. Astfel, soiurile euro-asiatice provin din *Prunus domestica* L.*, Prunus insititia* Jusl.*, Prunus cerasifera* Ehrh.*, Prunus spinosa* L.; soiurile est-asiatice s-au format din *Prunus salicina* Lindl.*, Prunus ussuriensis* Kov. et Kost.*, Prunus simonii* Carr.; soiurile nord-americane au ca genitori speciile *Prunus americana* Baylei*, Prunus nigra* Ait.*, Prunus hortulana* Baylei.

Tendințele în ameliorarea soiurilor pe plan mondial sunt comune și își propun obținerea de soiuri valoroase, care să răspundă exigențelor comerciale și de consum pe de o parte, și a celor pedoclimatice și agronomice locale pe de altă parte, cu rezultate economice bune.

Obiectivele de ameliorare se pot încadra în două grupe mari: generale și speciale. Cele generale includ productivitatea, calitatea fructelor, rezistența la principalii factori de stres, iar cele speciale se referă la destinația fructelor, rezistența la transport, manipulare și păstrare (Butac, 2010; Butac ș.a., 2013).

Astfel, în ***Statele Unite ale Americii***, aproape în toate cele 50 de state se desfășoară programe de ameliorare a prunului urmărind ca obiective, pe lângă productivitate, și calitatea fructului și rezistența la ger și la boli (*Xanthomonas campestris* pv. *pruni* și *Pseudomonas syringae*). În ***Canada***, țară cu condiții climatice puțin prielnice pentru cultura prunului, s-a urmărit sporirea rezistenței la ger a soiurilor chino-japoneze și productivitatea, dar și calitatea fructelor, precum și epoci diferite de maturare și rezistența la ger pentru soiurile de prun european. În țările cu climă relativ caldă, ***Brazilia, Argentina, Africa de Sud, Australia***, obiectivul principal în ameliorare îl constituie obținerea de soiuri chino-japoneze care cer un număr redus de ore de frig pentru declanșarea proceselor de microsporogeneză și macrosporogeneză, cu fructe de calitate superioară sub aspectul mărimii, fermității și cu rezistență la bacterioze.

În Europa. Ameliorarea prunului în ***Serbia***, a început după anul 1950 la Institutul de Cercetări Pomicole și Viticole Čačak și la Facultatea de Agricultură din Čačak, având ca obiectiv de bază îmbunătățirea soiului Pozegača sub aspectul mărimii fructului, epocilor de maturare și rezistenței la Sharka. În ***Germania***, pentru ameliorarea prunului se lucrează în două centre: Universitatea Hohenheim, Stuttgart și Stațiunea de Cercetare Geisenheim, urmărind pe lângă rezistența la Sharka prin hypersenzitivitate, calitatea fructelor (mărime, aspect, conținut ridicat în substanță uscată solubilă), extinderea perioadei de maturare (Jacob, 2007; Hartmann și Neumuller, 2009). În ***Franța***, programul de ameliorare a început încă din anii 1950-1960, bazându-se inițial pe selecția de clone valoroase în populații ale soiurilor autohtone d'Ente (d'Agen) și Imperial. În prezent, la INRA Bordeaux obiectivele principale în ameliorare sunt: calitatea fructelor și rezistența la Plum Pox Virus (Sharka). În ***Anglia***, ameliorarea prunului a început la Long Asthon (în prezent East Malling), încă din anul 1900, obiectivele de ameliorare referindu-se la: înflorire târzie, rezistență la ger, germinarea polenului la temperaturile scăzute înregistrate primăvara, iar mai recent și la rezistența la Sharka. ***Italia*** urmărește ca obiective obținerea de soiuri europene destinate deshidratării, dar și pentru consum în stare proaspătă și cu rezistență la boli, în special la Plum Pox Virus, precum și soiuri chino-japoneze care să îmbine atractivitatea și calitatea soiurilor californiene cu productivitatea și rezistența la boli. În ***Bulgaria, Polonia*** și ***Cehia,*** ca obiective în programul de ameliorare la prun se urmăresc calitatea fructelor și rezistența la Sharka. ***Spania*** derulează un program de ameliorare a prunului chino-japonez, urmărind crearea de soiuri foarte timpurii, cu maturare în lunile mai și iunie. În ***Rusia***, ***Estonia, Letonia, Belarus, Republica Moldova*** principalele obiective sunt rezistența la ger, rezistență la Plum Pox și calitatea fructelor. Există programe de ameliorare a prunului și în ***Suedia*** și ***Norvegia*** urmărind ca obiective: perioadă scurtă de vegetație, perioade diferite de maturare, fructe mari pentru consum în stare proaspătă, capacitate de păstrare) (Butac, 2010).

Lucrările de ameliorare a prunului în Europa, Asia și America au contribuit, în cea mai mare măsură, la lărgirea bazei ereditare și la îmbogățirea numerică a sortimentului cultivat cu o serie de soiuri valoroase. Astfel, folosind metode diferite de ameliorare (hibridarea controlată, polenizarea liberă, selecția în populații de *Prunus* sp., mutageneza) s-au obținut peste 250.000 hibrizi din care s-au selectat și înregistrat peste 180 soiuri noi (Knight ș.a., 2005; Butac, 2010).

Cu toate acestea, cele mai răspândite soiuri de prun sunt: Stanley, Anna Späth, d'Agen (și clone), R.C. Althan, Vinete de Italia, President, Bluefree, Early Rivers, Ruth Gerstetter, Pozegaca (și clone), Kiustendilska, Besztercei, Tuleu gras, Vinete românești, Centenar, etc. (Tabel 1.A.4).

**În România,** sub aspect varietal, totdeauna au dominat soiurile locale, destinate producerii de țuică, deși au existat și soiuri vechi, valoroase, cu destinație mixtă. În urma selecției empirice practicată de pomicultori anonimi din cele mai vechi timpuri, s-au obținut numeroase soiuri și populații locale cu o foarte bună adaptabilitate la condițiile în care s-au format (Roșior Hățăgel, Timpurii de Aiud, Timpurii de Ceptura, Roșior timpuriu, Sticloase de Bilcești, Motroase de Mehedinți, Grase de Becs, Uriașe, Gâtlană, Boambe de Leordeni etc.). Printre acestea se numără și vechile soiuri Tuleu gras, Grase românești și Vinete românești, care rămân încă etalon pentru unele caractere și însușiri.

Sortimentul de prun a cunoscut o evoluție lentă și s-a bazat în special pe aceste soiuri locale, cu valoare economică scăzută, folosite preponderent pentru distilare.

De-a lungul timpului, îmbunătățirea sortimentului s-a realizat atât prin selecția unor soiuri autohtone foarte valoroase (Tuleu gras, Grase românești, Vinete românești), cât și prin introducerea de peste hotare a unor soiuri la fel de valoroase, precum Stanley, Anna Späth, d'Agen, Vinete de Italia etc.

Pomicultorii români au făcut eforturi considerabile pentru îmbunătățirea sortimentului de prun prin introducerea unor soiuri străine, precum și prin completarea cu soiuri noi, create în România.

**Tabel** 1.A.**4. Soiurile cele mai cunoscute de prun european cultivate în diferite țări din lume (după Drăgoi, 2000)**

| **Țara** | **Soiurile cele mai importante** |
|---|---|
| SUA | Vânăt de Italia, Early Italian, d'Agen, Stanley, Bluefree, Damson Imperial, Burton, President |
| Canada | Stanley, Vânăt de Italia, Bluefree, Valor, Vision, Verity, Green Gage |
| Serbia | Pozegaca (și clone), Stanley, Buhler timpuriu, Valjevka, Zimmer timpuriu, Ruth Gerstetter, Italian, California Blue, Cacak's Early, Cacak's Beauty, Cacak's Best, Piskavac, Cacak's Fruitful, Sugar, Jelica, Cervena Ranna, Cerovack, Belosljiva, Crnosljiva |
| Germania | Hauszwetsche, Czar, Lutzelsachsen, Frigga, Mirabelle de Nancy, Wangenheim, Stanley, Ontario, R.C. Verte, Anna Späth, Buhler timpuriu, Vânăt de Italia, R.C. Althan, Jojo, Elena, Presenta, Tegera, Topfive, Topstar, Katinka |
| Bulgaria | Kiustendilska, Reine Claude Verte, Afizka, d'Agen, Stanley, Tuleu gras, Montfort, Blue of Kiustendil, Plovdivska, Strinaya, Ugan, Trojanska Sliva, R.C. Hramova, Pop Harington, Burja, Krimska |
| Franța | d'Agen (clone 707, 626, 698, 652), Double Robe, Lorida, Imperial, Pozegaca, Green Gage, R.C. Bavay, Stanley, President, Mirabelle de Nancy, Mirabelle de Metz, Tardicotes, Primacotes, R.C. Althan |
| Anglia | Victoria, Yellow Egg, Purple Egg, Utility, President |
| Rusia | Pamiate Michurina, Reine Claude Kolhoznyi, R.C. Urojainyi, R.C. Reforma, Moskowskaia, Severinka, Agen, Kirghizkaia, Prevoshodnaia, R.C. Karbisheva, Anna Späth, Peche, R.C. Althan, R.C. Verte, Tuleu gras, Vânăt de Italia, Vengerka Jubilejna, Sopernica, Vengerka krupna slatka, Alvena, Vengerka Dometzkaia |
| Ungaria | Reine Claude Althan, Besztercei, Stanley, Peche, Debreceni Muskotaly, Olasz kek, d'Agen 707, d'Agen 626, Ruth Gerstetter, Tuleu gras, Bluefree, President, Cacak's Fruitful, R.C. Verte |
| Italia | Stanley, Bluefree, President, d'Agen 707, Anna Späth, Sugar, Imperial, Giant, Ruth Gerstetter, Gilbert |
| Polonia | R.C. Oullins, R.C. Verte, R.C. Althan, Victoria, Stanley, Czar, Wangenheim, Vinete românești, Peche, Anna Späth, Kirke, Vânăt de Italia, Emma Lepperman, Belle de Louvain, Prince of Wales, Lutzelsachsen, Ruth Gerstetter |
| Belgia | Victoria, Ontario, Czar, Belle de Louvain |
| Spania | Reine Claude (grupa), Stanley |
| Norvegia | Victoria, Ontario, Czar, Belle de Louvain |
| Turcia | Pozegaca, Goynik, Uryani, d'Agen, Stanley, President |

În acest sens, încă din anul 1950 a început un program de ameliorare a prunului, care continuă și astăzi, în care se prevedeau următoarele obiective (Butac ș.a., 2014):

- Obținerea unor soiuri de tip Tuleu gras cu diferite epoci de maturare, cu fructe de calitate superioară și destinații diferite;
- Obținerea unor soiuri de tip Vinete românești și Grase românești cu fructe de calitate superioară;
- Crearea unor soiuri cu rezistență sau toleranță la Plum Pox, pătarea roșie (*Polystigma rubrum*) și monilioze (*Monilinia laxa*); cu vigoare redusă a pomilor și cu fructificare tip spur etc.

Rezultatele acestui program s-au concretizat prin omologarea a 40 de soiuri care se află introduse în sortiment și în faza de extindere în producție. Astfel, dacă în anul 1971, sortimentul de prun era alcătuit din 13 soiuri (7 soiuri străine și 6 soiuri românești), în anul 1999 sortimentul cuprindea 29 de soiuri (23 soiuri românești și numai 6 soiuri străine), în anul 2000 se aflau înscrise în sortiment 30 de soiuri de prun, din care 24 soiuri românești și 6 soiuri străine, în anul 2002 sortimentul s-a îmbogățit cu alte două soiuri românești, iar în anul 2008 în sortiment s-au mai inclus încă 6 soiuri românești, astfel încât în *Catalogul oficial al soiurilor de plante de cultură din România* pentru anul 2011, erau înscrise 36 soiuri, iar în anul 2016 erau 19 soiuri românești din totalul de 25 soiuri de prun (Butac, 2004, 2010; ISTIS, 2016).

Se poate spune că, sortimentul de prun din România s-a îmbogățit mai ales cu soiuri românești valoroase, destinate atât consumului în stare proaspătă, cât și industrializării. De asemenea, sortimentul

s-a diversificat pentru fiecare epocă de coacere și s-a realizat astfel, un conveier varietal care acoperă o perioadă destul de lungă de timp (25 iunie – 5 octombrie).

Se remarcă apariția soiurilor nou create în țara noastră, soiuri superioare (din punct de vedere calitativ și productiv) vechilor soiuri autohtone – Tuleu gras, Vinete românești și Grase românești.

Pe viitor există posibilitatea selecției de noi genotipuri cu caractere și însușiri valoroase, având în vedere existența unui volum mare de material biologic rezultat în urma lucrărilor de ameliorare la prun, prezent în câmpuri de hibrizi, microculturi și culturi de concurs. De asemenea, în paralel cu crearea de noi soiuri autohtone, se are în vedere introducerea de peste hotare a unor soiuri considerate valoroase în țările de origine (Butac, 2010).

Deși, în România s-au obținut foarte multe soiuri de prun, sub aspectul rezistenței la boli și dăunători nu s-au înregistrat progrese foarte mari, deoarece nu s-au depistat încă surse de rezistență corespunzătoare și nu există nici procedee simple de depistare a rezistenței. Folosirea pesticidelor pentru combaterea bolilor și dăunătorilor a dat rezultate foarte bune, însă poluarea mediului înconjurător, remanența puternică a unor substanțe chimice în fructe, cu impact negativ asupra sănătății umane, precum și costul ridicat al acestor tratamente chimice limitează folosirea insecto-fungicidelor.

O altă problemă nerezolvată încă rămâne calitatea fructelor – însușire complexă care include forma și mărimea fructelor, culoarea pieliței și a pulpei, conținutul în substanță uscată solubilă, în acizi, vitamine și alte componente ce determină gustul, procentul de sâmbure, aderența sâmburelui la pulpă etc. Fiecare din însușirile și caracterele care definesc calitatea fructelor este determinată genetic de una sau mai multe gene, ceea ce face dificilă ameliorarea simultană a mai multor însușiri. Unele componente ale calității, cum ar fi, de exemplu, mărimea, pot fi influențate într-o anumită măsură de tehnologie, dar nu se vor obține niciodată fructe mari de la un soi care genetic prezintă fructe mici.

Iată de ce procesul de ameliorare a soiurilor la prun reprezintă o activitate continuă, necesitând o permanentă adaptare a obiectivelor la cerințele și preferințele consumatorilor.

***Soiuri de prun românești existente în plantațiile comerciale și cu perspectivă de extindere***

***Tuleu gras.*** Soi autohton, vechi, originar din regiunea subcarpatică colinară meridională, mai exact din Leordeni, Argeș, considerat soi de bază în sortiment datorită calității superioare a fructelor, folosite ca etalon. Pomul este de vigoare mare, cu coroana invers conică, ramuri de schelet cu unghi mic de ramificare și lemnul foarte fragil, dezbinându-se sub greutatea rodului; fructifică pe formațiuni scurte și mijlocii, este precoce și productiv; ușor sensibil la Plum Pox Virus, manifestând simptome pe frunze. Înflorește semitârziu, este androsteril (lipsit de polen), necesitând obligatoriu polenizatori precum Stanley, Anna Späth, Early Rivers, d'Agen etc. La altoire nu are afinitate cu corcodușul. Fructul este de mărime mijlocie (35 g), de formă invers - ovoidă, cu pielița albastră, acoperită cu pruină albăstruie. Pulpa este de culoare galben-verzuie, crocantă și suculentă, cu gust deosebit de plăcut, de calitate superioară. Sâmburele este neaderent și mijlociu. Fructele se maturează în decada a III-a a lunii august, având destinație mixtă (Drobotă ș.a., 1991) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 1*).

***Tuleu timpuriu.*** Creat la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1967. Pomul este de vigoare supra-mijlocie spre mare, cu creștere piramidală și fructificare spur; ușor sensibil la virusul Plum Pox, manifestând simptome pe frunze; androsteril (lipsit de polen), necesitând obligatoriu polenizatori precum Stanley, Anna Späth, Early Rivers etc. Preferă altoirea pe prun Roșior, față de cea pe corcoduș. Fructul este de mărime mijlocie (40 g), de formă ovoidă, cu pielița vânătă - violacee, acoperită cu pruină cenușiu - albăstruie. Pulpa este de culoare verde - gălbuie, crocantă și suculentă, cu gust plăcut, de calitate superioară. Sâmburele este neaderent și mic. Fructele se maturează în decada I a lunii august (în funcție de zonă), destinate consumului în stare proaspătă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto* 2).

***Gras ameliorat.*** Creat la Stațiunea Didactică Istrița, Buzău, înregistrat ca soi nou în anul 1968. Pomul este viguros, cu ramuri de schelet solide garnisite cu formațiuni de rod mijlocii și lungi; ușor sensibil la Plum Pox Virus, manifestând simptome pe frunze. Înflorește timpuriu și este autofertil. Fructul este supra-mijlociu (45 g), de formă globuloasă, ușor alungit la capete, cu pielită colorată vânăt - roșcat, acoperită cu pruină violacee. Pulpa este crocantă, suculentă, de culoare galbenă-verzuie, cu gust dulce și neaderentă la sâmbure. Fructele se maturează la mijlocul lunii septembrie, destinate consumului în stare proaspătă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 3*).

***Centenar.*** Creat la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1970. Pomul este de vigoare mijlocie sau sub-mijlocie, cu creștere globuloasă și ramuri fructifere scurte (buchete de mai); sensibil la PPV. Soiul înflorește timpuriu și este

androsteril (lipsit de polen), necesitând obligatoriu polenizatori precum Stanley, Anna Späth, Silvia, Renclod Althan, d'Agen, Early Rivers. Fructul este de mărime mijlocie (45 g) și formă invers ovoidă, colorat în albastru ultramarin și acoperit cu pruină cenușie, abundentă. Pulpa este alb - verzuie, suculentă, cu gust foarte plăcut (asemănător cu Tuleu gras). Fructele se maturează la sfârșitul lunii iulie – începutul lunii august, destinate consumului în stare proaspătă (Branișteș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 4*).

***Pescăruș.*** Creat la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1979. Pomul este de vigoare mijlocie, cu coroana conic răsturnată, cu fructificare pe buchete de mai; sensibil la Plum Pox Virus; înflorire de sezon mediu; autosteril, necesită polenizatori (Stanley, Silvia, Renclod Althan, Anna Späth). Fructul este de mărime supra-mijlocie (45 g), ovoidal, cu pielița de culoare vânătă, acoperită cu pruină cenușie. Pulpa este galben-verzuie, suculentă, cu gust ușor acidulat, neaderentă la sâmbure. Epoca de coacere: prima decadă a lunii august, cu câteva zile înainte de soiul Tuleu gras; destinație mixtă (Branișteș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 5*).

***Ialomița.*** Creat la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1980. Pomul este de vigoare mijlocie spre supra-mijlocie, cu ramuri de schelet bine garnisite cu formațiuni fructifere scurte și mijlocii, autofertil, tolerant la PPV. Fructul este de mărime mijlocie (35 – 40 g), de formă sferică (tip Renclod Althan), cu pielița de culoare vânăt închisă, acoperită cu multă pruină. Pulpa are culoarea verde - gălbuie, potrivit de consistentă și suculentă, cu gust bun și neaderentă la sâmbure. Epoca de coacere: decada a II-a a lunii iulie; destinație: consum în stare proaspătă (Branișteș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 6*).

**Dâmbovița.** Creat la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1981. Pomul este de vigoare supra-mijlocie spre mare și fructificare predominantă pe formațiuni fructifere scurte și mijlocii. Înflorește semi-timpuriu și este androsteril. Fructul este mare (50 g), de formă ovoidă, colorat vânăt închis și acoperit cu pruină cenușie, abundentă. Pulpa are culoare galben-verzuie, crocantă, suculentă, cu gust plăcut (18 mg. vitamina C), neaderentă la sâmbure. Epoca de coacere: decada a III-a, luna august, după soiul Tuleu gras; destinație mixtă (Branișteș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 7*).

***Piteștean.*** Creat la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1982. Pomul este de vigoare mijloace, cu coroană conică și rodire pe formațiuni fructifere scurte și mijlocii; ușor sensibil la Plum Pox Virus și moniliozăă; epoca de înflorire este mijlocie, este androsteril, necesitând obligatoriu polenizatori (Early Rivers, Renclod Althan, Silvia, Stanley); capacitate de producție bună. Fructul este de mărime supra-mijlocie spre mare (45 - 50 g), de formă ovoidă, cu pielița colorată în vânăt închis, acoperită cu multă pruină groasă, albăstruie. Pulpa este galben - verzuie, crocantă, destul de suculentă și cu gust plăcut, neaderentă la sâmbure. Epoca de coacere: decada I a lunii august; destinație: consum în stare proaspătă (Branișteș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 8*).

***Carpatin.*** Creat la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1982. Pomul este de vigoare mijlocie spre mică, cu creștere piramidală, având ramurile de schelet bine garnisite cu formațiuni fructifere scurte, mijlocii și lungi; epoca de înflorire este mijlocie, este androsteril, necesitând obligatoriu polenizatori (Early Rivers, Renclod Althan, Silvia, Stanley); capacitate de producție bună; tolerant la PPV, sensibil la monilioze. Fructul este mare (50 g), de formă ovoidă, cu pielița de culoare albastră maronie, acoperită cu pruină cenușie. Pulpa este galben-verzuie, suculentă, fină, neaderentă la sâmbure. Epoca de coacere: decada I a lunii august; destinație: consum în stare proaspătă (Branișteș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 9*).

***Diana.*** Creat la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1983. Pomul este de vigoare mijlocie, creștere globuloasă, rodește pe ramuri mijlocii și lungi, foarte sensibil la PPV. Înflorește la mijlocul perioadei și este autofertil. Fructul este mare (60 g), de formă sferică (tip Renclod Althan), cu pielița colorată albastru deschis, acoperită cu pruină, foarte aspectuos. Pulpa este verde-gălbuie, cărnoasă, suculentă, cu sâmbure mic, neaderent, de calitate bună. Epoca de coacere: prima decadă a lunii iulie; destinație: consum în stare proaspătă (Branișteș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 10*).

***Record.*** Creat la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Voinești, Dâmbovița, și înregistrat ca soi nou în anul 1983. Pomul este de vigoare mijlocie, fructifică pe buchete de mai. Înflorește târziu și este autosteril. Fructul este foarte mare (75 g), de formă sferic - alungită, cu pielița colorată vânăt-închis, acoperită cu pruină albăstruie. Pulpa este galben-verzuie, crocantă, cu aromă fină și gust

armonios, iar sâmburele este mic, neaderent. Epoca de coacere: începutul lunii septembrie; destinație mixtă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 11*).

***Sarmatic.*** Obținut la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1989. Pomul este de vigoare mijlocie spre mare, cu ramuri de schelet garnisite cu formațiuni fructifere mijlocii. Înflorește timpuriu și este androsteril. Fructul este de mărime mijlocie (40 g), de formă oval - alungită (tip Tuleu timpuriu), de culoare albastră punctată roșietic sub pieliță. Pulpa este galben-verzuie, crocantă, suculentă, cu gust dulce – acidulat, armonios, neaderentă la sâmbure. Epoca de coacere: prima jumătate a lunii august, aproape în aceiași perioadă cu soiul Tuleu timpuriu; destinație: consum în stare proaspătă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 12*).

***Vâlcean*.** Soi obținut la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Vâlcea și înregistrat în anul 1990. Pomul este de vigoare mijlocie sau chiar mare atunci când este altoit pe corcoduș, crește rile au unghiuri mari, iar rodirea se produce pe formațiuni scurte sau mijlocii. Înflorește târziu, comparativ cu majoritatea soiurilor și este autosteril. Fructul este de mărime mare și foarte mare (65 – 75 g), de formă sferică, are pielița netedă colorată vânăt închis, acoperită cu puțină pruină albicioasă. Pulpa este gălbuie, crocantă dar suculentă, cu gust bun; sâmbure mic și neaderent. Epoca de coacere: decada a III-a a lunii iulie sau uneori și în primele zile ale lunii august; destinație consum în stare proaspătă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 13*).

***Tita.*** Obținut la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1991. Pomul este de vigoare mijlocie spre mică, cu coroana conică și fructificare pe buchete de mai; intră repede pe rod (anul 4 de la plantare), este ușor sensibil la Plum Pox Virus (manifestă simptome numai pe frunze) și este androsteril (necesită obligatoriu polenizatori). Fructul este mare (45 – 55 g), ovoidal, ușor alungit spre peduncul. Pielița are culoarea albăstruie, acoperită cu multă pruină gri. Pulpa este galbenă - verzuie, suculentă și cu gust plăcut, neaderentă la sâmbure. Epoca de coacere: sfârșitul lunii iulie – începutul lunii august; destinație consum în stare proaspătă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 14*).

***Alina.*** Obținut la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 1991. Pomul este de vigoare mică spre mijlocie, cu ramuri de schelet groase și rare, bine garnisite cu formațiuni de rod scurte de tip buchete de mai. Este androsteril și se polenizează cu soiurile: Stanley, Peche, Agen, Anna Späth; tolerant la PPV. Fructul este mare (45 - 55 g), ovoid, cu pielița colorată albastru deschis, acoperită cu pruină cenușie. Pulpa are culoarea galbenă - verzuie, este consistentă, neaderentă la sâmbure, cu gust plăcut. Epoca de coacere: prima decadă a lunii august; destinație: consum în stare proaspătă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 15*).

***Andreea*.** Soi obținut la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Vâlcea și înregistrat în anul 2000. Pomul este de vigoare mijlocie spre mică, crește erect, cu fructificare spur; parțial autofertil; tolerant la PPV. Fructul este mijlociu (40 g), rotunjit - oblong, de culoare albăstruie - violacee, acoperită cu pruină. Pulpa are culoarea galbenă, de consistență și suculență mijlocie, neaderentă la sâmbure, bogată în substanță uscată solubilă, fiind recomandat pentru deshidratare. Epoca de coacere: decada a II – III-a a lunii august (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010; Butac ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 16*).

***Iulia.*** Soi obținut la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Bistrița și înregistrat în anul 2002. Pomul este semi-viguros, cu coroana piramidală, cu fructificare mixtă; necesită obligatoriu polenizatori fiind androsteril; tolerant la Plum Pox Virus și monilioze. Fructul este mijlociu (38 – 39 g), elipsoidal, de culoare albastru - violacee, acoperită cu multă pruină. Pulpa este galbenă - verzuie, mijlociu de suculentă și cu gust dulce, foarte plăcut, neaderentă la sâmbure. Epoca de coacere: ultima decadă a lunii august; destinație: consum în stare proaspătă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010; Butac ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 17*).

***Agent.*** Obținut la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 2004. Pomul este de vigoare mijlocie, cu fructificare mixtă; parțial autofertil; tolerant la PPV. Fructul este mijlociu (30 g), sferic - alungită, de culoare roșietică, pistruiată. Pulpa are culoarea galbenă, neaderentă la sâmbure, bogată în substanță uscată solubilă (peste 25% substanță uscată), fiind recomandat pentru deshidratare, dar și pentru consum în stare proaspătă, precum și prelucrarea sub formă de compot și gem. Epoca de coacere: decada a III-a a lunii august (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010; Butac ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 18*).

***Roman.*** Obținut la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni și înregistrat ca soi nou în anul 2004. Pomul este de vigoare mijlocie, cu fructificare mixtă; androsteril;

tolerant la PPV. Fructul este mare (60 g), ovoid, de culoare albastru - roșietică, cu pruină gri. Pulpa are culoarea galbenă orange, semiaderentă la sâmbure, gust armonios, dulce - acidulat. Epoca de coacere: prima decadă a lunii august; destinație: consum în stare proaspătă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 19*).

***Geta.*** Soi obținut la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Bistrița și înregistrat în anul 2004. Pomul este semiviguros, cu fructificare spur; tolerant la PPV; necesită polenizatori fiind lipsit de polen. Fructul este mare (51 - 59 g), elipsoidal, de culoare albastru închisă, acoperită cu pruină abundentă. Pulpa este galbenă - verzuie, fermă și mijlociu de suculentă, cu gust bun, neaderentă la sâmbure. Epoca de coacere: prima decadă a lunii august; destinație mixtă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 20*).

***Romaner*.** Soi obținut la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Bistrița și înregistrat în anul 2005. Pomul este viguros, cu fructificare mixtă; tolerant la PPV; androsteril, având nevoie de polenizatori. Fructul este mare (45 g), sferic alungit, de culoare albastru violetă, acoperită cu pruină abundentă. Pulpa este galbenă - verzuie, mijlociu de fermă, suculentă, cu gust foarte plăcut, neaderentă la sâmbure. Epoca de coacere: prima decadă a lunii august; destinație: consum în stare proaspătă (Braniște ș.a., 2007; Butac, 2010).

***Alutus.*** Soi obținut la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Vâlcea și înregistrat în anul 2010. Pomul este de vigoare mijlocie, cu port semi – lax, cu fructificare pe ramuri mijlocii, tolerant la Plum Pox Virus. Epoca de înflorire este mijlocie, este autofertil, prezintă flori cu petale mijlocii și antere de culoare galbenă, bogate în polen, intră repede pe rod, produce mult și constant. Fructele sunt foarte mari (80 g), de culoare albastru închis, acoperite cu pruină multă, cenușie cu gust foarte bun. Epoca de maturare: mijlocie a III decadă a lunii august, începutul lunii septembrie; destinație: consum în stare proaspătă (Ștefan ș.a., 2013).

***Topval.*** Soi obținut la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Vâlcea și înregistrat în anul 2010. Pomul este de vigoare mijlocie, și port semi – lax tolerant la Plum Pox Virus. Epoca de înflorire este mijlocie este androsteril, prezintă flori mici, de tip Tuleu gras, cu petale albe, alungite, stamine lungi și antere lipsite de polen; necesită obligatoriu polenizatori: Early Rivers, Stanley, Renclod Althan; înflorește abundent, odată cu majoritatea soiurilor de prun, asigurând producții mari. Fructele sunt mari (50 g), sferice, de culoare violet deschis, acoperite cu pruină abundentă, cenușiu-albăstruie; de calitate foarte bună. Epoca de maturare: mijlocie, începutul lunii august; destinație: consum în stare proaspătă (Ștefan ș.a., 2013).

***Romanța*.** A fost obținut la Institutul de Cercetare Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești Mărăcineni și a fost omologat ca soi nou în anul 2012. Pomul este de vigoare mijlocie; ușor sensibil la Plum Pox Virus (manifestă simptome numai pe frunze), rezistent la monilioză; rezistent la ger, înghețuri târzii de primăvară și secetă. Epoca de înflorire este mijlocie; este parțial autofertil, prezintă flori mijlocii, cu petale albe, stamine lungi și antere bogate în polen; necesită polenizatori: Stanley, Anna Späth, Early Rivers; înflorește moderat, odată cu majoritatea soiurilor de prun, asigurând producții mari și constante. Fructele sunt mari (65 g), ovoide, de culoare albastru închis, acoperite cu pruină cenușie; de calitate bună. Epoca de maturare: a doua decadă a lunii august. Destinat pentru consum în stare proaspătă (Ștefan ș.a., 2013; Butac ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*1, Foto 21*).

Toate aceste creații originale, pe lângă însușirile agronomice valoroase care le definesc, au avantajul adaptabilității ecologice în diverse zone pomicole ale țării, fapt mai puțin întâlnit la o serie de soiuri străine introduse pentru studiu în condițiile noastre, cum sunt Blue Free, Blue Bell, Valor, Vision, Verity, Hackmann, President etc.

Valoarea soiurilor autohtone ameliorate s-a dovedit în livezi, unde au fost promovate prin înmulțire (ex: Centenar – 145.000 pomi, Silvia – 90.000 pomi, Carpatin și Pescăruș – câte 45.000 pomi fiecare), Record – 30.000 pomi, Gras ameliorat – 25.000 pomi, Tuleu timpuriu – 10.000 pomi, Vâlcean – 7.000 pomi, Andreea – 5.500 pomi, Agent – 5.000 pomi, Tita – 5.000 pomi, Piteștean – 5.000 pomi).

***Soiuri de prun străine existente în plantațiile comerciale și cu perspectivă de extindere***

În paralel cu crearea de soiuri noi românești, în țara noastră s-a avut în vederea introducerea de soiuri străine care au avut rezultate favorabile din punct de vedere al adaptabilității pedoclimatice în diferite areale pomicole din țară. Iată câteva astfel de soiuri sunt: Cacanska Lepotica, Cacanska Rodna din Serbia, Jojo, Presenta, Haganta, Elena, Toptaste, Tophit, Topend plus din Germania, President, Bluefree din America etc.

***Anna Späth*.** Este un soi vechi de origine germană, foarte cultivat la noi, în special în zona de câmpie și a dealurilor mici și mijlocii. Pomul este de vigoare mijlocie, cu coroana invers piramidală, cu rodire pe buchete de mai și pe ramuri mijlocii. Se pretează pentru formarea coroanei după sistemul etajat și nu cere tăieri de fructificare detaliate. Înflorește târziu, este autofertil, foarte productiv (20-25 t/ha, în funcție de densitatea de plantare și tehnologiile aplicate), rezistent la ger și secetă, pretențios la căldură, tolerant la vărsatul prunului (Plum Pox Virus sau Sharka), manifestând simptome numai pe frunze. Preferă regiunile cu dealuri joase și de șes, bine însorite și calde. Cultivat pe soluri compacte și impermeabile produce fructe mici și de calitate inferioară. Fructul este mijlociu (35-45 g), sferic, albastru roșietic, potrivit de dulce, cu sâmbure neaderent, recomandat atât pentru consum în stare proaspătă, cât și pentru industrializare. Se maturează de la mijlocul până la sfârșitul lunii septembrie (Sumedrea ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 1*).

***Stanley*.** Este un soi de origine americană, foarte cultivat în toate zonele țării. Pomul este de vigoare medie, cu coroana conic răsturnată, cu ramuri de schelet nu prea groase, bine garnisite cu buchete de mai. Intră repede pe rod, produce mult și constant datorită autofertilității. Epoca de înflorire este mijlocie și este polenizator universal. Este unul dintre cei mai buni genitori în programele de ameliorare. Este sensibil la monilioză și ușor sensibil la vărsatul prunului, prezentând simptome numai pe frunze. Fructul este mijlociu, elipsoidal cu cele două jumătăți asimetrice, de culoare violacee aproape neagră, cu gust mediocru, dulceag, slab aromat, cu sâmbure mare și neaderent. Fructele se colorează cu mult înainte de maturarea deplină, ceea ce înșeală cultivatorul și consumatorul. Soiul formează foarte multe fructe duble. Se maturează în decada a treia a lunii august (Sumedrea ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 2*).

***d'Agen*.** Este originar din Franța, fiind o selecție locală. Pomul este de vigoare mijlocie, cu coroana globuloasă, cu ramuri de schelet relativ subțiri și destul de scurte, cu rodire predominantă pe buchete de mai. Înflorește târziu, este autosteril, necesitând polenizatori precum Stanley, Early Rivers, Anna Späth, Renclod Althan, Vinete românești, Gras ameliorat. Este precoce, productiv, rezistent la ger și secetă. Soiul nu se recomandă a fi cultivat în zona dealurilor mai înalte de 300 – 400 m din cauza insuficienței căldurii și a umidității ridicate, dar nici în solurile compacte. Este sensibil la vărsatul prunului, care se manifestă printr-o cădere precoce a fructelor din pom. Fructul este mic (sub 30 g), invers ovoid, roșietic, cu un conținut ridicat în zahăr, fiind recomandat pentru deshidratare, distilare și prelucrare sub formă de marmeladă și gem. Se maturează la sfârșitul lunii august (Sumedrea ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 3*).

***Early Rivers*** (Rivers Timpuriu). Soi de origine engleză. Pomul este de vigoare mare, cu coroana invers piramidală, relativ rară, cu rodire pe buchete de mai și ramuri mijlocii. Înflorește la mijlocul perioadei de înflorire a prunului; fiind autosteril are nevoie de polenizatori precum Anna Späth, d'Agen, Renclod Althan, Stanley. Produce moderat, este rezistent la ger, pretențios față de condițiile de sol și climă, sensibil la secetă, ușor sensibil la vărsatul prunului (Sharka sau Plum Pox Virus), manifestând simptome numai pe frunze. Fructul este mijlociu, sferic, albastru, dulce, cu sâmbure neaderent, destinat pentru consum în stare proaspătă. Se maturează în prima decadă a lunii iulie, fiind unul dintre cele mai timpurii soiuri de prun și are coacere eșalonată (Sumedrea ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 4*).

***Ruth Gerstetter***. Soi vechi, originar din Germania. Pomul este de vigoare mare, cu coroana invers piramidală, relativ rară, cu rodire pe buchete de mai și ramuri mijlocii. Înflorește la mijlocul perioadei de înflorire a prunului, este autosteril și necesită polenizatori precum Stanley, Anna Späth, Renclod Althan, d'Agen. Este ceva mai productiv decât soiul Early Rivers, este rezistent la ger, ușor sensibil la vărsatul prunului, manifestând simptome numai pe frunze. Fructul este mijlociu (30 - 35 g), sferic, albastru, dulce, cu sâmbure neaderent, destinat pentru consum în stare proaspătă. Se maturează în prima decadă a lunii iulie, fiind, alături de Early Rivers, unul dintre cele mai timpurii soiuri de prun, dar prezintă coacere eșalonată (Cociu ș.a., 1997) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 5*).

***Renclod Althan***. Este un soi vechi obținut în Cehoslovacia (Boemia) dintr-un sâmbure de Renclod verde. Pomul este de vigoare mare, cu coroana larg globuloasă, cu ramuri de schelet lungi și groase, cu tendință de degarnisire, cu rodire pe buchete de mai și ramuri mijlocii. Înflorește târziu, este autosteril, necesitând polenizatori precum Early Rivers, Anna Späth, Vânăt de Italia, Vinete românești, Stanley. Este sensibil la vărsatul prunului și la monilioză. Este destul de rezistent la ger și relativ rezistent la secetă. Intră repede pe rod, produce constant și mulțumitor. Fructul este mare, foarte dulce și aromat, cu sâmbure mic și semiaderent. Este destinat pentru consum în stare proaspătă. Se maturează la sfârșitul lunii iulie (Sumedrea ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 6*).

***Cacanska lepotica***. Soi originar din Serbia. Pomul este de vigoare mijlocie, cu fructificare pe buchete de mai, autofertil. Este tolerant la Plum Pox Virus; foarte productiv și precoce. Fructul este mijlociu ca mărime (40 g), de culoare albastră, cu gust foarte bun, destinat consumului în stare proaspătă. Se maturează la începutul lunii august (Butac ș.a., 2014; Sumedrea ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 7*).

***Cacanska rodna*.** Soi originar din Serbia. Pomul este de vigoare mică, cu fructificare pe buchete de mai, autofertil. Vigoarea mică a pomilor și fructificarea spur indică soiul Cacanska Rodna pentru livezi de mare densitate. Este ușor sensibil la Plum Pox Virus, dar rezistent la înghețuri târzii de primăvară. Soiul este foarte productiv. Fructul este mic ca mărime (35 g), de culoare albastră-roșietică, cu conținut ridicat în substanță uscată solubilă, destinat atât consumului în stare proaspătă, cât și prelucrării sub formă de distilate, deshidratate și gemuri. Se maturează la sfârșitul lunii august (Butac ș.a., 2014; Sumedrea ș.a., 2014) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 8*).

***President*.** Soi foarte vechi, selecționat în Anglia care, în ultimii ani, s-a răspândit în plantațiile din țara noastră. Pomul este viguros, cu ramuri de schelet puternice, dese, care se umbresc reciproc. Înflorește semitimpuriu și este autosteril, necesitând polenizatori precum: Ruth Gerstetter, Renclod Althan, Stanley. Este sensibil la moniliază și ușor sensibil la vărsatul prunului, prezentând simptome numai pe frunze. Fructul este mare (50 - 60 g), ovoid, de culoare roșie – albăstruie, cu pruină slabă, pulpă galbenă, cu gust dulce, slab aromat, cu sâmbure semiaderent. Se maturează în a doua decadă a lunii septembrie (Cociu ș.a., 1997) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 9*).

***Bluefree*.** Este de origine americană, care, în ultimii ani, s-a răspândit în plantațiile din țara noastră. Pomul este de vigoare medie, cu coroana conic răsturnată, rară, cu ramuri de schelet nu prea groase bine garnisite cu buchete de mai. Intră repede pe rod, produce mult și constant datorită auto-fertilității. Epoca de înflorire este mijlocie. Este sensibil la moniliază și ușor sensibil la vărsatul prunului, prezentând simptome numai pe frunze. Fructul este mare (50 g), ovoidal, ușor asimetric, de culoare violaceu închis, cu gust bun, dulce, aromat, cu sâmbure neaderent. Se maturează la începutul lunii septembrie (Cociu ș.a., 1997) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 10*).

***Valor*.** Soi foarte vechi, obținut în Canada, a început să fie apreciat de pomicultorii din țara noastră. Pomul este viguros, cu fructificare pe buchete de mai. Soiul este autofertil, cu înflorire mijlocie. Pomul intră repede pe rod, este foarte productiv și produce regulat. Fructul este mare (40 - 50 g), ovoid, de culoare albastră închis, cu pulpa fermă și suculentă, neaderentă la sâmbure, cu gust dulce – acidulat, armonios. Se maturează la sfârșitul lunii august (Cociu ș.a., 1997) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 11*).

***Jojo*.** Soi obținut în Germania. Este primul soi de prun din lume rezistent la Plum Pox Virus (Hartmann și Neumuller, 2009). Pomul este de vigoare mică – mijlocie, cu creșteri anuale puternice. Soiul este autofertil, cu înflorire timpurie. Pomul formează o coroană liberă, este sensibil la înghețurile târzii din primăvară, este sensibil la *Pseudomonas syringae*; necesită rărirea fructelor la 30-32 fructe / metru liniar. Pomul intră repede pe rod, este foarte productiv și produce regulat. Fructul este mijlociu ca mărime (40 - 45 g), ovoid, de culoare albastră închis, cu pulpa fermă și suculentă, neaderentă la sâmbure, cu gust dulce – acidulat, armonios. Se maturează în septembrie (*Planșa* 1.A.*2, Foto 12*).

***Elena*.** Soi obținut în Germania, tolerant la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mare, este autofertil, precoce și produce constant. Fructul este ovoid, mic spre mijlociu (25 - 35 g), de culoare albastru închis, cu gust dulce armonios, destinat consumului în stare proaspătă. Se maturează la sfârșitul lunii septembrie (Ghena și Stănică, 2005).

***Katinka*.** Soi obținut în Germania, tolerant la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mijlocie spre mare, este autofertil, precoce și productiv. Fructul este ovoid, mic spre mijlociu (30 g), de culoare albastru deschis, cu gust bun, dulce și aromat, destinat atât consumului în stare proaspătă, cât și prelucrării în cofetării. Se maturează la sfârșitul lunii iulie (Ghena și Stănică, 2005).

***Hanita*.** Soi obținut în Germania, tolerant la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mare, este parțial autofertil, precoce și productiv. Fructul este ovoid, mijlociu (35 - 40 g), de culoare albastru închis, cu gust armonios, fin acidulat și puternic aromat, destinat atât consumului în stare proaspătă, cât și prelucrării sub formă de sucuri și marmeladă. Aroma puternică și conținutul ridicat în zahăr îl recomandă și pentru distilare. Se maturează la jumătatea lunii august (Ghena și Stănică, 2005).

***Haganta*.** Soi obținut în Germania, tolerant la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mare, este parțial autofertil și productiv. Fructul este ovoid, foarte mare (de la 50 la 80 g), de culoare albastru închis, cu gust dulce – acidulat, destinat consumului în stare proaspătă. Se maturează la începutul lunii septembrie (*Planșa* 1.A.*2, Foto 13).*

***Hanka***. Soi obținut în Germania, tolerant la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mijlocie, este autofertil, precoce și productiv. Fructul este elipsoidal, mijlociu (35 - 40 g), de culoare albastru închis, cu gust dulce – acidulat, destinat atât consumului în stare proaspătă, cât și pentru prelucrare industrială. Se maturează la sfârșitul lunii iulie (*Planșa* 1.A.*2, Foto 14).*

***Joganta.*** Soi obținut în Germania, rezistent la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mijlocie, este autofertil și productiv. Fructul este ovoid, foarte mare (de la 60 la 90 g), de culoare albastru închis, cu gust dulce, destinat consumului în stare proaspătă. Se maturează la începutul lunii septembrie (*Planșa* 1.A.*2, Foto 15).*

***Tegera*.** Soi obținut în Germania, tolerant la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mijlocie, este autofertil și productiv. Fructul este ovoid, mijlociu (35 - 40 g), de culoare albastru închis, cu gust dulce – acidulat, destinat consumului în stare proaspătă. Se maturează la sfârșitul lunii iulie (Jacob, 2007) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 16).*

***Topfive.*** Soi obținut în Germania, tolerant la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mijlocie, este autofertil și productiv. Fructul este sferic - alungit, mijlociu (35 - 40 g), de culoare albastru închis, cu gust dulce (18 – 20% substanță uscată solubilă), destinat atât consumului în stare proaspătă, cât și prelucrării industriale. Se maturează la sfârșitul lunii iulie – începutul lunii august (Jacob, 2007) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 17).*

***Topstar Plus.*** Soi obținut în Germania, rezistent la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mijlocie spre mare, este autofertil și productiv. Fructul este ovoid, mare (55 - 60 g), de culoare albastru închis, cu gust dulce (18% substanță uscată solubilă), destinat atât consumului în stare proaspătă, cât și prelucrării industriale. Se maturează la începutul lunii august (Jacob, 2007).

***Tophit plus.*** Soi obținut în Germania, tolerant la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mijlocie spre mare, este autofertil și productiv. Fructul este ovoid, foarte mare (75 g), de culoare albastru închis, cu gust dulce (18% substanță uscată solubilă), destinat atât consumului în stare proaspătă, cât și prelucrării industriale. Se maturează la începutul lunii septembrie (Jacob, 2007) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 18).*

***Topend plus.*** Soi obținut în Germania, tolerant la Plum Pox Virus. Pomul are vigoare mijlocie spre mare, este autofertil și productiv. Fructul este ovoid, foarte mare (65 - 70 g), de culoare albastru închis, cu gust dulce (20% substanță uscată solubilă), destinat atât consumului în stare proaspătă, cât și prelucrării industriale. Se maturează la începutul lunii septembrie (Jacob, 2007) (*Planșa* 1.A.*2, Foto 19).*

**Portaltoii prunului**

În cultura prunului, portaltoiul folosit pe scară largă a fost și rămâne corcodușul sau mirobolanul (*Prunus cerasifera*), fiind utilizat în pepinierele pomicole, în procent de 80% (Cociu ș.a., 1997). În ultimii ani, la nivel mondial s-a constatat că ponderea acestui portaltoi este în scădere, ca urmare a introducerii în cultură a unor portaltoi noi, de vigoare mică, pretabili pentru cultura prunului în sistem intensiv (Cociu ș.a., 1997).

***Corcodușul sau mirobolanul*** este unul dintre cei mai folosiți portaltoi generativi pentru prun deoarece sâmburii sunt ușor de procurat și au un procent ridicat de răsărire, frunzișul puieților este rezistent la bolile specifice prunului, iar puieții se dezvoltă bine în școala de puieți. Compatibilitatea la altoire este bună, dar diferențiată de la soi la soi și de la un biotip de corcoduș la altul. În livadă pomii altoiți au vigoare mare și neuniformă, intra târziu pe rod (Fig. 1.A.2). Pe viitor se recomandă recoltarea sâmburilor de corcoduș din plantații de seminceri controlate, de la portaltoi omologați pentru această direcție, ce asigură o mare uniformitate și o mai bună stare de sănătate a materialului săditor. De asemenea, se recomandă folosirea anumitor clone selecționate și înregistrate ca portaltoi noi (Cociu ș.a., 1997; Mazilu ș.a., 2013 și 2014).

***Mirobolan dwarf***. Portaltoi generativ, obținut în anul 1999 la ICDP Pitești Mărăcineni. Fructele sunt de culoare galbenă, se maturează la jumătatea lunii august; sâmburii răsar foarte bine și dau puieți uniformi. În pepinieră nu sunt simptome de incompatibilitate cu grupele Tuleu și Renclod. În livadă pomii din cele două grupe nu se rup de la punctul de altoire și sunt de vigoare mai mică decât pe ceilalți portaltoi (Fig. 1.A.2). Soiul Stanley altoit pe acest portaltoi poate fi plantat la densitatea de 1.000 pomi /ha (4,0 m × 2,5 m) (Mazilu ș.a., 2013 și 2014).

***Bn 4 Kr*.** Portaltoi generativ, obținut în anul 2001 la SCDP Bistrița, rezistent la Plum Pox Virus. Fructele sunt de culoare roșie și se maturează în luna august. Sâmburii răsar foarte bine și dau puieți uniformi în școala de puieți. În pepinieră, la altoirea cu soiurile din grupa Tuleu, pomii prezintă defecte neînsemnate la punctul de altoire. În livadă, comparativ cu corcodușul, imprimă soiurilor o vigoare mai mică și o productivitate mai bună (Fig. 1.A.2) (Mazilu ș.a., 2014; Stănică ș.a., 2016).

***Mirobolan C5***. Portaltoi generativ, obținut în anul 1999 la ICDP Pitești Mărăcineni, viguros ca semincer, productiv și liber de Plum Pox. Fructele de culoare galbenă se maturează foarte târziu, la sfârșitul lunii septembrie; sâmburii răsar foarte bine și dau puieți uniformi. În pepinieră și în livadă nu sunt simptome de incompatibilitate cu grupele Tuleu și Renclod. Pomii altoiți pe acest portaltoi intră pe rod în anul patru de la plantare, dar producții economice se obțin din anul cinci (Mazilu ș.a., 2014).

***Oteșani 8.*** Portaltoi generativ, omologat în anul 1980 la SCDP Vâlcea. Imprimă soiurilor altoite o vigoare mai mică decât corcodușul și intrare timpurie pe rod (Fig. 1.A.2). Este bine adaptat la soiurile argiloase, dar drajonează puternic (Cociu ș.a., 1997; Mazilu ș.a., 2014).

Pe lângă acești portaltoi cu înmulțire generativă, cercetătorii implicați în programele de ameliorare a portaltoilor au avut rezultate semnificative și au înregistrat foarte mulți portaltoi cu înmulțire vegetativă, recomandați pentru plantațiile intensive de prun, precum: ***Mirodad 1 și Mirodad 2*** (obținuți la ICDP Pitești Mărăcineni), Miroval, Rival, Corval, Oltval, Pinval (obținuți la SCDP Vâlcea). Pe plan internațional, alături de corcoduș, se folosesc frecvent portaltoi cu înmulțire vegetativă, recomandați pentru plantațiile de mare densitate.

***Saint Julien***. Este cel mai folosit portaltoi vegetativ, care aparține speciei *Prunus insititita*. Este compatibil cu toate soiurile de prun. Imprimă soiurilor altoite vigoare mică și intrare timpurie pe rod, în anul 3 – 4 de la plantare (Fig. 1.A.2).

***Wawit (sin. Weiwa).*** Portaltoi vegetativ de origine germană, selecție din portaltoiul Wangenheims. Acest portaltoi imprimă vigoare mare soiurilor altoite, nu drajonează și prezintă un randament la înmulțire de 65 – 75%. Portaltoiul este sensibil la Plum Pox Virus (Neumuller ș.a., 2016).

***Dospina 235***. Portaltoi vegetativ, obținut în Germania, la Universitatea Hohenheim, prin încrucișarea interspecifică între *Prunus domestica* și *Prunus spinosa*. Portaltoiul imprimă vigoare mică soiurilor altoite, nu drajonează și este rezistent la Plum Pox Virus (Neumuller ș.a., 2016).

***Docera 6.*** Portaltoi vegetativ, obținut în Germania, la Universitatea Hohenheim, prin încrucișarea interspecifică între *Prunus domestica* și *Prunus cerasifera*. Portaltoiul imprimă vigoare mică soiurilor altoite, nu drajonează și este rezistent la Plum Pox Virus (Neumuller ș.a., 2016).

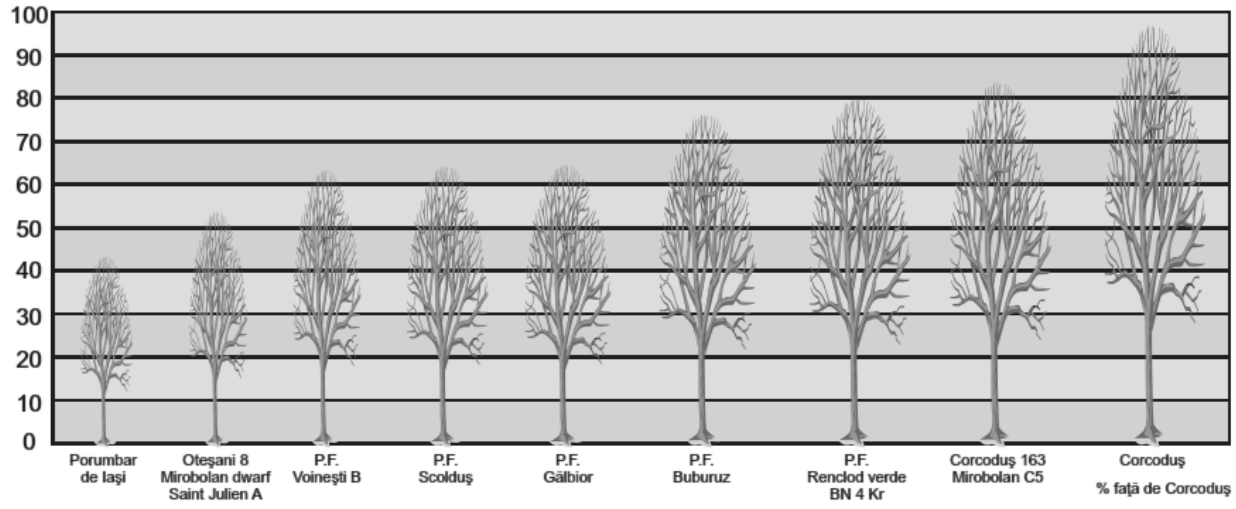



**Fig.** 1.A.**2. Vigoarea relativă a portaltoilor de prun (după Sumedrea ș.a., 2014)**

*Foto 1. Tuleu gras*

*Foto 2. Tuleu timpuriu*

*Foto 3. Gras ameliorat*

*Foto 4. Centenar*

*Foto 5. Pescăruș*

*Foto 6. Ialomița*

*Foto 7. Dâmbovița*

*Foto 8. Piteștean*

*Foto 9. Carpatin*

*Foto 10. Diana*

*Foto 11. Record*

*Foto 12. Sarmatic*

*Foto 13. Vâlcean*

*Foto 14. Tita*

*Foto 15. Alina*

*Foto 16. Andreea*

*Foto 17. Iulia*

*Foto 18. Agent*

*Foto 19. Roman*

*Foto 20. Geta*

*Foto 21. Romanța*

**Planșa 1.A.1 (Foto 1 – 21 – Butac M.; Foto 13 – 20 – http://www.artevos.de/en/list-of-varieties/sore)**

*Foto 1. Anna Späth*

*Foto 2. Stanley*

*Foto 3. d'Agen*

*Foto 4. Early Rivers*

*Foto 5. Ruth Gerstetter*

*Foto 6. Renclod Althan*

*Foto 7. Cacanska Lepotica*

*Foto 8. Cacanska Rodna*

*Foto 9. President*

*Foto 10. Bluefree*

*Foto 11. Valor*

*Foto 12. Jojo*

*Foto 13. Haganta*

*Foto 14. Hanka*

*Foto 15. Joganta*

*Foto 16. Tegera*

*Foto 19. Topend plus*

**Planșa 1.A.2 (Foto 1 – 12 –Butac M.)**

## Bibliografie


Blazec, J., 2007. A survey of the genetic resources used in plum breeding. Acta Horticulturae 734: 31-45.

Branişte N., Budan S., Butac M., Militaru M., 2007. Soiuri de pomi, arbuşti fructiferi şi căpşuni create în România. Ed. Paralela 45, Piteşti. ISBN 978-973-47-0177-3; 476 pagini.

Butac M., 2004. Biologia înfloritului şi fructificării soiurilor de prun din sortimentul naţional în scopul stabilirii celor mai buni polenizatori (Teza de doctorat). Editura INVEL-Multimedia, Bucureşti. ISBN 973-7753-14-3; 170 pagini.

Butac M., Duţu I., Ancu S., 2006. New plum cultivars obtained in Pitesti, Romania. Eufrin Plum and Prune Working Group Meeting. Research and Breeding Institute of Pomology Holovousy Ltd: 137-143.

Butac M., Zagrai I., Botu M., 2010. Breeding of new plum cultivars in Romania. Acta Horticulturae, nr. 874 - Proceedings of the Ninth International Symposium on Plum and Prune Genetics Breeding and Pomology: 51 – 59.

Butac M., 2010. Ameliorarea prunului. Ed. Universităţii din Piteşti. ISBN 978-606-560-158-1; 101 pagini.

Butac M., Bozhkova V., Zhivondov A., Milosevic, N., Bellini E., Nencetti V., Blazek J., Balsemin E., Lafarque B., Kaufmane ., Gravite I., Vasiljeva M., Pintea M., Juraveli A., Webster T., Hjalmarsson I., Trajkovski V., Hjeltnes S.H., Lakatos T., 2013. *Overview of plum breeding in Europe*. Acta Horticulturae 981 pg. 91-98.

Butac M., Militaru M., Budan S. (coordonatori), 2014. Genotipuri pomicole pretabile sistemelor tehnologice specifice agriculturii durabile. Editura INVEL-Multimedia, Bucureşti. ISBN 978-973-1886-88-6; 117 pagini.

Butac M., Militaru M., Cojocaru M., 2016. Fruit quality of some Romanian plum cultivars. Fruit Growing Research, RIFG Pitesti, Vol. XXXII, 2016: 12-17.

Chitu V., Dutu I., Butac M., Chitu E., Ancu S., 2009. Dehydrated plums – source of vitamins for human health. Lucrări Ştiinţifice USAMV Iaşi vol LII (52) Seria Horticultură, ISSN 1454-7376.

Cociu V., Botu I., Minoiu N., Pasc I., Modoran I., 1997. Prunul. Ed. Conphys; 434 pagini.

Coman M., Sumedrea D., Butac M., Dutu I., Iancu M., Isac I., Tănăsescu N., Mazilu Cr., 2012. Plum culture in Romania – current and perspectives. Acta Horticulturae 968 – Proceedings of the II$^{nd}$ Eufrin Plum and Prune Working Group Meeting: 25-35.

Crane M.B. and Lawrence W.J.C., 1934. The genetics of garden plants. MacMillan and Co., Ltd., London, UK.

Drăgoi D., 2000. Variabilitatea şi ereditatea la prun. Ed. Paralela 45: 18.

Drobotă Gh., Drobotă M.A., Strîmtu D., Cârdei E., 1991. Cultura prunului. Ed. Ceres, Bucureşti: 5 – 8.

Duţu I., Mazilu Cr., Ancu S., Butac Mădălina, 2004. Agent – un nou soi de prun românesc pentru deshidratare. Hortinform, nr. 2/138: 32-33.

Ghena N, Stănică F., 2005. Soiuri noi de prun rezistente la Plum Pox create de dr. Hartmann la Universitatea Hihenheim, Stuttgart-Germania. Rev. Hortinform 1/149: 26-30.

Hartmann, W. and Neumuller, N., 2009. Plum Breeding. In: Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species. Edited by Jain S.M., Priyadaeshan P.M., Ed. Springer: 161-231.

Jacob H.B., 2007. Twenty-Five years plum breeding in Geisenheim, Germany: breeding targets and previous realizations. Acta Horticulturae 734: VIII International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology.

Janick Jules and Paull E. Robert, 2004. The Encyclopedia of Fruit &Nuts CABI, Wallingford, UK: 695-704.

Knight V.H., Evans K.M., Simpson D.W, Tobutt K.R, 2005. Report on a desktop study to investigate the current world resources in *Rosaceous* fruit breeding programmes. East Malling Research.

Mazilu Cr., Duţu I., Mladin Gh., Ancu S., Coman M., Rovină A., Plopa C., 2013. Achievements and prospects regarding vegetative rootstocks breeding at Research Institute for Fruit Growing Pitesti, Romania. Acta Horticulturae 981: 407-413.

Mazilu Cr., Duţu I. (coordonatori), 2014. Ghidul pepinieristului pomicultor. Ed. INVEL Multimedia, Bucureşti: 40-43.

McBride Judy, 1999. High-ORAC Foods May Slow Aging. https://www.ars.usda.gov/news-events/ news/research-news/1999/high-orac-foods-may-slow-aging/).

Nemuller M., Dittrich F., Butac M., Ellwein U., Espey T., Goding H., Kockerols, Lapcik S., Milosevic N., Schwizer T., Siegler H., Sitarek M., Stanică F., Wilhelm U., Hadersdorfer J., 2016. Breeding for Plum Pox Virus resistant rootstocks by interspecific hybridization pf Prunus species – state of the art and preliminary results of rootstock trials. Book of abstracts: XI International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology, Germany.

Pirkhezri, M., Fatahi Mogadam, M.R., Ebadi, E., Hassani, D. and Abdoosi, V. (2014). Morphopomological study of some new Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl) cultivars grown in Iran. International Journal of biosciences/IJB, vol. 5, no. 8: 180-187.

Reynders S. and Salesses G., 1990. Study of the genetic relationships within the subgenus *Prunophora*. Restriction maps of the ribosomal genes in *P. cerasifera* and *P. spinosa*. Acta Horticulturae 283: 17-25.

Roman R., Bulgaru L., Bădescu A.P., 1984. Studiul soiurilor noi şi a unor hibrizi de perspectivă la prun sub aspectul calităţii fructelor. Lucrările sesiunii tehnico – ştiinţifice „Zilele prunului". Ed. I., Strejeşti – Sâmbureşti: 103 – 115.

Rybin W.A., 1936. Spontane und experimentell erzeugteBastarde zwischen Schwarzdorn und Kirschpflaumne und das Abstammungsproblem der Kulturpflanzen. Planta 25: 22-58.

Salesses G., 1973. Etudes cytologigues chez les Prunus ; II – Hybrides interspecifiques impliquant *P. cerasifera*, *P. spinosa*, *P. domestica* et *P. insititia*. Annales Amelioration des Plantes ; nr. 23 (2): 145 – 161.

Sallesses G. and Bonnet A., 1994. Cytological studies of tetra, hepta and octoploid interspecific hybrids between *P. cerasifera*, *P. spinosa* and *P. domestica*. Acta Horticulturae 359, Stuttgart-Germany, ISHS: 26 – 32.
Segal R., Segal B., Croitor N., 1986. Valoarea biologică a prunelor. Lucrări Științifice, Zilele prunului Strejești – Sâmburești. Ed. III: 53 – 61.
Stănică F., Zagrai I., Feștilă A., Zuccherelli G., Zuccherelli K., Neri d., Murri G., Zagra L., Platon I., 2016. BN 4 Kr – a promising Sharka resistant rootstock. Book of abstracts: XI International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology, Germany.
Sumedrea D., Isac Il., Iancu M., Olteanu A., Coman M., Duțu I. (coordonatori), 2014. Ghid tehnic și economic – Pomi, arbuști fructiferi și căpșun. Ed. INVEL Multimedia, București: 284 pagini.
Ștefan N., Glăman Gh., Braniște N., Budan S., Stănică F., 2013. Pomologia României, vol. IX. Soiuri noi și portaltoi de pom, arbuști fructiferi și căpșuni create în România. Ed. INVEL-Multimedia, București.
Topp, B.L., Russel, D.M., Neumuller, N., Dalbo, M.A. and Liu, W. (2012). Plum. Chapter 15. In “Fruit Breeding”. Edited by Marisa Luisa Badenes, David H. Byrne. Ed. Springer: 571-621.
Ulubelde M., 1990. A numerical taxonomic study of plum (Prunus spp.) based on leaf phenolic compounds. XXVII Intl. Hort. Congres, Firenze, Italy, vol. II, Posters, no. 3001.
Vavilov N.I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Chronica botanica, vol. 13, no. 1/6.
***, 2016. FAO Statistic Division: www.fao.org. Unde în text este citată ???
***, 2016. Catalogul oficial al soiurilor de plante de cultură din România. ISTIS, București.

**1-B. Mărul**

Cercetări privind cultura mărului în general, cuprinzând diferite aspecte de ameliorare genetică, rezistență genetică la boli, altoire, soiuri, sisteme tehnologice specifice ș.a. au fost publicate în ultimele cca. două decenii, printre alții de: Laurens (1999), Sansavini ș.a. (2002, 2003, 2005), Kellerhals ș.a. (2003), Ghena și Braniște (2003), Braniște (2004), Braniște ș.a. (2007), iar în ultimii ani de Szabó și Soltész (2012), Babuc ș.a. (2013), Butac ș.a. (2014), Sumedrea ș.a. (2014) și Toth (2016). Pe baza acestora și a altor cercetări menționate mai jos s-a întocmit prezentul capitol despre ameliorarea genetică a mărului.

Mărul este încadrat sistematic în familia *Rosaceae* (alături de păr, gutui, prun, cais, piersic, moșmon și scoruș), subfamilia *Pomoideae*, genul *Malus*. Denumirea științifică inițială, *Pyrus malus*, propusă de către Carl Linnaeus a fost, de-a lungul timpului, înlocuită cu *M. communis*, *M. sylvestris*, *M. pumila* sau *M. domestica* (Ryugo, 1988; Harris ș.a., 2002). De fapt, mărul cultivat (*Malus x domestica* Borkh) este rezultatul unei hibridări interspecifice complexe, la care și-au adus contribuția următoarele specii: *M. prunifolia* (Willd.) Borkh., *M. baccata* (L.) Borkh., *M. mandzsurica* (Maxim.) V. Komarov, *M. sieboldii* (Regel) Rehder., *M. orientalis* Uglitz (Korban și Skirvin, 1984; Janick ș.a., 1996). Această denumire a fost relativ recent înlocuită cu *M. pumila* (Forsline ș.a., 2003), care descinde din *Malus sieversii*, specie care prezintă o mare varietate pentru mărimea, forma, culoarea și gustul fructelor, cu cea mai amplă diversitate în Kazahstan, îndeosebi în podișul Alma Ata (zonă considerată "Father of Apples"). În 2010, prin secvențierea genomului soiului Golden Delicious au fost evidențiate 57.000 gene, cel mai mare genom vegetal descifrat până în prezent, depășind cu mult genomul uman, care conține 30.000 gene. Analizele ADN au confirmat faptul că *Malus sieversii*, numit "Mărul lui Sievers", este principalul ancestor al mărului cultivat (Morgan și Richards, 1993; Velasco ș.a., 2010). Această nouă formă de înțelegere a genomului speciei măr va contribui la identificarea de noi gene responsabile de rezistența la boli și uscăciune, precum și alte caractere de interes, cu scopul de a perfecționa ameliorarea genetică selectivă.

Majoritatea soiurilor de măr sunt autosterile (doar unele soiuri parțial autofertile, ex. 'London Pepping', 'Cellini') și au nevoie de polen de la un alt soi pentru legarea normală a fructelor (Lespinasse, 1992). Cele mai multe soiuri de măr sunt diploide ($2n = 2x = 34$ cromozomi), dar există și soiuri triploide ($2n = 3x = 51$), ex. 'Boskoop', 'Kaiser Wilhelm', 'Gravesteiner', 'Jonagold' și mutantele, 'Mutsu', 'Sir Prize' și chiar tetraploide ($2n = 4x = 68$). Soiurile triploide sunt rele polenizatoare (produc puțin polen viabil), dar fructele rezultate au calități deosebite, exemplu concludent fiind soiul 'Jonagold', care asigură 5% din producția mondială de mere (Ghena și Braniște, 2003).

Mărul s-a cultivat în Europa și Asia încă din antichitate, răspândindu-se ulterior pe toate continentele. Limita nordică a arealului de cultură este Norvegia (în Europa) și Canada (în America de Nord). Limita sudică în emisfera australă trece în America de Sud prin Chile, Argentina; în Africa prin Republica Africa de Sud; în Oceania prin Australia și Noua Zeelandă. Chiar și în țările cu climă tropicală (Zimbabwe, Guatemala, Bolivia, Ecuador), la altitudini de peste 2000 m, sunt cultivate soiuri locale cu producție de peste 5000 t/ha (Cimpoieș, 2012). Conform datelor FAO (*https://faostat.fao.org, 2016*), mărul se cultivă în 95 de țări, ocupând la nivelul anului 2013 o suprafață de 5 mil. ha, cu o producție de peste 80 milioane tone. Aproape jumătate din această cantitate de mere se obține în China (39,68 mil. t) care, în ultimii 10 ani, a înregistrat o creștere spectaculoasă, atât a suprafeței cultivate, cât și a producției, cel mai răspândit fiind soiul Fuji. Urmează mai multe state cu producții apropiate: S.U.A. (4,08 mil. t), Turcia (3,12 mil. t), Polonia (3,08 mil. t), Italia (2,21 mil. t), ultimele trei țări fiind o adevărată forță în pomicultura europeană, *Tabelul* 1.B.*1.*

Datorită supraproducției mondiale, profitabilitatea culturii mărului a scăzut, nu numai datorită prețului mic de comercializare a merelor, dar și datorită creșterii cheltuielilor cu lucrările mecanice, de fertilizare și pentru efectuarea tratamentelor fitosanitare. Pentru a menține profitabilă această cultură au fost găsite numeroase soluții, ca de exemplu: soiuri și portaltoi noi, tehnologii avansate, echilibrate energetic și ecologic, care asigură intrarea timpurie pe rod și creșterea rapidă a producției.

Deși sortimentul mondial la măr este alcătuit din peste 10.000 soiuri, relativ puține sunt cunoscute și cultivate pe suprafețe mari. De exemplu, în Europa, în plantațiile comerciale, principalele soiuri cultivate rămân 'Golden Delicious', 'Gala', 'Idared', 'Red Delicious', 'Jonagold', iar soiurile noi își fac cu greu intrarea în sortiment (*Fig.* 1.B.*1)*. Noiton și Alspach (1996) au arătat că, din 439 soiuri, 64% au o bază genetică restrânsă, provenind doar din 5 soiuri, după cum urmează: 101 soiuri din 'McIntosh', 87 din 'Golden Delicious', 74 din 'Jonathan', 59 din 'Cox`s Orange Pippin' și 56 soiuri din 'Red Delicious'. Numărul limitat de soiuri folosite ca genitori în programele de ameliorare a mărului poate fi explicat printr-

un număr mic de bănci de gene complexe și complete, cunoscute și evaluate insuficient, utilizarea lor fiind limitată, ducând astfel la îngustarea bazei genetice a noilor soiuri, cu urmări nefaste asupra speciei cultivate (Noiton și Alspack, 1996; Sestraș, 2004).

**Tabelul 1.B.1. Suprafața cultivată (ha) și producția de mere (t) la nivelul anului 2013** (*sursa: https://faostat.fao.org, 2016*)

| Țara | Suprafața (ha) | Producția (t) | Țara | Suprafața (ha) | Producția (t) |
|---|---|---|---|---|---|
| Albania | 4.000 | 62.065 | Mexic | 59.199 | 858.608 |
| Belarus | 57.432 | 311.462 | USA | 131.210 | 4.081.608 |
| Belgia | 7.100 | 228.900 | **America** | **351.557** | **9.791.749** |
| Cehia | 8.982 | 121.803 | Australia | 22.000 | 288.878 |
| Elveția | 3.993 | 211.492 | Noua Zeelandă | 8.845 | 438.952 |
| Franța | 39.509 | 1.737.482 | **Oceania** | **30.845** | **727.830** |
| Germania | 31.647 | 803.784 | Maroc | 29.788 | 583.046 |
| Grecia | 11.250 | 243.800 | Egipt | 22.446 | 546.164 |
| Italia | 55.274 | 2.216.963 | Algeria | 41.030 | 455.937 |
| Marea Britanie | 16.077 | 217.240 | Africa de Sud | 22.665 | 811.523 |
| Muntenegru | 1.600 | 5.700 | Tunisia | 21.010 | 1.200.000 |
| Olanda | 7.906 | 314.000 | **Africa** | **142.714** | **2.548.601** |
| Polonia | 193.439 | 3.085.074 | Israel | 2.600 | 117.600 |
| Portugalia | 13.661 | 287.314 | Armenia | 9.715 | 111.946 |
| ***România*** | ***56.942*** | ***493.405*** | Liban | 13.604 | 153.151 |
| Rusia | 186.300 | 1.572.000 | Turkmenistan | 7.300 | 82.000 |
| Republica Moldova | 53.849 | 307.246 | Coreea de Sud | 30.449 | 493.701 |
| Slovenia | 2.643 | 92.449 | Coreea de Nord | 73.500 | 780.000 |
| Spania | 30.800 | 546.400 | Georgia | 18.300 | 68.600 |
| Turcia | 173.096 | 3.128.450 | Kazakhstan | 30.300 | 143.860 |
| Ucraina | 103.900 | 1.211.400 | Japonia | 37.200 | 741.700 |
| Ungaria | 29.700 | 552.400 | Pakistan | 105.153 | 606.016 |
| **Europa** | **1.048.765** | **15.958.484** | Rep. Arabă Siriană | 53.180 | 256.614 |
| Peru | 9.442 | 156.350 | Rep. Azerbaijan | 26.301 | 246.685 |
| Canada | 15.494 | 382.001 | Rep. Islamică Iran | 129.754 | 1.693.370 |
| Brazilia | 38.284 | 1.231.472 | India | 321.000 | 1.915.000 |
| Chile | 37.545 | 1.709.589 | China | 2.410.170 | 39.684.118 |
| Argentina | 45.493 | 1.245.018 | **Asia** | **3.643.720** | **51.795.857** |
| | | | **Pe glob** | **5.217.601** | **80.822.521** |

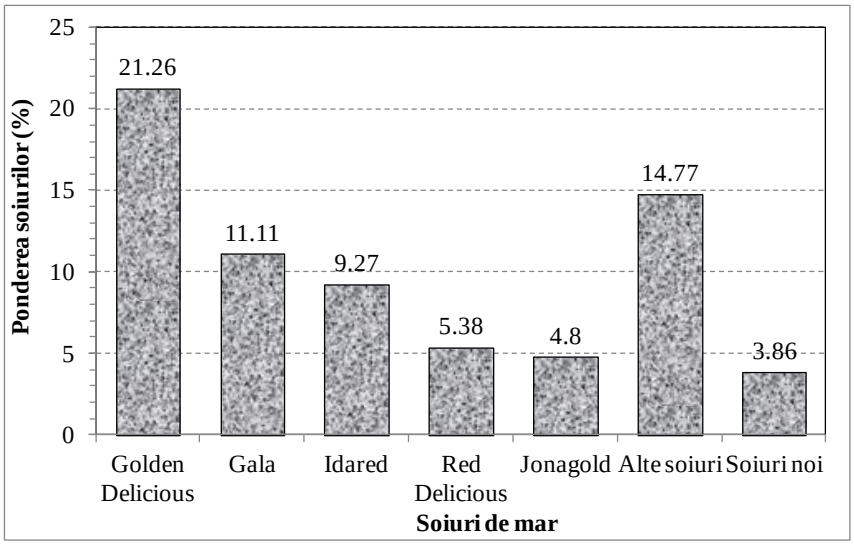



**Fig. 1.B.1. Ponderea în producția de fructe, 2015, a principalelor soiuri de măr cultivate în Europa (*sursa Prognosfruit, 2015*); *Soiuri noi: Ariane, Belgica, Cameo, Diwa, Greenstar, Honey Crunch, Jazz, Junami, Kanzi, Mairac,Rubens, Tentation, Wellant***

Valoarea alimentară, terapeutică și profilactică a merelor este binecunoscută și este dată de conținutul ridicat de carbohidrați, zaharuri, vitamine (în special, vitamina C) și minerale. Aportul energetic, de cca. 80 kcal, adus prin consumul unui măr de mărime medie, provine din fructoză și din glucidele asimilate lent de către organism, ceea ce ajută la menținerea glicemiei sub control. Mărul acționează benefic asupra organismului, putând fi consumat înaintea unui efort fizic, deoarece conferă energie, în timpul efortului, iar după efort, rehidratează și ajută la eliminarea toxinelor. Coaja și partea dinspre exterior a pulpei concentrează cantități semnificative de vitamina C (4,6 mg/100 g măr), un puternic antioxidant, care contribuie la întărirea sistemului imunitar. În consecință, diversii compuși antioxidanți sintetizați prin consumul merelor reduc riscul pentru cel puțin două tipuri de cancer – al ficatului și al colonului. Celelalte vitamine conținute (B1, B2, B3, B5, B6, B9, A și E) fac din măr, în egală măsură, o sursă de sănătate. Bogat în fibre (2,4 g/100 g măr), acest fruct joacă un rol esențial în funcționarea optimă a tranzitului intestinal. Pectina, o fibră solubilă, specifică mărului, susține calitatea florei bacteriene. In mod tradițional, merele coapte sau crude (cu coajă) sunt folosite în combaterea constipației deoarece conțin celuloză, în timp ce, sub formă de compot, sunt foarte utile în tratarea diareei și gastro-enteritei. Deși conținutul merelor diferă de la un soi la altul, datele medii sunt prezentate în Tabelul 1.B.2.

**Tabelul** 1.B.**2. Principalele componente ale merelor** *(sursa: https://en.wikipedia.org/wiki/Apple)*

| **Mere, cu coajă (comestibile)** | | | |
|---|---|---|---|
| **Valoare nutrițională / 100 g** | | **Valoare energetică/100 g = 218 kJ (52 kcal)** | |
| Carbohidrați | 13,81 g | **Vitamine** | |
| Zahăr | 10,39 g | Vitamina A | 3 µg (0%) |
| Fibre | 2,40 g | Beta-caroten | 27 µg (0%) |
| Grăsimi | 0,17 g | Tiamină (B1) | 0,017 mg (1%) |
| Proteine | 0,26 g | Riboflavină (B2) | 0,026 mg (2%) |
| **Minerale** | | Niacină (B3) | 0,091 mg (1%) |
| Calciu | 6 mg (1%) | Acid Pantothenic (B5) | 0,061 mg (1%) |
| Fier | 0,12 mg (1%) | Vitamina B6 | 0,041 mg (3%) |
| Magneziu | 5 mg (1%) | Acid folic (B9) | 3 µg (1%) |
| Mangan | 0,035 mg (2%) | Vitamina C | 4,6 mg (6%) |
| | | Vitamina E | 0,18 mg (1%) |
| Fosfor | 11 mg (2%) | Vitamina K | 2,2 µg (2%) |
| Potasiu | 107 mg (2%) | **Alți constituenți** | |
| Sodiu | 1 mg (0%) | Apă | 85,56 g |
| Zinc | 0.04 mg (0%) | Fluor | 3,3 µg |

Ameliorarea mărului a început în secolul al XVII-lea în Franța, unde s-au obținut primele soiuri de măr prin selecție clonală (exemplu: 'Renet', 'Kalvil'). Thomas Andrew Knight (1759-1835) este cel care a creat un soi de măr în mod științific, adică prin hibridare controlată, dirijată. Ulterior, activitatea de ameliorare a fost extinsă în mod sistematic în întreaga lume, astfel că, la sfârșitul secolului al XX-lea erau raportate 57 programe de ameliorare derulate în 25 de țări, din întreaga lume. În prezent, se cunosc peste 70 centre de ameliorare a mărului, multe dintre ele bugetate de stat, însă numărul centrelor private care finanțează programe de ameliorare este în creștere. După Della Strada și Fideghelli (2002), în perioada 1991-2001, au fost create 586 noi soiuri, din care 280 în Europa, 106 în America de Nord, 91 în Asia, 84 în Oceania, 12 în America de Sud, 3 în Africa. Numeroase programe de ameliorare sunt orientate în direcția obținerii de noi soiuri rezistente genetic la principalele boli: rapăn - *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., făinare - *Podosphaera leucotricha* (Salm.), arsură bacteriană - *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al., *putregaiul coletului* - *Phytophtora cactorum* (Leb. et Cohn.) Schroet., cancerul mărului - *Nectria galligena* (Bres), dar și la unii dăunători: păduchele lânos (*Eriosoma lanigerum*) și păduchele galicol (*Dysaphis* sp.).

Calitatea fructelor constituie, de asemenea, un obiectiv de ameliorare important, având în vederea creșterea pretențiilor consumatorilor. Principalele caracteristici ale merelor destinate consumului în stare proaspătă sunt: (1) greutate peste 100 g sau calibru de 70 mm; (2) culoare intensă a epidermei - galben, verde, roșu, fără rugozitate (mai greu acceptate sunt merele bicolore); (3) aciditate - mere dulci cu un conținut de acid malic sub 4,5 g/L și mere acide, peste această limită; (4) conținut în zahăr cuprins

între 12 și 18% Brix; (5) perioada de coacere din august până în decembrie; (6) rezistență la boli și la factorii de stress abiotic. Caracteristicile gustative (crocanță, suculență, aroma etc.), greu cuantificabile, sunt date de o combinație complexă de zaharuri, acizi, taninuri și substanțe aromatice, a căror îmbinare echilibrată conduce la un gust plăcut.

**Soiurile de măr**

Sansavini ș.a. (2004) identifică și definește 4 profile care corespund preferințelor consumatorilor de mere, Fig. 1.B.2: (1) mere pentru desert destinate piețelor din Europa și America, cu următoarele caracteristici: fruct mare, aspect și formă atrăgătoare, monocrom, textură fină, pulpă suculentă, gust dulce-aromat, echilibrat, păstrare bună. În această tipologie sunt incluse grupul de soiuri: 'Golden Delicious', 'Red Delicious', 'Jonagold' și mutantele lor, unele clone colorate de 'Gala' (ex. 'Galaxy'), dar și soiuri noi ameliorate (ex. 'Cameo®', 'Gold Chief®'); (2) mere cu gust răcoritor pentru piața europeană, caracterizate prin suculență, aciditate, aspect atrăgător, mărime și formă corespunzătoare, mono sau bicolore, cu pulpa moale sau compactă. În acest grup se încadrează soiuri precum: 'Elstar' și mutantele lui, 'Cox`s Orange Pippin', 'Boskoop', 'Gloster', 'Granny Smith', care sunt cerute de piețele din Europa centrală și de nord; (3) mere de desert pentru piața din Asia, caracterizate prin gust dulce, aciditate slabă, fermitate ridicată, suculentă și bună capacitate de păstrare, cerute de piețele din Japonia, China și Korea. Acest standard este îndeplinit de soiul 'Fuji' și mutantele sale care, deși nu au aspect comercial (epiderma bi sau tricoloră), câștigă prin mărime, consistență, crocanță, suculentă, savoare și capacitate bună de păstrare; (4) mere de calitate superioară, cu formă și culoare deosebită, raport excelent între fermitate și suculență, dulci, dar și cu un conținut ridicat în acizi. Acestui profil îi corespund fructele soiurilor 'Braeburn', 'Pink Lady®Cripps Pink', 'Honeycrunch®Honeycrisp', 'Ambrosia®', 'Jazz®Scifresh', 'Pacific Rose® Sciros' multe dintre ele cunoscute sub formula generică ”*soiuri de club*”.

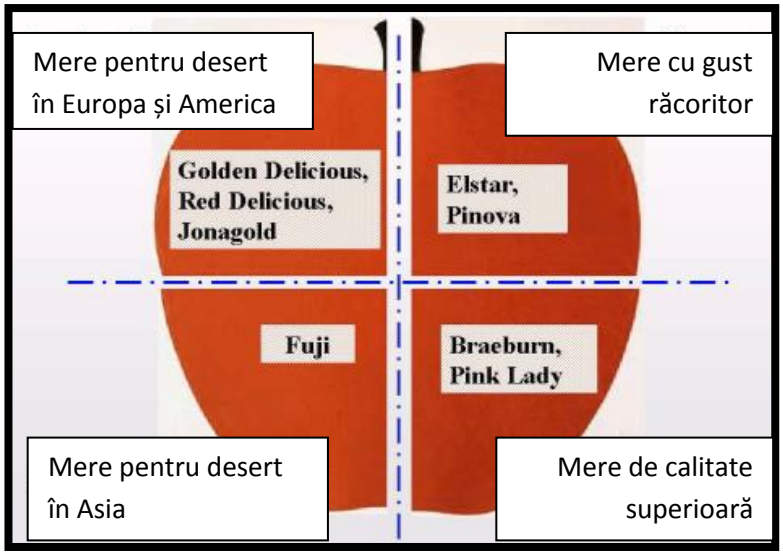



**Fig. 1.B.2. Profile conform preferințele consumatorilor de mere** *(după Sansavini ș.a., 2004)*

Maas ș.a. (2012) definesc trei profile de mere care corespund preferințelor consumatorilor, grupați pe categorii de vârstă: (1) persoanele tinere (cu vârsta între 18 și 34 ani) și familiile cu copiii mici, care preferă merele ferme, crocante, suculente; (2) persoanele de vârstă medie (35-55 ani), care preferă merele dulci, aromate, suculente; (3) vârstnici (peste 55 ani) cărora le plac merele aromate, nu foarte dulci, cu pulpa moale.

Principalele caracteristici ale soiurilor comerciale, precum și cele mai cunoscute mutante sunt prezentate în tabelul 1.B.3.

**Tabelul** 1.B.**3. Caracteristicile principalelor soiuri comerciale**

| Soiul | Origine | Pom | Fruct | Mutante |
|---|---|---|---|---|
| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** |
| Golden Delicious | West Virginia, SUA, 1890 Grimes Golden x Golden Renette? | Vigoare mijlocie, coroană echilibrată pe verticală, tendință de supraîncărcare, sensibil la rapăn și făinare | Galben-verzui, calibru 70-90 mm, 13-17% Brix, pulpa gălbuie, dulce, fină, parfum caracteristic, aromată | Lysgolden, Belgolden, Reinders, Clona B, Smoothe, Pink Gold® Leratess, Goldrosio |
| Gala | Noua Zeelandă, 1962, Kidd`s Orange Red x Golden Delicious | Vigoare mijlocie, rodește abundent, foarte sensibil la rapăn și arsura bacteriană, mediu sensibil la făinare | Bicolor, calibru 70 - 80 mm, 12-14% Brix, pulpa crocantă, suculentă, dulce; în condiții atmosferă controlată (AC) se poate păstra timp de 8 luni | Royal Gala (=Tenroy), Mondial Gala, Imperial Gala, Mitchgala, Regal Gala, Rega Queen Gala, Gala Gored, Gala Must, Scarlet Gala, Galaxy, Gala Tardiva, Jugala, Buckeye® Gala Simmons, Annaglo, Brookfield® Baigent, Gala Fendeca, Gala Fengal, Gala Fengal Plus |
| Idared | Idaho, SUA, 1942, Jonathan x Wagener | Vigoare mijlocie, înflorire timpurie și eșalonată, sensibil la rapăn și făinare | Bicolor, calibru 80-90 mm, păstrare foarte bună | Red Idared |
| Red Delicious | SUA, 1870 Bellefleur jaune, polenizare liberă? | Vigoare mare, însă tipurile spur au vigoare mică și coroana compactă; rodire alternantă datorită productivității foarte mari | Roșu, de intensități diferite, calibru 70-90 mm, gust dulce, aromă puternică, rezistent la manipulare | Peste 100 mutante, dintre care cea mai cunoscută este Starkrimson Delicious. *Alte mutante*: Redchief®, Super Chief® Sandidge, Red King, Jeromine, Red Cap® Valtod, Scarlet Spur® Evasni, Royal Red, Red Del Redkan |
| Jonagold | Geneva, USA, 1968 Golden Delicious x Jonathan | Soi triploid, de vigoare mare, intră timpuriu pe rod, sensibil la rapăn și făinare; se pretează pentru forma de coroană fus subțire. | Bicolor, calibru 80-90mm, 14-17% Brix, recoltare în 2-3 etape, gust excelent, capacitate bună de păstrare a fructelor (până la 8 luni în AC) | *Culoarea de acoperire roșu deschis:* Goldpurpuriu, New Jonagold, Wilnuta, Jonica King Jonagold, Jonabel, Highwood *Culoarea de acoperire roșu închis:* Jonagored, Jonagored Supra, Decosta, Jamured, Romagold, Jonaweld, Narvajo NP spur, Dalingny, Dalings, Daliryan, Dalinjeam, First Red®, Rubinstar |
| Braeburn | Noua Zeelandă, 1952 Lady Williams (p.l) | Vigoare mijlocie, sensibil la rapăn, făinare și la înghețurile de primăvară | Bicolor, calibru 70-80mm, 12-14% Brix, probleme la păstrarea fructelor | Redfield, Loochbuie, Hillwell® Hidala, Eve®Mariri Red, Mema® Braeburn 78 |
| Fuji | Japonia, 1962 Rall`s Janet x Red Delicious | Vigoare supramijlocie, cu ramuri de rod dispuse spre periferie, tendință spre alternanța de rodire, sensibil la rapăn și arsura bacteriană | Bicolor, calibru 70-80mm, 13-17% Brix, formă tronconică, păstrare foarte bună a fructelor (până la 8 luni în AC) | Kiku® 8 Brak, Kiku® Fubrax, September Wonder® Fiero, Zhen® Aztec, Early Fuji, Red Fuji, Fuji Fenfu, Rubin Fuji, Naga Fu 12, Raku Raku |
| Granny Smith | Australia, 1868 French Crab, polenizare liberă | Vigoare medie, rodește pe ramuri lungi și scurte, sensibil la făinare | Verde, calibru 80-90mm, 12-13% Brix, pielița groasă, cu lenticele albe, evidente | Challenger |

**Red Delicious și mutantele** ocupă locul I în producția mondială de mere, iar în SUA asigură 44% din producția totală de mere. Deși piața românească nu agreează în mod deosebit acest soi datorită lipsei de aciditate, aspectul comercial al fructelor (formă tronconică-alungită, culoare roșu închis, de intensități diferite), gustul dulce, rezistența la manipulare și capacitatea bună de păstrare, îl mențin pe piață. Mutantele cele mai cunoscute sunt:

*Jeromine*. Mutație a soiului Early Red One® Erovan. Pomul este de vigoare medie, cu creștere de tipul II/III (semispur). Perioada de înflorire este cu 3 zile înainte de soiul Golden Delicious. Intră repede pe rod, dar este predispus la alternanța de rodire. Fructul este de mărime supramijlocie (calibru 75-80 mm), cu epiderma colorată uniform în roșu intens, pulpa albă, de fermitate medie, slab acidulată și gust dulce. Epoca de coacere este cu 10 zile înaintea soiului Golden Delicious (*planșa* 1.B.*2.1, foto 1*).

*Super Chief*®. Mutație a soiului Red Chief® identificată în SUA. Pomul este de vigoare mijlocie, creștere compactă, tip spur. Fructele sunt mari (calibru 75 - 80 mm), de formă conică-alungită, cu vârful costat; epiderma este intens colorată, roșu închis pe toată suprafața fructului, iar pulpa alb-crem, dulce-acidulată, cu aromă fină (*planșa* 1.B.*2.1, foto 2*).

*Redvelox*®. Fructe colorate uniform în roșu închis și epoca de maturare cu 2-3 săptămâni mai devreme decât celelalte mutante (*planșa* 1.B.*2.1, foto 3*).

**Golden Delicious și mutantele sale** ocupă locul II pe piața mondială după grupul Red Delicious și constituie baza sortimentului în Franța, Italia și Spania. Sunt preferate mutantele fără rugozitate, productive, însă se estimează menținerea în sortimentul mondial, ca soi de referință, adevărat etalon pentru calitatea fructului.

*Pinkgold*® *Leratess***.** Mutantă identificată în Franța. Fructele, de calibru 70-85 mm, se maturează în aceeași perioadă cu Golden Delicious, au epiderma colorată în galben pe 60-70% din suprafață, cu oranj pe fața însorită; gustul este mai bun comparativ cu alte mutante, având un conținut mai mare în substanță uscată solubilă (+1-2˚ Brix); se păstrează în depozite cu atmosferă controlată (AC) până în lunile iunie-iulie (*planșa* 1.B.*2.1, foto 5*).

*Goldrosio*®. Mutantă identificată în anul 1986, în Tirolul de sud. Pomul este de vigoare supramijlocie, cu epoca de înflorire semitârzie, bun polenizator. Epiderma fructului este de culoare verde-gălbuie, iar la maturitate devine completă galbenă, cu nuanțe de roșu pe fața însorită. Pulpa este galbenă, fermă, suculentă și crocantă (*planșa* 1.B.*2.1, foto 6*).

*Golden Smoothee*®. Mutație identificată în USA. Pomul are vigoare medie de creștere, tipul III de fructificare, perioada de înflorire medie spre târzie. Fructul, de calibru 70-85 mm, are epiderma netedă, cu rugozitate redusă și număr mic de lenticele. Pulpa este crocantă și suculentă, cu gust bun, echilibrat. Perioada de recoltare a fructelor este simultană cu cea a soiului Golden Delicious, iar păstrarea se realizează în condiții de AC până în iunie-iulie (*planșa* 1.B.*2.1, foto 7*).

*Golden Reinders*®. Mutație identificată în Olanda, în anul 1962. Pomul este de vigoare medie, tipul III de fructificare, cu epoca de înflorire mijlocie-târzie. Polenizatori: Red Delicious, Granny Smith, Gala, Fuji, Idared, *Malus* INRA Perpetu® Evereste, *Malus* Golden Gem, *Malus* INRA Baugene®. Fructul este de mărime medie (170-180 g), cu epiderma netedă, puține lenticele, de culoare verde-gălbuie, iar la maturitate galben-aurie. Foarte rar, comparativ cu soiul Golden Delicious, în condiții de umiditate atmosferică ridicată, formează plasă (rugină) pe fruct. Pulpa este albă, crocantă și suculentă, cu gust echilibrat și aromă specifică. În condiții normale de păstrare, în depozite frigorifice, fructele își păstrează calitățile până în luna februarie, iar în AC până în iunie-iulie. Fiind un soi sensibil la rapăn, făinare, arsură bacteriană și cancer bacterian, necesită un număr mare de tratamente fitosanitare (peste 20 tratamente/an) pentru obținerea unor fructe aspectuoase (*planșa* 1.B.*2.1, foto 9*).

În Planșa 1.B.2.1. sunt redate și soiurile Scarlet Spur®Evasni (Mutante Red Delicious) – Foto 4, precum și Golden Reinders (Mutante Golden Delicious), Foto 8.

**Gala și mutantele sale**, datorită gustului excelent se bucură de ascensiune rapidă în țări precum Italia, Franța, Elveția, Ungaria. Epoca de coacere este la sfârșitul lunii august, însă fructele au capacitate de păstrare în depozit timp de 3-4 luni și, de asemenea, se păstrează bine în rafturile magazinelor (shelf-life) timp de 2-3 săptămâni.

*Galaxy*. Mutație identificată în Noua Zeelandă. Intră repede pe rod, este productiv, dar sensibil la rapăn și cancer bacterian. Fructele sunt de mărime medie (calibru 65-80 mm), cu epiderma de culoare roșu carmin cu striuri, pulpa crocantă și suculentă, gust dulce. Epoca de maturare este simultană cu soiul standard, cu o lună înaintea soiului Golden Delicious (*planșa* 1.B.*2.2, foto 1*).

*Mondial Gala® Mitchgla***.** Fructe de mărime medie, cu epiderma colorată în roșu striat. Celelalte caracteristici ale pomului și fructului sunt similare cu soiul standard (*planșa* 1.B.*2.2, foto 2*).

*Brookfiled® Baigent.* Mutantă a soiului Gala Tenroy, identificată în Noua Zeelandă. Fructele de calibru variabil 65-80 mm, au epiderma colorată în roșu cu striuri numeroase și evidente. Pulpa este crocantă și suculentă (*planșa* 1.B.*2.2, foto 3*).

În Planșa 2.2. sunt redate și soiurile Annaglo (Foto 4), Buckeye®Gala Simmons (Foto 5) și Jugala (Foto 6) din grupa Mutantelor Gala.

**Fuji și mutantele sale** constituie baza producției de mere din China. A fost recent introdus în Franța și Italia, în prezent fiind identificate și înregistrate noi mutante cu o colorare mai bună a fructelor.

*Kiku®Fubrax*. Mutație a soiului Fuji Kiku®8 Brak, descoperită în Italia. Pomul are creșteri viguroase, însă intră repede pe rod. Fructul este de mărime medie (70-85 mm calibru), dar nivelul de colorare este mai bun comparativ cu Fuji Kiku®8 Brak. Pulpa este crocantă, suculentă, fină, cu gust dulce (*planșa* 1.B.*2.2, foto 7*).

*Zhen®Aztec*. Mutantă a soiului Fuji, identificată în Noua Zeelandă. Pomul este de vigoare supramijlocie, tipul III de frutificare, foarte productiv, dar predispus la alternanța în rodire. Fructele, de calibru 70-85 mm, au culoarea de acoperire roșie, foarte atractivă (cel mai colorat clon al soiului Fuji); pulpa este crocantă, suculentă, fină, cu gust dulce, lipsită de aciditate. Perioada de recoltare este similară soiului standard, iar păstrarea în condiții de AC se poate face până în luna iunie (*planșa* 1.B.*2.2, foto 8*).

În Planșa 1.B.2.2. este redat și soiul September Wonder® Fiero (Foto 9).

Numărul mare de mutante ale soiurilor standard completat de un număr, la fel de mare, de soiuri nou create oferite anual de amelioratori, obligă principalele țări producătoare de mere la completarea și reconfigurarea sortimentului. În general, introducerea unui soi nou este îngreunată de descoperirea mutantelor naturale, spontane ale principalelor soiuri comerciale, care au deja un statut recunoscut în industria pepinieristică. Se observă că, în catalogul de prezentare al oricări pepiniere pomicole, peste 70% din soiurile de măr înmulțite sunt mutante, clone, multe dintre ele înmulțite cu drept de exclusivitate. Astfel, introducerea unui soi nou, chiar dacă provine dintr-o încrucișare controlată și planificată conform cerințelor pieței, nu este deloc ușoară. Într-adevăr, având în vedere că piața este dominată doar de câteva soiuri foarte cunoscute, de unde și o anumită inerție comercială, sarcina de a introduce un soi nou devine și mai dificilă, atunci când consumatorii nu sunt educați prin intermediul unor campanii publicitare.

În tabelul 1.B.4 sunt prezentate soiurile de măr obținute în cadrul programelor de ameliorare din Europa, cele mai active țări fiind: Franța, Germania, Elveția, Italia, Cehia, Belgia. Imagini privind unele dintre aceste soiuri (Ariane, Ariwa, Bonita, Dalinette® Choupette, Dalinco, Galarina, Story® Inored și Topaz) sunt prezentate în Planșa 1.B.2.3. O parte din aceste soiuri sunt introduse pe piață sub conceptul ”soiuri de club”, un mod de a controla cantitatea și calitatea merelor produse, astfel încât volumul producției să se coreleze cu cerințele pieței. Deși în ultimii 20 de ani au fost create peste 200 de soiuri de măr cu rezistență genetică la rapăn, niciunul dintre ele nu s-a bucurat de un succes enorm, astfel încât să-și creeze o nișă recunoscută pe piață. Un studiu realizat în Europa, de către Kelderer ș.a. (2004), arăta că doar în Elveția și Germania, sistemul de cultură ecologică al mărului este bine cunoscut și dezvoltat, iar soiurile de măr cu rezistență la rapăn sunt prezente pe piață în procent de 5-6%.

Detalii privind caracteristicile, factorii de mediu de mare importanță, precum și răspândirea mărului și prunului în lume se dau într-o lucarea relativ recentă (Tromp ș.a., 2005).

**Tabelul** 1.B.**4. Soiuri noi de măr ameliorate în Europa**

| Soiul | Ameliorator | Genitori | Data recoltării (*) | R/S (**) | Caracteristici |
|---|---|---|---|---|---|
| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Ariane | INRA, Angers + Pepiniera Novadi, Franța | Hibrid complex (Florina, Prima, Golden Delicious) | +5 | R | Pom de vigoare medie, foarte productiv (obligatoriu rărirea fructelor), posesor al genelor *Vf* și *Vg*, tolerant la făinare și arsură bacteriană; fructul este de mărime medie, epiderma roșie, cu lenticele vizibile, calități gustative, capacitate de păstrare |
| Ariwa | FAW Wadenswil, Elveția | Golden Delicious x Sel. A849-5 | -3/+3 | R | Habitus standard, rezistent la rapăn și făinare (posesor al genelor *Vf* și *Pl1*), tolerant la arsura bacteriană, fruct de mărime medie, culoare roșu-oranj, pulpa fermă |
| Autento® Delcoros | Pepiniera Delbard, Franța | Delgollune x Cox`s Orange Pippin | -15 | S | Vigoare medie, creștere compactă, fruct de culoare roșu închis pe 80% din suprafață, pulpa dulce, fermă |
| Bonita | Institutul de Botanică Experimentală Strizovice, Cehia | Topaz x Pink Lady | | R | Fruct colorat roșu intens pe 90%, foarte atrăgător, pulpă fermă, crocantă, suculentă, rezistent la rapăn. |
| Brina | ISF, Trento, Italia | Sel. PRI 2059-101 (p.l.) | +7 | R | Vigoare medie, productiv; fruct de mărime supramijlocie, formă conic trunchiată, epiderma uniform colorată în roșu, pulpa fermă, suculentă, crocantă, dulce, cu aromă caracteristică |
| Dalinette® Choupette | INRA Angers + Pepiniera Ligoniere, Franța | Sel. X4598 x Sel. X3174 | +22 | R | Pom de vigoare supramijlocie, producție constantă; fruct de mărime medie, culoare epidermei roșu pe 70% din suprafață, pulpa dulce, aromată |
| Corail® Pinova Pinata Sonata | Institutul Pillnitz-Dresda, Germania | Clivia x Golden Delicious | -3/-1 | S | Vigoare medie, înflorire secundară (posibilă infecție cu arsura bacteriană); foarte productiv, fruct cu epiderma bicoloră (galben cu roșu-oranj), pulpa crocantă, suculentă |
| Dalinco | INRA Angers + Pepiniera Ligoniere, Franța | Elstar x Sel. X3191 | +12 | R | Vigoare supramijlocie, fruct mare, de formă conic turtit, u epiderma roșu închis pe 60% din suprafață, cu pulpa grosieră, dulce-acrișoară, aromată, sensibil la arsura bacteriană |
| Diwa® FAW 5878 Junami, Milwa | FAW Wadenswil, Elveția | (Idared x Maigold) x Elstar | -7 | S | Vigoare medie, coroana răsfirată; fruct mic, formă conic turtit, cu epiderma striată, de culoare roșu închis pe 75% suprafață, pulpă fermă, suculentă, raport echilibrat zahăr/aciditate, capacitate bună de păstrare |
| Galarina | INRA Angers, Franța | Gala x Florina Querina | - 12 | R | Fruct de mărime medie, sferic turtit, colorat în roșu-oranj pe 65-100 % din suprafață; posesor al genei de rezistență la rapăn *Rvi6* |
| Galmac | Centre des Fougers, Elvația | Gala x Jerseymac | - 20 | S | Vigoare medie, fruct bicolor, gust dulce, aromat |
| Gold Chief® Gold Pink | DCA Bologna, Italia | Starkrimson x Golden Delicious | +12/+15 | S | Creștere compactă, spur, intră repede pe rod, fructifică mult și constant; fruct de mărime supramijlocie, de tip Red Delicious, cu epiderma galbenă, cu nuanțe roșietice, pulpă fermă, suculentă, dulce-acidulată, păstrare bună |
| Golden Orange | ISF Trento, Italia | Ed Gould Golden x Sel. PRI 1956 | +7 | R | Vigoare medie, fruct supramijlocie, epiderma verde-gălbuie cu roșu pe fața însorită, pulpa suculentă, cu textură fină, slab acidă |
| Green Star® Nicogreen | Better3Fruit+University of Leuven+Pepiniera Nicolaï, BG | Delcorf x Granny Smith | 0 | S | Vigoare medie; fruct mare, de formă regulată, cu epiderma verde cu lenticele vizibile, pulpă fermă și suculentă, capacitate bună de păstrare |
| Harmonie® Delorina | Pepiniera Delbard, Franța | Grifer x Florina | +7/+10 | R | Pom viguros; fruct de mărime submijlocie, epidermă colorată în roșu pe 60-70% din suprafață, fără rugozitate, pulpa compactă, recoltare în două treceri |
| Inițial | INRA Angers, Franța | Gala x Redfree | -34 | R | Soi triploid, de vigoare mare; fruct mare, cu epiderma roșie pe 75% din suprafață, pulpa crocantă |
| Kanzi® Nicoter | Better3Fruit+University of | Gala x Braeburn | | S | Fruct de mărime medie, formă conică, epiderma de culoare galben lucios, cu roșu oranj pe fața însorită și |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Leuven+Pepiniera Nicolaï, BG | | | | lenticele vizibile. Pulpa este fermă, densă, cu gust echilibrat. |
| Ligol | Institutul de Pomologie Skierniewice, Polonia | Linda x Golden Delicious | | S | Fruct mare, de formă sfero-conică, cu epiderma netedă, de culoare verde acoperită pe 50-70% cu roșu striat, pe partea însorită. Epoca de coacere a fructelor este la începutul lunii octombrie. |
| Luna | Institutul de Botanică Experimentală Strizovice, Cehia | Topaz x Golden Delicious | - 1 | R | Fruct mare, de formă sferică, ușor turtită, cu epiderma de culoare galbenă, fără rugozitate, pulpa galbenă, fermă, crocantă, suculentă și aromată (13,5% Brix). |
| Mairac® La Flamboyante | Stațiunea de Cercetare Changins, Elveția | Gala x Maigold | 7/+10 | S | Vigoare medie, fruct supramijlociu, formă conic globuloasă, culoare roșu grena cu lenticele vizibile, pulpa crocantă, acidă |
| Opal | Institutul de Botanică Experimentală Strizovice, Cehia | Golden Delicious x Topaz | 0 | R | Vigoare mijlocie, fruct de formă sfero-conică, cu rugozitate la nivelul cavității pedunculare, cu epiderma colorată în galban oranj pe fața însorită; pulpa este galbenă, fermă, fină, de suculență medie, dulce (15,2% Brix) |
| Rebella | Institutul Pillnitz-Dresden, Germania | Golden Delicious x Remo | -20 | R | Vigoare mijlocie, fruct mare, epiderma roșu aprins pe 90% din suprafață, gust dulce-aromat, suculentă și fermă; rezistent la rapăn (posesor al genei *Vf*), făinare, arsura bacteriană și cancer bacterian. |
| Rozela | Institutul de Botanică Experimentală Strizovice, Cehia | Vanda x Bohemia | -7 | R | Fruct de mărime, pulpa este de culoare galbenă, fermitate medie, suculentă, dulce, puțin acidulată. Rezist la rapăn (*Rvi 6*), tolerant la făinare |
| Rubens® Civni | C.I.V. Ferrara, Italia | Gala x Elstar | -18 | S | Vigoare mijlocie, cu creștere erectă; fruct mic, de formă conică spre conică alungită, cavitate calicială profundă, epidermă roșie strălucitoare cu roșu închis (70-80%), striată, pulpă suculentă crocantă, cu gust dulce acrișor. |
| Rubinola | Institutul de Botanică Experimentală Strizovice, Cehia | Prima x Rubin | -16 | R | Vigoare mare, produce mult și regulat, rezistent la făinare. fruct mijlociu mare, formă turtit globuloasă, epiderma roșu strălucitor pe aproape toată suprafața fructului, cu rugozitate la nivelul cavității pedunculare, pulpa este fermă, textură fină, crocantă, foarte suculentă, dulce |
| Story® Inored | INRA, Franța | Pinova x X6398 | | R | Culoare uniform repartizată, roșu închis spre grena, capacitate de păstrare foarte bună |
| Tentation® Delblush | Pepiniera Delbard, Franța | Golden Delicious x Grifer | +7 | S | Vigoare medie, productiv, fruct de mărime medie, culoare galbenă, cu nuanțe de oranj, asemănătoare soiului Golden |
| Topaz | Institutul de Botanică Experimentală Strizovice, Cehia | Rubin x Vanda | +8 | R | Vigoare medie, creștere erectă, rezistență medie la făinare; fruct de mărime medie, formă turtită, de culoare roșu oranj, striat; pulpa glabenă, cu textură fină, crocantă, suculentă, mediu acidă |
| Wellant® CRPO 47 | Plant Research International (PRI) Wageningen, Olanda | Selecția CRPO x Elise | -15 | S | Vigoare supramijlocie, port răsfirat; fructe mare, conic-rotund, epidermă roșu închis striat, cu lenticele vizibile, pulpa fermă, suculentă, aromată, capacitate de păstrare foarte bună |
| Zari | Better3Fruit, Belgia | Elstar x Delbard Estival (Delcorf) | -27 | S | Fruct bicolor, cu pulpa suculentă, fină; perioada de păstrare scurtă |
| Zonga | Better3Fruit, Belgia | Alkeme x Delcorf | -25 | S | Vigoare medie, fruct de mărime medie, formă conică, epidermă de culoare roșu striat pe aproape toată suprafața, cu lenticele vizibile; pulpa este de culoare crem și fermitate medie; perioada de păstrare scurtă |

* Zile înainte (-) sau după (+) Golden Delicious; ** R = rezistent la rapăn; S = sensibil la rapăn

**În România**, alături de prun, mărul este una dintre cele mai cultivate specii, având ca pondere 30% din producția autohtonă de fructe. Totodată, este și specia cu cel mai mare număr de soiuri ameliorate (peste 60 noi soiuri, din anul 1966 până în prezent), diversificarea sortimentului și calitatea fructelor fiind întotdeauna un obiectiv major al cercetării pomicole românești. În câmpurile experimentale ale stațiunilor regionale de cercetare pomicolă s-a urmărit integrarea soiurilor noi, care prin aplicarea unor tehnologii de cultură corecte, au demonstrat un potențial productiv ridicat, însușiri calitative superioare, adaptabilitate la condițiile pedoclimatice specifice țării.

În perioada anilor 1980-1990 s-au înființat livezi în toate regiunile țării, sortimentul fiind alcătuit preponderent din soiurile: 'Jonathan', 'Golden Delicious', 'Starkrimson' și 'Idared'. După anii '90, pentru diversificare, s-au introdus în cultură soiuri autohtone, nou create, ameliorate din punct de vedere al calității fructelor, cu epoci de coacere și păstrare diferite, între care se amintesc: 'Frumos de Voinești', 'Delicios de Voinești', 'Fălticeni', 'Voinea', 'Generos', multe dintre acestea fiind cerute și astăzi de piața de fructe autohtonă.

Cooperările și participările în proiecte europene, precum EAGMAP (European Apple Genome Mapping Project), DARE (Durable Apple Resistance in Europa) și HIDRAS (High Quality Disease Resistant Apples for a Sustainable Agriculture), au deschis o nouă perspectivă în cultura mărului, prin crearea și promovare unor soiuri rezistente genetic la boli (în special, rapăn și făinare), idee atractivă atât pentru cultivatorii, cât și pentru consumatorii de mere. Acest nou concept a fost cuprins ca obiectiv major și în programul românesc de ameliorare și s-a concretizat prin realizarea a numeroase combinații intra și inter-specifice, folosind ca genitor de rezistență la rapăn, soiul 'Prima' (posesor al genei *Vf*, provenită de la *Malus floribunda),* creat în SUA în 1970*.*

După anul 1983 au fost înregistrate în Catalogul Oficial al Plantelor de Cultură din România, primele soiuri autohtone rezistente genetic la rapăn: 'Pionier', 'Romus 3', 'Voinea', 'Ciprian', 'Romus 4', 'Aura' etc. Utilizarea soiului 'Prima', probabil, în mod excesiv, în hibridări controlate cu genitori de calitate, precum 'Golden Delicious', 'Jonathan', 'Idared', a avut ca rezultat obținerea unui sortiment bogat, însă cu epoci simultane de maturare a fructelor și capacitate de păstrare limitată, astfel încât sortimentul românesc a rămas deficitar la capitolul ”soiuri de iarnă”. De aceea, s-a impus ”importul” soiului 'Querina', creat în anul 1977, la INRA Angers, Franța, care a fost licențiat și autorizat pentru producție la noi în țară în anul 1993, sub numele de 'Florina', fiind, în prezent, unul dintre cele mai cultivate soiuri de măr rezistente la rapăn din România.

Avantajele introducerii în cultură a soiurilor rezistente genetic la boli sunt numeroase: reducerea cu până la 30% a cantității de fungicide folosite, reducerea tasării solului în profunzime prin treceri repetate ale mașinilor de stropit, păstrarea sănătății mediului înconjurător prin reducerea poluării, fructe mai sănătoase, costuri mai mici. Cu toate acestea, pe arii extinse, atât în țara noastră, cât și la nivel mondial, se cultivă mutante ale soiurilor standard: 'Golden Delicious', 'Gala', 'Red Delicious', 'Idared' ș.a, pentru care există o piață și un gust al consumatorului deja format, iar condițiile moderne de păstrare a merelor asigură consumul de mere proaspete de la un sezon la altul.

În ordinea creării și introducerii în Catalogul Oficial al Plantelor de Cultură din țara noastră, în continuare, se prezintă cele mai cunoscute și răspândite soiuri autohtone de măr.

**Generos**. Creat la Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Voinești, Dâmbovița, și înregistrat ca soi nou în 1983. Pomul este de vigoare mijlocie, coroana invers-piramidală, cu șarpante solide, bine garnisite cu ramuri de rod, preponderent țepușe. Fructul este sferic, uneori asimetric, ușor turtit, cu greutate medie de 160-180 g; epiderma este netedă, de culoare roșu deschis pe 60-70% din suprafață, pe fond verde gălbui, iar pulpa galbenă, suculentă, aromată. Se recoltează la sfârșitul lunii septembrie și se păstrează foarte bine în depozite frigorifice normale până în luna martie. Deși, în ultimii ani, au apărut simptome de rapăn, atât pe frunze, cât și pe fruct, caracteristice fructului (mărime, aspect, gust) conferă soiului valoare comercială ridicată. (*Planșa* 1.B.*2.4, Foto 1*)

**Romus 3**. Considerat cel mai valoros din grupa soiurilor de vară, acest soi a fost obținut în cadrul unei colaborări între Institutul de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Mărăcineni, Argeș și Universitatea Rutgers, SUA. Înregistrat în 1983, acest soi este rezistent genetic la rapăn și făinare, putând fi cultivat cu 6-8 tratamente anual, îndeosebi pentru dăunători. Pomul este de vigoare mică, semispur, coroană sferic-globuloasă, rodește predominant pe țepușe și pinteni, fructifică anual. Fructul este de mărime medie (125-135 g), formă sfero-conică alungită, colorat roșu aprins pe 2/3 din suprafață, foarte atrăgător. Se maturează în a II-a decadă a lunii iulie și se păstrează în depozit timp de 1 lună. (*Planșa* 1.B.*2.4., Foto 2*)

**Auriu de Bistrița**. Creat la Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Bistrița și înregistrat în 1991, este un soi apreciat pentru calitățile fructului: mărime (170-200 g), formă sferică, simetrică, culoare galbenă, uniformă, pe toată suprafața fructului, pulpa galbenă, fermă, suculentă, dulce. Pomul este viguros, cu ramuri de schelet solide, tolerant la rapăn și făinare, dar sensibil la arsura bacteriană. (*Planșa* 1.B.*2.4, Foto 3*)

**Ciprian.** Soi obținut la Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Voinești, Dâmbovița, în anul 1988, care a reușit să se impună pe piață, alături de celelalte ,,mere de Voinești", prin aspectul particular: culoare roșu închis spre grena pe toată suprafața fructului și formă sfero-conică, cu 5 proeminențe către cavitatea calicială, caracter specific soiului tată, Starkrimson. Pomul este de vigoare mijlocie, cu șarpante bine conturate și semischelet abundent; fructifică predominant pe țepușe, rodește constant și este rezistent la rapăn, făinare și arsura bacteriană. Se recoltează la sfârșitul lunii septembrie, însă prelungirea perioadei de păstrare duce la scăderea fermității pulpei. (*Planșa* 1.B.*2.4, Foto 4*)

**Romus 4**. Obținut la Institutul de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Mărăcineni, Argeș, prin hibridare între Romus 3 x Prima, a fost înregistrat în 1999. Este un soi rezistent la rapăn, de vigoare mijlocie, coroană globuloasă, cu ușoară tendință de degarnisire a ramurilor. Fructul este de mărime mijlocie (130-150 g), sferic aplatizat, cu epiderma ceroasă, verde-gălbuie, acoperită cu roșu pe 2/3 din suprafață. Pulpa este alb-gălbuie, suculentă, cu gust echilibrat. Se recoltează la sfârșitul lunii august și se poate păstra în depozit până în luna octombrie. (*Planșa* 1.B.*2.4, Foto 5*)

**Bistrițean.** Înregistrat în anul 2002 de către Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Bistrița, completează sortimentul de toamnă alături de alte soiuri create aici: 'Aura', 'Starkprim', 'Jonaprim', 'Salva' și 'Goldprim'. Pomul are vigoare mijlocie, portul vertical, cu ramuri anuale subțiri, cu internodii scurte. Fructele sunt de mărime mijlocie (145-160 g), formă conic globuloasă, culoarea epidermei roșu striat, iar pulpa alb-verzuie, cu textură și suculență medie. Este un soi destinat consumului în stare proaspătă, cu epoca de coacere la sfârșitul lunii septembrie și capacitate de păstrare limitată (50-60 zile în depozitul frigorific). *Planșa* 1.B.*2.4, Foto 6*

**Rebra**. Obținut la Institutul de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Mărăcineni, Argeș, prin hibridarea a două soiuri rezistente la rapăn (Prima x Florina), înregistrat și brevetat în anul 2003. Fructul este de mărime mijlocie (145 g), formă globulos aplatizată, culoarea de fond este verde albicioasă, acoperită cu roșu pe partea însorită, sub formă de zone continui cu striuri. Fructele se recoltează în prima decadă a lunii septembrie, cu păstrare în depozit până în luna martie. (*Planșa* 1.B.*2.4, Foto 7*)

**Redix.** Obținut la Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Voinești, Dâmbovița, prin hibridarea sexuată a soiului Goldenspur x Prima (polen iradiat cu 1000 R), înregistrat în 2004. Pomul are vigoare medie, cu port etalat și fructificare standard. Fructul are, în medie, 160 g, este tronconic-alungit, asemănător cu soiul Starkrimson, cu pielița colorată în roșu violaceu, culoare care se desăvârșește în timpul păstrării. Pulpa este alb-gălbuie, dulce-acidulată, de fermitate medie. Se recoltează la sfârșitul lunii septembrie și se păstrează în depozitul frigorific până în februarie. (*Planșa* 1.B.*2.4, Foto 8*)

**Auriu de Cluj**. Soi de vară (epoca de coacere: sfârșit de iulie - început de august), creat și înregistrat de Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Cluj-Napoca, în anul 2005. Pomii au vigoare de creștere mijlocie și intră timpuriu pe rod. Fructele sunt mari (165 g), formă conic trunchiată, culoare galbenă, acoperită cu roz pal pe partea însorită; pielița este subțire, fină, iar pulpa albă, suculentă, crocantă (*Planșa* 1.B.*2.4, Foto 9*).

**Iris**. Obținut la Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Voinești, Dâmbovița, este un soi de toamnă apreciat pentru calitățile gustative. Pomul are vigoare mică, foarte precoce și productiv. Rodește constant, atât pe ramuri scurte (țepușe), cât și pe ramuri anuale lungi, mlădițe și nuielușe. Fructul este de mărime mijlocie (150 g), sferic, ușor turtit, cu pielița de culoare roșu - carmin pe 2/3 din suprafață, aspect foarte atrăgător. Pulpa este alb-gălbuie, suculentă, dulce acidulată, cu gust bun. Se recoltează în decada II a lunii septembrie și se poate consuma până la sfârșitul lunii noiembrie.

**Luca**. Înregistrat în anul 2006 de către Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Voinești, Dâmbovița, soiul este obținut din încrucișarea Champion x Prima. Pomul este de vigoare mijlocie-mare, cu ramuri de schelet viguroase, ramificate și bine garnisite cu ramuri de rod (țepușe și nuielușe). Fructul este mare (greutate medie 160 g, calibru 65 mm), sferic, contur regulat, cu epidermă groasă, colorată roșu rubiniu pe toată suprafața fructului; pulpa este crem, fină, crocantă și suculentă. Merele se recoltează în luna septembrie și se pot păstra circa 100 zile în depozitul frigorific.

**Rustic.** Creat și înregistrat la Institutul de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Mărăcineni, Argeș, în anul 2008. Pomul este de vigoare mijlocie, coroană globuloasă, cu tendința de degarnisire a

șarpantelor. Fructul este de mărime mijlocie (130–160 g), sferic, ușor aplatizat, cu pielița de culoare verde, acoperită cu roșu pe partea însorită; pulpa este albă, suculentă, crocantă, cu gust bun. Se recoltează în decada III-a a lunii septembrie și se păstrează bine, în depozit, până în luna martie.

**Inedit.** Soi înregistrat în anul 2009 de Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Voinești. Pomul este de vigoare mijlocie, ramificat, cu portul etalat; produce constant și are o bună capacitate de producție. Fructul este mare (175-190 g), culoarea epidermei este roșu, de intensitate deschisă, repartizată în zone continue cu striuri; pulpa este de culoare verzuie, fermă și calități organoleptice deosebite. Maturitatea de consum este târzie, cu păstrare în depozit până în luna martie. Se utilizează pentru consumul în stare proaspătă.

**Silvan**. Înregistrat în anul 2010 de către Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Cluj, este un soi cu producție ridicată și constantă (peste 25 kg/pom în anul V de la plantare). Fructul este de mărime medie, pielița de culoare roșu purpuriu, acoperită cu un strat ceros. Pulpa este de culoare galbenă, fină, cu gust dulce-acrișor, aromată. Merele se coc în decada II a lunii septembrie și se recomandă pentru consum în stare proaspătă, ca fruct de desert.

**Someșan.** Soi creat în anul 2010, la Stațiunea de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Cluj. Este un soi cu maturare târzie și păstrare foarte bună, până în luna martie. Culoarea fructelor este galben- verzui la recoltare și devine galben - auriu la maturitatea deplină; pe partea însorită, fructele prezintă o pată de culoarea roșu – oranj. Culoarea pulpei este crem, pielița este groasă acoperită de un strat ceros, ceea ce îi conferă o foarte bună păstrare. Comportarea la atacul de boli este bună, fiind tolerant la rapăn și făinare. Pomii au o vigoare de creștere medie, formează în mod natural o coroană larg - piramidală, fructifică pe țepușe și nuielușe de grosime mijlocie.

**Portaltoii mărului.** Reușita culturii mărului în diferite areale se bazează pe o gamă largă de portaltoi care imprimă vigoarea de creștere, intrarea pe rod, adaptarea la diferite condiții eco-pedoclimatice, durata de viață a pomilor și, nu în ultimul rând, cantitatea și calitatea producției. Alegerea portaltoiului se face în funcție de factorii limitativi din zona de cultură. De exemplu, în zonele cu climă continentală, cu ierni geroase sunt recomandați portaltoii din seriile P, PL și Bud, care nu pot fi folosiți în zonele cu climă mediteraneană, unde toamnele lungi și călduroase prelungesc perioada de vegetație (Cimpoieș, 2012). O altă caracteristică importantă a portaltoiului este afinitatea bună la altoire. Astfel, unele soiuri de măr manifestă semne de incompatibilitate (îngroșări distincte la punctul de altoire) pe portaltoiul M9 și clonele sale, iar altele, precum 'Golden Delicious' și 'Elstar', sunt incompatibile cu portaltoiul M26, fenomen manifestat printr-o sudură slabă altoi-portaltoi, care uneori duce la ruperea pomului (Stainer, 2008). Trecerea de la livezile în sistem clasic, unde pomii sunt altoiți pe portaltoi generativi, de vigoare mare, către sistemele intensiv și superintensiv este posibilă prin utilizarea portaltoilor vegetativi, cei mai cunoscuți fiind cei din seriile East Malling (M27, M9, M26, M7, M4) și Malling Merton (MM106, MM111, MM104, MM109), precum și o serie de clone ale portaltoiului M9, cum sunt: Pajam 1, Pajam 2, EMLA, T337, T338, Fleuren 56, Burgmer 984, RN29. Principalele caracteristici ale celor mai folosiți portaltoi sunt prezentate în tabelul 1.B.5, vigoarea acestora fiind sugerată în Fig. 1.B.3.

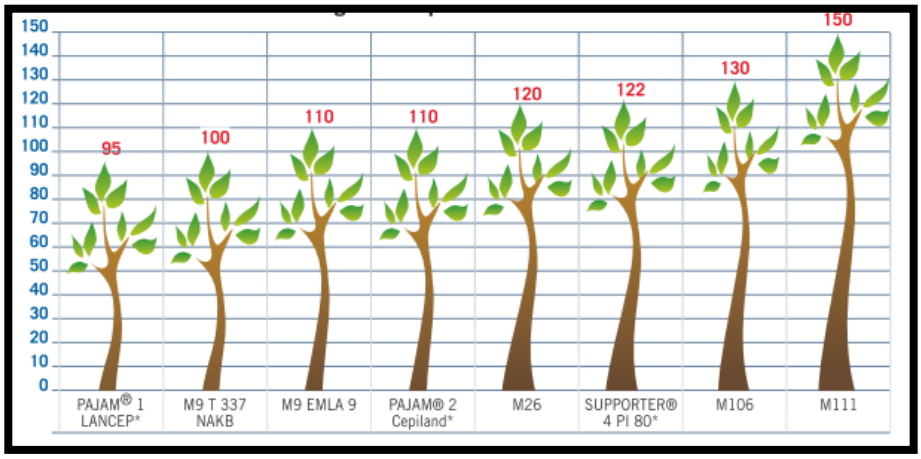



**Fig. 1.B.3. Vigoarea celor mai utilizați portaltoi vegetativi de măr** (*sursa: www.vivaizanzi.it.*)

**Tabelul 1.B.5. Caracteristici agronomice, comportarea la boli și dăunători (**după Cimpoieș, 2012**)**

| Portaltoi | Origine | Caractere agronomice | Comportarea la boli și dăunători |
|---|---|---|---|
| **M27** (sin. Malling 27) | obținut în 1934, din hibridarea M13 x M9 | vigoare foarte slabă (tip dwarf), sistem radicular superficial, slab dezvoltat (obligatoriu sistem de susținere); preferă solurile fertile, permeabile, irigate; rezistență medie la ger, dar sensibil la secetă; imprimă precocitate de rodire, colorare bună a fructelor, dar calibru mic | sensibil la *Erwinia amylovora, Nectria galligena, Eriosoma lanigerum*, dar tolerant la *Phytophora cactorum* |
| **M9** (sin. Malling 9, EMLA 9, T340) | Selecție Jaune de Metz | vigoare slabă, înrădăcinare superficială; pomii intră pe rod în anul II de la plantare, au productivitate ridicată, fructe de calitate, însă, din anul 12, capacitatea de rodire a pomilor scade; sensibil la ger, secetă și exces de umiditate | sensibil la *Phytophora cactorum*, *Erwinia amylovora* și *Eriosoma lanigerum* |
| **T337** (sin. M9 NAKB) | clonă M9, selecționată în Olanda | capacitate de adaptare la diferite condiții pedoclimatice; sensibil la oboseala solului și ger | tolerant la *Phytophora cactorum,* dar sensibil la *Erwinia amylovora* |
| **M26** (sin. Malling 26) | obținut în 1965, din încrucișarea M16 x M9 | vigoare și ancoraj în sol superioare lui M9; nu necesită susținere, dar necesită irigare; pomii intră pe rod în anul 3-4 de la plantare, au productivitate înaltă și fructe de calitate | sensibil la *Eriosoma lanigerum* și *Phytophora cactorum*, iar pe solurile umede și la *Erwinia amylovora* |
| **M7** | obținut la East Malling, 1912 | vigoare submijlocie, rezistent la ger, alternativă la MM106 pentru terenurile cu exces de umiditate | tolerant la *Erwinia amylovora* și *Phytophora cactorum,* dar sensibil la *A. tumefaciens* |
| **M4** (sin. Holstein Doucin, Malling 4) | selecționat în 1912, East Malling | vigoare mijlocie, slabă ancorare în sol, sensibil la secetă, rezistent la ger, incompatibilitate cu unele soiuri | sensibil la *Eriosoma lanigerum* |
| **MM106** | Northern x M1 | vigoare mare, sistem radicular bine dezvoltat cu ancoraj adecvat, rezistent la secetă, ger și asfixia radiculară | sensibil la cancerul coletului *(Phytophora cactorum)* |

*Foto 1*. Jeromine
*(Foto: www.vivaizanzi.it)*

*Foto 2*. Super Chief®
*(Foto: www.pepival.com)*

*Foto 3*. Redvelox®
*(Foto: www.griba.it)*

*Foto 4*. Scarlet Spur®Evasni
*(Foto: www.pepival.com)*

*Foto 5*. Pinkgold® Leratess
*(Foto: www.dalival.com)*

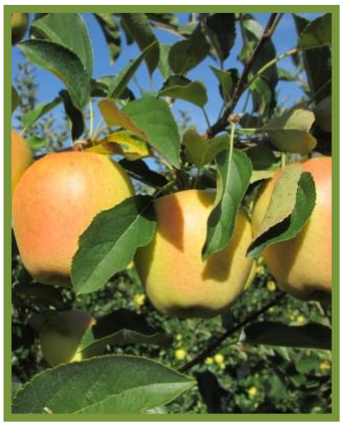


*Foto 6*. Goldrosio®
*( Foto: Walter Guerra)*

*Foto 7*. Golden Smoothee®
*(Foto: www.pepival.com)*

*Foto 8*. Golden Clona B
*(Foto: Militaru M.)*

*Foto 9* Golden Reinders
*(Foto: Militaru M.)*

***Planșa* 1.B.*2.1.* Cele mai cultivate mutante ale soiurilor comerciale**
*Mutante Red Delicious: Foto 1, 2, 3, 4.; Mutante Golden Delicious: Foto 5, 6, 7, 8, 9.*

*Foto 1*. Galaxy

*Foto 2*. Mondial Gala® Mitchgla

*Foto 3*. Brookfield® Baigent

*Foto 4*. Annaglo

*Foto 5*. Buckeye®Gala Simmons

*Foto 6.* Jugala

*Foto 7*. Kiku® Fubrax

*Foto 8*. Zhen® Aztec

*Foto 9*. September Wonder® Fiero

***Planșa* 1.B.*2.2.* Cele mai cultivate mutante ale soiurilor comerciale**
*Mutante Gala: foto 1, 2, 3, 4, 5, 6; Mutante Fuji: foto 7, 8 și 9 (Foto: www.pepival.com)*

*Foto 1*. Ariane

*Foto 2.* Ariwa

*Foto 3*. Bonita

*Foto 4*. Dalinette® Choupette

*Foto 5*. Dalinco

*Foto 6*. Galarina

***Planșa* 1.B.*2.3.* Soiuri noi de măr create în Europa**
*(Fotografii: Militaru M.)*

*Foto 1*. Soiul 'Generos'

*Foto 2*. Soiul 'Romus 3'

*Foto 3*. Soiul 'Auriu de Bistrița'

*Foto 4*. Soiul 'Ciprian'

*Foto 5*. Soiul 'Romus 4'

*Foto 6*. Soiul 'Bistrițean'

*Foto 7*. Soiul 'Rebra'

*Foto 8*. Soiul 'Redix'

*Foto 9*. Soiul 'Auriu de Cluj'

***Planșa* 1.B.*2.4.* Soiuri ameliorate românești existente în plantațiile comerciale**
*(Fotografii: Militaru M.)*

## Bibliografie


Babuc V., Pește anu A.,Gudumac E., Cumpanici A., 2013. Producerea merelor. Manual tehnologic. Ed. Bons Offices, Chișinău, 240 p.

Braniște N., 2004. Cultura soiurilor de măr cu rezistență genetică la boli în România, 56 p.

Braniște N., Budan S., Butac M., Militaru M., 2007. Soiuri de pomi, arbuști fructiferi și căpșun create în România, Cap. 7. Soiuri de măr, p: 39-103, Ed. Paralela 45, ISBN 978-973-47-0177-3

Butac M., Militaru M., Budan S., 2014. Genotipuri pomicole pretabile sistemelor tehnologice specifice agriculturii durabile. Ed. Invel Multimedia, 92 p.

Cimpoieș Gh., 2012. Cultura mărului. Ed. Bons Offices Chișinău, 382 p., ISBN 978-9975-80-547-6

Coman Mihail, Chitu Emil. 2014. Coordonatori. Autori: Toti Mihai, Dumitru Sorina Iustina, Mateescu Elena, Zagrai Ioan, Septar Leinar, Sîrbu Sorina, Preda Silvia-Ana, Petre Gheorghe, Răți oi Iulian, Hârșan Eugenia, Petrișor Cristina, Călinoiu Ion, Sumedrea Dorin, Budan Sergiu, Butac Mădălina, Militaru Mădălina, Duțu Ion, Mazilu Crăișor, Ancu Sergiu, Ancu Irina, Sturzeanu Monica, Isac Valentina, Budan Constantin, Iancu Mihai, Ignat Petru, Ștefănescu Sorin Liviu, Alexandru Daniel, Oprea Oana Alexandra, Nertan Argentina, Jakab-Ilyefalvi Zsolt, Zagrai Luminita Antonela, Feștilă Angela, Platon Ioan, Păltineanu Cristian, Gavăț Corina, Moale Cristina, Oprită Vlădut-Alexandru, Corneanu Gelu, Corneanu Margareta, Iurea Elena, Botu Ion, Botu Mihai, Achim Gheorghe, Alecu Anca, Giura Simona, Petre Valeria, Durău Anica. 2014. *Zonarea speciilor pomicole în functie de conditiile pedoclimatice și socio-economice ale României.* MADR, ICDP Pitesti-Maracineni, Editura INVEL Multimedia, 288 p. ISBN 978-973-1886-86-2.

Della Strada G., Fideghelli C. 2002. Le cultivar di pomacee introdotte dal 1991 al 2001. L`Informatore Agr. 41:65-70.

Forsline P.L., Aldwinckle H.S., Dickson E.E., Luby J.J., Hokanson S., 2003. Wild apple and fruit trees of Central Asia, Cap. 1: Collection, maintenance, characterization and utilization of wild apples of Central Asia, p: 1-61

Ghena N., Braniște N., 2003. Cultura specială a pomilor, Cap. 7. Cultura mărului, Ed. Matrix Rom, ISBN 973-685-608-9.

Harris S.A., Robinson J.P., Juniper B.E., 2002. Genetic clues to the origin of the apple. Trends Genet. 102: 416-430

Janick J., Cummins J.N., Brown S.K., Hemmat M., 1996. Fruit breeding. vol. 1. Tree and tropical fruits. Apples: 1-77, Ed. John Wiley and Sons, New York.

Kellerhals M., Rapillard Ch., Röthlisberger K., Ruserholz P., 2003. Variétés de fruits. Polith AG, 320 p., ISBN 3-03888-032-9

Kelderer M., Sansavini S., Panarese A., 2004. Situazione e tendenza della frutticoltura biologica in Europa. Rivista di frutticoltura 2: 16-25

Korba S.S., Skirvin R.M., 1984. Nomenclature of the cultivated apple. HortScience 19: 177-180

Laurens F., 1999. Review of the current apple breeding programs in the world: objectives for scion cultivar improvement. Acta Hort 484: 163-170

Maas F.M., Peppelman-Heijerman G., Groot M.J., Schoorl F.W. and K. van der Linden, 2012. Introducing new apple cultivars through a coordinated approach from consumer till breeder. Acta Hort. 940: 433-437

Morgan J., Richards A., 1993. The book of apples. Ebury Press, London.

Noiton D.A.M., Alspach P.A., 1996. Founding clones, inbreeding, coancestry and status number of modern apple cultivars, J. Am. Soc. Hort. Sci. 121 (5): 773-782.

Ryugo K., 1988. Fruit culture. Ed. John Wiley and Sons, New York, 344 p.

Sansavini S., Barbieri M., Belfanti E., Tartarini S., Vinatzer B., Gessler C., Silfverberg E., Gianfranceschi L., Hermann D., Patocchi A., 2002. 'Gala' apple transformed for scab resistance with cloned *Vf* gene region construct. XXVI Int. Hort. Congress. Genetics and Breeding of Tree Fruits and Nuts. ISHS, Toronto, Canada, 11-17 August 2002. Acta Hort 622: 113-118

Sansavini S., Pellegino S., Stainer R., 2003. Alle porte una nuova rivoluzione genetica? Rivista di Frutticolt. 12:20-30

Sansavini S., Belfanti E., Costa F., Donati F., 2005. European apple breeding programs turn to biotechnology. Chronica Horticulturae, vol. 45, no. 2: 16-19

Sansavini S., Donati F., Costa F., Tartarini S., 2004. Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: new varieties for the European market, Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, vol. 12: 14-52

Sestraș R., 2004. Ameliorarea speciilor horticole, Cap. 2. Ameliorarea mărului, p: 70-127, Ed. AcademicPres, ISBN 973-750-04-6

Sumedrea D., Isac Il., Iancu M., Olteanu A., Coman M., Duțu I., 2014. Pomi, arbuști fructiferi și căpșun. Ghid tehnic și economic. Cap. 2. Cultura mărului, p: 35-70, Ed. Invel Multimedia

Szabó T., Soltész M., 2012. A short introduction of new apple varieties obtained. International Journal of Horticultural Science 18(2): 135-137

Tóth Magdolna, 2016. Apple breedig trends and aims in the world. Successful and promising new cultivars. in Modern Horticulture, Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science

Tromp J., Webster A.D. and Wertheim S.J. (Editors) 2005. Fundamentals of the temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 400 pp.

Velasco R., Zharkikh A., Affourtit J. et al., 2010. The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica* Borkh.). Nature Genetics 42 (10): 833-839. doi:10.1038/ng.654.PMID 20802477

**Capitolul 2. Condițiile naturale**

**2-A - Schimbări climatice recente în România cu posibil impact negativ asupra plantațiilor de pomi**

Clima, alături de factorii pedologici, reprezintă factorul determinant în creșterea / descreșterea productivității agroecosistemelor pomicole. În acest context, monitorizarea impactului schimbărilor climatice asupra culturilor pomicole necesită îmbunătățirea cunoștințelor și capacităților științifice, astfel încât gestionarea caracteristicilor climatului să includă evaluarea curentă a datelor climatice, precum și analiza riscurilor și oportunităților.

Conform datelor înregistrate și prelucrate de către Administrația Națională de Meteorologie (ANM) (Sandu ș.a., 2010) teritoriului României, în ansamblul său, a cunoscut deja o creștere cu 0,5ºC a temperaturii medii anuale din 1901 (creștere mai mare în afara arcului Munților Carpați - de până la 2ºC și o creștere mai mică în interiorul arcului), și o creștere de peste 3ºC a temperaturii în timpul verii și al iernii. Peste tot în țară, temperatura medie a minimelor din timpul verii este mai mare, precum și temperatura medie a maximelor (cu până la 2ºC în S și SE). Zilele tropicale sunt mult mai frecvente și zilele de iarnă sunt tot mai rare, cu excepția anului 2017.

Pentru a putea diminua impactul negativ al schimbărilor climatice și a îmbunătăți protecția mediului înconjurător a fost elaborat aici un studiu privind tendințele temperaturii aerului, utilizând date din intervalul 1985-2014 provenite de la 29 de orașe din rețeaua ANM. In acest studiu, s-a folosit o bază de date colectată de către Administrația Națională de Meteorologie București, care constă din temperaturile minime și maxime zilnice ale aerului (2 m înălțime de la sol), în perioada 1985-2014 de la 29 de stații meteorologice, distribuite uniform în toată România. În cadrul studiului s-a estimat că media datelor provenite de la cele 29 de stații meteorologice este reprezentativă pentru România.

Pentru a evidenția variabilitatea termică temporală de-a lungul ultimilor 30 de ani, reprezentată prin medii anuale și lunare ale celor 29 de stații, dar și abaterile sale spațiale la scara României, datele au fost prelucrate statistic cu ajutorul unor programe specializate: SPSS 14.0.0 și Microsoft Office Excel. Pentru a determina intensitatea, durata, forma și caracterul variației temperaturilor, a fost selectat ca pas temporal de analiză anul și luna, iar ca variație spațială România și 29 de stații meteorologice, repartizate spațial ca fiind reprezentative pentru țara noastră. Aceste seturi de date au fost supuse acelorași etape de analiză; pentru fiecare dintre șirurile simple de valori (temperatura maximă (MAXT), temperatura minimă (MINT) și media zilnică a amplitudinii temperaturii (AMPL)) au fost luate în considerare: tendința centrală reprezentată prin medie, mediană și modul, iar indicatorii de dispersie au fost reprezentați de valorile extreme (minime și maxime absolute), amplitudinea maximă de variație, abaterea (deviația) standard, asimetria, aplatizarea și histograma. Normalitatea distribuției datelor a fost verificată cu cele mai puternice teste statistice specializate: Shapiro-Wilk și Kolmogorov-Smirnov. În cazul în care ipoteza de normalitate a fost acceptată, a fost calculată probabilitatea cu funcția NORMDIST de la Microsoft Office Excel.

În cazul șirurilor bidimensionale (temperatura - an de studiu) au fost determinați coeficienții de corelație simplă și regresia liniară a seturilor de date (ecuațiile au fost de forma: $Y = a + bx$, în cazul în care "*Y*" a fost succesiv MAXT, MINT și AMPL și "*x*" an de studiu) și au fost comparate cu ecuațiile neliniare (curbilinii). Tendință liniară de creștere a temperaturii medii pe deceniu a fost calculată din coeficientul de regresie (b) din ecuația liniară, multiplicat cu 10 ani. Pentru trasarea cartogramelor cu tendința liniară de creștere pe deceniu a temperaturilor medii s-a folosit modulul de interpolare geostatistică „kriging" a programului SURFER 9.0® (Golden Software, 2009), deși numărul de stații meteo nu a fost suficient de mare pentru a reda o distribuție spațială foarte fidelă a acestei tendințe.

Dinamica temperaturilor medii anuale în România. Indicatorii tendinței medii și ai dispersiei celor 30 de valori anuale ale temperaturii aerului sunt prezentate în tabelul 2.A.1. Valorile medii în perioada 1985-2014 au fost: pentru MAXT 16,02°C, pentru MINT 5,54°C, iar pentru AMPL10.48°C, variația maximă fiind respectiv de 3,1°C , 3,11°C și 2,22°C, pentru aceleași temperaturi.

Fig. 2.A.1 și 2.A.2 prezintă dinamica celor trei indicatori climatici exprimați în grade Celsius și ca probabilități. A fost selectată prezentarea ca probabilități NORMDIST calculate de Microsoft Office Excel, deoarece permite compararea dinamicii celor trei temperaturi între ele. Se observă că, în cazul temperaturilor minime, corelația liniară este mai puternică ($R^2$ = 0,4456***), comparativ cu temperaturile maxime ($R^2$ = 0,3621***), dar este foarte semnificativă în ambele cazuri. Se poate concluziona că aproximativ 44,6% din oscilația valorilor medii anuale ale MINT din perioada 1985-2014 s-au datorat variabilei timp, iar pentru MAXT, doar 36,2%. În schimb, rata de creștere a MAXT a fost mai mare (0,63°C

într-un deceniu), comparativ cu 0,54°C pentru MINT. Dacă se compară rata de creștere pe deceniu, dar exprimată prin probabilități, se constată că MINT a avut aproape aceeași rată (21,6% pe deceniu) cu MAXT (21,0% pe deceniu). În toate cazurile, amplitudinea termică medie zilnică a rămas neschimbată în intervalul 1985-2014.

**Tabelul 2.A.1. Tendința centrală și dispersia mediilor anuale ale temperaturii aerului în perioada 1985-2014 (valori medii pentru cele 29 de stații meteorologice)**

| | | *Temperatura maximă (°C)* | *Temperatura minimă(°C)* | *Amplitudinea termică medie zilnică (°C)* |
|---|---|---|---|---|
| Numărul de valori | Prelucrate | 30 | 30 | 30 |
| | Lipsă | 0 | 0 | 0 |
| Media | | 16,0253 | 5,5397 | 10,4857 |
| Mediana | | 16,0400(a) | 5,4950(a) | 10,5100(a) |
| Modul | | 14,35(b) | 3,70(b) | 10,58(b) |
| Abaterea standard | | 0,91946 | 0,70608 | 0,51428 |
| Coeficientul de asimetrie | | -0,164 | -0,369 | 0,348 |
| Coeficientul de boltire | | -1,007 | 0,176 | 0,138 |
| Amplitudinea maximă | | 3,14 | 3,11 | 2,22 |
| Valoarea cea mai mică | | 14,35 | 3,70 | 9,47 |
| Valoarea cea mai mare | | 17,49 | 6,81 | 11,69 |

*(a) calculate din datele grupate; (b) deoarece există moduri multiple, este afișată cea mai mică valoare.*

Histogramele sunt foarte asemănătoare cu distribuția normală, ipoteza normalității fiind acceptată conform Kolmogorov-Smirnov și Shapiro-Wilk (tabelul 2.A.2).

**Tabelul 2.A.2. Testarea normalității distribuțiilor temperaturilor medii anuale ale aerului (media pentru 29 de localități)**

| | *Kolmogorov-Smirnov(a)* | | | *Shapiro-Wilk* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Statistic* | *df* | *Sig.* | *Statistic* | *df* | *Sig.* |
| Temperatura maximă | 0,121 | 30 | 0,200(*) | 0,957 | 30 | 0,254 |
| Temperatura minimă (°C) | 0,098 | 30 | 0,200(*) | 0,976 | 30 | 0,705 |
| Amplitudinea termică medie zilnică (°C) | 0,084 | 30 | 0,200(*) | 0,982 | 30 | 0,873 |

*(*) Aceasta este limita inferioară a semnificației reale; (a) Corecția de semnificație Lilliefors.*

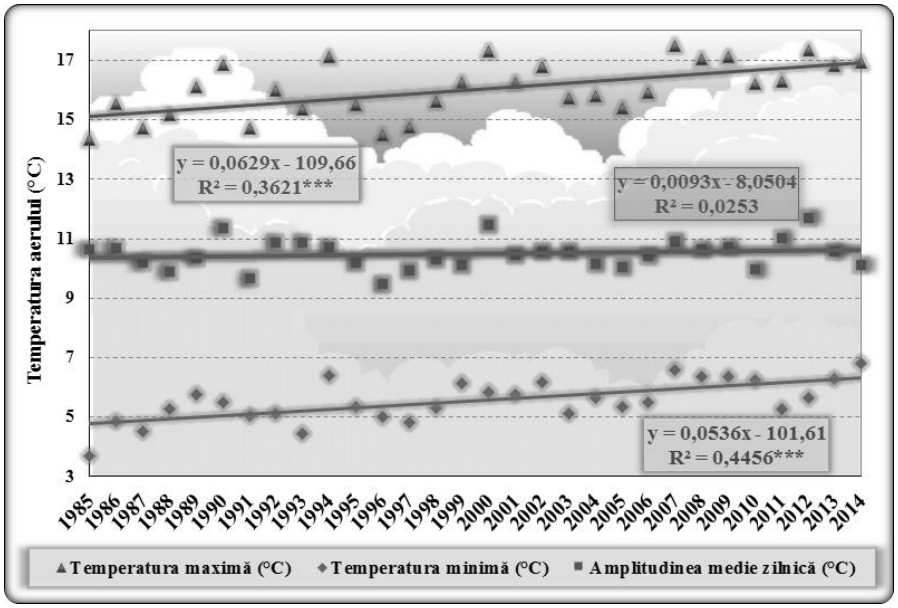



**Fig. 2.A.1. Dinamica mediilor anuale ale temperaturii aerului în perioada 1985-2014 (valori medii ale celor 29 de stații meteorologice)**

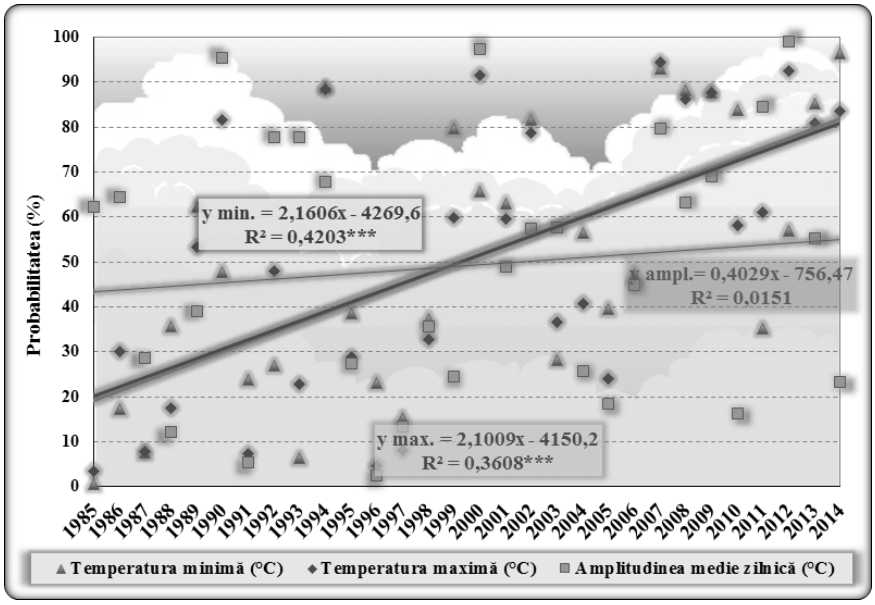



**Fig. 2.A.2. Probabilitatea de a se înregistra valori medii anuale ale temperaturilor maxime, minime și ale amplitudinilor zilnice (media celor 29 de staţii), egale sau mai mici decât cele semnalate în perioada 1985-2014**

Dinamica temperaturilor medii anuale pentru cele 29 de staţii

Tabelul 2.A.3 și Fig. 2.A.3 prezintă variația celor 870 de medii anuale pentru cele 29 de staţii în cei 30 de ani analizați pentru fiecare temperatură separat (maximă, minimă și amplitudine maximă zilnică). MAXT a variat intens între 11,15 și 19,70°C, MINT între -2,13 și 10,18°C și AMPL între 6,41 și 15,43°C. Analizând histogramele (Fig. 2.A.3), care prezintă distribuția claselor de frecvențe absolute, se observă coeficientul de boltire mare pozitiv pentru MINT (1,886) și mai mic pentru AMPL (0,787). Coeficientul de boltire pozitiv semnalează existența unei distribuții leptocurtice cu cozi mai lungi decât cele din distribuția normală (exces de numere lângă medie și cu o golire a flancurilor). De asemenea, coeficienții de asimetrie au avut valori negative ridicate pentru MINT (-0,912) și AMPL (-0,549), ceea ce înseamnă că predomină valorile mai mari față de medie (apar valori foarte mici în comparație cu media). În aceste cazuri, normalitatea este respinsă de ambele teste statistice.

**Tabelul 2.A.3. Tendință centrală și dispersia mediilor anuale ale temperaturii aerului pentru fiecare dintre cele 29 de staţii meteorologice în perioada1985-2014 (30 de ani înmulțit cu 29 de staţii)**

| | | *Temperatura maximă (°C)* | *Temperatura minimă (°C)* | *Amplitudinea termică medie zilnică (°C)* |
|---|---|---|---|---|
| Numărul de valori | Prelucrate | 870 | 870 | 870 |
| | Lipsă | 0 | 0 | 0 |
| Media | | 16,0251 | 5,5397 | 10,4853 |
| Mediana | | 16,1625(a) | 5,7900(a) | 10,6000(a) |
| Modul | | 15,760 | 5,770(b) | 10,840 |
| Abaterea standard | | 1,58581 | 1,91991 | 1,45433 |
| Coeficientul de asimetrie | | -0,390 | -0,912 | -0,549 |
| Coeficientul de boltire | | -0,167 | 1,886 | 0,787 |
| Amplitudinea maximă | | 8,550 | 12,310 | 9,020 |
| Valoarea cea mai mică | | 11,15 | -2,130 | 6,410 |
| Valoarea cea mai mare | | 19,70 | 10,180 | 15,430 |

*(a) calculate din datele grupate; (b) deoarece există moduri multiple, este afișată cea mai mică valoare.*

Prin calcularea corelațiilor și regresiilor liniare ale celor 3 temperaturi și timp, au rezultat indicatorii din tabelul 2.A.4. Coeficienții de determinație ai ecuațiilor liniare ($R^2$) au fost comparați cu cei al ecuațiilor

curbilinii (logaritmică, putere, polinomială și exponențială) și s-a constatat că, în nici un caz sporul de aproximare al tendinței medii nu a depășit 5%.

În tabelul 2.A.4 s-a evidențiat o oscilație importantă între stațiile studiate. De la început, s-a observat că a existat o mai mare dependență față de factorul timp al variabilei MINT față de MAXT, exprimate prin valori mult mai mari ale coeficientului de determinație ($R^2$), chiar dacă nivelul mediu de semnificație (sig.) este redus. Pe de altă parte, tendința de creștere medie pe deceniu a variabilei MAXT (0,63°C) a fost mai mare decât cea a MINT, 0,54°C (coeficientul de regresie al ecuației ($Y = a + bx$), coeficientul de regresie – b, fiind înmulțit cu 10 ani). Astfel, MAXT a crescut semnificativ în toate localitățile, cu excepția Buzăului ($R^2$ = 6,9%, creșterea fiind doar de 0,28°C pe deceniu) și Alexandriei ($R^2$ = 7,9% și o creștere de doar 0,30°C pe deceniu). Cea mai mare rată de creștere a MAXT a fost înregistrată la Bistrița, cu 1,04°C pe deceniu și $R^2$ = 62,5% și la Cluj și Baia Mare, cu 0,83°C pe deceniu și $R^2$ de 49,9%, respectiv 50,9% (Fig. 2.A.4).

În ceea ce privește temperatura minimă a aerului (MINT), în mai multe stații creșterea este evidentă și foarte bine asigurate statistic. Cea mai mare rată de creștere de peste 0,8°C pe deceniu a fost înregistrată la stațiile Târgu Jiu, Galați și la Bistrița. Există, de asemenea, două stații în cazul în care AMPL a stagnat: Băneasa-București și Sfântu Gheorghe Deltă. În aceste stații MINT a crescut semnificativ în ultimii 30 de ani, cu 0,26°C pe deceniu în primul caz, și cu 0,74°C, în al doilea, dar o tendință de creștere poate fi menționată la Târgu Mureș, Baia Mare și Bacău. În alte stații amplitudinea termică medie zilnică a rămas aproape neschimbată.

**Tabelul 2.A.4. Indicatorii ecuațiilor de regresie liniară care exprimă dinamica mediilor anuale ale temperaturii aerului în perioada 1985-2014 (coeficientul de determinație – $R^2$, nivelul de semnificație (probabilitatea erorii) – Sig. și tendința de medie pe deceniu)**

| Stația meteo | Temperatura maximă (°C) | | | Temperatura minimă (°C) | | | Amplitudinea termică zilnică (°C) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $R^2$ (%) | Sig. | Tendința medie pe deceniu (°C) | $R^2$ (%) | Sig. | Tendința medie pe deceniu (°C | $R^2$ (%) | Sig. | Tendința medie pe deceniu (°C |
| Alexandria | 7,9 | 0,133 | 0,30 | 59,4 | 0,000 | 0,73 | 19,2 | 0,016 | -0,42 |
| Bacău | 29,4 | 0,002 | 0,70 | 17,0 | 0,023 | 0,36 | 14,4 | 0,039 | 0,34 |
| Baia Mare | 50,9 | 0,000 | 0,83 | 30,3 | 0,002 | 0,44 | 26,8 | 0,003 | 0,38 |
| Bistrița | 62,5 | 0,000 | 1,04 | 52,8 | 0,000 | 0,79 | 11,1 | 0,072 | 0,25 |
| Brașov | 33,4 | 0,001 | 0,61 | 32,5 | 0,001 | 0,46 | 3,2 | 0,341 | 0,15 |
| Buc. Băneasa | 21,4 | 0,010 | 0,48 | 9,3 | 0,101 | 0,23 | 8,5 | 0,119 | 0,26 |
| Buzău | 6,9 | 0,160 | 0,28 | 49,0 | 0,000 | 0,63 | 18,5 | 0,018 | -0,35 |
| Caransebeș | 37,8 | 0,000 | 0,67 | 49,0 | 0,000 | 0,58 | 1,7 | 0,487 | 0,09 |
| Călărași | 23,4 | 0,007 | 0,54 | 39,2 | 0,000 | 0,52 | 0,1 | 0,876 | 0,02 |
| Cluj | 49,5 | 0,000 | 0,83 | 44,6 | 0,000 | 0,57 | 16,8 | 0,025 | 0,27 |
| Constanta | 39,6 | 0,000 | 0,67 | 51,5 | 0,000 | 0,71 | 1,1 | 0,584 | -0,04 |
| Craiova | 15,2 | 0,033 | 0,41 | 34,9 | 0,001 | 0,43 | 0,2 | 0,831 | -0,03 |
| Deva | 41,4 | 0,000 | 0,66 | 29,7 | 0,002 | 0,39 | 13,3 | 0,047 | 0,27 |
| Drobeta Tr. Severin | 13,7 | 0,044 | 0,37 | 45,8 | 0,000 | 0,52 | 4,3 | 0,272 | -0,15 |
| Galați | 29,2 | 0,002 | 0,68 | 59,5 | 0,000 | 0,83 | 6,1 | 0,188 | -0,15 |
| Grivița | 16,3 | 0,027 | 0,46 | 44,7 | 0,000 | 0,55 | 1,3 | 0,545 | -0,09 |
| Iași | 28,4 | 0,002 | 0,71 | 25,0 | 0,005 | 0,46 | 13,3 | 0,048 | 0,25 |
| Miercurea Ciuc | 43,2 | 0,000 | 0,66 | 15,0 | 0,034 | 0,34 | 12,6 | 0,054 | 0,32 |
| Oradea | 37,9 | 0,000 | 0,72 | 44,7 | 0,000 | 0,70 | 0,1 | 0,897 | 0,02 |
| Pitești | 38,3 | 0,000 | 0,71 | 53,9 | 0,000 | 0,56 | 3,8 | 0,299 | 0,15 |
| Rm. Vâlcea | 45,6 | 0,000 | 0,81 | 43,3 | 0,000 | 0,50 | 14,5 | 0,038 | 0,30 |
| Sf. Gheorghe Delta | 38,4 | 0,000 | 0,68 | 0,1 | 0,846 | -0,07 | 17,6 | 0,021 | 0,74 |
| Sibiu | 39,6 | 0,000 | 0,68 | 53,5 | 0,000 | 0,72 | 0,3 | 0,788 | -0,04 |
| Siria | 34,0 | 0,001 | 0,68 | 45,1 | 0,000 | 0,66 | 0,2 | 0,834 | 0,02 |
| Suceava | 21,7 | 0,009 | 0,55 | 39,7 | 0,000 | 0,63 | 1,5 | 0,516 | -0,08 |
| Tecuci | 18,3 | 0,018 | 0,51 | 41,0 | 0,000 | 0,58 | 0,8 | 0,647 | -0,07 |
| Tg. Jiu | 26,0 | 0,004 | 0,48 | 64,8 | 0,000 | 0,86 | 16,4 | 0,027 | -0,37 |
| Tg. Mureș | 47,9 | 0,000 | 0,79 | 20,8 | 0,011 | 0,37 | 29,2 | 0,002 | 0,42 |
| Timișoara | 40,3 | 0,000 | 0,71 | 39,6 | 0,000 | 0,50 | 9,9 | 0,090 | 0,21 |
| Media | x | x | 0,63 | x | x | 0,54 | x | x | 0,09 |

Distribuția spațială a tendințelor liniare de variație ale mediilor anuale ale temperaturilor aerului este prezentată în tabelul 2.A.5. Amplitudinea maximă de variație spațială a fost mai mică pentru MAXT (0,76°C pe deceniu) și mult mai mare pentru MINT (0,93°C pe deceniu) și doar 1,16°C pe deceniu pentru AMPL, în cazul celor 29 de stații climatologice. Histogramele sunt simetrice, iar testele de normalitate Kolmogorov-Smirnov și Shapiro-Wilk (Tabelul 2.A.6) au acceptat ipoteza de normalitate a distribuțiilor statistice, pentru toate cele trei elemente meteorologice.

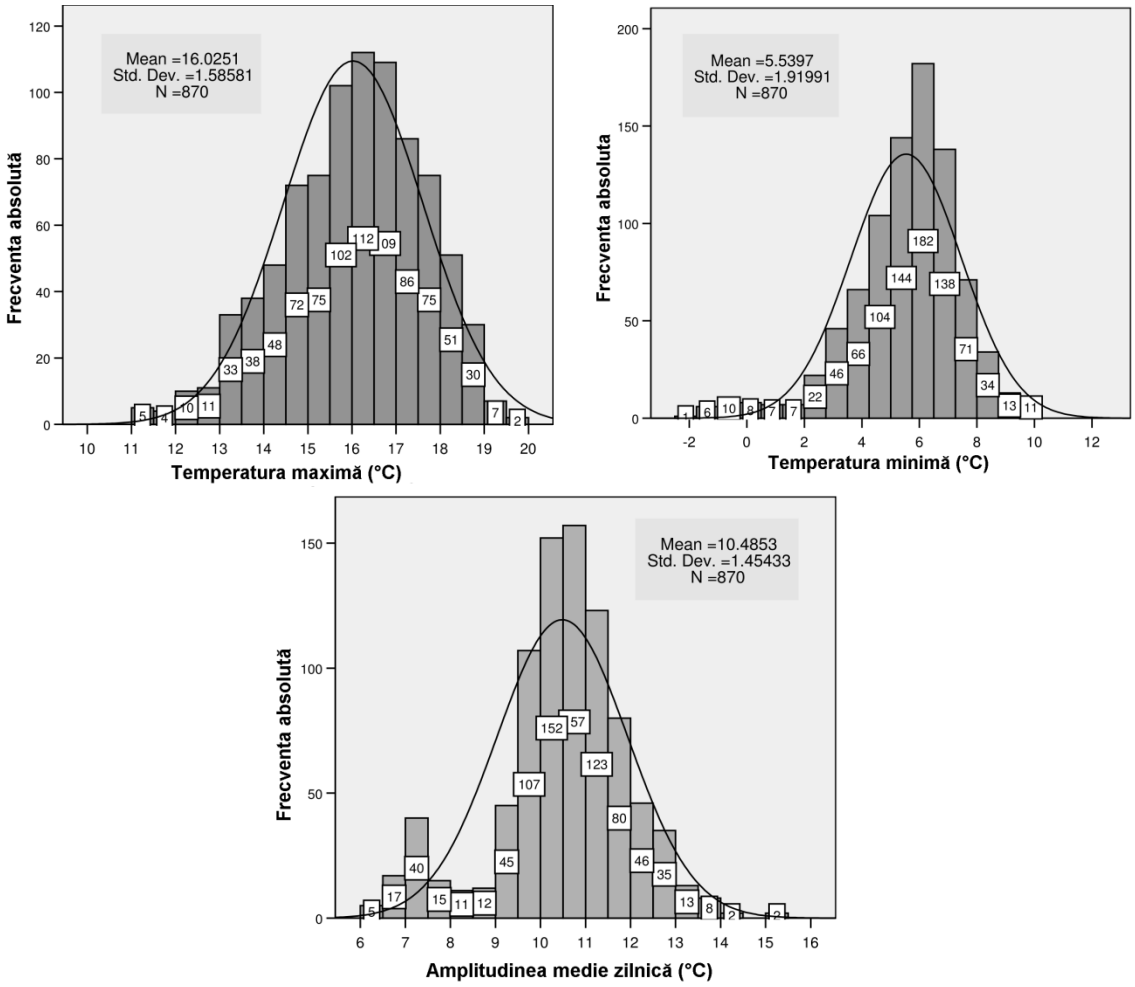



**Fig. 2.A.3. Histogramele temperaturilor medii anuale ale celor 29 de stații din România (1985-2014)**

Fig. 2.A.4, 2.A.5 și 2.A.6 sunt hărți realizate prin interpolare geostatistică, metoda „kriging”, folosind programul specializat Surfer 9.0 (Golden Software Inc.). Ele delimitează zonele cu tendințe liniare pe deceniu de intensitate egală, pentru temperatura maximă a aerului, pentru cea minimă, cât și pentru amplitudinile zilnice.

**Tabelul 2.A.5. Indicatorii statistici ai tendinței centrale și ai dispersiei ratelor liniare de variație pe deceniu a temperaturilor aerului pentru fiecare din cele 29 de stații meteorologice (1985-2014)**

| | | *Tendințele temperaturilor maxime pe deceniu (°C)* | *Tendințele temperaturilor minime pe deceniu (°C)* | *Tendințele amplitudinilor termice medii zilnice pe deceniu (°C)* |
|---|---|---|---|---|
| Numărul de valori | Prelucrate | 29 | 29 | 29 |
| | Lipsă | 0 | 0 | 0 |
| Media | | 0,6283 | 0,5362 | 0,0921 |
| Mediana | | 0,6717(a) | 0,5500(a) | 0,0900(a) |
| Modul | | 0,680 | 0,460(b) | 0,020 |
| Abaterea standard | | 0,16943 | 0,19251 | 0,25855 |
| Coeficientul de asimetrie | | -0,153 | -0,929 | 0,050 |
| Coeficientul de boltire | | 0,366 | 2,288 | 0,317 |
| Amplitudinea maximă | | 0,760 | 0,930 | 1,160 |
| Valoarea cea mai mică | | 0,280 | -0,070 | -0,420 |
| Valoarea cea mai mare | | 1,040 | 0,860 | 0,740 |

*(a) calculate din datele grupate; (b) deoarece există moduri multiple, este afișată cea mai mică valoare.*

**Tabelul 2.A.6. Testele statistice de evaluare a normalității distribuțiilor tendințelor liniare de variație pe deceniu a temperaturilor pentru cele 29 de stații climatologice**

| Tendințe termice | Kolmogorov-Smirnov(a) | | Shapiro-Wilk | |
|---|---|---|---|---|
| | Statistica | Sig. | Statistica | Sig. |
| Tendințele temperaturilor maxime pe deceniu (°C) | 0,195 | 0,006 | 0,955 | 0,243 |
| Tendințele temperaturilor minime pe deceniu (°C) | 0,085 | 0,200(*) | 0,947 | 0,153 |
| Tendințele amplitudinilor termice medii zilnice pe deceniu (°C) | 0,109 | 0,200(*) | 0,970 | 0,552 |

*(*) Aceasta este limita inferioară a semnificației reale; (a) Corecția de semnificație Lilliefors.*

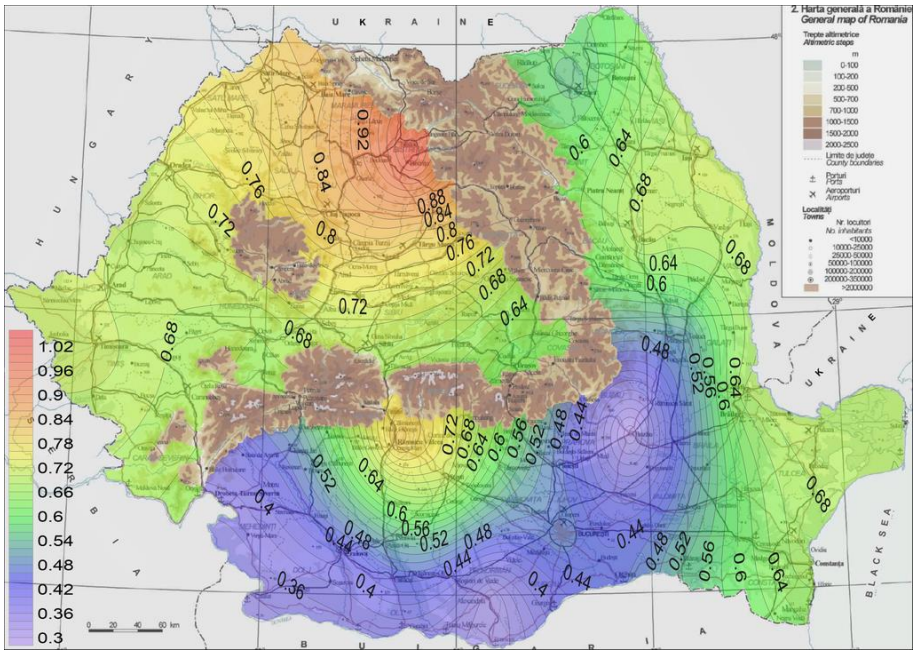



**Fig. 2.A.4. Distribuția spațială a tendințelor medii (°C) pe deceniu ale temperaturilor maxime în România (1985-2014)**

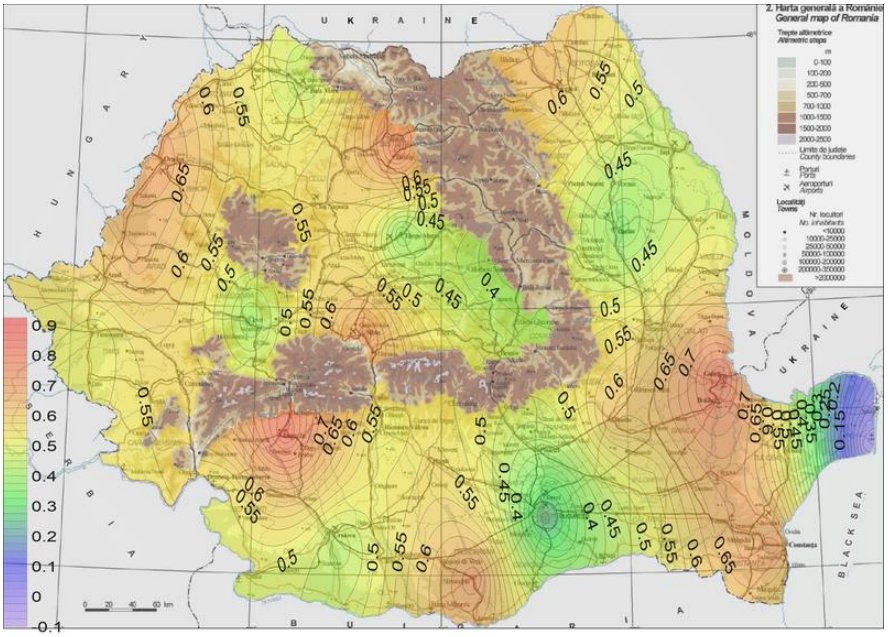



**Fig. 2.A.5. Distribuția spațială a tendințelor medii (°C) pe deceniu ale temperaturilor minime în România (1985-2014)**

S-a observat existența unor zone cu o rată crescută de încălzire, atât în centrul cât și în partea de nord a României (stațiile Bistrița, Baia Mare și Cluj). Pentru partea de sud și sud-vest a României, situația a fost diferită: deși MINT (Fig. 2.A.5) a crescut rapid, MAXT și AMPL au rămas scăzute (Fig. 2.A.4, 2.A.6). În Fig. 2.A.6 au fost identificate două zone de creștere semnificativă a amplitudinilor medii zilnice ale temperaturii, una centrată pe Târgu Mureș și Baia Mare, iar cealaltă pe Bacău.

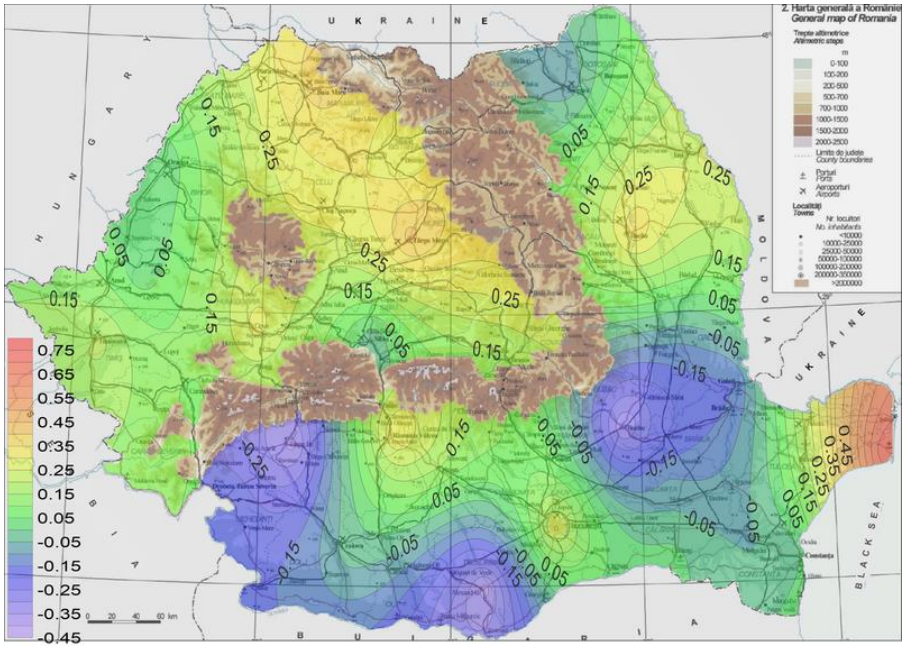



**Fig. 2.A.6. Distribuția spațială a tendințelor medii (°C) pe deceniu ale amplitudinilor termice medii zilnice în România (1985-2014)**

Dinamica tendințelor de variație medii lunare ale temperaturilor aerului pentru România

Începând cu tabelul 2.A.8, analiza variațiilor de temperatură a fost făcută la nivelul lunii calendaristice (12 luni x 30 ani de studiu și valori medii pentru cele 29 de stații meteorologice). Informațiile prezentate în acest tabel evidențiază perioada din an în care MAXT și MINT au crescut sau au scăzut semnificativ. S-a observat că, în general, nivelurile de semnificație ale tendințelor maxime și minime de temperatură liniare pe deceniu au fost scăzute în timpul iernii, primăvara și toamna. Acest nivel de semnificație statistică a fost foarte ridicat (între probabilitatea P de 0,05 și 0,001) pentru lunile de vară - iunie, iulie și august. În această perioadă, gradul de asigurare statistică a tendințelor MINT a fost mai mare (probabilitatea erorii (Sig.) mai mică decât 0,013) decât cel al MAXT (probabilitatea erorii (Sig.) între 0,004 și 0,056). Tendințele AMPL nu au fost asigurate statistic pentru nici o lună a anului.

În timpul verii, creșterea valorilor temperaturilor minime ale aerului a fost determinată de variabila de timp, în procente cuprinse între 20,2% în iulie și 37,3% în august, iar a valorilor maxime ale temperaturilor între 12,7% în luna august și 26,3% în luna iunie. Rata de creștere a temperaturii maxime a aerului pentru luna iunie a fost de 0,83°C pe deceniu ($R^2$ = 0,263**) și de 0,52°C pe deceniu pentru temperatura minimă ($R^2$ = 0,285 **, tabelul 2.A.8).Pentru luna iulie tendința de creștere pe deceniu a fost mai mică decât în luna precedentă, 0,72°C pe deceniu pentru MAXT, dar mai mare, de 0,56°C pe deceniu pentru MINT, ambele mai slab asigurate din punct de vedere statistic, deci cu oscilații mai mari de la un an la altul. Pentru luna august tendința de creștere a fost cea mai mică dintre toate lunile de vară, pentru MAXT doar 0,67°C pe deceniu și mai slab asigurată statistic ($p \leq 0,056$). Totuși, pentru temperatura minimă tendința de creștere a fost cea mai mare dintre lunile de vară, cu 0,61°C pe deceniu și cel mai bine asigurată statistic (cu cele mai mici oscilații de la un an la altul, $R^2$ = 0,373***).

Cu toate acestea, cea mai mare rată de creștere atât pentru temperatura maximă și cât și pentru cea minimă a fost înregistrată în ultimii 30 de ani în luna noiembrie, tendința fiind asigurată statistic ($R^2$ = 0,177**, și 1,28°C pe deceniu pentru MAXT și $R^2$ = 0,137* și 0,95°C pe deceniu pentru MINT). Această tendință de încălzire a lunii noiembrie ar putea crea probleme în viitor privind pregătirea speciilor pomicole pentru repausul profund. Astfel, dacă va crește numărul de ore în intervalul 0 - 7°C (cu efect maxim privind necesarul de frig al pomilor) din această lună, pomii intrați, în mod obișnuit, de la 1 noiembrie în perioada repausului profund, ar putea acumula rapid numărul minim de ore de frig pentru parcurgerea repausului profund (perioadă în care pomii nu pornesc în vegetație chiar dacă temperaturile aerului depășesc pragul minim necesar pentru declanșarea umflării mugurilor) și ar deveni foarte vulnerabili la gerurile, sau la oscilațiile bruște de temperatură, din timpul iernii. De altfel, această situație s-a întâlnit în cursul iernilor 2014-2015 și 2015-2016, în care temperaturi cu mult mai ridicate decât limita de rezistență la ger a speciilor pomicole au provocat pagube importante unor specii mai sensibile (cais, piersic și unele soiuri de cireș), dar și prunului, specie foarte bine adaptată particularităților climatului din România. Problemele semnalate la nivelul întregii țări sunt prezentate pe larg mai departe, ca fiind accidente climatice cu implicații majore privind tehnologiile pomicole viitoare.

**Tabelul 2.A.8. Indicatorii statistici ai ecuațiilor de regresie liniară care exprimă dinamica mediilor lunare ale temperaturii aerului în perioada 1985-2014 (coeficient de determinație - $R^2$, nivelul de semnificație (probabilitatea erorii) – sig. și tendința medie de variație pe deceniu)**

| | Temperatura maximă (°C) | | | Temperatura minimă (°C) | | | Amplitudinea termică medie zilnică (°C) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $R^2$ (%) | Sig. | Tendința medie pe deceniu (°C) | $R^2$ (%) | Sig. | Tendința medie pe deceniu (°C) | $R^2$ (%) | Sig. | Tendința medie pe deceniu (°C) |
| Ianuarie | 2,4 | 0,417 | 0,40 | 3,6 | 0,314 | 0,51 | 1,1 | 0,582 | -0,11 |
| Februarie | 1,1 | 0,578 | 0,41 | 3,7 | 0,309 | 0,69 | 4,5 | 0,259 | -0,28 |
| Martie | 8,4 | 0,120 | 0,94 | 5,1 | 0,230 | 0,50 | 8,6 | 0,116 | 0,44 |
| Aprilie | 6,3 | 0,181 | 0,52 | 6,0 | 0,192 | 0,35 | 2,4 | 0,418 | 0,17 |
| Mai | 9,3 | 0,101 | 0,62 | 10,1 | 0,087 | 0,38 | 3,6 | 0,318 | 0,23 |
| Iunie | 26,3 | 0,004 | 0,83 | 28,5 | 0,002 | 0,52 | 8,1 | 0,127 | 0,30 |
| Iulie | 17,7 | 0,021 | 0,72 | 20,2 | 0,013 | 0,56 | 2,0 | 0,458 | 0,16 |
| August | 12,4 | 0,056 | 0,67 | 37,3 | 0,000 | 0,61 | 0,2 | 0,833 | 0,06 |
| Septembrie | 2,3 | 0,426 | 0,36 | 12,0 | 0,060 | 0,47 | 0,4 | 0,737 | -0,11 |
| Octombrie | 6,5 | 0,173 | 0,42 | 13,5 | 0,046 | 0,52 | 0,6 | 0,685 | -0,10 |
| Noiembrie | 17,7 | 0,020 | 1,28 | 13,7 | 0,044 | 0,95 | 9,8 | 0,092 | 0,33 |
| Decembrie | 2,6 | 0,399 | 0,38 | 2,4 | 0,416 | 0,38 | 0,0 | 0,996 | 0,00 |

Studiu de caz - Dinamica bilanțului hidric de la Mărăcineni, Argeș, consecință a creșterii temperaturii aerului din lunile de vară. Pentru a putea evidenția consecințele creșterii continue a temperaturii aerului din lunile de vară din ultimii 30 de ani, asupra bilanțului hidric al plantațiilor pomicole, se prezintă un studiu de caz dintr-o regiune foarte favorabilă pentru cultura speciilor pomicole - Mărăcineni, Argeș, acolo unde s-au desfășurat experiențele de pomicultură privind relațiile sol-plantă-atmosferă. Astfel, în Fig. 2.A.7 și 2.A.8 se compară, prin intermediul celor două meteograme, bilanțul hidric - climatic al ultimilor 10 ani (2006-2015) cu cel al unui interval de 10 ani din perioada 1969-1978 (la un interval de timp cuprins între 37 și 47 de ani față de prezent). Intervalul de referință, deceniul 1969-1978, a fost unul în care s-au proiectat și plantat suprafețe mari de plantații pomicole.

Se poate observa că, în condițiile în care temperatura medie anuală a aerului a crescut cu 1,3°C, iar precipitațiile au rămas constante, deficitul pluviometric, calculat ca diferență între evapotranspirația potențială Penman–Monteith și suma precipitațiilor lunare, a crescut accentuat de la 86 mm la 172 mm (practic s-a dublat). Această tendință a fost semnalată anterior de Păltineanu ș.a. (2011, 2012).

De asemenea, s-a extins intervalul din an cu deficit pluviometric de la 2 luni (iulie și august) în deceniul de referință, la 6 luni în ultimul deceniu – din luna aprilie până în octombrie. Această situație amplifică importanța unei măsuri tehnologice neglijată adesea de mulți cultivatori în trecut și anume, irigarea plantațiilor, foarte benefică atât pentru cantitatea și calitatea producției din anul în curs, cât și pentru creșterea rezistenței pomilor la factorii de stres termic din perioada repausului vegetativ (geruri, oscilații de temperatură etc.).

Oscilațiile temporale și spațiale ale valorilor medii lunare ale temperaturilor maxime și minime ale aerului la scara României (29 stații climatologice și 30 de ani de studiu)

Fig. 2.A.9 prezintă histogramele temperaturilor extreme, valori medii lunare ale celor 29 de stații din perioada 1985-2014 (870 valori compuse din 29 stații și 30 ani), din lunile de iarnă - decembrie, ianuarie și februarie. Pentru luna decembrie media temperaturilor maxime a fost de 3,47ºC, iar a temperaturilor minime de -3,23ºC. Valorile extreme ale mediilor lunare ale temperaturilor maxime au fost de -5,96ºC minima și 9,83ºC maxima (amplitudine maximă de variație de 15,79ºC), iar ale temperaturilor minime -17,17ºC cea mai redusă valoare și 3,63ºC cea mai ridicată (amplitudine maximă de variație 20,80ºC). Histograma a fost simetrică doar pentru temperaturile maxime, iar testele de normalitate Kolmogorov-Smirnov și Shapiro-Wilk (tabelul 2.A.9) au acceptat ipoteza de normalitate a distribuțiilor statistice pentru maxime.

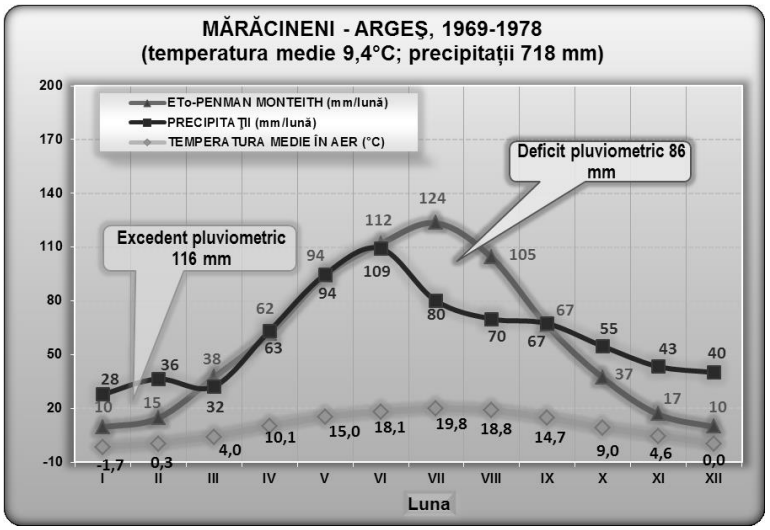



**Fig. 2.A.7. Meteograma deceniului 1969-1978 pentru Mărăcineni, Argeș**

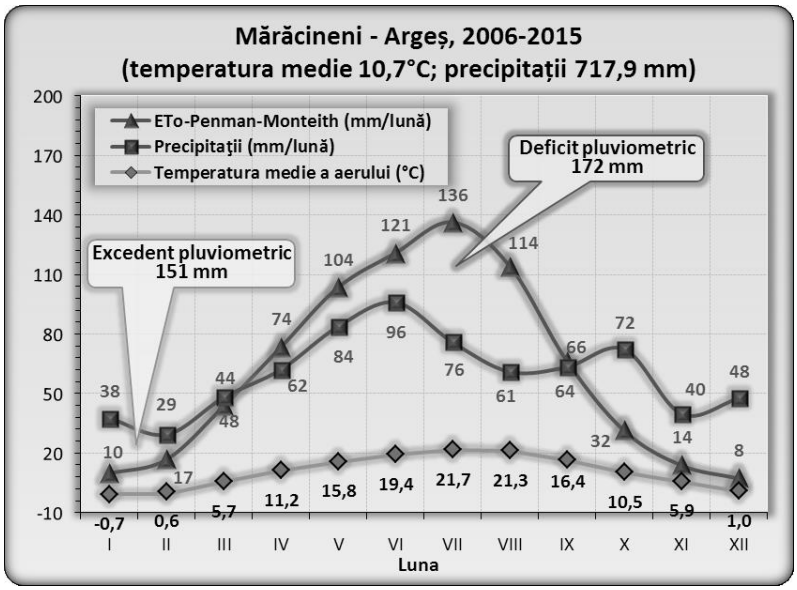



**Fig. 2.A.8. Meteograma deceniului 2006-2015 pentru Mărăcineni, Argeș**

Pentru luna ianuarie (Fig. 2.A.9) media temperaturilor maxime a fost de 2,41ºC, iar a temperaturilor minime de -4,74ºC. Valorile extreme ale temperaturilor maxime au fost de -6,57ºC cea mai redusă și 11,55ºC cea mai ridicată (amplitudine maximă de oscilație fiind de 18,12ºC), iar ale temperaturilor minime -20,25ºC cea mai mică și 3,16ºC cea mai ridicată (amplitudinea cea mai mare dintre toate lunile anului, de 23,41ºC). Nu s-a acceptat ipoteza de normalitate a distribuțiilor statistice ale lunii ianuarie.

În luna februarie (Fig. 2.A.9) media temperaturilor maxime a fost de 4,74ºC, iar a celor minime de -3,85ºC. Maximele au avut valori extreme de -6,14ºC cea mai mică, apropiate de cele ale lunii ianuarie și 14,44ºC cea mai ridicată (amplitudine maximă 20,58ºC, fiind cea mai mare valoare dintre toate lunile anului pentru temperaturile maxime). Tot în luna februarie (Fig. 2.A.9), temperaturile medii lunare ale minimelor pentru cele 29 de localități și ultimii 30 de ani, au oscilat între -18,25ºC cea mai redusă, cu doar două grade peste cea a lunii ianuarie, și 4,01ºC valoarea cea mai ridicată, amplitudinea maximă de oscilație fiind de 22,26ºC, pe locul doi după cea a lunii ianuarie.

În tabelele 2.A.10 și 2.A.11 sunt separate pe grupuri omogene folosind testul comparațiilor multiple Duncan (P≤0,05) și ordonate, valorile medii pentru cele 29 de localități, ale abaterilor standard în intervalul 1984-2015, pentru temperaturile medii ale maximelor și minimelor. Cele mai mari oscilații de la un an la altul ale temperaturilor medii lunare ale maximelor s-au înregistrat în lunile februarie (3,61ºC), martie (3,05ºC), noiembrie (2,83ºC) și ianuarie (2,59ºC). Pentru valorile minime, cele mai mari variații au înregistrat lunile februarie (3,31ºC), ianuarie (2,61ºC), noiembrie și decembrie (2,41ºC și 2,35ºC).

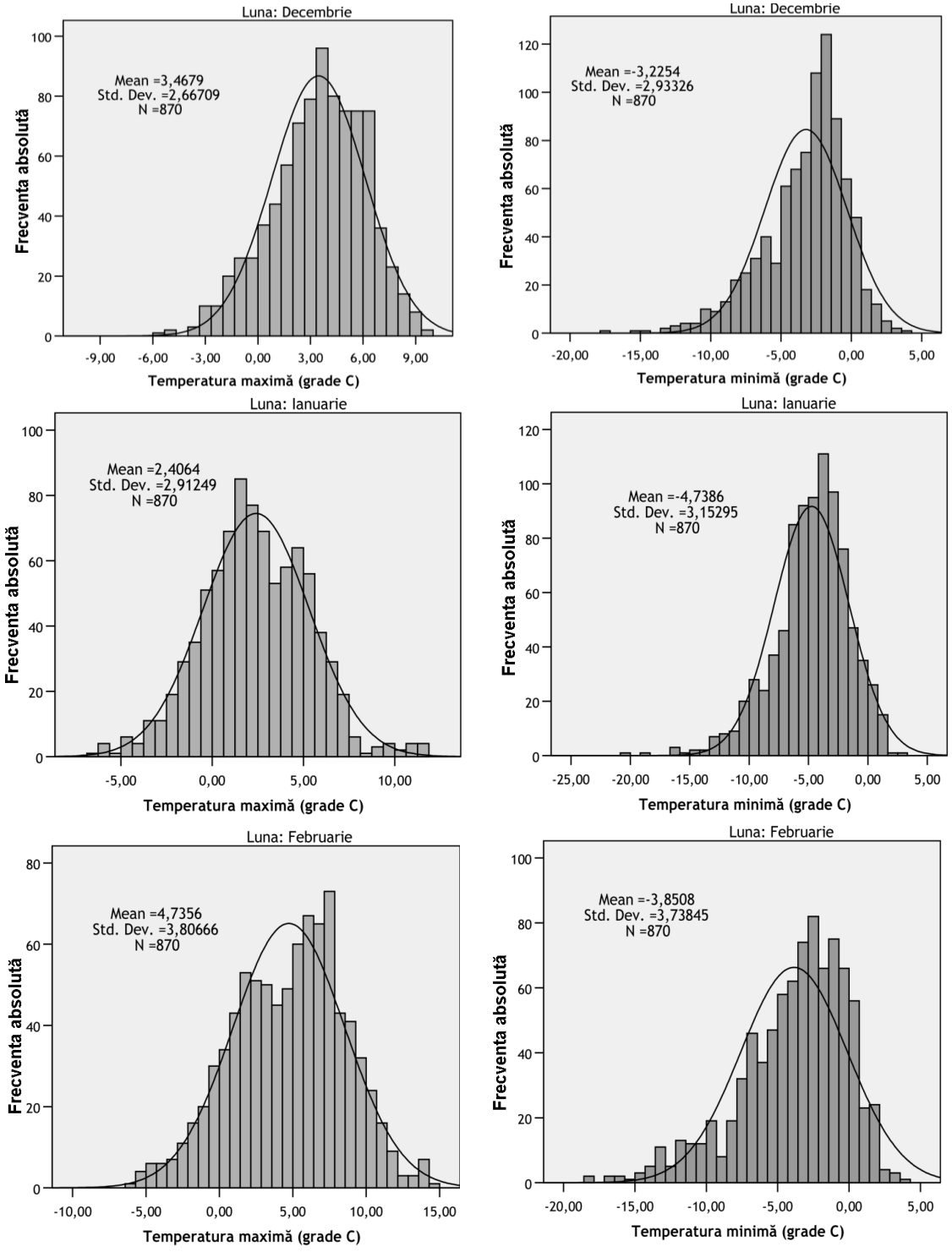



**Fig. 2.A.9. Histogramele temperaturilor extreme medii lunare ale celor 29 de stații în perioada 1985-2014 – lunile decembrie, ianuarie și februarie**

**Tabelul 2.A.9. Testele statistice de evaluare a normalității mediilor lunare ale temperaturilor extreme pentru cele 29 de stații climatologice (1985-2014)**

| Luna | | Kolmogorov-Smirnov(a) | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| Jan | Temperatura maximă (grade C) | 0,024 | 870 | 0,200(*) | 0,995 | 870 | 0,011 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,058 | 870 | 0,000 | 0,969 | 870 | 0,000 |
| Feb | Temperatura maximă (grade C) | 0,051 | 870 | 0,000 | 0,993 | 870 | 0,000 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,084 | 870 | 0,000 | 0,949 | 870 | 0,000 |
| Mar | Temperatura maximă (grade C) | 0,048 | 870 | 0,000 | 0,990 | 870 | 0,000 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,079 | 870 | 0,000 | 0,966 | 870 | 0,000 |
| Apr | Temperatura maximă (grade C) | 0,038 | 870 | 0,004 | 0,990 | 870 | 0,000 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,050 | 870 | 0,000 | 0,975 | 870 | 0,000 |
| May | Temperatura maximă (grade C) | 0,021 | 870 | 0,200(*) | 0,998 | 870 | 0,531 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,045 | 870 | 0,000 | 0,973 | 870 | 0,000 |
| Jun | Temperatura maximă (grade C) | 0,020 | 870 | 0,200(*) | 0,997 | 870 | 0,174 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,053 | 870 | 0,000 | 0,977 | 870 | 0,000 |
| Jul | Temperatura maximă (grade C) | 0,022 | 870 | 0,200(*) | 0,995 | 870 | 0,004 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,042 | 870 | 0,001 | 0,985 | 870 | 0,000 |
| Aug | Temperatura maximă (grade C) | 0,021 | 870 | 0,200(*) | 0,997 | 870 | 0,051 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,052 | 870 | 0,000 | 0,976 | 870 | 0,000 |
| Sep | Temperatura maximă (grade C) | 0,035 | 870 | 0,012 | 0,996 | 870 | 0,035 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,038 | 870 | 0,004 | 0,985 | 870 | 0,000 |
| Oct | Temperatura maximă (grade C) | 0,029 | 870 | 0,073 | 0,997 | 870 | 0,121 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,058 | 870 | 0,000 | 0,984 | 870 | 0,000 |
| Nov | Temperatura maximă (grade C) | 0,027 | 870 | 0,143 | 0,995 | 870 | 0,005 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,049 | 870 | 0,000 | 0,986 | 870 | 0,000 |
| Dec | Temperatura maximă (grade C) | 0,039 | 870 | 0,004 | 0,987 | 870 | 0,000 |
| | Temperatura minimă (grade C) | 0,097 | 870 | 0,000 | 0,951 | 870 | 0,000 |

*(*) Aceasta este limita inferioară a semnificației reale; (a) Corecția de semnificație Lilliefors.*

Cele mai omogene medii ale maximelor și minimelor temperaturii aerului în cei 30 de ani analizați s-au înregistrat în lunile de vară, tendința fiind de creștere constantă, cu foarte mici oscilații de la un an la altul. Acest fenomen de creștere constantă și bine asigurată statistic a temperaturilor de vară ale aerului în perioada 1985-2014, și implicit și a deficitului pluviometric, în condițiile în care precipitațiile rămân constante, au permis încadrarea fenomenului în categoria stresului termic, hidric și radiativ periodic. Această situație contrastează cu oscilațiile mari de la un an la altul ale temperaturii aerului din perioada de iarnă, fenomenele nefavorabile generate în această perioadă putând fi încadrate în categoria accidentelor climatice.

Aceste amplitudini mari de variație în timp a temperaturilor maxime și minime din lunile de iarnă, împreună cu luna noiembrie, creează condiții foarte nefavorabile pentru parcurgerea perioadei de repaus a majorității speciilor de pomi și arbuști fructiferi, prin decălirea pomilor și predispunerea acestora la efectul nefavorabil al gerurilor de revenire. Pagubele produse prin degerarea mugurilor de rod și chiar a pomilor în întregime din ultimii 10 ani (vezi iernile anilor 2010, 2012, 2014 și 2015), au avut o amploare deosebită, mai ales în sudul și estul României, îndeosebi la speciile termofile cais și piersic, dar și la cireș, mai ales la soiurile sensibile importate în ultima perioadă (Skeena, Ferrovia, Kordia, Regina etc.). Analizând variația spațială a abaterii standard a temperaturilor minime ale aerului din luna ianuarie (Fig. 2.A.10), se remarcă faptul că aceasta are cele mai mari valori în partea de est a Transilvaniei, în nordul și centrul Moldovei și chiar în sudul extrem al Munteniei.

În Fig. 2.A.11 s-a prezentat variația spațială a abaterii standard a mediilor lunare ale temperaturilor minime ale lunii februarie în intervalul 1985-2014 (ºC), luna cu cele mai mari oscilații de la un an la altul al temperaturilor extreme ale aerului. Se remarcă distribuția neuniformă pe teritoriul României a acestui indicator climatologic. Astfel, cele mai mari oscilații de la un an la altul ale temperaturilor minime ale aerului s-au înregistrat, ca și în luna ianuarie, în nordul și centrul Moldovei, sudul și estul Munteniei, exceptând sudul Dobrogei, dar și în estul și chiar vestul Transilvaniei.

Revenind la histogramele lunilor de primăvară (Fig. 2.A.12), care exprimă atât tendința medie (prin media), cât și împrăștierea valorilor anuale în jurul mediei, se constată că în luna martie mediile maximelor, dar și ale minimelor, au crescut foarte mult față de februarie, la 10,47ºC și respectiv 0,26ºC.

**Tabelul 2.A.10. Abaterea standard a mediilor lunare ale temperaturilor maxime pentru cele 29 de staţii climatologice, în intervalul 1985-2014 (ºC)**

| Luna | N | Testul comparațiilor multiple DUNCAN (Subset for alpha = 0,05) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Iunie | 29 | 1,5521 | | | | | | | |
| Octombrie | 29 | 1,6407 | | | | | | | |
| Iulie | 29 | 1,6776 | | | | | | | |
| August | 29 | | 1,8307 | | | | | | |
| Mai | 29 | | 1,9000 | 1,9000 | | | | | |
| Aprilie | 29 | | | 1,9638 | | | | | |
| Septembrie | 29 | | | | 2,2566 | | | | |
| Decembrie | 29 | | | | 2,2766 | | | | |
| Ianuarie | 29 | | | | | 2,5945 | | | |
| Noiembrie | 29 | | | | | | 2,8248 | | |
| Martie | 29 | | | | | | | 3,0493 | |
| Februarie | 29 | | | | | | | | 3,6069 |
| Sig. | | 0,063 | 0,278 | 0,318 | 0,754 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

*Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 29,000.*

**Tabelul 2.A.11. Abaterea standard a mediilor lunare ale temperaturilor minime pentru cele 29 de staţii climatologice, în intervalul 1985-2014 (ºC)**

| Luna | N | Testul comparațiilor multiple DUNCAN (Subset for alpha = 0,05) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Iunie | 29 | 1,0159 | | | | | | |
| August | 29 | 1,0848 | | | | | | |
| Iulie | 29 | | 1,2266 | | | | | |
| Mai | 29 | | 1,2317 | | | | | |
| Septembrie | 29 | | 1,3555 | 1,3555 | | | | |
| Aprilie | 29 | | | 1,3834 | | | | |
| Octombrie | 29 | | | 1,4276 | | | | |
| Martie | 29 | | | | 2,0686 | | | |
| Decembrie | 29 | | | | | 2,3510 | | |
| Noiembrie | 29 | | | | | 2,4083 | | |
| Ianuarie | 29 | | | | | | 2,6148 | |
| Februarie | 29 | | | | | | | 3,3066 |
| Sig. | | 0,280 | 0,056 | 0,290 | 1,000 | ,370 | 1,000 | 1,000 |

*Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 29,000.*

Amplitudinea maximă de oscilație a valorilor pe localități și ani în această lună, a fost de 18,69ºC pentru temperaturile maxime (-0,25 până la 18,44ºC) și 18,85ºC pentru minime (-12,81 până la 6,04ºC). Nu s-a acceptat normalitatea distribuției pentru nici una dintre cele două histograme ale lunii martie.

În luna aprilie mediile maximelor și ale minimelor au crescut foarte mult față de martie, la valori de 17,01ºC, respectiv 5,47ºC. Amplitudinea maximă de oscilație a valorilor pe localități și ani în această lună a fost de 14,05ºC pentru temperaturile maxime (8,43 până la 22,48ºC) și 12,84ºC pentru minime (-1,93 până la 1,91ºC). Nu s-a acceptat normalitatea distribuției pentru nici una dintre cele două histograme ale lunii aprilie. În luna mai mediile maximelor au crescut cu 5,5ºC față de luna anterioară, iar mediile minimelor s-au dublat față de aprilie, ajungând la 22,55ºC, respectiv la 10,21ºC. Amplitudinea maximă de oscilație a valorilor pe localități și ani în această lună a fost de 14,31ºC pentru temperaturile maxime (14,88 până la 29,19ºC) și de 14,20ºC pentru minime (1,62 până la 15,82ºC). S-a acceptat normalitatea distribuției doar pentru histograma maximelor lunii mai.

Trecând la histogramele lunilor de vară (Fig.2.A.13), în iunie mediile maximelor au crescut cu 3,33ºC față de luna anterioară (25,88ºC), iar mediile minimelor au ajuns la 13,71ºC. Amplitudinea maximă de oscilație a valorilor pe localități și ani în această lună a fost de 12,20ºC pentru temperaturile maxime (19,20 până la 31,40ºC), respectiv de 12,66ºC pentru temperaturile minime (6,24 până la 18,90ºC). Ca și în luna mai, s-a acceptat normalitatea distribuției numai pentru histograma maximelor lunii iunie.

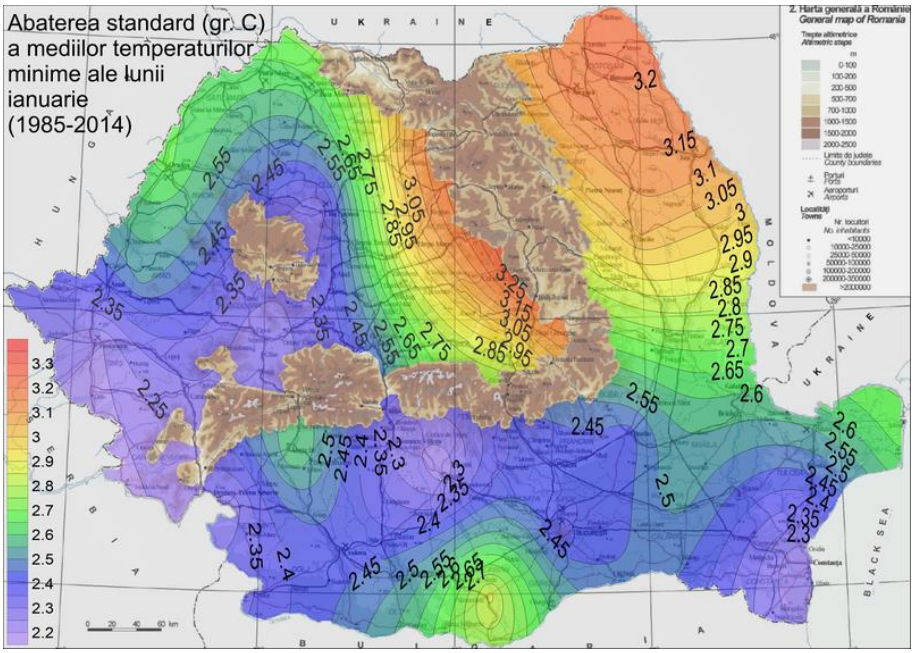



**Fig. 2.A.10. Variația spațială a abaterii standard a mediilor lunare ale temperaturilor minime ale lunii ianuarie în intervalul 1985-2014 (ºC)**

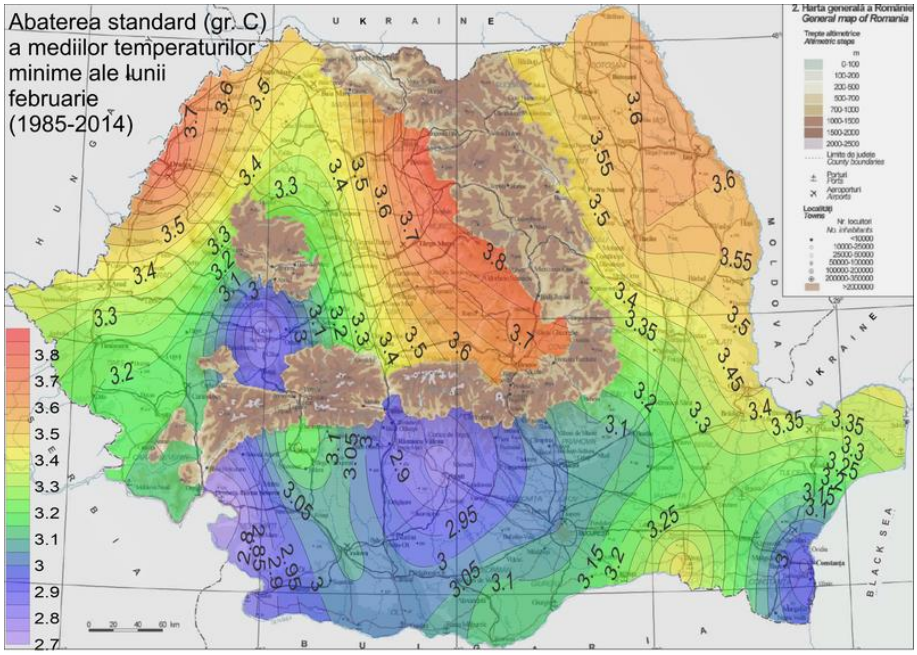



**Fig. 2.A.11. Variația spațială a abaterii standard a mediilor lunare ale temperaturilor minime ale lunii februarie în intervalul 1985-2014 (ºC)**

În cea mai călduroasă lună a anului, luna iulie, mediile maximelor au crescut cu numai 2,5ºC față de luna anterioară (28,40ºC), iar mediile minimelor au ajuns la 15,54ºC. Amplitudinea maximă de oscilație a

valorilor pe localități și ani în această lună a fost de 13,41ºC pentru temperaturile maxime (22,29 până la 35,70ºC) și de 15,14ºC pentru temperaturile minime (7,15 până la 22,29ºC). Ca și în cele două luni anterioare, s-a acceptat normalitatea distribuției numai pentru histograma maximelor lunii iulie.

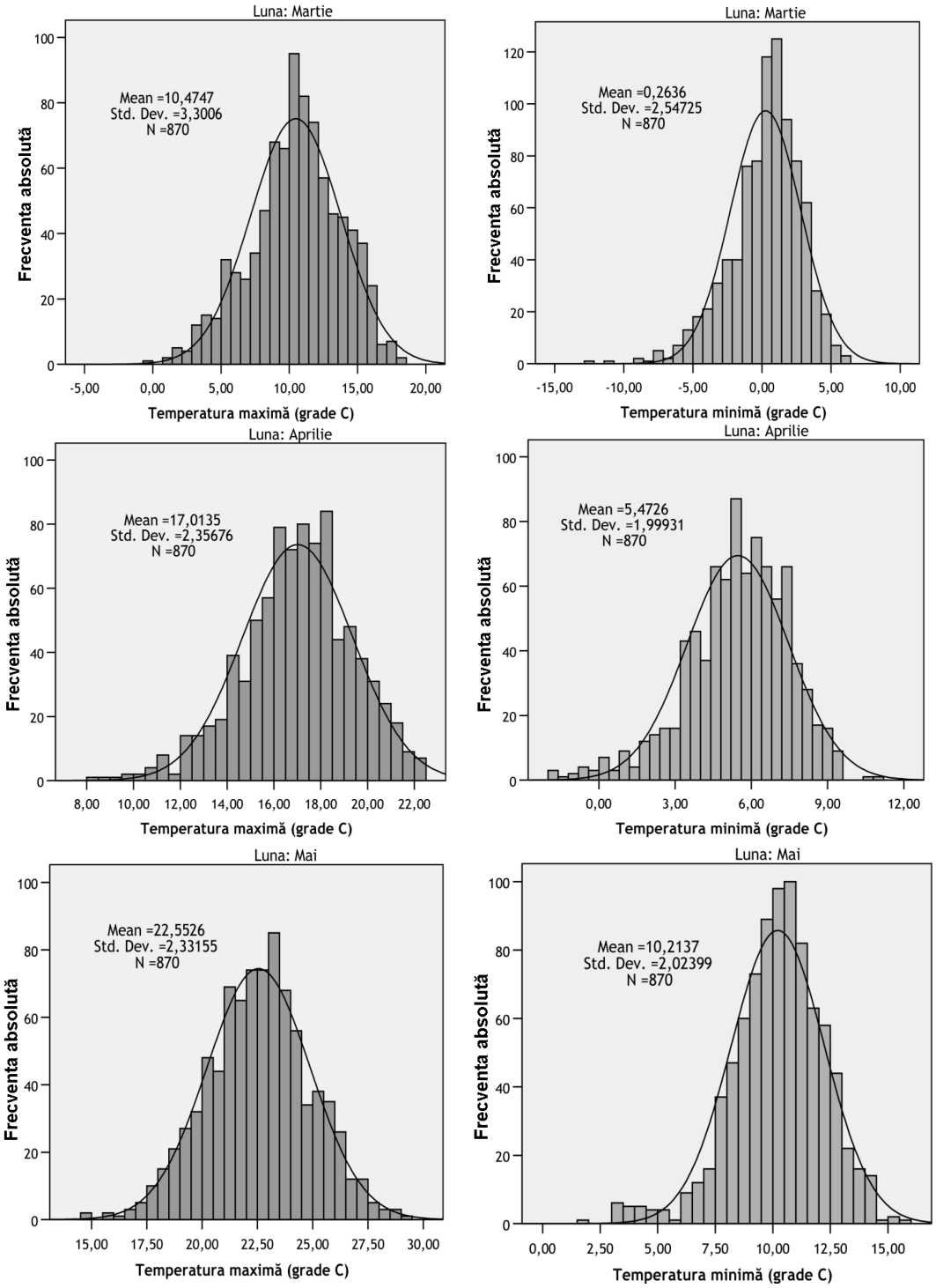



**Fig. 2.A.12. Histogramele temperaturilor extreme medii lunare ale celor 29 de stații în perioada 1985-2014 – lunile martie, aprilie și mai**

În ultima lună de vară, luna august, mediile maximelor scad cu doar 0,13ºC față de luna anterioară (28,27ºC), iar mediile minimelor scad cu 0,43ºC, fiind de 15,11ºC. Amplitudinea maximă de oscilație a valorilor pe localități și ani în această lună a fost de 13,73ºC pentru temperaturile maxime (21,47 până la 35,20ºC) și de 15,97ºC pentru temperaturile minime (6,79 până la 22,76ºC). Ca și în cele trei luni anterioare, s-a acceptat normalitatea distribuției doar pentru histograma maximelor lunii august.

În final, trecând la Fig. 2.A.14 cu histogramele lunilor de toamnă, în luna septembrie mediile maximelor au scăzut rapid, cu 5,45ºC față de luna anterioară (22,82ºC), iar mediile minimelor au scăzut cu 4,37ºC, ajungând la 10,74ºC. Amplitudinea maximă de oscilație a valorilor pe localități și ani în această lună a fost mai ridicată față de luna anterioară, de 16,39ºC pentru temperaturile maxime (14,29 până la 30,68ºC) și de 17,45ºC pentru temperaturile minime (1,33 până la 18,78ºC). Nu s-a acceptat normalitatea distribuției pentru nici una dintre histogramele lunii august.

În luna octombrie mediile maximelor au scad de asemenea, rapid, cu 6,09ºC față de luna anterioară (16,73ºC), iar mediile minimelor au scăzut cu 4,84ºC, ajungând la 5,90ºC. Amplitudinea maximă de oscilație a valorilor pe localități și ani în această lună a fost mai scăzută față de luna anterioară, de 11,54ºC pentru temperaturile maxime (10,45 până la 21,99ºC) și de 16,48ºC pentru temperaturile minime (-3,41 până la 13,07ºC). S-a acceptat normalitatea distribuției pentru histograma temperaturilor maxime (tabelul 2.A.9). În luna noiembrie mediile maximelor au scăzut de asemenea, brusc, cu 7,19ºC față de luna anterioară (9,54ºC), iar mediile minimelor au scăzut cu 4,57ºC, ajungând la 1,33ºC. Amplitudinea maximă de oscilație a fost de 18,04ºC pentru temperaturile maxime (-0,3 până la 18,01ºC) și de 22,48ºC pentru temperaturile minime (-11,9 până la 10,58ºC). Nu s-a acceptat normalitatea distribuției pentru nici una din histogramele lunii.

Dinamica tendințelor de variație ale valorilor medii lunare ale temperaturilor aerului pentru România și distribuția lor spațială

Analiza variațiilor de temperatură a fost făcută la nivelul lunii calendaristice, prelucrând un eșantion de date format din 10.440 valori lunare ale fiecărui indicator termic climatologic (12 luni x 30 ani de studiu și valori medii pentru cele 29 de stații meteorologice). Revenind la tabelul 2.A.4, acesta evidențiază perioada din an în care temperaturile maxime și cele minime au crescut sau scăzut, relevând lunile care prezintă tendințe de variație a temperaturilor semnificative din punct de vedere statistic. În același timp se ignoră lunile în care temperaturile extreme ale aerului nu au asigurare statistică și care, în unele cazuri, nu au manifestat în ultimii 30 de ani variații importante. Trebuie menționat totuși, că asigurarea statistică a tendințelor de oscilație a temperaturilor lunare oferă doar garanția că oscilațiile valorilor anuale sunt foarte reduse față de dreapta de regresie care reprezintă tendința medie multianuală. Cu alte cuvinte, prin asigurarea statistică se obține dovada că fenomenul manifestat s-a repetat cu mare regularitate în fiecare an.

Totuși, în afară de tendințele asigurate din punct de vedere statistic și prezentate în tabelul 2.A.12, se mai observă că temperaturile maxime ale lunii martie care au crescut în ultimii 30 de ani într-un ritm de 0,94ºC pe deceniu, ritm mai ridicat decât cel asigurat statistic al lunilor de vară, acesta din urmă oscilând doar între 0,67ºC și 0,83ºC. De asemenea, se mai poate remarca tendința de creștere în 10 ani a temperaturilor minime ale aerului din luna februarie, de 0,69ºC, ritm mai ridicat decât cel bine asigurat statistic al lunilor de vară (0,52ºC – 0,61ºC). În ambele cazuri nu se obține asigurarea statistică la nivelul de confidență de $P \leq 0,05$, deoarece oscilațiile anuale ale temperaturilor extreme ale acestor luni au fost foarte mari în intervalul de analiză (vezi și tabelele 2.A.10 și 2.A.11 cu abaterile standard lunare). Dovada faptului că s-a produs totuși, o creștere însemnată a temperaturilor extreme ale aerului în lunile februarie și martie, o constituie umflarea mai timpurie a mugurilor de rod cu aproximativ două săptămâni în ultimii 45 de ani, la majoritatea speciilor pomicole.

În general, din tabelul 2.A.12 s-a observat că nivelurile de semnificație ale tendințelor liniare ale temperaturilor maxime și minime pe deceniu au fost scăzute în timpul iernii, primăvara și toamna. Acest nivel de semnificație statistică a fost foarte ridicat (între 0,05 și 0,001) pentru lunile de vară - iunie, iulie și august. În această perioadă, gradul de asigurare statistică al tendințelor temperaturilor minime a fost mai mare (probabilitatea erorii (Sig.) mai mică decât 0,013), decât cel al temperaturilor maxime (probabilitatea erorii (Sig.) între 0,004 și 0,056). Tendințele de oscilație pe deceniu al amplitudinilor termice medii diurne nu au fost asigurate statistic pentru nici o lună a anului. În timpul verii, creșterea valorilor temperaturilor minime ale aerului a fost determinată de variabila timp, în procente cuprinse între 20,2% în iulie și 37,3% în luna august, iar a valorilor maxime ale temperaturilor între 12,7% în luna august și 26,3% în luna iunie.

Rata de creștere a temperaturii maxime a aerului pentru luna iunie a fost de 0,83ºC pe deceniu $R^2$ = 0,263**) și mai redusă, de 0,52ºC pe deceniu pentru temperatura minimă ($R^2$ = 0,285**, tabelul 2.A.12).

Fig. 2.A.13 și 2.A.14 prezintă histogramele temperaturilor extreme medii lunare ale celor 29 de stații în perioada 1985-2014 pentru lunile iunie, iulie și august, respectiv septembrie, octombrie și noiembrie.

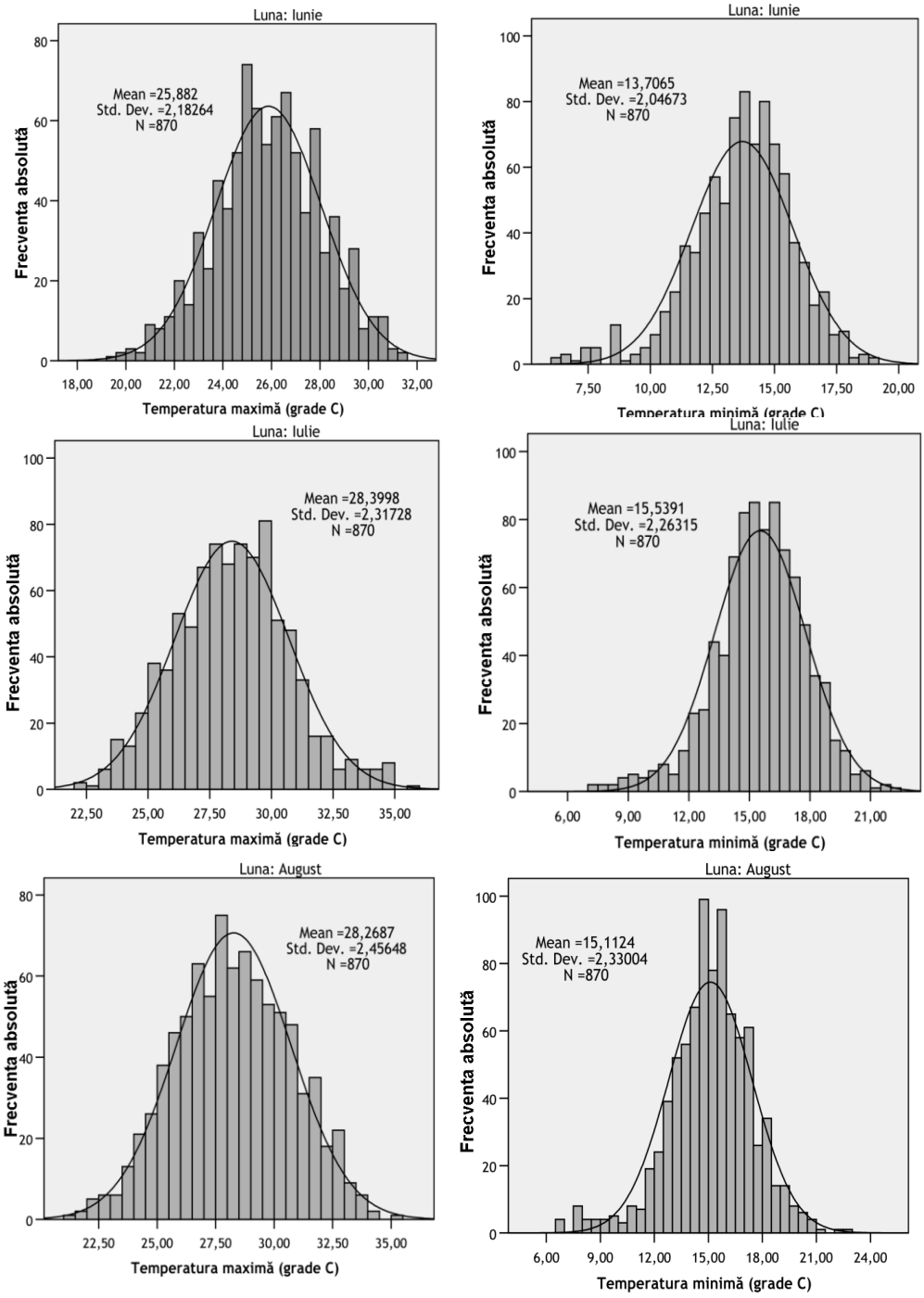



**Fig. 2.A.13. Histogramele temperaturilor extreme medii lunare ale celor 29 de stații în perioada 1985-2014 – lunile iunie, iulie și august**

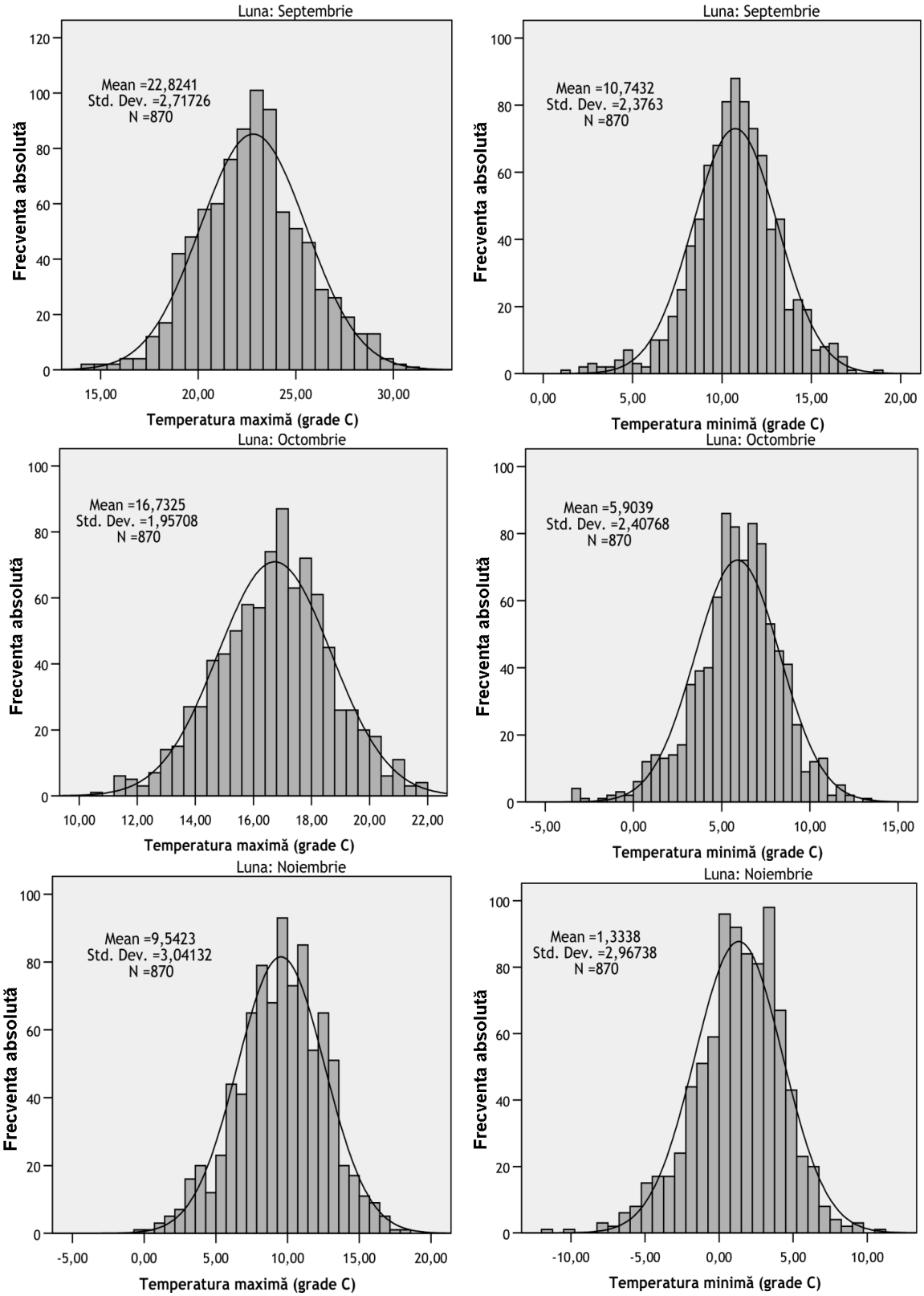



**Fig. 2.A.14. Histogramele temperaturilor extreme medii lunare ale celor 29 de stații în perioada 1985-2014 – lunile septembrie, octombrie și noiembrie**

Pentru a verifica dacă această tendință certă de creștere a temperaturilor maxime ale aerului din luna iunie s-a produs în mod uniform pe întregul teritoriu al României, a fost alcătuită cartograma cuprinsă în Fig. 2.A.15, care este o reprezentare bidimensională realizată prin interpolare geostatistică metoda „kriging", folosind programul specializat Surfer 9.0 (Golden Software Inc.). Izoliniile delimitează zonele cu tendințe liniare medii pe deceniu de intensitate egală, pentru temperatura maximă a aerului.

**Tabelul 2.A.12. Indicatorii statistici ai ecuațiilor de regresie liniară care exprimă dinamica mediilor lunare ale temperaturii aerului în perioada 1985-2014 (coeficient de determinare - $R^2$, nivelul de semnificație (probabilitatea erorii) – sig. și tendința medie de variație pe deceniu exprimată în ºC)**

| | Temperatura maximă (°C) | | | Temperatura minimă (°C) | | | Amplitudinea termică medie zilnică (°C) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $R^2$ (%) | Sig. | Tendința medie pe deceniu (°C) | $R^2$ (%) | Sig. | Tendința medie pe deceniu (°C) | $R^2$ (%) | Sig. | Tendința medie pe deceniu (°C) |
| Ianuarie | 2,4 | 0,417 | 0,40 | 3,6 | 0,314 | 0,51 | 1,1 | 0,582 | -0,11 |
| Februarie | 1,1 | 0,578 | 0,41 | 3,7 | 0,309 | 0,69 | 4,5 | 0,259 | -0,28 |
| Martie | 8,4 | 0,120 | 0,94 | 5,1 | 0,230 | 0,50 | 8,6 | 0,116 | 0,44 |
| Aprilie | 6,3 | 0,181 | 0,52 | 6,0 | 0,192 | 0,35 | 2,4 | 0,418 | 0,17 |
| Mai | 9,3 | 0,101 | 0,62 | 10,1 | 0,087 | 0,38 | 3,6 | 0,318 | 0,23 |
| Iunie | 26,3 | 0,004 | 0,83 | 28,5 | 0,002 | 0,52 | 8,1 | 0,127 | 0,30 |
| Iulie | 17,7 | 0,021 | 0,72 | 20,2 | 0,013 | 0,56 | 2,0 | 0,458 | 0,16 |
| August | 12,4 | 0,056 | 0,67 | 37,3 | 0,000 | 0,61 | 0,2 | 0,833 | 0,06 |
| Septembrie | 2,3 | 0,426 | 0,36 | 12,0 | 0,060 | 0,47 | 0,4 | 0,737 | -0,11 |
| Octombrie | 6,5 | 0,173 | 0,42 | 13,5 | 0,046 | 0,52 | 0,6 | 0,685 | -0,10 |
| Noiembrie | 17,7 | 0,020 | 1,28 | 13,7 | 0,044 | 0,95 | 9,8 | 0,092 | 0,33 |
| Decembrie | 2,6 | 0,399 | 0,38 | 2,4 | 0,416 | 0,38 | 0,0 | 0,996 | 0,00 |

Se poate observa din Fig. 2.A.15, că ritmul de creștere al temperaturilor maxime ale aerului în luna iunie a fost complet neuniform pe teritoriul României. Astfel, în vestul și nord-vestul țării, precum și în centrul Moldovei creșterea a depășit 1ºC pe deceniu.

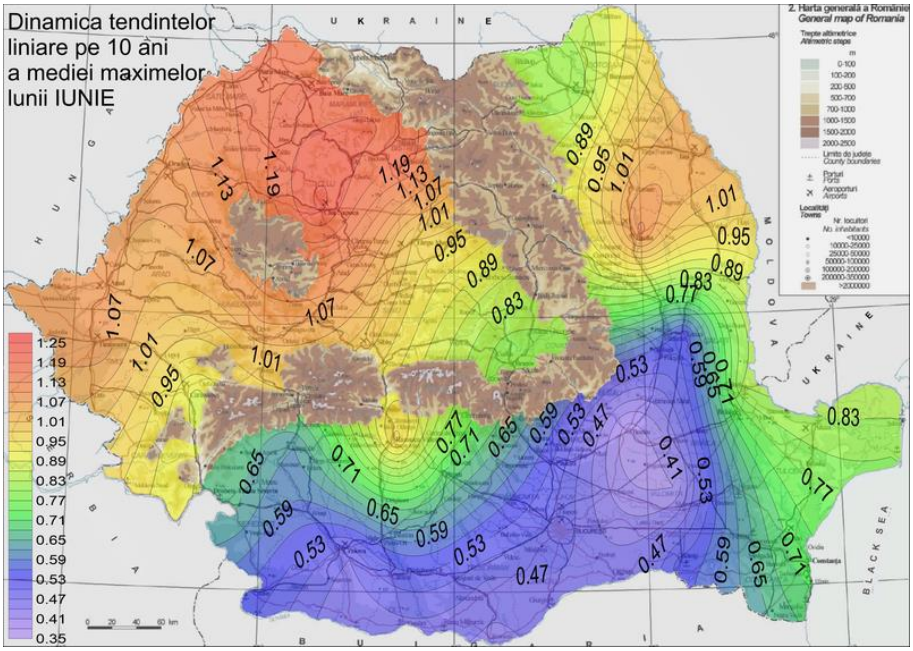



**Fig. 2.A.15. Distribuția spațială a tendințelor medii pe deceniu ale temperaturilor maxime ale lunii iunie, în România (ºC, 1985-2014)**

Pentru luna iulie tendința de creștere pe deceniu a fost mai mică decât în luna precedentă, 0,72°C pe deceniu pentru temperatura medie a maximelor, dar mai mare, de 0,56°C pe deceniu pentru temperatura medie a minimelor, ambele fiind mai slab asigurate din punct de vedere statistic, existând oscilații mai mari de la un an la altul. În ceea ce privește distribuția spațială pe teritoriul țării a tendințelor de creștere ale temperaturilor maxime (Fig. 2.A.16), din nou se manifestă o neuniformitate accentuată: ritmul de creștere a fost cel mai intens în Moldova Centrală (peste 1ºC), dar și în nordul Transilvaniei, dealurile Subcarpatice și regiunea deluroasă a Munteniei și nordul Dobrogei. Cel mai redus ritm de creștere a temperaturilor maxime ale lunii iulie (sub 0,6ºC) s-a manifestat în sudul extrem și sud-vestul țării.

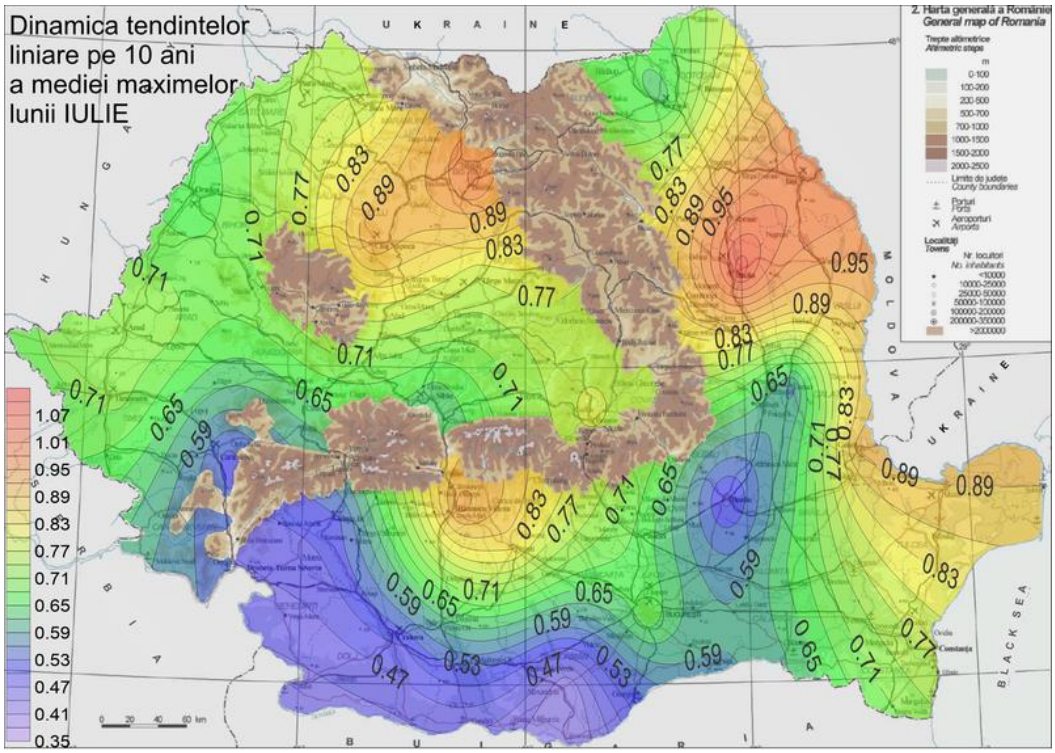



**Fig. 2.A.16. Distribuția spațială a tendințelor medii pe deceniu ale temperaturilor maxime ale lunii iulie, în România (ºC, 1985-2014)**

Pentru luna august tendința de creștere a fost cea mai mică dintre toate lunile de vară: pentru mediile temperaturilor maxime de 0,67ºC pe deceniu și mai slab asigurată statistic ($P \leq 0,056$). Totuși, pentru mediile temperaturilor minime tendința de creștere a fost cea mai accentuată dintre toate lunile de vară, cu 0,61ºC pe deceniu și cel mai bine asigurată din punct de vedere statistic, cu cele mai mici oscilații de la un an la altul ($R^2 = 0,373$***). Ca și în cele două luni de vară anterioare, distribuția pe teritoriul României a tendințelor de creștere a fost neuniformă (Fig. 2.A.17). Ritmul de creștere cel mai alert s-a cantonat tot în estul țării și în zona de nord-vest, fiind mai redus în zona de sud și sud-vest.

Cu toate acestea, cea mai mare rată de creștere, atât pentru temperatura maximă și cât și pentru cea minimă, a fost înregistrată în ultimii 30 de ani în luna noiembrie (Fig. 2.A.18), tendința fiind asigurată statistic ($R^2 = 0,177$**, și 1,28ºC pe deceniu pentru mediile temperaturilor maxime și $R^2 = 0,137$* și 0,95ºC pe deceniu pentru mediile temperaturilor minime ale aerului).

În ceea ce privește distribuția spațială pe teritoriul țării, a tendințelor de creștere ale temperaturilor maxime (Fig. 2.A.18), din nou se manifestă o neuniformitate accentuată: ritmul de creștere a fost cel mai intens în nord-vestul și vestul Transilvaniei (peste 1,5ºC pe deceniu) și de peste 1,3ºC în restul Transilvaniei și în nordul Moldovei. Cel mai redus ritm de creștere a temperaturilor maxime ale lunii noiembrie (sub 1,1ºC) s-a manifestat în sud-vestul țării, în zona Carpaților de Curbură și în Dobrogea. Această tendință de încălzire a lunii noiembrie ar putea crea probleme în viitor privind pregătirea speciilor pomicole pentru repausul profund, așa cum s-a menționat într-o secțiune anterioară. Perioadele calde,

prelungite apărute după realizarea necesarului de ore de frig, ar putea decăli pomii, care ar putea fi surprinși de revenirea gerurilor la un interval scurt de timp.

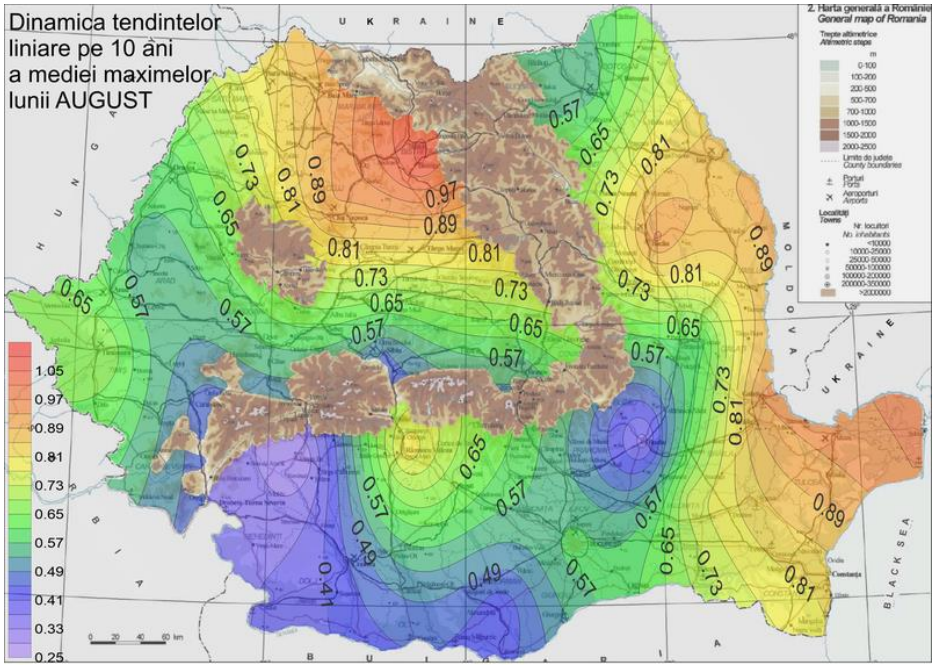



**Fig. 2.A.17. Distribuția spațială a tendințelor medii pe deceniu ale temperaturilor maxime ale lunii august, în România (ºC, 1985-2014)**

De altfel, această situație s-a întâlnit în cursul ultimelor ierni (2014-2015 și 2015-2016), în care temperaturi cu mult mai ridicate decât limita de rezistență la ger a speciilor pomicole, au provocat pagube importante unor specii mai sensibile (cais, piersic și unele soiuri de cireș), dar și prunului, specie foarte bine adaptată particularităților climatului din România.

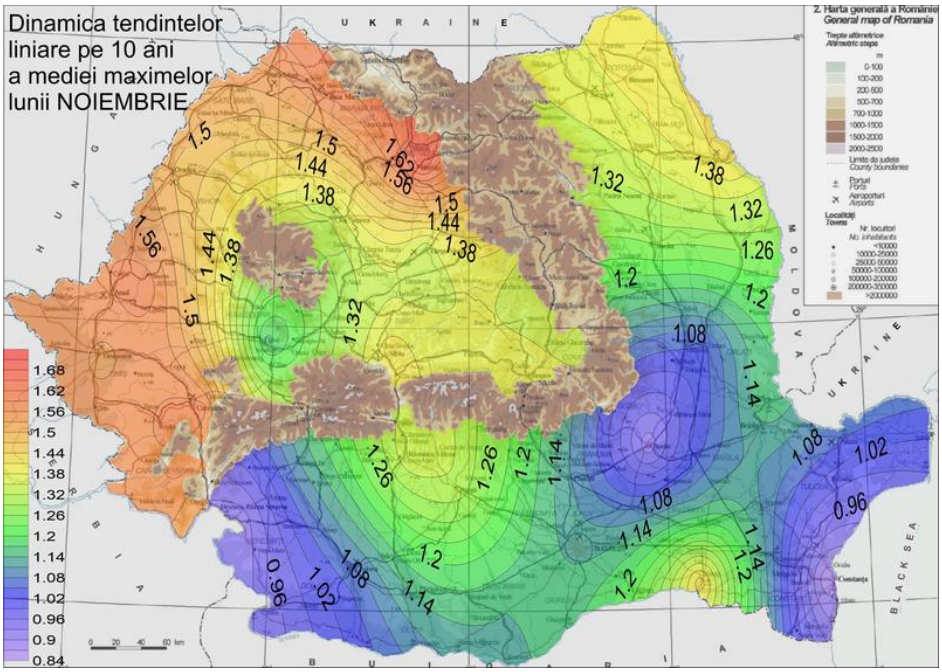



**Fig. 2.A.18. Distribuția spațială a tendințelor medii pe deceniu ale temperaturilor maxime ale lunii noiembrie, în România (ºC, 1985-2014)**

Comparație dintre dinamica temperaturilor minime absolute anuale în ultimii 30 de ani (1986-2015) și intervalul de referință pentru lucrarea de zonare a pomiculturii în România (1961-2015)

Alertați fiind de un număr mare de cultivatori privind efectele negative ale gerurilor frecvente de după anul 2010, asupra viabilității unor plantații (îndeosebi de cais și piersic), mai ales din zona de sud și est a României și de pierderile din ce în ce mai frecvente de muguri de rod la unele specii (cais, piersic, cireș și prun) în perioada de repaus a pomilor, s-a încercat în această secțiune evidențierea unei eventuale tendințe de scădere a temperaturilor minime absolute.

În ultima lucrare de zonare a pomiculturii (Coman și Chițu, 2014), ca reper pentru acordarea notei 0 de favorabilitate (excluderea culturii din arealul respectiv prin slaba rezistență la geruri), s-a stabilit valoarea temperaturii minime cu probabilitatea de realizare de 25% (valoare care apare o dată la 4 ani). Dacă limita de rezistență a speciei, a fost mai mică sau egală cu această temperatură din zona respectivă de cultură, s-a acordat nota 0 și arealul respectiv a fost considerat nefavorabil pentru specia analizată. În continuare s-au acordat notele 1, 2, 3 și 4 de favorabilitate adăugând la pragul speciei câte un grad Celsius. Totuși, intervalul pentru care s-a estimat gradul de favorabilitate al speciilor pomicole la temperaturile scăzute din timpul iernii a fost de 50 de ani (1961-2010), iar pentru calculul probabilității de 0,25 a fost considerată atât valoarea medie, cât și abaterea standard din eșantionul de 10 ani (după ce testele statistice prezentate mai sus au acceptat ipoteza normalității distribuției datelor în jurul mediei aritmetice). În acest fel nu s-au luat în calcul efectele schimbărilor climatice din ultimii ani, iar perioada de analiză, deși lungă, nu s-a referit și la intervalul de după anul 2010, în care frecvența gerurilor sub limita de rezistență a unor specii pomicole a fost mai ridicată și au apărut frecvent oscilații mari de temperatură pe parcursul iernilor. De aceea a fost alcătuită și o cartogramă cu aceleași temperaturi minime absolute anuale care apar cu probabilitatea de 0,25, atât pentru durata de 55 de ani (Fig. 2.A.19), dar și pentru ultimii 30 de ani (Fig. 2.A.20), unde se observă că, dacă în vestul și centrul țării iernile devin din ce în ce mai blânde (cu peste 1,5°C), în estul și mai ales în sudul României în ultimii 30 de ani s-au înregistrat temperaturi mai coborâte cu 0,1 până la 0,8°C, mai ales în zona din sud – vest a țării. Tocmai acolo s-au semnalat cele mai mari pagube în plantațiile de cais și piersic, care au dus la pieirea pomilor.

Fig. 21 arată distribuția spațială a diferențelor dintre temperaturile minime anuale care s-au înregistrat cu probabilitatea de 0,25 în ultimii 30 de ani față de ultimii 55 de ani.

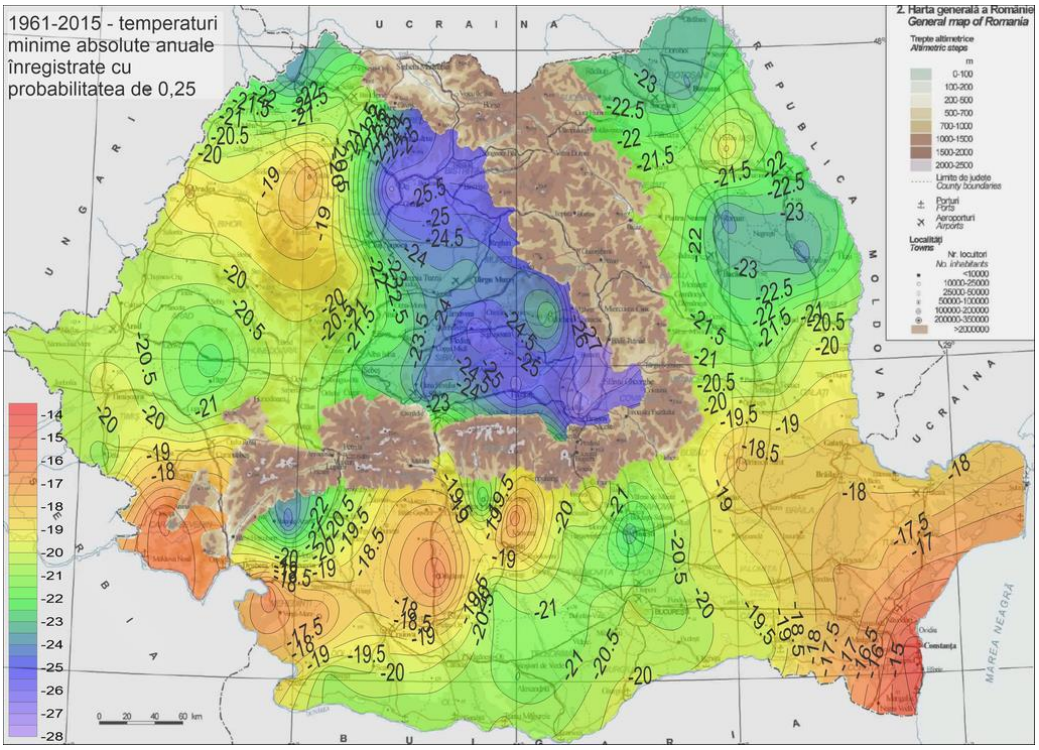



**Fig. 2.A.19. Distribuția spațială a temperaturilor (°C) minime absolute anuale care s-au înregistrat cu probabilitatea de 0,25 în intervalul 1961-2015 (ultimii 55 de ani)**

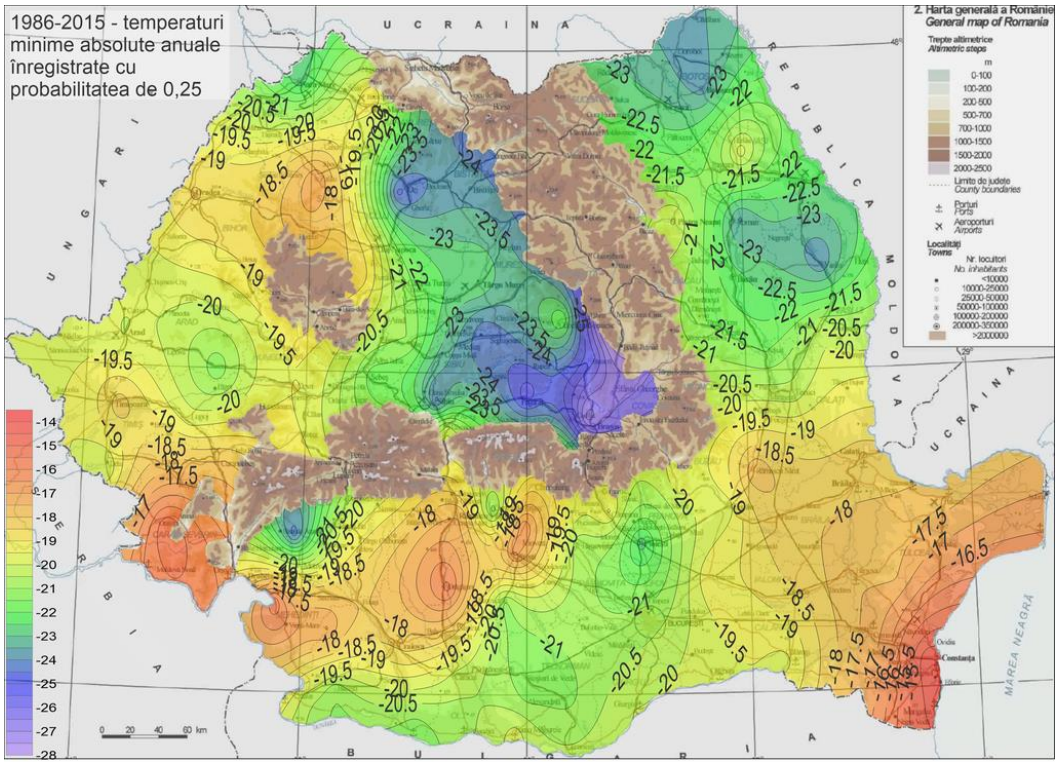



**Fig. 2.A.20. Distribuția spațială a temperaturilor (°C) minime absolute anuale care s-au înregistrat cu probabilitatea de 0,25 în intervalul 1986-2015 (ultimii 30 de ani)**

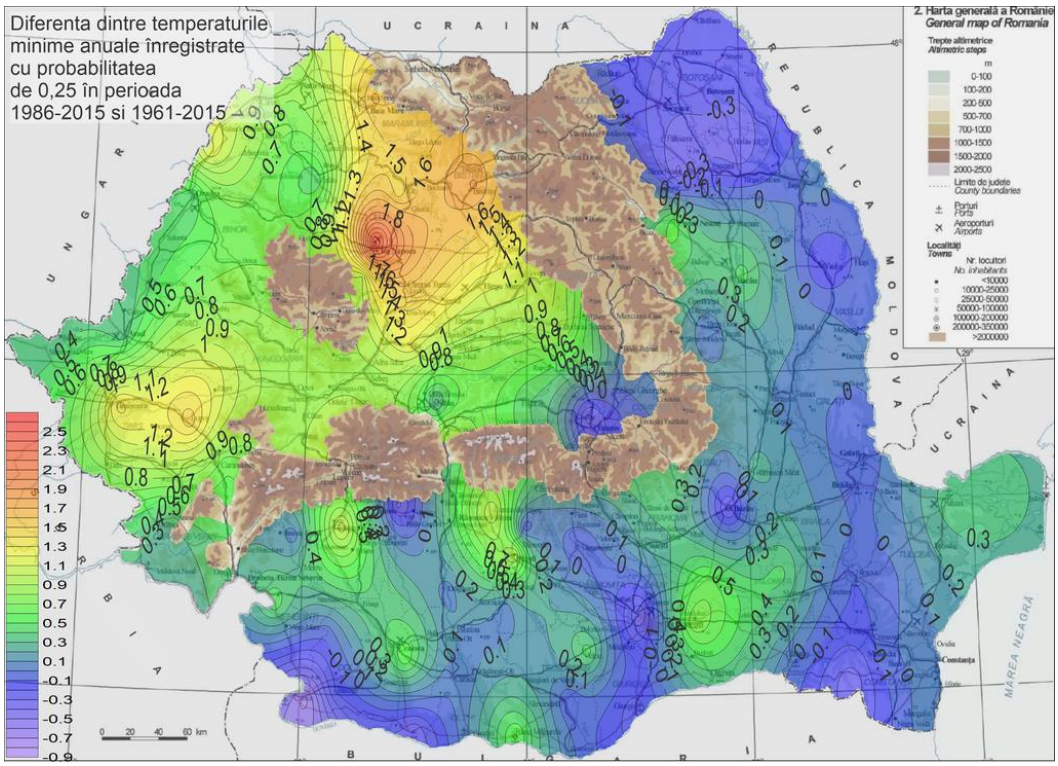



**Fig. 2.A.21. Distribuția spațială a diferențelor dintre temperaturile minime anuale care s-au înregistrat cu probabilitatea de 0,25 în ultimii 30 de ani față de ultimii 55 de ani**

Dinamica fenologică din ultimii 47 de ani la pornirea în vegetație a pomilor la ICDP Pitești, Mărăcineni – tendințe reprezentative pentru zona colinară din sudul României

Răspunsul plantelor la schimbările majore de climă este reflectat cu acuratețe de alterarea modelelor fenologice cunoscute și atestate de studiile clasice. Parametrii care marchează etapele fenologice de la apariția mugurilor până la căderea frunzelor și încheierea ciclului vegetativ, asociați cu datele fiziologice corespunzătoare generează date autentice pentru studiul efectului schimbărilor climaterice. În plus, acești parametri pot fi ușor raportați la datele meteorologice disponibile. Din această cauză, fenologia a căpătat o importanță deosebită, ca instrument de cercetare a impactului schimbărilor de climă asupra pomilor.

Studiile privind dinamica fenologică multianuală s-au efectuat având la dispoziție o bază de date colectată din plantațiile pe rod ale Institutului de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești (ICDP) Mărăcineni și din ferme, la speciile măr, prun, cireș, vișin, cais și piersic, începând cu 1969.

Dacă se analizează dinamica fenologică în ultimii 47 de ani la măr (Fig. 2.A.22), la ICDP Pitești, Mărăcineni, se constată că începutul umflării mugurilor micști și începutul dezmuguririi se declanșează cu aproximativ 12 zile mai devreme, prima fenofază, și cu 13 zile mai devreme pentru cea de-a doua, tendința fiind din ce în ce mai bine asigurată statistic în ambele cazuri ($R^2$ = 0,1456* pentru umflarea mugurilor și $R^2$ = 0,1758** pentru dezmugurire). Celelalte două fenofaze (începutul și sfârșitul înfloririi), deși au o tendință de declanșare mai timpurie, oscilațiile de la un an la altul sunt atât de mari încât dinamica multianuală nu are asigurare statistică la nivelul de probabilitate al erorii de 0,05. De asemenea, abaterea standard medie pe deceniu a datelor declanșării celor patru fenofaze este foarte variabilă.

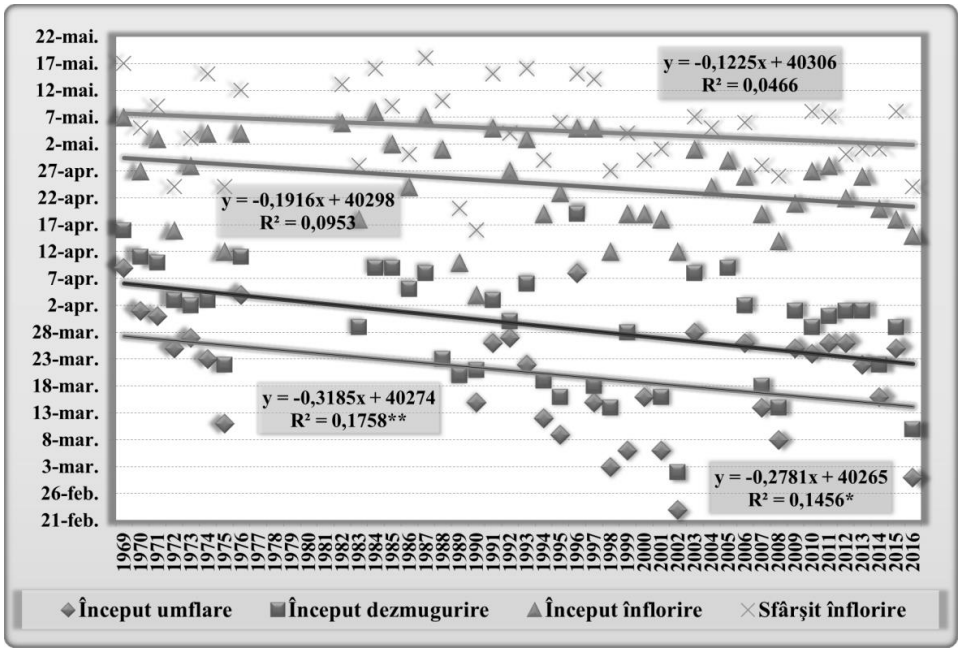



**Fig. 2.A.22. Dinamica fenologică multianuală a organelor generative și tendințele liniare de evoluție a fiecărei fenofaze la soiul de măr Golden Delicious (Mărăcineni, 1969-2016)**

Deoarece abaterea standard a datelor de declanșare a fenofazelor este un indicator de bază în stabilirea probabilității de apariție a dăunărilor cauzate de înghețurile târzii, la toate speciile pomicole, prin simulare – fenoclimatică, se poate afirma că o simulare precisă, pentru o anumită zonă de cultură, se poate face numai folosind date fenologice culese (sau estimate cu modele) pe perioade de minimum 30 de ani. Cu toate acestea, ciclul de cultură scurt, de 15-20 ani al actualelor plantații moderne (superintensive), solicită avertizarea producătorilor și asupra oscilațiilor pe termen scurt (10-15 ani) ale fenofazelor organelor de rod de la pornirea în vegetație a pomilor, acestea fiind intens corelate cu probabilitatea de limitare a recoltelor (a numărului de fructe), prin acțiunea înghețurilor târzii de primăvară, la toate speciile pomicole. Riscurile diminuării recoltelor datorită acestor accidente climatice sunt cu atât mai mari, cu cât ciclul de cultură este mai scurt (vezi plantațiile moderne de măr, cu densități

de peste 3.000 de pomi la hectar, care au un ciclu de producție limitat la 12-15 ani, dar și unele specii de arbuști fructiferi).

Din Fig. 2.A.23 se poate observa că soiul Tuleu gras manifestă cea mai accentuată tendință de pornire mai timpurie în vegetație (umflarea mugurilor), cu un ritm mediu de 3,3 zile pe deceniu (față de 2,8 cât era anul trecut), având și un grad de asigurare foarte ridicat (P≤0,01). Și pentru începutul dezmuguririi există aceeași tendință de declanșare mai timpurie a fenofazei, cu 1,9 zile pe deceniu, asigurarea statistică fiind semnificativă (P≤0,05).

De asemenea, s-a manifestat și o tendință de începere mai devreme a înfloririi cu 2,1 zile pe deceniu, dar gradul de împrăștiere a valorilor anuale a fost ridicat, iar tendința a fost considerată nesigură din punct de vedere statistic. Ultima fenofază, sfârșitul înfloririi, nu a manifestat nici o tendință de modificare a datei declanșării.

Asemănător mărului, abaterea standard medie pe deceniu a datelor declanșării celor patru fenofaze la prun a fost foarte variabilă. Astfel, dacă în deceniul 2002-2011 luat ca reper, abaterile standard ale declanșării umflării mugurilor micști, dezmuguririi, înfloririi și sfârșitului înfloririi erau de 10,0; 8,0; 7,7 și respectiv 6,2, în ultimul deceniu (2005-2014) acestea și-au redus semnificativ valorile la 6,0; 4,7; 5,2 și respectiv 5,5 (Fig. 2.A.23).

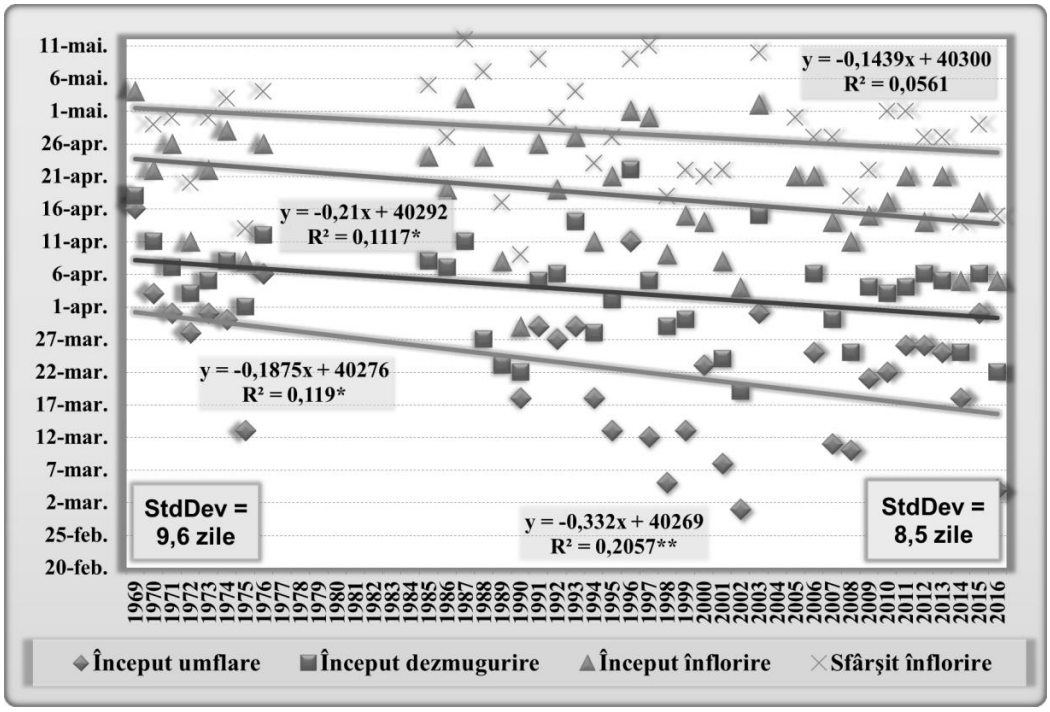



**Fig. 2.A.23. Dinamica fenologică multianuală a organelor generative și tendințele liniare de evoluție a fiecărei fenofaze la soiul de prun Tuleu gras (Mărăcineni, 1969-2016)**

**Concluzii**

În ceea ce privește mediile anuale ale temperaturilor pentru România s-a constatat că, în cazul minimelor corelația liniară cu factorul timp este mai puternică ($R^2$ = 0,4456***), comparativ cu maximele ($R^2$ = 0,3621***), dar foarte semnificativă în ambele cazuri. Astfel, 44,6% din oscilația valorilor minimelor termice din intervalul 1985-2014 s-a datorat variabilei timp, respectiv 36,2% pentru maxime. În schimb, rata de creștere a temperaturilor maxime a fost mai mare - 0,63°C într-un deceniu, comparativ cu 0,54°C pe deceniu pentru minime. Comparând rata de creștere pe deceniu, dar exprimată prin probabilități, s-a putut observa că minimele au avut aproape aceeași rată (21,6% pe deceniu) cu temperaturile maxime ale aerului (21,0% pe deceniu). În toate cazurile amplitudinea termică medie zilnică a rămas neschimbată în intervalul 1985-2014.

Având în vedere mediile stațiilor climatologice, s-a constatat că maximele au crescut semnificativ în toate zonele țării, cu excepția stației Buzău (doar 0,28°C pe deceniu) și Alexandria (doar 0,30°C pe deceniu). Cea mai mare rată de creștere a valorilor maxime ale temperaturilor a fost înregistrată la

Bistrița, fiind de 1,04°C pe deceniu și la Cluj și Baia Mare, cu 0,83°C pe deceniu. În ceea ce privește temperaturile minime, la majoritatea stațiilor creșterea este evidentă și foarte bine asigurată statistic. Cea mai mare rată în creștere, de peste 0,8°C pe deceniu, a fost înregistrată in la stațiile Târgu Jiu, Galați și Bistrița. Există, de asemenea, două stații în care valorile minime au stagnat: București - Băneasa și Sfântu Gheorghe Deltă. În aceste stații, amplitudinile termice medii diurne au crescut semnificativ în ultimii 30 de ani, dar o tendință de creștere poate fi menționată și pentru Târgu Mureș, Baia Mare și Bacău. În celelalte stații amplitudinile termice medii zilnice au rămas aproape neschimbate pe intervalul analizat.

În general, nivelurile de semnificație ale tendințelor liniare pe deceniu de variație a valorilor maxime și minime de temperatură au fost scăzute în timpul iernii, primăvara și toamna. Acest nivel de semnificație a fost, însă, foarte ridicat (între 0,05 și 0,001) pentru lunile iunie, iulie și august. În acest interval, gradul de asigurare statistică al tendințelor temperaturilor minime a fost mai mare decât al maximelor. Tendințele de variație ale amplitudinilor medii zilnice nu au fost asigurate statistic pentru nici o lună a anului. În timpul verii, creșterea temperaturilor minime a fost determinată de variabila timp în procente cuprinse între 20,2% în iulie și 37,3% în luna august și a maximelor între 17,7% în luna august, iar 26,3% în luna iunie.

Cu toate acestea, cea mai mare rată de creștere, atât temperatura maximă și pentru cea minimă, a fost înregistrată în ultimii 30 de ani în luna noiembrie, tendința fiind asigurată statistic ($R^2$ = 0,177**, și 1,28°C pe deceniu pentru temperaturile maxime și $R^2$ = 0,137* și 0,95°C pe deceniu pentru cele minime.

Această tendință de încălzire a lunii noiembrie ar putea crea probleme în viitor privind pregătirea speciilor pomicole pentru repausul profund. Astfel dacă va crește numărul de ore în intervalul 0 - 7°C (cu efect maxim privind necesarul de frig al pomilor) din această lună, pomii intrați, de obicei, de la 1 noiembrie în perioada repausului profund, ar putea acumula rapid numărul minim de ore de frig pentru parcurgerea repausului profund (perioadă în care pomii nu pornesc în vegetație chiar dacă temperaturile aerului depășesc pragul minim necesar pentru declanșarea umflării mugurilor) și ar deveni foarte vulnerabili la gerurile, sau la oscilațiile bruște de temperatură din timpul iernii. De altfel, această situație s-a întâlnit în cursul ultimelor două ierni (2014-2015 și 2015-2016), în care temperaturi cu mult mai ridicate decât limita de rezistență la ger a speciilor pomicole au provocat pagube importante unor specii mai sensibile, dar și prunului, specie foarte bine adaptată particularităților climatului din România.

De asemenea, s-a comparat dinamica temperaturilor minime absolute anuale în ultimii 30 de ani (1986-2015) cu un interval de referință pentru lucrarea de zonare a pomiculturii în România (1961-2015), pentru a putea explica pagubele frecvente din ultimii ani provocate de geruri la cais și piersic (specii care, deși nu fac obiectul prezentei lucrări, sunt foarte importante pentru pomicultura românească) în multe zone din sudul țării.

În vestul și centrul țării iernile au devenit din ce în ce mai blânde (cu peste 1,5°C), iar în estul și mai ales în sudul României în ultimii 30 de ani s-au înregistrat temperaturi mai coborâte cu 0,1 până la 0,8°C, mai ales în zona nisipurilor din sud - vestul țării.

În condițiile în care temperatura medie anuală a aerului a crescut la nivelul țării, iar precipitațiile au rămas constante, deficitul pluviometric calculat ca diferență între evapotranspirația potențială Penman–Monteith și suma precipitațiilor lunare, a crescut în ultimul deceniu. De asemenea, s-a extins intervalul din an cu deficit pluviometric de la 2 luni (iulie și august) în deceniul de referință, la 6 luni în ultimul deceniu – din luna aprilie până în octombrie. Această situație amplifică importanța unei măsuri tehnologice neglijată de mulți cultivatori în trecut și anume, irigarea plantațiilor, foarte benefică atât pentru cantitatea și calitatea producției din anul în curs, cât și pentru creșterea rezistenței pomilor la factorii de stres termic din perioada repausului vegetativ (geruri, oscilații de temperatură etc.)

La măr, începutul umflării mugurilor micști și începutul dezmuguririi se declanșează cu aproximativ 12 zile mai devreme prima fenofază și cu 13 zile mai devreme cea de-a doua, tendința fiind din ce în ce mai bine asigurată statistic în ambele cazuri. Celelalte două fenofaze (începutul și sfârșitul înfloririi) deși au o tendință de declanșare mai timpurie, nu prezintă asigurare statistică.

La soiul de prun Tuleu gras se manifestă cea mai accentuată tendință de pornire mai timpurie în vegetație (umflarea mugurilor), cu un ritm mediu de 3,3 zile pe deceniu (față de 2,8 cât era anul trecut) și un grad de asigurare foarte ridicat (P≤0,01). Și pentru începutul dezmuguririi există aceeași tendință de declanșare mai timpurie a fenofazei cu 1,9 zile pe deceniu, asigurarea statistică fiind semnificativă (P≤0,05). De asemenea, s-a manifestat și o tendință de începere mai devreme a înfloririi cu 2,1 zile pe deceniu. Ultima fenofază, sfârșitul înfloririi, nu a manifestat nici o tendință de modificare a datei declanșării.

**Bibliografie**


Barriopedro D., Fischer E. M., Luterbacher J., Trigo R. M., García-Herrera R., 2011 The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe. Science 332(6026):220-224.

Bartholy J., Pongracz R., 2007 Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001. Global and Planetary Change 57:83-95.

Brown S.J., Caesar J., Ferro C. A. T., 2008Global changes in extreme daily temperaturesince 1950. Journal of Geophysical Research – Atmospheres 113D05115, doi:10.1029/2006JD008091.

Caesar J., Alexander L., Vose R., 2006 Large-scale changes in observed daily maximum and minimum temperatures: creation and analysis of a new gridded data set. Journal of Geophysical Research – Atmospheres, 111 D05101, DOI: 10.1029/2005JD006280.

Chițu E., Giosanu D., Mateescu E., 2015. The Variability of Seasonal and Annual Extreme Temperature Trends of the Latest Three Decades in Romania. Agriculture and Agricultural Science Procedia. Volume 6, 2015, doi:10.1016/j.aaspro.2015.08.113, pages 429–437.

Chițu E., Călinescu M., Isac I., Iancu M., Dumitru Sorina Justina, Ignat P., 2016. Zonarea speciilor pomicole în bazinele județului Argeș în funcție de condițiile pedoclimatice. Editura Invel Multimedia, București. ISBN 978-606-764-013-7; Tipografia color Universal Pitești: 140 pp.

Coman M. și Chițu E., 2014. Zonarea speciilor pomicole în funcție de condițiile pedoclimatice și socio-economice ale României. Editura Invel Multimedia, ISBN: 978-973-1886-93-0, 288 p.p.

Founda D., Giannakopoulos C., 2009 The exceptionally hot summer of 2007 in Athens, Greece – a typical summer in the future climate? Global and Planetary Change 67(3-4):227-236.

Kürbis K., Mudelsee M., Tetzlaff G., Brazdil R., 2009 Trends in extremes of temperature, dewpoint, and precipitation from long instrumental series from central Europe. Theoretical and Applied Climatology 98(1-2):187-195.

Păltineanu Cr., Chițu E, Mateescu Emilia. 2011. *Changes in crop evapotranspiration and irrigation water requirements.* Int. Agrophysics, vol. 25, nr. 4: 369-373.

Păltineanu Cr., Chițu E., Mateescu E. 2012. *New trends for reference evapotranspiration and climatic water deficit*. International Agrophysics, 26: 159-165, Doi: 10.2478/v10247-012-0023-9.

Paltineanu Cr., Chitu E., Septar L., Gavat C., Oprita Al.-Vl. 2015. Piersicul si caisul in sistemul sol – planta – atmosfera in Dobrogea (Peach and apricot in the soil-plant-atmosphere system in Dobrogea). Editura Estfalia, Bucuresti, 221 pp.

Sandu I., Mateescu E., Vatamanu V. V., 2010 Changes observed in the agroclimatic conditions of Romania. Climate changes in Romania and the effects on agriculture. SITECH Publishing House, Craiova, 406 pp.

***IPCC, 2012 Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, P. M. Midgley (eds.)]. CambridgeUniversity Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

***IPCC, 2014. The Synthesis Report of the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Edited by The Core Writing Team Synthesis Report IPCC, Rajendra K. Pachauri Chairman IPCC, Leo Meyer Head, Technical Support Unit IPCC, 138 pp. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_LONGERREPORT_Corr2.pdf

**2-B - Solurile din regiunea de experimentare ce aparține Bazinului Argeș-Vedea**

Regiunea studiată în detaliu, localizată în arealul deluros de la Mărăcineni-Pitești, face parte din Bazinul Argeș-Vedea care se întinde în mai multe județe, deținând o suprafață importantă: 12 590 $km^2$ bazinul propriu-zis al Argeșului, 5 360 $km^2$ bazinul râului Vedea și 1 347 $km^2$ bazinul Călmățuiului (Păltineanu ș.a., 1999). În acest bazin altitudinea scade treptat de la nord de pe culmile munților (peste 2500 m) spre sud și sud-est către Lunca Dunării (cca. 15-30 m).

Principalele forme de relief sunt reprezentate prin: 1) formațiuni muntoase (Carpații Meridionali: munții Făgărașului, Iezerului, Leaota, culoarul Bran-Rucăr), 2) formațiuni deluroase (Subcarpații Getici, Piemontul Getic cu platformele Cotmeana, Argeșului, Cândești) și 3) câmpii (Câmpiile Piteștilor, Târgoviștei, Boianului, Găvanu-Burdea, Titului, Burnasului, Moștiștei).

Solurile reprezentative Bazinului Argeș-Vedea sunt foarte variate (Florea ș.a., 1968; Păltineanu ș.a., 1999). Cu excepția zonelor muntoase înalte, în care roca dură apare frecvent la zi iar solurile sunt puțin dezvoltate și ocupate cu ierburi, tufișuri, sau pădure, în regiunile deluroase și de câmpie solurile sunt bine reprezentate la nivel de tip și subtip. În partea nordică a bazinului hidrografic Argeș-Vedea, datorită complexității reliefului solurile sunt reprezentate prin diverse asociații pe suprafețe relativ mici, adesea prezentând eroziune de suprafață sau de adâncime în diferite grade sau, pe alocuri, alunecări. În schimb, în partea centrală, în Piemontul Getic și în Câmpiile Piteștilor, Găvanu-Burdea și Boianului solurile au în general textură fină, argilo-lutoasă sau argiloasă în orizontul B greu permeabil pentru apă și aer, frecvent cu caracter vertic și luvic, cu un conținut în argilă de cca 45-60 % g $g^{-1}$ și cu o porozitate de aerație <10 % $cm^3$ $cm^{-3}$. Este regiunea specifică luvisolurilor, care reprezintă clasa dominantă a învelișului de soluri din partea centrală și nordică a Bazinului Argeș-Vedea (Păltineanu, 1998; Păltineanu ș.a., 1999). Astfel de soluri se întâlnesc, așadar, într-o gamă largă de condiții fizico-geografice cuprinse în cadrul câmpiilor Boianului, Burnasului, Câlnău, Găvanu-Burdea, Mostiștei, Neajlovului, Vlăsiei, Titului, Piemonturilor Cotmeana și Cândești, precum și în dealurile Subcarpatice. Aceste soluri sunt în general puțin propice înființării livezilor, mai ales a celor de măr, datorită în primul rând excesului temporar de apă din perioadele ploiase, favorizat de conținutul ridicat de argilă din orizontul B, prunul fiind însă mai ușor adaptabil.

Ca o concluzie privind solurile din acest bazin, fertilitatea acestora crește de la nord la sud și de la nord-vest la sud-est (Bonitarea solurilor României, Arhiva ICPA București, 1975). În cele ce urmează sunt prezentate solurile (Păltineanu ș.a., 1999) care se pretează înființării livezilor, așa cum sunt și cele pe care s-au realizat cele mai multe dintre experiențele descrise în cartea de față.

În partea estică și sud-estică a Bazinului Argeș-Vedea solurile au o textură medie sau moderat fină (lutoasă sau luto-argiloasă), cu un conținut de argilă de 25-40 % g $g^{-1}$ pe profilul de sol, care este mai puțin diferențiat decât profilul solurilor din arealul central și nordic care beneficiază și de precipitații mai bogate. De asemenea, aceste soluri au adesea caracter mollic și sunt cele mai fertile dintre solurile acestui bazin hidrografic.

Cambisolurile sunt situate pe suprafețe relativ întinse în cadrul interfluviului Argeș-Vedea și au drept caracteristică prezența orizontului diagnostic Bv cambic. La nivel de tip au fost deosebite eutricambosolurile (fostele soluri brune eu-mezobazice) și districambosolurile (fostele soluri brun-acide), separate în special prin valoarea gradului de saturație în baze (V, %) care la primul tip de sol este >53%, iar la cel deal doilea este sub această valoare. Deși ocupă areale importante, aceste soluri acide se găsesc în special în zona nordică a bazinului și nu suscită un interes deosebit pentru subiectul tratat în această lucrare, fiind astfel prezentate mai succint. Eutricambosolurile ocupă suprafețe importante și se găsesc în două situații relativ diferite. O primă categorie sunt eutricambosolurile situate pe luncile și terasele majorității râurilor importante din zonă: Vedea, Teleorman, Câlnișteа, Neajlovul, Argeșul, Dâmbovița și Dunărea. Sunt formate pe depozite fluviatile cu textură foarte diversă și, în general, uniformă pe profil dacă nu apar stratificații. Apa freatică este situată la adâncimi diferite și poate ajunge până la 1 m, influențând profilul de sol prin apariția fenomenului de gleizare.

Eutricambosolurile au profilul de sol de tipul Ao-Bv-C, au o textură mijlociu-grosieră până la fină, dar sunt de regulă lutoase, fără diferențiere texturală pe profil. Structura este grăunțoasă-poliedrică slab-moderat dezvoltată în orizontul Ao, respectiv poliedrică angulară medie-prismatică, moderat-bine dezvoltată pe profil. Proprietățiile fizice sunt relativ favorabile, condiționate de textură și de adâncimea apei freatice. Conținutul în humus este variat, iar rezerva de humus este relativ favorabilă, reacția solului fiind slab acidă-neutră, iar V variază între 55-90%; sunt soluri mediu-bine aprovizionate cu substanțe nutritive.

Favorabilitatea eutricambosolurilor este foarte variată și depinde de zonele geografice în care se găsesc. În cazul solurilor situate pe relieful de luncă și de terasă din arealele de câmpie favorabilitatea lor este de la bună la foarte bună, dar este dependentă de textură, de gradul de gleizare, respectiv de adâncimea apei freatice, dar și de frecvența inundațiilor. În zonele de deal și piemont aceste soluri au o favorabilitate bună pentru pomi. În zonele de dealuri înalte și montane din partea de nord a sectorului aceste terenuri sunt ocupate în general cu pășuni, fânețe, livezi și păduri.

Referitor la solurile din luncile râurilor principale (Argeș, Râul Doamnei ș.a.), așa cum sunt și solurile din câmpurile experimentale ale ICDP Mărăcineni-Pitești, unde s-au desfășurat experiențele descrise în prezenta lucrare, se poate afirma că acestea sunt relativ variate ca tip și textură, o parte dintre acestea fiind afectate de hidromorfie în diferite grade și beneficiind, în consecință, și de aport freatic, care în perioadele ploiase poate dăuna serios culturilor pomicole, ajutându-le în schimb în perioadele secetoase.

Aluviosolurile (fostele soluri aluviale) se găsesc pe suprafețe întinse în cadrul luncilor principalelor râuri din Bazinul Argeș-Vedea, atât în zona de câmpie cât și în zonele de piemont, de deal și munte. În cadrul interfluviului Argeș-Vedea au fost identificate aluviosoluri eutrice, calcarice, pe depozite fluviatile, gleizate pe depozite fluviatile. Aluviosolurile sunt soluri tinere formate în cadrul reliefului de luncă la principalele râuri din zonă, și au fost formate pe depozite aluviale diverse. Textura poate fi omogenă pe profil, dar poate fi și contrastantă în cazul apariției de stratificații. Apa freatică poate fi întâlnită la adâncimi diferite în funcție de condițiile locale de drenaj și poate influența profilul de sol, generând diferite stadii de gleizare (batigleic). Profilul de sol este de tipul Ao-C, iar la nivel de subtip au fost deosebite aluviosoluri eutrice, molice, batigleice etc.

Aluviosolurile au însușiri fizice și chimice foarte diverse, structura putând fi grăunțoasă sau chiar poliedrica subangulară mică-medie slab moderat dezvoltată; Proprietățile fizice, inclusiv permeabilitatea sunt foarte variate, dar în general favorabile, sunt bine aprovizionate cu apă prin franj capilar. Sunt soluri în general fertile, gradul de aprovizionare cu humus și substanțe fertilizante fiind divers, reacția solului este de la slab-moderat acidă la neutră, fiind parțial saturate în baze. Prin poziția pe care o au pe văile râurilor, pentru realizarea unei exploatări profitabile în multe situații trebuie combătut fenomenul de gleizare, prin realizarea de canale pentru coborârea nivelui freatic la adâncimea dorită și prin îndiguire pentru combaterea inundabilității.

Favorabilitatea acestor soluri este foarte variată și este determinată de condițiile locale; astfel, aluviosolurile molice formate pe depozite fluviatile luto-argiloase în condiții normale de tehnologie sunt moderat favorabile pentru măr, dar slab favorabile pentru prun și cireș. In cazul introducerii irigației și realizării tuturor lucrărilor pedo și hidroameliorative favorabilitatea acestor terenuri poate crește foarte mult, devenind de la bună la excepțională. Situații asemănătoare se întâlnesc și în cazul unor aluviosoluri coluvice molice și chiar al unor aluviosoluri entice negleice (fostele aluviuni). Aceste soluri, dar și cambisolurile prezentate anterior, reprezintă soluri recomandabile pentru înființarea de plantații pomicole în general, de măr și prun în special.

Repartiția spațială a unora dintre principalele proprietăți ale solurilor este redată în capitolul despre zonarea culturii prunului și mărului la nivelul întregii Românii.

## Bibliografie


Florea N., Munteanu I., Rapaport C., Chițu C., OPRIS M. 1968. Geografia Solurilor Romaniei. Editura Științifică. Bucuresti.

Păltineanu Cr., 1998. *Mișcarea apei și soluțiilor în soluri vertice, cu aplicație în irigații, drenaje, prevenirea și combaterea poluării mediului* (Water and solute movement in swell-shrink soils with application in irrigation, drainage, preventing and controlling environmental polution). Editura Agris-Redacția revistelor agricole, București, 178 p.

Păltineanu Cr., Chițu E., Seceleanu I., Tănăsescu N., Apostol G., Pufu M., Păltineanu Rodica, 1999. *Evapotranspirația de referință, consumul și necesarul apei de irigație ale principalelor culturi agricole în solurile bazinului hidrografic Argeș-Vedea*, Edit. Paralela 45, Pitești, 114 p.

## Capitolul 3. Zonarea pedoclimatică a prunului și mărului în România

### 1. Introducere

Realizarea unei producții mari de fructe de calitate superioară și la prețuri de cost cât mai scăzute rămâne un obiectiv de mare actualitate, ținând cont de creșterea demografică pe plan mondial și de necesitatea de a spori ponderea consumului de fructe în dieta zilnică. Subcapitolul de față își propune să contribuie la realizarea acestui obiectiv, care trebuie să se bazeze, în perspectivă, pe intensificarea folosirii resurselor naturale, mai ales climatice și pedologice aflate într-un proces accentuat de schimbare, în condițiile protejării mediului și practicării unor tehnologii durabile. Aceste tehnologii, care depind în principal de resursele naturale, sunt și cele mai vulnerabile la schimbările climatice. Cunoașterea efectelor singulare sau cumulative ale riscurilor climatice și pedologice și identificarea celor mai vulnerabile areale agricole sunt criterii de bază în elaborarea și fundamentarea agroclimatică a unui sistem decizional de management durabil.

Se pornește astfel, de la premisa că procesele de creștere și dezvoltare a speciilor pomicole sunt influențate determinant de condițiile nefavorabile de mediu (legea minimului) și mai puțin de particularitățile genotipului, astfel încât productivitatea reală este cu mult sub cea potențială. Pagubele uriașe, înregistrate după afectarea prin accidente climatice a organelor florale, sunt generate atât de absența rodului, cât și de nevalorificarea resurselor naturale și a celor alocate antropic în anul respectiv.

În cadrul unui grup de lucru interdisciplinar, alcătuit din eco-fiziologi, amelioratori, tehnologi, meteorologi, fizicieni, pedologi etc., s-a pornit de la investigarea datelor existente privind procesele de creștere și rodire ale speciilor pomicole monitorizate în unități de cercetare din pomicultură, dar și de la informațiile agrometeorologice și pedologice gestionate în cadrul rețelelor naționale de specialitate, iar în urma prelucrării cu ajutorul unor modele matematice regresionale, s-a realizat evaluarea potențialului agroclimatic și pedologic al României.

În plus, s-au testat și validat unele modele internaționale specifice zonelor temperate care să răspundă aceluiași obiectiv. S-a valorificat astfel, efortul financiar de lungă durată din sectorul de cercetare, prin implicarea potențialul uman și material în dezvoltarea de aplicații bazate pe modele matematice de zonare la scara întregii țări. Se asigură în acest fel, folosirea cât mai eficientă a resurselor naturale (termice, hidrice, pedologice etc.), stocarea biomasei în agroecosisteme în paralel cu reducerea aporturilor antropice, protecția, conservarea și în unele cazuri, reabilitarea mediului. Totodată, se vor realiza și condiții de nutriție mai echilibrate, pe baza aplicării principiilor pomiculturii organice și integrate.

Lucrarea reprezintă o primă abordare pe plan național a zonării speciilor de pomi și arbuști fructiferi, având la bază modele matematice riguroase, care valorifică informația conținută în bazele de date climatice (1961-2010 și 112 localități) și pedologice (Sistemul informatic geografic al resurselor de sol “SIGSTAR-200”, bazele de date punctuale PROFISOL și MONITORING, foile topografice 1:25 000 și rețeaua hidrologică) multianuale și stabilește distribuția spațială a gradului de favorabilitate prin interpolare geo-statistică. Se pun bazele astfel, unei noi metodologii de zonare bazată pe modele, cu aplicabilitate în toate sectoarele producției agricole vegetale, foarte utilă în studierea și estimarea impactului schimbărilor climatice.

### 2. Istoricul zonării culturii pomilor în România

Relația între bagajul genetic al speciilor pomicole, practicile agricole și condițiile locale de mediu reprezintă baza cantitativă și calitativă a producției. De aceea, analiza complexă a potențialului agroclimatic prin inter-relaționarea rezultatelor cu biotopul pomicol permite repartizarea speciilor și soiurilor cultivate în zone cu potențial diferențiat, modalitățile de identificare a zonelor cu gradul cel mai mare de risc la producerea fenomenelor meteorologice extreme asigurând posibilitatea diminuării efectelor pe termen scurt, mediu și lung.

Speciile pomicole, ca organisme vegetale perene compuse din soi și portaltoi, deci două genotipuri în interacțiune, sunt puternic influențate de mediul în care trăiesc perioade lungi, timp în care se succed cicluri anuale, fiecare dintre ele implicând parcurgerea unor fiziologic complicate procese de creștere și etape de dezvoltare. Din aceste considerente, influența mediului este din ce în ce mai intensă odată cu creșterea vârstei pomilor, spre deosebire de plantele anuale, sau a celor cu cicluri scurte de viață, la care implicarea factorilor de vegetație, chiar în condițiile unei variații accentuate a acestora, determină modificări reduse în aspectul morfologic și în particularitățile fiziologice specifice creșterii și dezvoltării.

Aceste cercetări, privind impactul mediului asupra comportării plantelor, sunt de mare actualitate, deoarece s-a prevăzut schimbarea climatului globului și a concentrației bioxidului de carbon din

atmosferă, dar există foarte puține informații (Smith et al., 1996), și în multe cazuri nici una, despre modul în care plantele vor răspunde în viitor.

Așa cum afirmă Kozlowski ș.a. (1991), reacția plantei la stimulii climatici este foarte complexă, variind după factorii implicați, care pot exercita efecte de diferite intensități în cursul anului. În sistemul natural climat - plantă - sol, este în general dificil să se separe efectul particular al componentelor asupra creșterii și dezvoltării plantei. Totuși, efectul câtorva factori ai mediului asupra creșterii a fost bine cercetat: bioxidul de carbon și elementele minerale pentru aprovizionarea cu materiale de construcție, lumina ca sursă de energie și factor care influențează morfogeneza, aprovizionarea cu apă pentru extragerea mineralelor și menținerea turgescenței, ca și oxigenul și temperaturile favorabile pentru numeroase procese. Aceeași autori precizează, că indicatorii folosiți pentru cuantificarea efectelor factorilor meteorologici asupra proceselor fiziologice ale pomilor sunt de cea mai mare importanță pentru evidențierea timpurie a acestora. Astfel, se apreciază că durata perioadei de creștere a lăstarilor, dar și lungimea acestora în diferiți ani, sunt indicatori foarte sensibili ai deficitului de apă din plantă. Producția s-a corelat pozitiv cu precipitațiile însumate și cu durata de strălucire a soarelui, dar negativ cu suma temperaturilor medii mai mari decât 7°C.

Foarte important pentru răspunsul pomilor în constelația factorilor și condițiilor de mediu, cât și a celor tehnologici, este caracterul climatului. Într-un climat apropiat de cel al țării noastre, continental, cu variații însemnate de la un an la altul, Papp (1997) găsește, în experiențe pe termen lung cu îngrășăminte chimice, că condițiile meteorologice ale sezonului de vegetație au un efect mai puternic asupra calității fructelor la măr, decât, spre exemplu, aplicarea azotului.

Zonarea pomilor, adică amplasarea în teritoriu a speciilor, soiurilor în funcție de pretențiile acestora față de factorii climatici și pedologici, a devenit o prioritate în cadrul sistemului de „agricultură durabilă". Acțiunea se încadrează în obiectivele generale privind evaluarea, utilizarea, protecția și ameliorarea resurselor naturale (sol, apă, climă) în scopul creșterii cantitative și calitative a producției agricole. Obiectivul de bază al lucrărilor de zonare și microzonare este utilizarea la maximum, prin intermediul plantei de cultură, a resurselor naturale zonale, pentru a obține productivitate și profitabilitate, în același timp cu minimizarea efectelor negative asupra mediului. Aceste efecte negative resimțite de mediul înconjurător provin, în principal, din consumul ridicat de energie convențională specifică tehnologiilor intensive, care încearcă să compenseze decalajul mare existent între cerințele plantei de cultură și oferta redusă privind factorii și condițiile de vegetație.

În ultimii ani zonarea și microzonarea s-a impus ca o prioritate a sistemelor de pomicultură durabilă la noi în țară, mai ales în situația în care schimbarea structurii de proprietate a contribuit la reducerea suprafețelor cu plantații. Pe de altă parte, o corectă apreciere a favorabilității condițiilor de mediu din România pentru o anumită cultură, poate permite inițierea unor studii de marketing pe piețele țărilor dezvoltate, în eventualitatea valorificării superioare a produselor la export.

Distribuţia pomilor în România în funcţie de condiţiile climatice

Condițiile climatice în care sunt răspândite plantațiile de pomi din România sunt variate și puternic diferențiate între ele: 5-12°C temperaturi medii anuale și 350-1.000 mm de precipitații medii anuale.

Sub aspect termic, peste 90% dintre plantații au fost situate în zone cu temperaturi medii anuale de peste 7°C și sub 11°C. Acest interval de numai 4 grade reprezintă 1/3 din diapazonul termic general al țării noastre. Dominante sunt suprafețele care se concentrează în zona cu temperaturi de 8-9°C pentru speciile mezofile. Piersicul, caisul și migdalul sunt răspândite în zone cu peste 9,5-11°C. În raport cu resursa hidrică, majoritatea suprafețelor se concentrează în zone cu 600-800 mm precipitații medii anuale. O exprimare mai precisă a raportului între condițiile climatice și răspândirea plantațiilor pomicole este aceea față de excedentul sau deficitul de umiditate. Cea mai mare parte a plantațiilor este situată în zona unde se realizează excedent de umiditate și unde se asigură o bună aprovizionare a plantelor cu apă pe o perioadă mai lungă din sezonul de vegetație. O parte din plantațiile situate în zone cu deficit de umiditate sunt irigate, mai ales cele de piersic și cais.

Datele de distribuție a plantațiilor în raport cu cele câteva elemente fundamentale ale climei dau numai o imagine generală asupra modului în care regimul hidric și cel termic influențează creșterea pomilor. Mecanismele intime de acțiune a acestor factori sunt parțial dezbătute, iar cercetările viitoare trebuie să precizeze cu mai multă exactitate modalitățile de acțiune a tuturor elementelor climatice și pedologice.

Studii anterioare privind zonarea pomicolă în România

O zonare pedo-climatică a pomiculturii în România a constituit un deziderat al studiilor de specialitate încă din anii ‘60. Timp de aproximativ patru decenii au fost efectuate cercetări premergătoare, asociate sau conexe acestui important obiectiv, diferențele între orientările investigațiilor și țintele studiilor respective fiind marcate de metamorfoza continuă a contextului social-economic al țării.

Într-o primă tentativă, s-a încercat o cuantificare a resurselor naturale caracteristice zonelor favorabile plantațiilor pomicole în ”Bonitarea terenurilor agricole”, coordonată de Academicianul Dumitru Teaci (Teaci, 1980), în care s-a avut în vedere numai nivelul de favorabilitate al terenurilor, importanța inventarierii calitative a livezilor fiind doar amintită. Principalul dezavantaj al programului de bonitare era acela că nu folosea, dintre variabilele climatice, la intrări, decât temperatura medie anuală a aerului și suma anuală a precipitațiilor, ignorând complet distribuția sezonieră a acestora.

Ulterior, în Institutul de Cercetare pentru Pedologie și Agrochimie din București (actualul Institut Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului), a fost constituit un colectiv de Ecopedologie Pomicolă, coordonat de Dr. Nicolae Voiculescu, care a derulat o serie de cercetări în domeniul relațiilor climă-plantă-sol (și în unele cazuri, și poluant), efectuate pe întreaga secvență de condiții naturale, după o metodologie originală și parțial aplicată în sistem unitar, integrată ecosistemic, generând o bază de date ce cuprinde întreg patrimoniul pomicol al României.

Metodologia aplicată a permis obținerea unor contribuții importante în cercetarea fundamentală și a constituit baza efectuării ulterioare a cercetărilor aplicate. Principalele teme de cercetare fundamentală au vizat (Ștefănescu, 2001; Voiculescu ș.a., 1994, 1997; Voiculescu, 1999):

(i) Volumul de sol explorat de sistemul radicular al pomilor (volum edafic activ);
(ii) Toleranța speciilor pomicole la variația reacției solului;
(iii) Toleranța la toxicitatea aluminului schimbabil din solurile acide;
(iv) Toleranța la toxicitatea calciului activ din sol și riscul de clorozǎ ferică;
(v) Regimul aerohidric al solului și toleranța pomilor la condițiile critice de aerație din sol;
(vi) Influența conținutului de materie organică și a conținutului și naturii mineralogice a argilei asupra sistemului radicular al pomilor;
(vii) Sensibilitatea pomilor la fenomenul de alcalizare a solului;
(viii) Nutriția minerală a speciilor de pomi;
(ix) Ecometria pomicolă și diagnoza radiculară.

Cercetările efectuate atât în regim expediționar, dar și în staționare-pilot, într-o colaborare cu Institutul de Cercetare și Producție Pomicolă Mărăcineni-Argeș, în cadrul unei rețele de 30 staționare ecopedologice organizate în 17 stațiuni de cercetare pomicole din întreaga țară, au permis într-o primă etapă fundamentarea ecopedologică a selectării terenurilor pentru înființarea plantațiilor de pomi, în care sunt detaliate criteriile de alegere și grupare a terenurilor pentru pomicultură (incluzând criterii climatice, de relief și de sol). La vremea respectivă, o structurare calitativă a terenurilor pentru înființarea plantațiilor era necesară în vederea pregătirii temeinice a studiilor ce anticipau înființarea unei plantații pomicole, pornind de la considerațiile obiective legate de justificarea investiției efectuată la plantare, cât și de la experiența din teren a specialiștilor chemați în calitate de experți spre a analiza eșecul unor proiecte care au neglijat parțial sau total etapa respectivă (Voiculescu și Ștefănescu, 1998; Voiculescu și Ștefănescu, 1992 b; Voiculescu ș.a., 1989).

În condițiile în care, în anii ’70-’80, o resursă importantă de terenuri disponibile pentru pomicultură o constituiau versanții, fundamentarea prin studii riguroase a investiției reprezenta o condiție esențială a eficienței economice a acestora. Complexitatea condițiilor naturale caracteristice versanților, dificultățile tehnice ale amenajării acestora, cu îmbunătățirea mediului de cultură pentru pomi și necesitatea practicării unei pomiculturi intensive, cu producții mari și constante, dar care să evite degradarea terenurilor, impuneau acestor acțiuni (cel puțin teoretic, dar și ideologic, la vremea respectivă), o mare responsabilitate reflectată în conținutul și competența studiilor, proiectelor, precum și în calitatea execuției lucrărilor. Fundamentarea ecopedologică a lucrărilor propuse lua în considerație particularitățile agrobiologice ale sortimentului de specii, soiuri și portaltoi, sistemul de cultură, limitele tehnice ale soluțiilor de amenajare, și nu în ultimul rând, exigențele impuse de conservarea peisajului natural și protecția mediului înconjurător.

Începând cu anul 1996, Chițu E., Budan C., Butac. M. și Păltineanu C., publică o serie de articole în țară și peste hotare (7th and 8th International Symposium on Modelling in Fruit Research and Orchard Management, 2004 și 2008) privind modele de simulare fenoclimatică a pagubelor produse de înghețurile târzii în plantații și de estimare a recoltei climatic posibile. Dacă bonitarea terenurilor agricole folosea ca

pas de timp anul, aceste simulatoare fenologice, cu ajutorul cărora se calculează și probabilitatea de apariție a dăunărilor prin acțiunea înghețurilor târzii, folosesc ora ca interval de timp pentru calculații.

Studii de zonare agroclimatică au efectuat și Cociu V., Teaci D., în colaborare cu cercetătorii de la Stațiunile de Cercetare și Dezvoltare Pomicolă (Băneasa, Constanța, Oradea), fără însă, a folosi modele, stabilind că principalul factor de variabilitate a producției de fructe la cele două specii este reprezentat de brumele târzii și de înghețurile de revenire din primăvară. S-au delimitat pe baza acestor studii, cinci zone agroclimatice de favorabilitate și s-au trasat cartogramele. Ca și în cazul bonitării, pentru estimarea impactului factorilor climatici, nu se folosesc decât valorile lunare sau cel mult decadale ale parametrilor meteorologici. În aceste cazuri, precizia estimărilor este mai scăzută deoarece procesele fiziologice specifice pomilor se află în interacțiune continuă cu valorile momentane ale temperaturii aerului și nu cu valorile medii zilnice sau, cu atât mai puțin, cu cele decadale sau lunare. O altă limită importantă a acestei metodologii o constituie posibilitatea estimării gradului de favorabilitate climatică numai în arealele cu date fenologice certe, înregistrate pe perioade mari de timp și apelarea la metoda interpolării în toate celelalte cazuri.

În 1998, Roman A. M., Cuculeanu V., Cusursuz B., Dumitru L., Topor E. și Alexe Gh., de la Institutul Național de Meteorologie (INMH), S.C.D.P. Constanța și U.S.A.M.V. București testează cu bune rezultate, un model de estimare a pagubelor produse de înghețurile târzii la piersic în zona de sud-est a țării. Existența unor date pe termen lung în diverse rețele naționale, precum și prelucrarea și utilizarea observațiilor fenologice - atât în relație cu schimbările climatice, cât și cu diverse domenii de activitate - a căpătat o importanță deosebită, studiul biodiversității, silvicultura, agricultura, medicina umană fiind numai câțiva beneficiari ai acestor observații, ca și ai fenologiei în general (Sparks ș.a., 2000; Scheifinger ș.a., 2002; van Vliet și de Groot, 2003). În esență, la nivel național se resimte puternic ideea aprofundării tematicii din acest domeniu.

Un alt rezultat important al cercetărilor l-a constituit evaluarea favorabilității terenurilor pentru cultura speciilor pomicole, cu evidențierea criteriilor de evaluare și stabilire a claselor de favorabilitate pentru principalele specii de pomi și arbuști fructiferi cultivați în România: măr, păr, prun, vișin, cais, piersic, afin, coacăz negru și zmeur. În condițiile în care alegerea și amenajarea terenurilor erau efectuate corespunzător, cea mai importantă etapă a investiției o constituia proiectul de înființare a plantației de pomi. Alegerea sortimentului adecvat de specii, soiuri și portaltoi și elaborarea tehnologiilor de cultură, diferențiate în raport cu condițiile date de climă, relief și sol, se efectua pe baza evaluării favorabilității terenurilor pentru cultura acelor specii pomicole din sortimentul zonal, care valorificau cel mai bine condițiile naturale și costurile de înființare și exploatare. Evaluarea favorabilității condițiilor naturale ale amplasamentelor pentru speciile luate în considerare era efectuată atât pentru terenurile care nu se amenajau, cât și pentru cele ce se amenajau, în ultimul caz lucrarea reflectând condițiile rezultate în urma lucrărilor de amenajare. Evaluarea favorabilității terenurilor utiliza criterii de mezo și micro-climă, sol, relief și de drenaj al teritoriului și se executa la nivel de specie iar, unde era cazul și la nivel de grupe de portaltoi (Voiculescu ș.a., 1992 a).

A fost, de asemenea, finalizată o grupare tehnologică a solurilor pentru pomicultură, impusă de necesitatea ordonării diversității de soluri și gruparea lor în grupe mai mari, atât pe baza criteriilor de sol, de specie și de portaltoi, cât și pe baza prescripțiilor tehnologice specifice caracteristicilor grupelor respective. În condițiile existente în anii ‘80, în care resursele de terenuri disponibile pentru pomicultură erau limitate, gruparea tehnologică s-a dovedit utilă pentru unii specialiști din producție care urmăreau stabilirea sortimentului optim de cultură în funcție de oferta condițiilor naturale (Voiculescu ș.a., 1999).

După anii ’90, patrimoniul pomicol al României s-a aflat într-o continuă decădere datorită retrocedării în special a plantațiilor de pomi, noii proprietari conferind altă destinație terenurilor de sub plantație. Un factor principal ce a condus la declinul sectorului a fost fărâmițarea excesivă a terenurilor, cu precădere în zona colinară, mai favorabilă din punct de vedere climatic culturilor pomicole. În timp ce din plantațiile din extravilan se recoltau în general producții mici și de calitate slabă, studiile de piață puneau în evidență exigența tot mai crescută a consumatorilor pentru produsele și serviciile pe care le cumpără. În acest nou context, s-a conturat necesitatea elaborării unui sistemul expert de evaluare (Dana ș.a., 2008), care urmărește atât stabilirea valorii terenurilor pomicole și a plantațiilor de pomi, cât și eficientizarea prognozelor privind utilizarea terenurilor pomicole și a evoluției calității fructelor, prin stabilirea unui preț utilizabil într-o serie de acte administrative, sau în diverse litigii aflate pe rolul instanțelor judecătorești (vânzări-cumpărări de terenuri pomicole și plantații, succesiuni, moșteniri, donații, retrocedări etc).

Lucrarea constituie un sistem expert integrat care cuantifică prin puncte de bonitate și de penalizare resursele climatice, resursele de sol și de infrastructură, producția și calitatea fructelor și se sprijină pe o bază de date climatice, pedologice și biometrice care cuprinde patrimoniul pomicol al României. Setul integrat și operațional de criterii și indicatori măsurabili cuprinde:

- Resursele climatice. Sistemul expert cuantifică elementele meteorologice ce condiționează fenofazele fructificării la speciile pomicole luate în studiu după o metodă originală elaborată și aplicată parțial la nivel local. Această metodă se bazează pe frecvența repetabilității pragurilor și a intervalelor climatice optime pe ultimii zece ani.
- Resursele de sol. S-a avut în vedere cuantificarea condițiilor de teren (pantă, expoziție, eroziune de suprafață și în adâncime, precum și alunecări de teren), a condițiilor de drenaj (volumul de sol negleizat și nepseudogleizat, porozitatea de aerație) și a condițiilor de sol (volum edafic activ, reacția solului, salinizare, alcalizare, conținutul de Al schimbabil al solurilor acide și carbonatul de calciu, cu adâncimea de apariție a orizonturilor Cca, Cpr, Rz și $CaCO_3$ activ în orizontul cu carbonați, precum și poluarea industrială (tabelul 3.1).
- Situația plantațiilor de pomi. Indicatorii de caracterizare a plantațiilor de pomi sunt: vârsta pomilor, sortimentul de specii, soiuri și portaltoi, starea de vegetație a plantațiilor, producția și calitatea fructelor.
- Situația infrastructurii terenurilor pomicole. La caracterizarea infrastructurii plantațiilor de pomi sunt cuantificate gradul de echipare a terenurilor și a plantațiilor, posibilitățile de acces în livadă și la piețele de desfacere a fructelor.

Întrucât în anul 2013 Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale semnala deja intenții clare de demarare a unor măsuri de restructurare a sectorului pomicol, în cadrul Componentei 3 ”Politici, strategie și management” a Proiectului „Completarea sprijinului financiar acordat de UE pentru restructurarea agriculturii – CESAR” (Împrumutul BIRD 4875 – Ro), a fost efectuată o evaluarea a situației actuale a sectorului pomicol din România pe județe (pepiniere și plantații comerciale) privind: structura suprafețelor cultivate cu principalele specii pomicole, grupe de vârstă, potențialul productiv (în declin, pe rod, plantații tinere), sisteme de cultură (SNPR, 2014).

**Tabelul 3.1. Expertiza resurselor de sol în funcție de specie și clasa de evaluare**

| Specie | Clase fără restricții de sol | Clase cu restricții de sol | Clase excluse de la cultura speciei | Puncte de bonitate |
|---|---|---|---|---|
| Măr | 25 | 13 | 7 | 25-7 |
| Păr | 25 | 14 | 3 | 25-3 |
| Prun | 25 | 15 | 3 | 25-3 |
| Cireș | 25 | 14 | 6 | 25-6 |
| Vișin | 25 | 16 | 5 | 25-5 |
| Piersic | 25 | 16 | 5 | 25-5 |
| Cais | 25 | 15 | 5 | 25-5 |

*(sursa: Dana ș.a., 2008)*

Teritoriul care face obiectul sub-programului tematic pentru sectorul pomicol acoperă un număr de 1.341 de localități ce dețin o suprafață pomicolă totală de 158.609,74 ha, reprezentând aproximativ 1,7% din suprafața arabilă (Fig. 3.1).

Foarte important este faptul, că lista obiectivelor abordate prin sub-programul tematic pentru sectorul pomicol include și amplificarea activităților de cercetare-dezvoltare și inovare adaptate nevoilor sectorului, precum și necesitatea unui sector pomicol adaptat la efectele schimbărilor climatice.

România, la ora actuală, nu dispune decât de o zonare empirică regională și doar la câteva specii pomicole, bazându-se în principal pe o ipoteză valabilă numai în ecosistemele naturale, potrivit căreia o specie atinge densitatea numerică maximă acolo unde întâlnește cele mai favorabile condiții de mediu. Ocuparea sau neocuparea unei stațiuni ce corespunde cerințelor fiziologice ale unei specii pomicole depinde, în final, alături de speciile concurente și de factorul social – istoric. Se constată, la acest capitol, o uriașă rămânere în urmă față de celelalte țări europene și față de multe țări de pe alte continente. Toate strategiile și planurile de dezvoltare regională prin activități agricole, de peste hotare, au la bază o evaluare modernă a resurselor agroclimatice, bazată pe aplicarea modelelor de impact, plante de cultură - climă și sol. În această lucrare se realizează masa critică umană și materială pentru recuperarea acestui handicap prin cumularea efortului majorității organizațiilor românești de cercetare pomicolă,

agrometeorologică și pedologică. Se speră că rezultatele proiectului vor umple un gol în informarea întreprinzătorilor din pomicultură, vor mări atractivitatea sectorului prin reducerea riscului investițiilor.

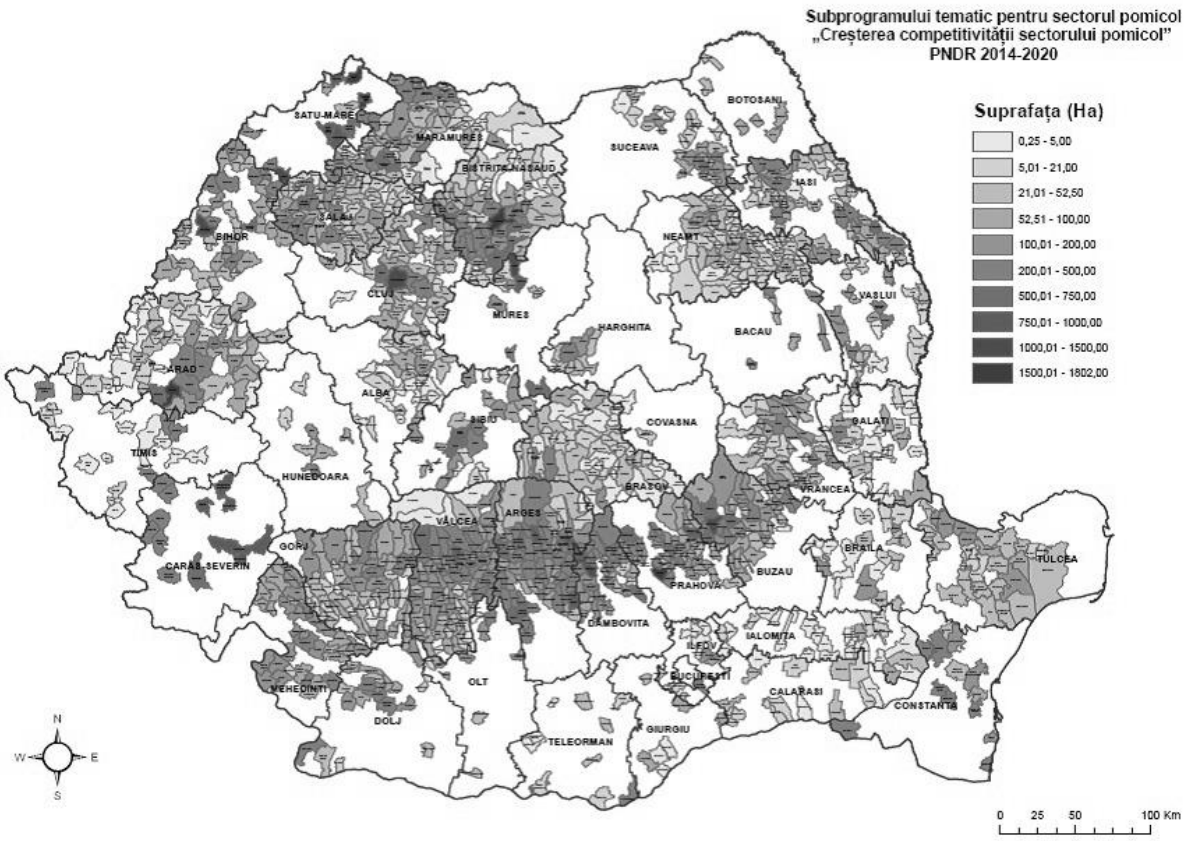



**Fig. 3.1. Teritoriul sub-programului tematic pomicol (sursa MADR, 2014)**

Pentru evaluarea resurselor climatice și analiza factorilor de risc, în prezenta lucrare, s-au utilizat metodologii îmbunătățite și performante, cum ar fi: zonarea agroclimatică și pedologică folosind tehnicile GIS (Geographic Information System), prelucrarea computerizată a datelor, validarea rezultatelor obținute cu ajutorul programelor de zonare fenoclimatică și predicția afectării recoltelor la speciile pomicole, precum și trasarea hărților cu izoliniile de risc climatic constant prin interpolare geostatistică. Aceste metodologii vor permite observarea caracteristicilor de mediu (resurse termice, hidrice etc.) și delimitarea celor mai favorabile areale de cultură pentru speciile pomicole.

În cadrul prezentării acestui istoric, un loc important îl ocupă zonarea speciilor pomicole realizată recent (Coman și Chițu, 2014), pe care se bazează și actualul capitol de zonare.

## 3. Factorii naturali ai agroproductivității și cerințele biologice ale speciilor pomicole privind factorii climatici și pedologici

3.1. Repartizarea speciilor pomicole după zonalitatea vegetației în România

**Subzona pădurilor de fag** – subetajul făgetelor se dezvoltă în spațiul dealurilor înalte și a munților cu altitudine redusă, situate aproximativ între 500-1200 m altitudine, cu temperaturi medii anuale de 6-8°C și precipitații anuale cuprinse între 650-900 m, pe soluri brune mezobazice, brune acide etc. Speciile pomicole dominante în această subzonă sunt: coacăzul, agrișul, afinul, unele soiuri de măr.

**Subzona pădurilor de gorun**. Ocupă spațiul dealurilor mijlocii și partea inferioară a celor înalte, situată între cca. 300 și 800 m altitudine, având temperatura medie anuală cuprinsă între 7-10°C, precipitațiile anuale de 600-800 m, pe soluri brune eumezobazice, brune luvice, luvosoluri pseudogleizate etc. Speciile pomicole dominante aici sunt: zmeurul, mărul, prunul, vișinul, murul cu ghimpi unele soiuri de păr. Aceasta este zona de cea mai mare concentrare a plantațiilor actuale de măr.

**Subzona pădurilor de cer, gârniță și stejar.** Ocupă partea nordică a Câmpiei Române, Piemontul Getic și zona externă a dealurilor din vestul țării, între cca. 50-500 m altitudine, cu temperatura medie anuală de 8,5-10,0°C și precipitațiile anuale cuprinse între 500-700 mm, pe solurile brune-roșcate, brune-luvice etc.. Speciile pomicole dominante sunt: mărul, părul, prunul, gutuiul, cireșul, vișinul, nucul, alunul. Este zona de mare concentrare a plantațiilor de măr și prun.

**Subzona silvostepei.** Ocupă suprafețe mai mari sau mai mici aproape în toate provinciile țării, între 50-500 m altitudine, cu temperaturi medii anuale de 9 -11°C, precipitații cuprinse între 480-600 mm pe soluri cenușii, brun roșcate, brune luvice, cernoziomuri, cernoziomoide etc. În această zonă speciile pomicole dominante sunt prunul, părul, gutuiul, cireșul, vișinul, nucul, alunul, mărul.

**Zona stepei danubiene și dobrogene**: Ocupă partea de est și sud a Câmpiei Române, Dobrogea, Platforma Bârladului și insule în Câmpia Siretului, între 0-200 m altitudine, cu temperaturile medii anuale situate între 10,0 și 11,5°C, precipitații cuprinse între 400-500 mm. În această zonă speciile pomicole dominante sunt caisul, piersicul, migdalul și cireșul.

3.2. Cerințele biologice ale speciilor pomicole privind factorii climatici și pedologici

3.2.1. Prunul. Este mai exigent decât mărul față de căldură, comportându-se mai bine în zona de câmpie și a dealurilor mici. În zona dealurilor înalte, cu excepția soiului Grase românești, prunul dă recolte instabile și de slabă calitate (Coman și Chițu, 2014). Temperaturile orare optime ale speciei se situează între 18 și 33°C, iar cele absolute minime sunt de 8°C și maxime de 36°C (în afara intervalului temperaturilor absolute creșterea încetează). Față de ger, prunul are o rezistență mai bună decât părul, dar inferioară mărului (până la -35°), iar necesarul de ore de frig (între 0 și 7°C) din sezonul de repaus, oscilează în funcție de soi, între 800 și 900.

Mugurii florali rezistă până la -31 ... -33°C. Florile prunului sunt sensibile la ploile reci, ceață persistentă și brume; în faza de buton alb (tabelul 3.2) rezistă până la -3,3 .. -5,5°C, când sunt deschise degeră începând de la -2,2°C, iar la -5,0°C distrugerea florilor se produce în masă (90%). Fructele de curând formate sunt distruse la -0,5 ... -1,1°C.

Cerințele prunului față de apă sunt destul de mari, fiind satisfăcute în zonele deluroase cu peste 600 mm precipitații anual, din care 300-350 mm în intervalul mai-iulie. Ploile reci, prelungite, din timpul înfloritului compromit destul de frecvent recoltele prunului. În silvostepă, multe soiuri (Agen, Anna Späth, Renclod D'Althan, Tuleu gras, Stanley ș.a.), cu o mai bună rezistență la secetă, reușesc să producă, dar fructele sunt de calitate inferioară. În stepa uscată, dar și în silvostepă sau zona pădurilor de stejar, se impune irigarea plantațiilor. Față de lumină cerințele prunului nu sunt foarte mari, situându-se după nuc, cireș, cais, piersic și păr, dar prunul cultivat pe versanți mai puțin însoriți produce fructe de slabă calitate.

Deși relația prun-sol este tratată detaliat într-o secțiune separată, iată câteva aspecte revelatoare: prunul se numără printre speciile pomicole cu cele mai mici cerințe față de sol, valorificând bine sau satisfăcător aproape toate tipurile de sol din țara noastră. Totuși, când volumul edafic util este mai mic de 75-51%, favorabilitatea este slabă. Cele mai favorabile terenuri sunt cele cu o reacție slab acidă spre neutră (pH de 5,8 – 7,4). Nu suportă solurile sărături oase și nici excesul de calciu (peste 9-10% $CaCO_3$ activ). Carbonatul de calciu din sol devine un inhibitor asupra creșterii la peste 12 %, la adâncimea solului de sub 50 cm, sau la peste 15% la adâncimea de sub 70 cm.

3.2.2. Mărul. Crește și fructifică bine în zonele cu temperatura medie anuală cuprinsă între 8 și 11°C. Temperaturile orare optime ale speciei se situează între 14 și 27°C, iar cele absolute minime sunt de 8°C și maxime de 33°C (în afara intervalului temperaturilor absolute procesele de creștere încetează). Limita de rezistență la ger a părții aeriene a pomilor în perioada de repaus (pomi bine călițI) este considerată a fi -36°C, iar necesarul de ore de frig pentru parcurgerea repausului profund (între 0 și 7°C), oscilează larg în funcție de soi, între 100-300 (soiurile Anna și Dorsett Golden) și 1.200.

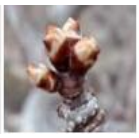
În faza în care apar petalele roz în primul boboc din inflorescența (tabelul 2), aceștia încep să fie afectați de înghețuri de la -2,2°C, iar la -4,4°C bobocii sunt complet distruși. Când sunt deschise primele flori (aproximativ 10-15% din florile de pe un pom), acestea degeră de la – 2,2°C, pentru ca la -3,9°C să fie afectate în procent de 90%. Procentul de germinare a polenului pe stigmatul florilor, după 3 - 6 ore de menținere la diferite temperaturi, este de: 15 % între 8 - 10°C, 39 % la 14 -16°C, 51 % la 19 - 21°C, 64 % la 24 - 26°C și de 75 % la 28 - 30°C.

Cerințele mărului față de umiditate sunt mai mari, necesitând 700-900 mm precipitații anual, pentru soiurile de iarnă și minimum 550 mm pentru cele de toamnă și vară, dar acestea să fie distribuite proporțional cu evapotranspirația potențială. Nu suportă excesul de umiditate (cu variații în funcție de

portaltoi), dar nici seceta, atât în sol cât și în atmosferă. Față de lumină cerințele sunt mai mici comparativ cu alte specii.

În funcție de portaltoi, mărul crește bine pe diferite tipuri de sol, însă recolte mari și susținute se obțin când este plantat pe soluri fertile, profunde, bine structurate, lutoase, suficient de umede. Se recomandă și efectuarea unei analize a volumului edafic activ, care permite stabilirea combinației soi-portaltoi. Suportă mai bine calcarul activ până la 10 – 12%, totuși acesta devine inhibitor al creșterii la peste 10% la adâncimea de sub 50 cm. Necesită o reacție moderat spre slab acidă (pH 5,0 -7,0). Apă freatică trebuie să se afle la sub 2,0-2,5 m adâncime și în nici o situație pentru portaltoii vegetativi, în perioadele ploioase să nu se ridice la peste 1,2 m față de suprafața solului.

**Tabelul 3.2. Temperaturile critice (°C) pentru apariția dăunărilor cauzate de înghețuri în funcție de fenofaza organelor generative, la speciile măr și prun (după o expunere la frig de 30 minute, după Murray, 2011)**

| ***MĂR*** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Fenofaza* | Începutul umflării | Dezmugurire | Începutul înfrunzirii (urechiușă de șoricel) | Apariția bobocilor (nerăsfirați) | Primul boboc cu petale roz | Înfoierea petalelor bobocilor | Începutul înfloririi | Înflorirea deplină |
| *10% dăunări* | -9,4 | -7,7 | -5 | -2,8 | -2,2 | -2,2 | -2,2 | -2,2 |
| *90% dăunări* | -16,7 | -12,1 | -9,3 | -6,1 | -4,4 | -3,9 | -3,9 | -3,9 |
| ***PRUN*** | |  | | | | | | |
| *Fenofaza* | Începutul umflării | Umflare avansată | Dezmugurire (apariția sepalelor) | Buton verde | Apariția petalelor (buton alb) | Începutul înfloririi | Înflorirea deplină | Sfârșitul înfloririi (toate petalele căzute) |
| *10% dăunări* | -9,9 | -8,3 | -6,7 | -4,4 | -3,3 | -2,8 | -2,2 | -2,2 |
| *90% dăunări* | -17,8 | -16,1 | -13,9 | -8,9 | -5,5 | -5 | -5 | -5 |

**4. Distribuția actuală pe județe și localități a plantațiilor pomicole de prun și măr din România**

În cadrul prezentei secțiuni, pentru identificarea actualelor zone (județe, bazine și localități) cu plantații de pomi și arbuști fructiferi aflate în diferite categorii (etape) de exploatare (în declin, pe rod și tinere), cu diferite vârste (1-10 ani, 10-25 de ani și peste 25 de ani) și sisteme de cultură (extensiv – plantații clasice, intensiv și superintensiv), s-a utilizat o bază de date furnizată de Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale. Pe baza informațiilor comunicate de structurile teritoriale ale MADR (Direcțiile pentru Agricultură Județene), situația principalelor plantații pomicole, cuprinzând toate speciile, la sfârșitul lunii aprilie a anului 2014, surprindea faptul că suprafața totală a plantațiilor pomicole reprezintă 1% din suprafața agricolă a țării (158.609,74 ha). Cea mai mare suprafață cu plantații pomicole este în județul Argeș (20.370 ha, respectiv 12,84 %, Fig. 3.2), urmat de județele Vâlcea (13.145 ha, 8,29 %), Prahova

(9.664 ha, 6.09%), Dâmbovița (9.293 ha, 5,86 %), Bistrița Năsăud (8.952,51 ha, 5,64 %), Satu Mare (8.780 ha, 5,54 %) și Buzău (8.418 ha, 5,31%).

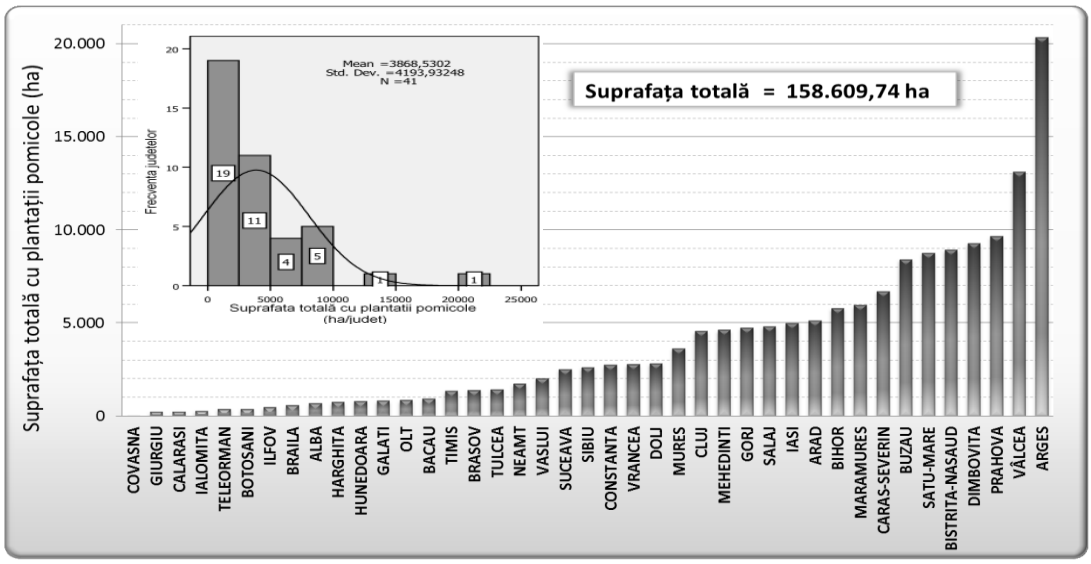



**Fig. 3.2. Suprafața totală ocupată cu plantații pomicole în județele din România și histograma distribuției pe clase a suprafețelor cu plantații pomicole pe județe (MADR, aprilie 2014)**

La polul opus cu suprafețele cele mai mici de plantații pomicole se află județele Covasna (16 ha și 0,01% din totalul suprafeței cu plantații din România) urmat de patru județe din sudul României: Giurgiu (241,10 ha și 0,15%), Călărași (241,73 ha și 0,15%), Ialomița (290,91 ha și 0,18%) și Teleorman (383,01 ha și un procent de 0,24%). Marea neuniformitate dintre județe, în ceea ce privește suprafața cu plantații, se poate remarca și din histogramele prezentate în Fig. 3.3 și 3.4, în care 19 județe (46,34 %) au suprafețe cu plantații sub 2.500 ha, iar alte 11 județe au suprafețe cuprinse între 2.500 și 5.000 ha.

Tot în luna aprilie a anului 2014, a fost efectuată o evaluare a situației pomiculturii în România, în vederea configurării unui subprogram tematic în cadrul noului Program Național de Dezvoltare Rurală pentru perioada 2014–2020. Conform acestei evaluări, majoritatea plantațiile pomicole au vârste mai mari de 25 ani (74% din toată suprafața existentă), au potențial de productiv redus, fiind în declin sau abandonate (Coman și Chițu, 2014).

Cele mai mari procente de plantații de peste 25 de ani aparțin speciilor prun (79%), măr (76%), păr (73), dar și caisului (69%). Un procent mic de 19% au vârste cuprinse între 10 și 25 de ani și sunt pe rod, iar cu vârste între 1 și 10 ani, deci mai moderne din punct de vedere tehnologic și cu potențial de competitivitate pe piața Comunității Europene, nu există decât 11.810,66 ha (7% din total). Doar 2% din plantațiile de prun au fost înființate cu mai puțin de 10 ani în urmă și 6% de măr (tabelul 3.3).

Potrivit sistemului de cultură, peste jumătate din plantațiile pomicole sunt exploatate în sistem extensiv (clasic, 68% din total, Coman și Chițu, 2014). Doar 47,185 mii ha plantații (30%) sunt cultivate în sistem intensiv, iar 2,928 mii ha (2%) sunt plantații super-intensive.

**Tabelul 3.3. Distribuția pe vârste a plantațiilor pomicole de prun și măr**

| Specia | Suprafața (ha) | Cu vârsta cuprinsă între: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | >25 ani | | 10-25 ani | | 1-10 ani | |
| | | ha | % | ha | % | ha | % |
| Prun | 71.479,86 | 56.113,06 | 79 | 13.272,45 | 19 | 2.094,35 | 2 |
| Măr | 60.731,34 | 46.221,77 | 76 | 10.784,62 | 18 | 3.724,95 | 6 |
| TOTAL | 132.211,20 | 102.334,83 | 78 | 24.057,07 | 18 | 5.819,30 | 4 |

De remarcat este faptul că majoritatea plantațiilor intensive și superintensive nu sunt amplasate în zonele cu cele mai mari suprafețe cu plantații (Subcarpații Getici și regiunea deluroasă din județele Vâlcea-Argeș-Dâmbovița), ci în zona de nord-vest a României și mai puțin în sud-vest. Deci, zonele cu cele mai

mari suprafețe pomicole au și cele mai extensive plantații, depășite din punct de vedere tehnologic și necompetitive. Tabelul 3.4 arată distribuția plantațiilor de prun și măr în cadrul sistemelor de cultură.

**Tabelul 3.4. Distribuția pe sisteme de cultură a plantațiilor de prun și măr**

| Specia | Suprafața (ha) | Sistemul de cultură: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | extensiv | | intensiv | | superintensiv | |
| | | ha | % | ha | % | ha | % |
| Prun | 71.479,86 | 56.381,99 | 79 | 14.993,07 | 21 | 104,80 | 0 |
| Măr | 60.731,34 | 37.228,61 | 61 | 22.680,83 | 37 | 821,90 | 2 |
| TOTAL | 132.211,20 | 93.610,60 | 71 | 37.673,90 | 28 | 926,70 | 1 |

În aceeași situație a MADR, suprafețele cultivate cu pomi s-au mai divizat în categorii în procesul de exploatare. Se constată că pe mai mult de jumătate din suprafața ocupată cu plantații pomicole (52% și 82.978,82 ha), acestea sunt în declin, pe 42% din suprafață sunt pe rod (67.112,07 ha) și doar pe 6% din suprafață (8.518,85 ha) sunt plantații tinere, până la intrarea pe rod (Coman și Chițu, 2014). Analizând situația plantațiilor aflate în declin pe județe s-au constatat următoarele: 27 de județe au în declin sub 2.000 ha plantații, 8 între 2.000 și 4.000 ha, 3 între 4.000 și 6.000 ha, iar trei județe au în declin suprafețe uriașe care depășesc 6.000 ha. Dintre acestea, județul Vâlcea are 6.507,5 ha, reprezentând 50% din totalul patrimoniului pomicol pe județ, Buzău 8.342 ha, reprezentând 99% din totalul plantațiilor, iar cea mai mare suprafață de plantații în declin de află în județul Argeș, cu 12.590 ha, reprezentând 62% din patrimoniu.

Speciile cu cea mai mare pondere a plantațiilor în declin accentuat sunt mărul cu 57% (tabelul 3.5), părul cu 54% și prunul cu 52%, urmate de piersic și nectarin cu 49% în declin, cais cu 48% și cireș și vișin cu 48%. Tot în cadrul acestor specii, procentele din suprafață ocupate de plantații tinere sunt cele mai mici (prun 3%, păr 5%, măr și cais 6%).

**Tabelul 3.5. Distribuția plantațiilor pomicole de prun și măr pe categorii de exploatare**

| Specia | Suprafața (ha) | Categoria: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | în declin | | pe rod | | tinere | |
| | | ha | % | ha | % | ha | % |
| Prun | 71.479,86 | 37.056,58 | 52 | 32.083,32 | 45 | 2.339,96 | 3 |
| Măr | 60.731,34 | 34.716,29 | 57 | 22.666,29 | 37 | 3.348,76 | 6 |
| TOTAL | 132.211,20 | 71.772,87 | 54 | 54.749,61 | 41 | 5.688,72 | 5 |

Referitor la plantațiile pe rod, 24 de județe nu au mai mult de 1.000 ha, 6 județe au între 1.000 și 2.000 ha, două județe între 2.000 și 3.000 ha și 4 județe între 3.000 și 4.000 ha. Numai 5 județe au mai mult de 5.000 ha de plantații pe rod (Prahova 8.371 ha, Dâmbovița 7.419 ha, Argeș 6.693 ha, Vâlcea 6.377,5 ha și Satu-Mare 5.870 ha).

De asemenea, distribuția pe județe a plantațiilor tinere este foarte neuniformă. Numai două județe au suprafețe de plantații tinere între 1.000 și 1.200 ha (Dâmbovița cu 1.121 ha și Argeș cu 1.087 ha), alte două au suprafețe între 800 și 1.000 ha (Arad cu 964,60 ha și Bistrița-Năsăud cu 907,51ha). În rest 10 județe au suprafețe cu plantații tinere cuprinse între 200 și 400 ha, iar restul de 27 de județe nu depășesc 200 ha. Este de remarcat în aceste cazuri faptul că, aproape în toate județele care își reînnoiesc în mod constant, dar în ritm insuficient plantațiile, există și în prezent unități de cercetare - dezvoltare cu profil pomicol care asigură, pe lângă materialul săditor de calitate necesar și asistența tehnică de specialitate.

În ultimele două decenii, sectorul pomicol s-a aflat într-un declin constant, cu consecințe negative nu doar asupra dezvoltării economice a mediului rural, ci și asupra calității vieții comunităților din zonele pomicole tradiționale, precum și asupra contribuției acestui sector la protejarea mediului. În perioada 1990-2013 suprafața ocupată cu plantații pomicole a scăzut cu aproximativ 50%. Totuși, conform aceleiași situații a MADR din aprilie 2014, în România sunt amplasate livezi, plantații de arbuști și căpșunării, într-un număr de 1.485 de localități (Coman și Chițu, 2014). Livezile de măr sunt cele mai răspândite, în 1.122 localități (tabelul 3.6), urmate de cele de prun în 1.101 localități, cireș și vișin în 597, păr în 569, nuc, alun, migdal în 360, cais în 293, piersic și nectarin în 220 localități, arbuști fructiferi în 183, căpșun în 130 și alte specii în 144 localități.

**Tabelul 3.6. Situația centralizatoare pe județe și specii a numărului de localități în care sunt amplasate plantații pomicole de măr și prun (aprilie 2014)**

| Nr. crt. | Județul | Prun | Măr | Nr. crt. | Județul | Prun | Măr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Alba | 23 | 26 | 22 | Hunedoara | 7 | 8 |
| 2 | Arad | 45 | 44 | 23 | Ialomița | 15 | 9 |
| 3 | Argeș | 76 | 76 | 24 | Iași | 32 | 42 |
| 4 | Bacău | 6 | 6 | 25 | Ilfov | 11 | 5 |
| 5 | Bihor | 43 | 43 | 26 | Maramureș | 62 | 63 |
| 6 | Bistrița-Năsăud | 62 | 62 | 27 | Mehedinți | 35 | 35 |
| 7 | Botoșani | 1 | 5 | 28 | Mureș | 10 | 11 |
| 8 | Brașov | 19 | 58 | 29 | Neamț | 65 | 71 |
| 9 | Brăila | 10 | 8 | 30 | Olt | 9 | 5 |
| 10 | Buzău | 45 | 45 | 31 | Prahova | 47 | 47 |
| 11 | Caraș-Severin | 27 | 20 | 32 | Satu-Mare | 9 | 9 |
| 12 | Călărași | 14 | 14 | 33 | Sălaj | 59 | 54 |
| 13 | Cluj | 12 | 44 | 34 | Sibiu | 14 | 22 |
| 14 | Constanța | 9 | 3 | 35 | Suceava | 21 | 25 |
| 15 | Covasna | 1 | 2 | 36 | Teleorman | 3 | 2 |
| 16 | Dâmbovița | 37 | 37 | 37 | Timiș | 5 | 6 |
| 17 | Dolj | 21 | 14 | 38 | Tulcea | 8 | 8 |
| 18 | Galați | 12 | 18 | 39 | Vaslui | 25 | 25 |
| 19 | Giurgiu | 3 | 4 | 40 | Vâlcea | 85 | 70 |
| 20 | Gorj | 61 | 33 | 41 | Vrancea | 44 | 35 |
| 21 | Harghita | 8 | 8 | 42 | București | 0 | 0 |
| Total România | | | | | | **1.101** | **1.122** |

Dacă se iau în considerare toate speciile pomicole cultivate în România, se constată că un număr de 10 județe au între 10 și 20 localități cu exploatații pomicole (Coman și Chițu, 2014), iar 7 dintre ele au între 50 și 60 de localități. Județele cu cel mai mare număr de localități pomicole sunt: Vâlcea cu 91 de localități, Bistrița-Năsăud cu 89, Neamț cu 79 și Argeș cu 76.

Deși condițiile pedo-climatice permit cultivarea unui număr semnificativ de specii, conform datelor statistice, principalele specii pomicole cultivate sunt prunul și mărul care, în 2014, însumau aproximativ 83,4% din suprafața cultivată cu pomi. De foarte mare importanță pentru delimitarea arealelor de cultură a diferitelor specii de pomi, arbuști fructiferi și căpșun, sunt cartogramele următoare, care reprezintă pentru fiecare specie (grup de specii înrudite) distribuția pe teritoriul României a suprafețelor totale pe fiecare județ. În alcătuirea cartogramelor s-a folosit programul de reprezentare geo-statistică Surfer 9.11.947 de la Golden Software, Inc și metoda kriging de interpolare geo-statistică.

În Fig. 3.3 sunt reprezentate suprafețele totale pe județe ocupate cu plantații de prun, specie cu pondere practic egală cu a mărului în sortimentul din România și tradițională pentru multe zone din țară. Se poate remarca concentrarea suprafețelor cu livezi de prun în Subcarpații Getici și regiunea colinară din județele Argeș (13.557 ha) și Vâlcea (9.484 ha), cele două județe cuprinzând aproximativ 32% din întreg patrimoniul național la specia prun. Sunt urmate la mare distanță de județele Prahova cu 5.859 ha, Buzău cu 5.619 ha, Caras-Severin cu 4.507 ha și Dâmbovița cu 4.278 ha. Aceste șase județe cuprind aproximativ 60% din suprafața cultivată cu prun în România. Un număr de 32 de județe au suprafețe mai mici de 2.000 ha (vezi histograma), din care 24 sub 1.000 ha.

În Fig. 3.4 sunt reprezentate suprafețele totale pe județe ocupate cu plantații de măr. Acesta este un indicator al amplasării tradiționale a culturii în România, dar nu neapărat și al existenței condițiilor climatice și pedologice optime pentru această specie. Se remarcă suprafețele mari ocupate de cultura mărului din Subcarpații Getici, din Podișul Cotmeana și Cândești, dar și Transilvania – Podișul Someșan, centrate pe județul Bistrița – Năsăud (peste 6.000 ha pe județ). Jumătate din județele României (22) nu au mai mult de 1.000 ha plantații de măr, patru între 1.000 și 2.000 ha, 8 între 2.000 și 3.000 ha, 4 între 3.000 și 4.000 ha și trei județe peste 4.000 ha (Bistrița-Năsăud cu 6.173 ha, Argeș cu 5.471 ha și Dâmbovița cu 4.408 ha).

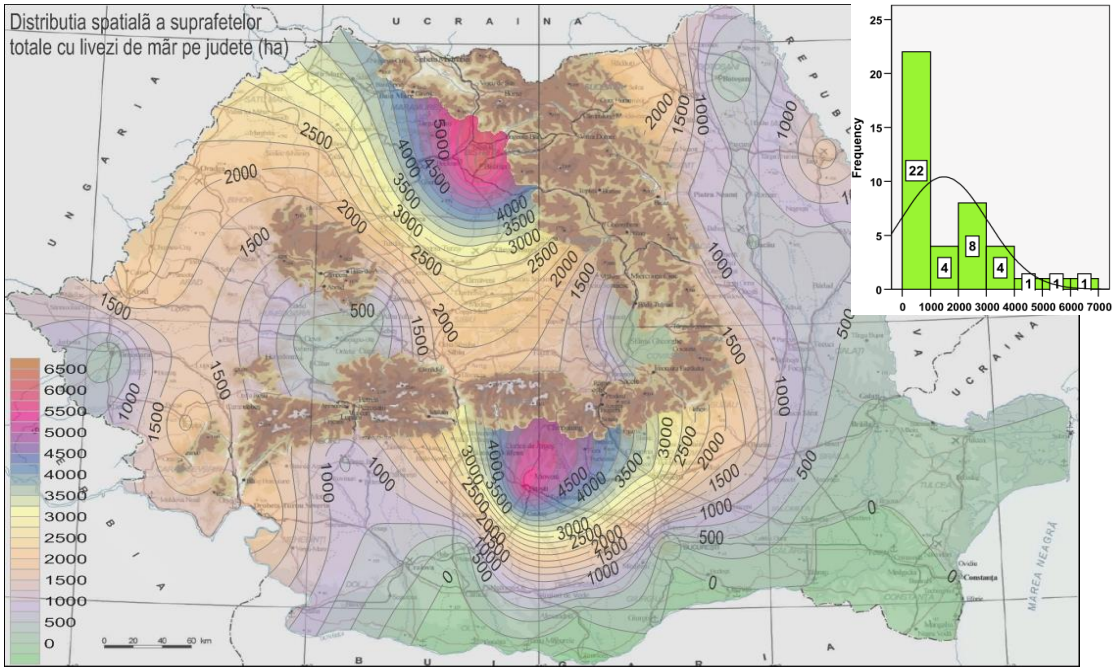



**Fig. 3.3. Distribuția spațială orientativă și histograma suprafețelor totale pe județe cu plantații de prun**

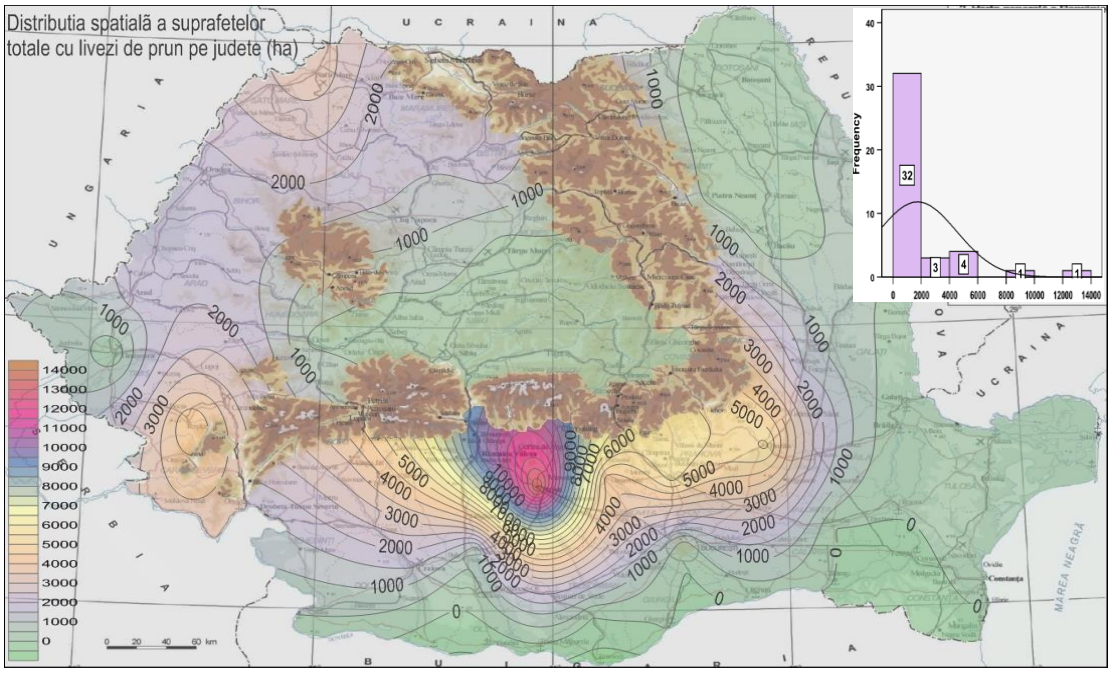



**Fig. 3.4. Distribuția spațială orientativă și histograma suprafețelor totale pe județe, cu plantații de măr**

**5. Metodologia estimării resurselor pedoclimatice ale terenurilor și pretabilitatea acestora pentru culturile pomicole de prun și măr**

În această secțiune se prezintă metodologia îmbunătățită de evaluare a favorabilității terenurilor pentru speciile prun și măr, prin cuantificarea efectului unui număr mai mare de factori pedologici față de cei din zonarea anterioară (Coman și Chițu, 2014), în scopul intensificării folosirii resurselor naturale regenerabile, în primul rând pedologice, de relief și climatice, în condiţiile protejării mediului înconjurător şi practicării unor tehnologii pomicole durabile. Favorabilitatea terenurilor s-a stabilit prin interpolare geostatistică a favorabilității fiecărui factor pedologic și climatic care impune restricții majore de amplasare a viitoarelor plantații pomicole.

Zonarea pomicolă cea mai recentă (Coman și Chițu, 2014), realizată prin interpolare geostatistică pe bază de modele matematice pentru majoritatea speciilor pomicole, a fost un prim pas în acest sens, dar a utilizat, alături de patru indicatori climatici, numai trei însușiri de sol: reacția chimică a solului (pH-ul) și textura în orizontul A, precum și drenajul global, fiind astfel relativ puțin reprezentativă față de diversitatea condițiilor de sol din România. Totuși aceasta a valorificat, pentru prima dată în România, baze de date multianuale climatologice (ANM București), pedologice (ICPA București) și de impact al factorilor de mediu în livezi (ICDP Pitești – Mărăcineni și șase stațiuni pomicole din România).

Spre deosebire de zonarea anterioară amintită, metodologia de față a crescut precizia delimitării zonelor cu maximă favorabilitate, punând un accent mai mare pe sol, utilizând, pe lângă cele trei însușiri de sol amintite: textura și reacția chimică din orizontul superior, precum și drenajul global, alte însușiri de relief sau sol: panta terenului, rezerva de humus pe adâncimea de 50 cm, volumul edafic util și gradul de salinizare/alcalizare.

Metodologia folosită în actuala zonare este un hibrid între metodologia americană (Bowen și Hollinger, 2004a și b) folosită la zonarea anterioară (Coman și Chițu, 2014) și metodologia romanească de bonitare a terenurilor (ICPA București, Florea ș.a., 1987). Nu s-a folosit în întregime una dintre acestea, de ex. metodologia americană, cu toate că aceasta din urma este aplicabilă unui numar mare de culturi și specii agricole, prezentând astfel avantaje de generalizare, deoarece există diferențe apreciabile între cele două abordări privitor la mărimea influenței însușirilor de sol asupra favorabilității, de ex. în cazul texturii sau al pH-ului solului, sau pentru că nu exista informație privind alte însusiri, cum este cazul pantei terenului. În această situație, de la metodologia americană s-au preluat structura formulei de calcul și interpretarea notelor de favorabilitate, precum și modul de calcul al drenajului. Pentru toate celelalte însușiri de sol s-au utilizat coeficienții de bonitare din metodologia ICPA București (Florea ș.a., 1987), făcându-se conversia acestora în unități compatibile cu metodologia americană.

Prima etapă a prezentei metodologii a inclus procedurile de evaluare individuală a gradului de favorabilitate a variabilelor solului (textură, pH, drenaj, pantă, rezervă de humus, volum edafic, grad de salinizare/alcalizare) și a celor climatice (temperatură medie și extremele zilnice, precipitații, temperatura minimă absolută din iarnă și numărul de zile ale perioadei de creștere), prin compararea condițiilor locale cu cerințele speciilor pomicole. A doua etapă a combinat scorurile de favorabilitate ale solului și climei într-un scor (notă) global de favorabilitate, rezultând atât o estimare cu caracter cantitativ (valori numerice între 0 și 4), cât și o descriere calitativă. Valorile numerice sunt cuprinse între 0 și 4, iar semnificația lor privind gradul de favorabilitate pentru o specie pomicolă este următorul: intervalul dintre nota 0 și 0,5 este nefavorabil speciei respective; intervalul dintre notele 0,5 și 1,5 este puțin favorabil, dar plantele trăiesc; intervalul dintre 1,5 și 2,5 moderat favorabil; intervalul dintre 2,5 și 3,5 favorabil, iar notele mai mari de 3,5 reprezintă un mediu foarte favorabil. Notele de favorabilitate sunt reprezentative pentru cerințele față de climă și sol pentru speciile pomicole respective, la nivel de pixel.

Prezenta metodologie folosește tot patru ipoteze, așa cum au utilizat și Coman și Chițu (2014). Primele trei ipoteze se referă la răspunsul fiziologic al plantelor la mediul înconjurător, în timp ce de-a patra se referă la gradul în care practicile de management al culturilor modifică mediul.

Ipoteza 1. În funcție de preferințele privind cerinţele față de mediu se admite că toate speciile pomicole vor răspunde constrângerilor de mediu în acelaşi mod şi, implicit, toate soiurile și portaltoii culturii pomicole respective se vor comporta în acelaşi fel.

Ipoteza 2. Temperaturile care depăşesc pragul maxim absolut al speciei, sau cele care scad sub minimul absolut tolerat de o cultură pomicolă nu omoară planta, dar stopează sau reduc semnificativ diviziunea celulară ori elongaţia (creşterea). Când temperaturile revin la un nivel mai favorabil, diviziunea celulară sau elongaţia vor reveni şi ele la stadiul de dezvoltare/creştere iniţial, cel dinaintea apariţiei temperaturilor nefavorabile. Cu cât temperatura nefavorabilă se va situa mai mult în afara intervalului de

favorabilitate maxim şi/sau minim admis, cu atât mediul geografic va fi considerat mai nepotrivit pentru respectiva cultură. Ipoteza poate fi contrazisă de o cultură care este în mod special sensibilă la o anumită temperatură. O asemenea cultură poate fi afectată într-un mod sever de episoade limitate în timp de creştere sau scădere a temperaturii, care vor fi complet nefavorabile, în timp ce modelul ar putea indica condiţii de temperatură favorabile culturii respective. De exemplu, în cazul în care sensibilitatea la temperaturile scăzute este atinsă în timpul înfloritului, cultura poate pierde întreaga recoltă de fructe (accidentele climatice de bruma sau îngheț tardiv din perioada înfloririi pomilor). Rezultatul va fi un eşec al culturii în anul respectiv. Frecvența ridicată a unor astfel de accidente climatice va face arealul nefavorabil pentru specie, chiar dacă modelul o va indica favorabilă.

Ipoteza 3. Precipitaţiile, numărul de zile din perioada de vegetaţie, temperaturile minime absolute și din anotimpul rece urmează legea minimului, similar zonării anterioare (Coman și Chițu, 2014). În metodologia propusă, gradul de salinitate/alcalizare și panta terenului se adaugă acestor însușiri. Prin urmare, dacă o variabilă climatică, pedologică sau geomorfologică arată că plantele se află la limita supraviețuirii, speciile respective nu se recomandă a fi cultivate, chiar dacă celelalte variabile se găsesc în limite normale.

Ipoteza 4. Drenajul, ca şi pH-ul solului sunt variabile care pot fi modificate prin practicile de management ale culturilor agricole. De exemplu, solurile slab drenate în mod natural pot fi drenate artificial, iar culturile vor răspunde similar condiţiilor de drenaj moderat. Astfel, o cultură care necesită un sol cu drenaj moderat va putea fi cultivată pe un teren cu un drenaj slab, pentru că se presupune că dacă plantaţia este înfiinţată pe un teren cu drenaj defectuos, fermierul poate amenaja sau instala un sistem de drenaj. De asemenea, dacă pH-ul solului nu este favorabil, fermierul, în anumite limite, poate apela la tehnici agricole care pot aduce pH-ul în limitele admise. Astfel, aceste variabile împreună cu temperatura şi textura sunt adăugate sau admise cu pondere egală în model. Pe lângă însușirile menționate, alte însușiri de relief sau sol (panta terenului, rezerva de humus, volumul edafic) se propun a avea același statut în prezenta metodologie. Însă sunt şi limite în raport de cât de mult poate fi modificat mediul. De exemplu, nu este practic ca drenajul solului să fie modificat de la excesiv drenat la bine drenat. Toate aceste probleme suplimentare care apar în acțiunea de înființare a plantațiilor pomicole și nu sunt luate în seamă în modelul de zonare simplificat vor putea fi tratate corespunzător în cadrul proiectelor detaliate, de înființare de plantații de pomi.

Tot conform metodologiei publicate anterior de Coman și Chițu (2014), dar și a celei actuale, există, de asemenea, şi ipoteze inerente în utilizarea tehnicilor de interpolare și GIS. Ipoteza majoră se referă la existența unor limitele clare de separare a unui poligon, presupunându-se că aceste limite discrete dintre poligoane reprezintă adesea schimbări ale proprietăţilor solului, ale climei sau ale amândurora. În realitate, aceste cazuri sunt extrem de rare. În general, există un gradient la schimbarea proprietăţii solului sau a temperaturii, care presupune schimbări treptate ale notelor de favorabilitate, chestiune care nu este luată în considerare în prezenta abordare. Modelul este limitat la o evaluare generală a favorabilității unei zone pentru o anumită cultură. Această limitare a studiului afectează precizia estimărilor favorabilității climatice, mai ales în cazul orografiei frământate (toate zonele de dealuri cu pante mari și expoziții diferite care creează microclimatul), deoarece stațiile meteorologice sunt amplasate, în toate cazurile, în zone reprezentative pentru areale întinse, care nu ţin cont de prezența pantelor accentuate sau a diferitelor expoziții. Deoarece nu sunt luate în considerare și alte variabile biologice care se referă la procesele de creștere și dezvoltare ale pomilor (de exemplu, distribuția rădăcinilor în sol şi dinamica bilanțului hidric în timpul perioadei de creştere), pretabilitatea terenului poate să nu descrie cu suficientă precizie favorabilitatea unei culturi alese în timpul sezonului de vegetaţie, aşa cum este de așteptat atunci când se ajustează tehnologiile de cultură la condițiile de mediu.

Calculul notei de favorabilitate a terenului (Eval) în noua metodologie propusă s-a făcut cu ajutorul formulei de mai jos, care este diferită de cea de la zonarea anterioară (Coman și Chițu, 2014), prin includerea celor patru termeni noi, menționați anterior. Aceasta este un produs a doi termeni, unul fiind media aritmetică a șase proprietăți de climă și teren/sol menționați mai jos, cealaltă fiind un produs al celorlalte proprietăți de clima / sol / teren = factori de minim, care sunt determinanți pentru supraviețuirea speciilor pomicole, produs împărțit la nota maximă (4) ridicată la puterea numărului acestora (5), din care se extrage radical tot de ordinul 5, astfel încât valoarea sa maximă să fie 1:

$$Eval = ((T + D + Txt + pH + Rzh + Ved) / 6) \times ((Ger \times Prc \times Durvg \times Salin \times Pnt) / 4^{\wedge 5})^{\wedge (1/5)}$$

unde Eval = potențialul productiv al terenului pentru specia pomicolă dată (cu note de la 0 la 4), iar ceilalți termeni reprezintă notele, tot de la 0 la 4, pentru: T = temperatura medie a aerului, D = drenajul global al solului, Txt și pH sunt textura solului, respectiv reacția chimică din orizontul A, Rzh = rezerva de humus,

Ved = volumul edafic util, Ger = gerul, Prc = precipitațiile anuale, Durvg = durata perioadei de vegetație a speciei pomicole analizate, Salin = gradul de salinitate/alcalinitate al solului, Pnt = panta terenului. Se observă că, atunci când toate însușirile sunt la maximum (nota 4), termenul din partea stângă a ecuației are valoarea 4, iar termenul din partea dreaptă este 1, rezultând nota finală maximă, 4, iar dacă însușirile au valori inferioare, atunci și nota finală va fi cuprinsă între 0 și 4.

1. Favorabilitatea datorată elementelor climatice

După metodologia zonării anterioare (Coman și Chițu, 2014), s-au folosit 366 de valori zilnice, medii multianuale ale următorilor parametri ai temperaturii aerului: medii cu probabilitatea de realizare de 50%, minime cu probabilitatea de realizare de 25% și maxime cu probabilitatea de realizare de 75% (pentru calculul probabilităților se utilizează legea normală a distribuției valorilor, după acceptarea normalității prin testul Shapiro – Wilk). Aceste valori s-au transformat în temperaturi orare utilizând funcții sinusoidale. S-au calculat sumele zilnice ale orelor cu temperaturi cuprinse între reperele termice cardinale (tabelate Bowen şi Hollinger, 2004): suma nr. 1 – numărul de ore între maxima absolută și temperatura optimă maximă, suma nr. 2 – între optima maximă și optima minimă și suma nr. 3 – între optima minimă și minima absolută. Pentru a transforma sumele zilnice ale celor trei intervale din perioada de vegetație a speciei în note de favorabilitate zilnică (de la 0 la 4), s-au înmulțit sumele 1 și 3 cu cifra 3 și a suma 2 cu cifra 5, după care suma s-a împărțit la cele 24 de ore ale unei zile. S-au obținut, astfel, 366 valori între 0 și 4 ale favorabilității zilnice (Bowen şi Hollinger, 2004).

Pentru stabilirea favorabilității anuale, s-a calculat suma notelor medii zilnice de favorabilitate numai pentru sezonul de vegetație, apoi aceasta s-a împărțit la numărul zilelor din perioada de vegetație a unui an. Prima zi a perioadei de vegetație este considerată ziua în care media temperaturilor maxime depășește minima absolută a speciei, iar ultima zi din perioada de vegetație este prima zi din semestrul al doilea al anului în care temperatura medie a minimelor coboară sub 0°C. Toate calculele s-au efectuat în fișiere Microsoft Office EXCEL, pentru fiecare specie şi staţie climatică în worksheet-uri separate.

Pentru stabilirea gradului de favorabilitate privind durata perioadei de vegetație s-au calculat nivelurile reper, astfel: s-a atribuit nota 0 dacă durata sezonului de vegetație (Durvg) a speciei în localitatea respectivă, determinată prin calcul, este mai mică decât limita minimă (Lmin) a speciei; nota 1 dacă Durvg este între Lmin și Lmin + (0,125×AMPL), unde AMPL este amplitudinea intervalului speciei; nota 2 dacă este între Lmin + (0,125×AMPL) și Lmin + (0,25×AMPL); nota 3 dacă Durvg este între Lmin + (0,25×AMPL) și Lmin + (0,375×AMPL), nota 4 dacă Durvg este superior acestui ultim prag.

Deoarece după datele existente, perioada de vegetație nu este restrictivă, pentru cele două specii pomicole și toate localitățile din România s-a acordat numai nota maximă 4.

Pentru stabilirea gradului de favorabilitate la gerurile din timpul iernii s-a utilizat o bază de date existentă (50 ani, 1961-2010) cu valorile minime ale temperaturii înregistrate în fiecare an. Pentru acordarea notei 0 de favorabilitate pentru ger s-a stabilit valoarea temperaturii minime cu probabilitatea (P) de realizare de 25% (valoare care apare o dată la 4 ani). Dacă limita de rezistență (L) a speciei (tabelate) este superioară acestei temperaturi (L > P), atunci s-a acordat nota 0, arealul respectiv fiind nefavorabil pentru specia respectivă. S-au acordat notele 1, 2, 3 și 4 de favorabilitate prin adăugarea la pragul speciei, a câte un grad Celsius, astfel: Dacă P > L și P ≤ L+1, s-a acordat nota 1; dacă P > L+1 și P ≤ L+2, nota 2; dacă P > L+2 și P ≤ L+3, nota 3, iar dacă P > L+3, nota 4.

Pentru stabilirea gradului de favorabilitate a precipitațiilor s-a folosit valoarea medie pe intervalul 1961-2010 a sumei anuale a precipitațiilor (Pr), prin compararea mediilor multianuale ale localităților, cu limitele speciilor: minimă (MIN), maximă (MAX), precum și cu amplitudinea dintre limita minimă și maximă (A) ale fiecărei specii (tabelate, Bowen şi Hollinger, 2004). Notele precipitațiilor s-au acordat astfel: când Pr sunt între MIN și MIN+0,25×A, nota 3, când Pr sunt între MIN+0,25×A și MIN+0,50×A, nota 4, când Pr sunt între MIN+0,50×A și MIN+0,75×A, nota 3,cand Pr sunt între MIN+0,75×A și MAX, nota 2, când Pr sunt între MAX și MAX+0,25×A, nota 1, când Pr > MAX+0,25×A, nota 0, cand Pr > MIN și Pr < MIN-150 mm, nota 2, când Pr sunt > MIN-150 mm și Pr < MIN-300 mm, nota 1,când Pr sunt < MIN-300 mm, nota 0. Sintetizând, pe tot domeniul de variație al Pr, notele, în paranteză, au aspectul unei parabole cu punct de maxim în intervalul dintre MIN+0,25×A și MIN+0,50×A, cu valoarea 4:

(0) MIN-300 (1) MIN-150 (2) MIN (3) MIN+0,25×A (4) MIN+0,50×A (3) MIN+0,75×A (2) MAX (1) MAX+0,25×A (0)

2. Favorabilitatea datorată însușirilor solului

Pentru stabilirea favorabilităţii pedologice a celor doua speciilor pomicole s-au utilizat informaţii din bazele de date digitale existente la INCDPAPM – ICPA Bucureşti: Sistemul informatic geografic al

resurselor de sol “SIGSTAR-200”, Sistemul Informatic Geografic al Microzonelor Pedogeoclimatice SIG-MZP (Dumitru ş.a., 2010), Bazele de date punctuale PROFISOL şi MONITORING, datele de folosinţă a ternului din Land Cover Classification System - LCCS, Modelul Digital de Teren SRTM30, datele obţinute de pe foile topografice 1:25.000, precum şi datele pentru reţeaua hidrografică. Sistemul informatic geografic al resurselor de sol “SIGSTAR-200” este realizat pe baza informaţiilor conţinute în cele 50 de foi de hartă care alcătuiesc „Harta Solurilor României la scara 1:200.000” (Fig. 3.5.). Pentru fiecare unitate teritorială de sol există câteva caracteristici preluate de pe harta tipărită: unitatea cartografică (tipul sau subtipul de sol), textura orizontului de suprafaţă, conţinutul de schelet. Alte proprietăţi sunt evaluate în sistem expert sau folosind reguli de pedotransfer. După cum s-a amintit, dintre proprietăţile solului s-au folosit: textura în orizontul A (Txt), reacţia solului (pH) în orizontul A, drenajul solului (D), rezerva de humus (Rzh) pe adâncimea de 0,5 m, volumul edafic util (Ved) și gradul de salinitate/alcalinitate (Salin), iar dintre proprietăţile de teren, panta (Pnt). Modul în care s-au evaluat notele de favorabilitate pentru fiecare prorprietate în parte este prezentat în continuare.

Pe baza datelor obținute pentru fiecare însușire de sol, în urma atribuirii de clase de valori în sistem expert sau a stabilirii claselor de bonitare a terenurilor (Florea ș.a., 1987) pentru fiecare unitate de sol din baza de date, precum și pe baza încadrării în clase de favorabilitate conform diagramelor adaptate, s-au realizat cartograme de favorabilitate a terenurilor pentru fiecare din cele două specii pomicole studiate, suplimentar faţă de reprezentarea fiecarei însusiri de sol la nivelul României.

*Textura solului*

Textura reprezintă unul dintre principalii factori limitativi pentru sistemele tehnologice agricole, deoarece nu poate fi modificată prin lucrări tehnologice curente. Cele mai favorabile condiţii se regăsesc pe solurile cu textură mijlocie (luto-nisipoasă şi lutoasă), care asigură regim optim de reţinere, cedare şi mişcare a apei în sol, de reţinere şi de cedare a elementelor nutritive, capacitate optimă de schimb cationic. Spre deosebire de acestea, solurile cu textură fină (argiloasă) și grosieră (nisipoasă) pe profil asigură condiţii mai puțin favorabile. În ceea ce privește textura solurilor în orizontul de suprafaţă, ponderea cea mai ridicată privind răspândirea în România o au solurile cu textură lutoasă şi lutoargiloasă, urmate de solurile argiloase, cele lutonisipoase şi solurile nisipoase – nisipolutoase (Fig. 3.6.).

Pe harta solurilor 1:200.000, în care unitatea cartografică reprezintă asociaţii de soluri, tipurile de texturi de suprafață sunt prezentate ca atribute descriptive aflate în baza de date SIGSTAR-200.

Clasele de favorabilitate s-au definit în raport de indicatorul 23 “Grupe de clase, clase, și subclase texturale” și coeficienții de bonitare pentru textura solului în Ap sau în primii 20 cm, Anexa 3-7 (Florea ș.a., vol. II, 1987). Pentru culturile de prun și măr a fost luată în considerare textura fiecărui poligon de sol din baza de date. În final, coeficienții de bonitare aferenți au fost corelați cu clasele de favorabilitate (tabelul 3.7.).

**Tabelul 3.7. Corelarea claselor texturale (ind. 23) cu coeficienții de bonitare și clasele de favorabilitate (textura solului în primii 20 cm) (adaptare după Florea ș.a., 1987)**

| Cod ind. 23 A | Denumire | Măr | | Prun | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | C.B.[1] | N.F.[2] | C.B.[1] | N.F.[2] |
| ***Texturi grosiere*** | | | | | |
| **10 – 13** | Nisip | 0,7 | 2,5 | 0,6 | 2,0 |
| **20 – 23** | Nisip lutos | 0,8 | 3,0 | 0,7 | 2,5 |
| ***Texturi mijlocii*** | | | | | |
| **30 – 35** | Lut nisipos | 0,9 | 3,5 | 0,8 | 3,0 |
| **40 – 43** | Lut | 1 | 4,0 | 1 | 4,0 |
| ***Texturi fine*** | | | | | |
| **50 – 53** | Lut argilos | 1 | 4,0 | 1 | 4,0 |
| **60 – 62** | Argilă, Argilă lutoasă, Argilă prăfoasă | 0,9 | 3,5 | 0,9 | 3,5 |
| **63 – 64** | Argilă medie, Argilă fină | 0,8 | 3,0 | 0,8 | 3,0 |
| ***Alte materiale*** | | | | | |
| **91** | Sedimente ≥40% $CaCO_3$ | 0,3 | 1,0 | 0,3 | 1,0 |
| **92** | Roci compacte fisurate și pietrișuri (permeabile) | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 0,5 |
| **93** | Roci compacte dure (nepermeabile) | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| **94** | Depozite organice | 0,8 | 3,0 | 0,8 | 3,0 |

*[1]Coeficienți de bonitare, [2]Note de favorabilitate*

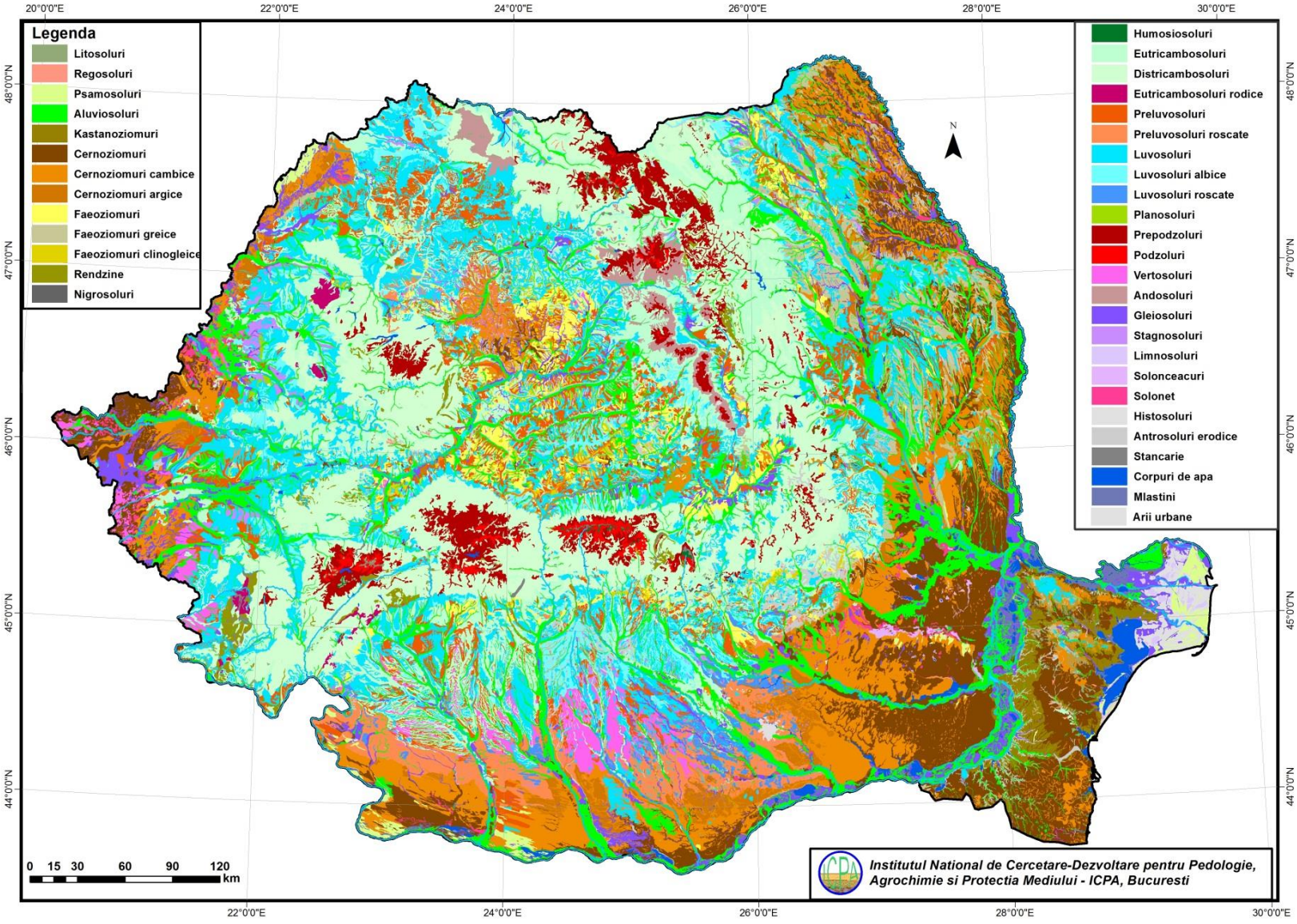



**Fig. 3.5. Harta Solurilor României la scara 1:200.000 (ICPA București)**

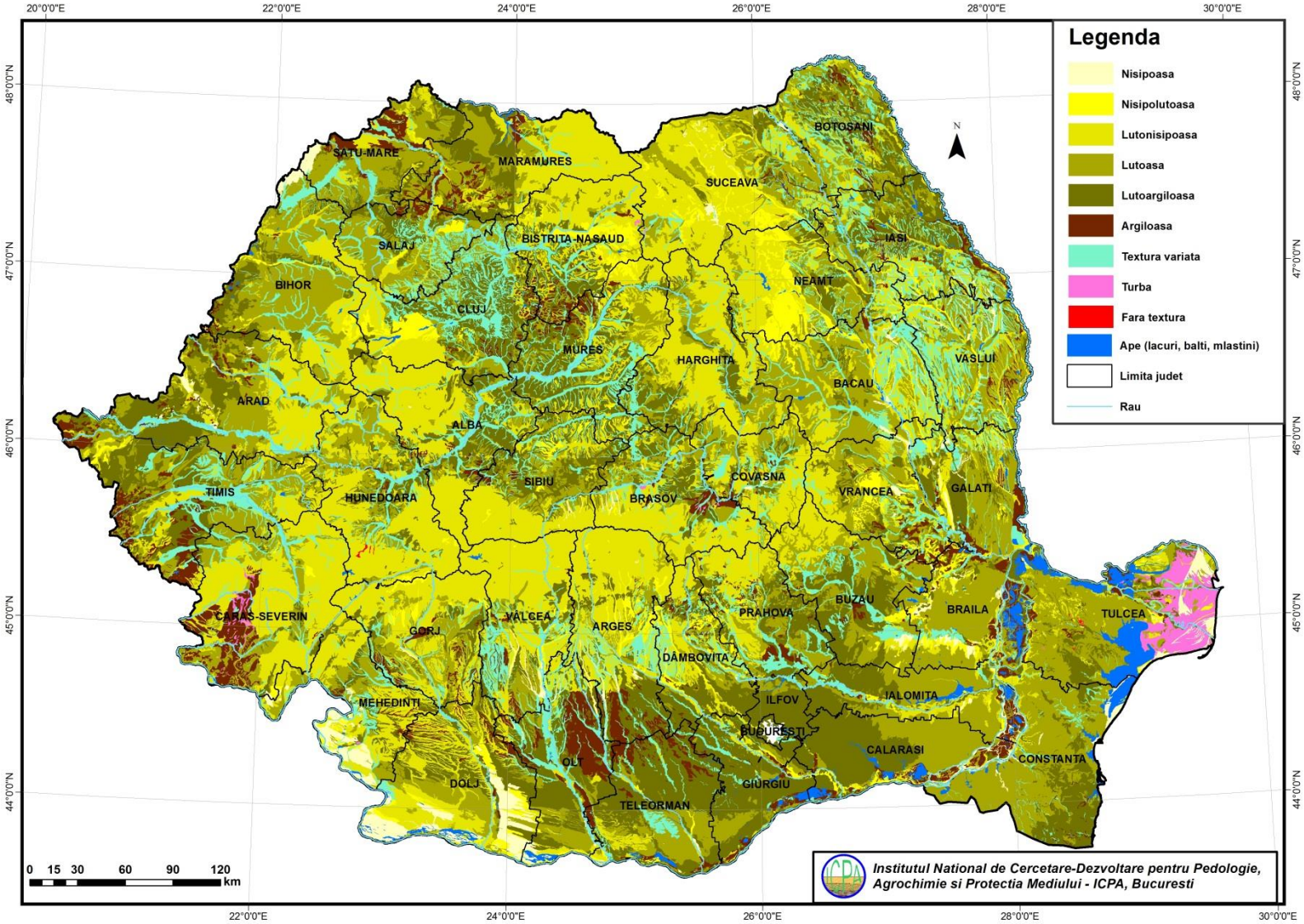



**Fig. 3.6. Repartiția spațială a texturii solurilor în România**

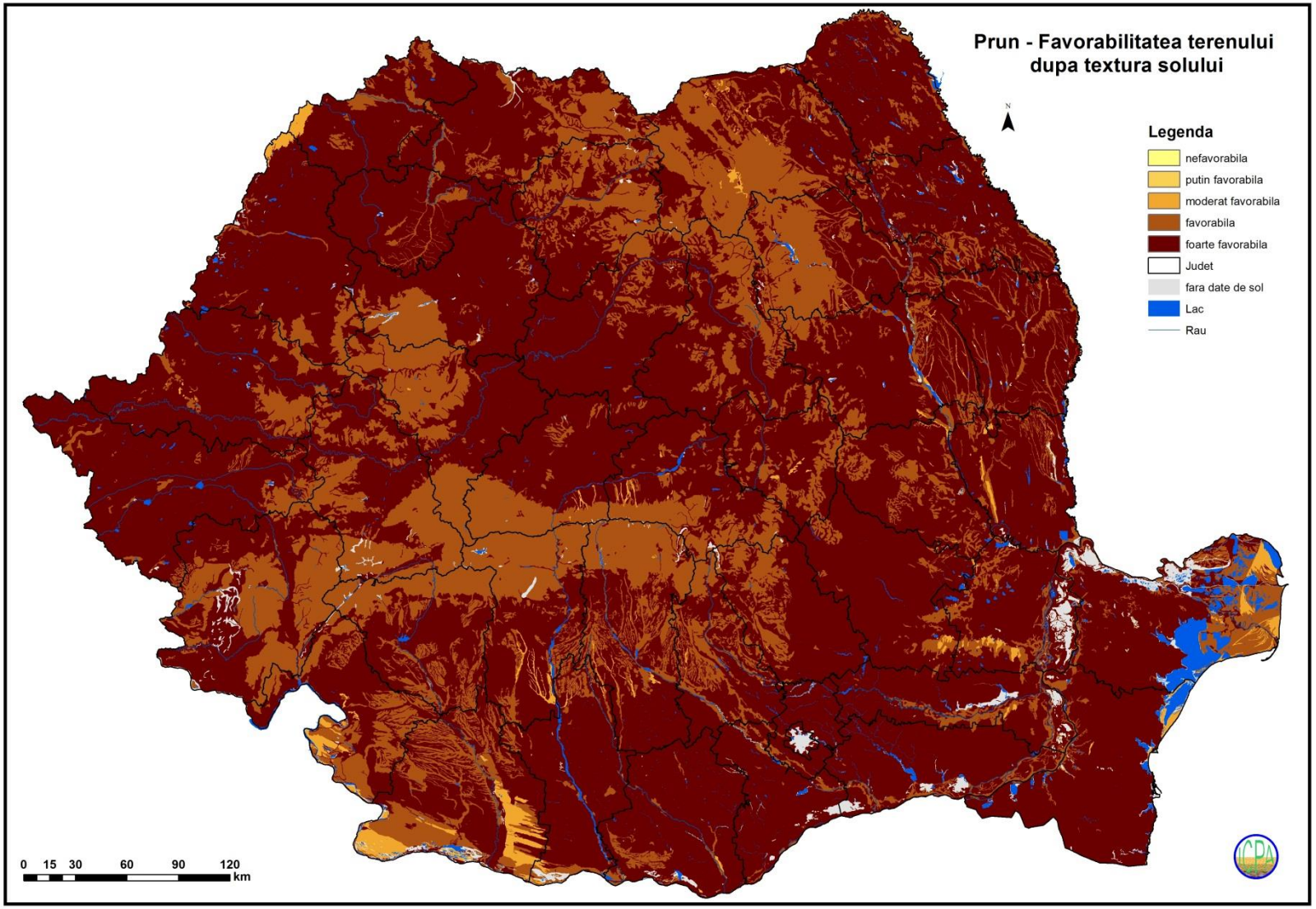



**Fig. 3.7. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de prun în funcție de textura solului din orizontul de suprafață, în România**

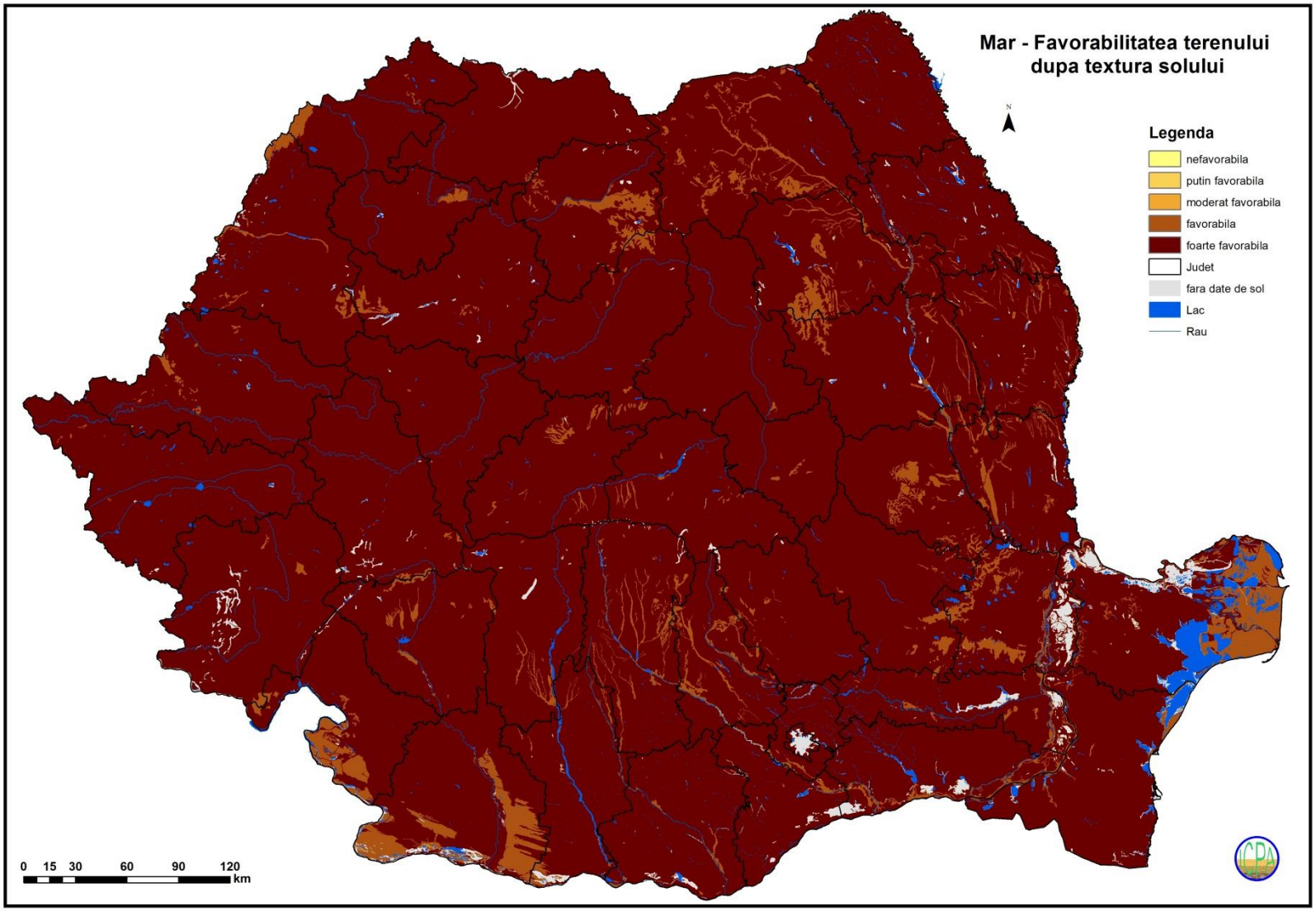



**Fig. 3.8. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de măr în funcție de textura solului din orizontul de suprafață, în România**

Se observă că texturile grosiere penalizează mai mult prunul (40%) decât mărul (30%). În cazul texturilor grele (argiloase) situația este similară pentru ambele specii, penalizarea fiind de 10% în cazul unui teren cu textura argilă lutoasă, respectiv de 20 % pentru cele cu argilă fină în orizontul de suprafață (0-20 cm). Pe ansamblu textura solurilor din România este favorabilă sau foarte favorabilă înfiinţării de livezi. Cum s-a menționat deja, solurile cu textură mijlocie sunt cele mai favorabile înfiinţării plantaţiilor pomicole de măr și prun. Cele două cartograme obținute prezintă situația la nivel de țară a favorabilității terenurilor pentru cultura de măr și prun, în funcție de textura din orizontul de suprafață al solului (Fig. 3.7. si 3.8.).

*Reacţia chimcă a solului (pH în apă)*

Valorile reacţiei solului depind de gradul de saturaţie în baze al solului şi de tipul de saturaţie (predominant cu calciu sau cu sodiu). Regimul hidric percolativ, sau periodic percolativ, aplicarea îndelungată a îngrășămintelor azotoase, poluarea acidă etc. determină levigarea bazelor spre adâncime, partea superioară a solului acidifiindu-se adesea, îndeosebi în condiţiile neaplicării amendamentelor calcaroase și a substratului specific. În orizontul superior, reacţia solurilor (pH în $H_2O$) variază de la extrem de acidă la puternic alcalină, dar ponderea cea mai mare o au solurile din clasele moderat acidă, slab acidă şi slab alcalină (Fig. 3.9.). Se observă că regiunile cu ariditate mai pronunțată, din Dobrogea, Bărăgan și zona de câmpie stepică sau silvo-stepică prezintă reacție slab alcalină, urmând apoi cele cu reacție neutră, în timp ce solurile din câmpiile înalte și din regiunea deluroasă prezintă reacție slab-acidă, tendința de acidifiere fiind din ce în ce mai pronunțată către regiunile montane umede. Probleme deosebite ridică atât solurile din domeniul extrem de puternic acide – puternic acide, cât şi cele moderat şi puternic alcaline.

Încadrarea tipurilor și asociațiilor de sol în clase de reacție s-a realizat în sistem expert, ţinând cont de însușirile chimice ale solurilor. Pentru fiecare unitate cartografică de sol din baza de dată a fost atribuit un interval de pH. Clasele de favorabilitate s-au definit în raport de indicatorul 63 “Clase de reacție a solului” (tabelul 3.8) și coeficienții de bonitare pentru reacția solului în Ap sau în primii 20 cm, Anexa 3-15 (Florea ș.a., vol. II, 1987). Ulterior, coeficienții de bonitare au fost corelați cu clasele de favorabilitate (tabelul 3.9). Corelația a ținut cont de două categorii de soluri: a) soluri cu grad de saturație în Ap sau în primii 20 cm $V_{8,3} \leq 55$, respectiv b), soluri cu grad de saturație în Ap sau în primii 20 cm $V_{8,3} \geq 55$. Se observă că pentru solurile din categoria mezobazice, eubazice și saturate în baze, reacția de la extrem de acidă până la slab alcalină nu penalizează cultura mărului și prunului. În schimb pentru valori mai mari ale pH-ului (reacție de la moderat alcalină până la extrem alcalină) penalizarea este consistentă, de exemplu pentru măr variind de la 30% (pH 8,5-9,0) până la 80% (pH ≥ 10,1). În cazul solurilor oligobazice notele de favorabilitate cele mai mari sunt raportate la o reacție a solului slab acidă spre neutră, cu valori ale pH-ului între 5,9 și 7,2.

**Tabelul 3.8. Clase de reacție a solului (pH-ul în suspensie aposă la raport sol/soluție de 1:2,5; indicator 63) (Florea ș.a., 1987)**

| Cod ind. 63 | Denumire | Limite pH |
|---|---|---|
| 2,5 | extrem de acidă | ≤3,50 |
| 3,9 | foarte puternic acidă | 3,6 – 4,3 |
| 4,7 | puternic acidă | 4,4 – 5,0 |
| 5,2<br>5,6 | moderat acidă | 5,1 – 5,4<br>5,5 – 5,8 |
| 6,1<br>6,6 | slab acidă | 5,9 – 6,4<br>6,5 – 6,8 |
| 7,0 | neutră | 6,9 – 7,2 |
| 7,5<br>8,1 | slab alcalină | 7,3 – 7,8<br>7,9 – 8,4 |
| 8,7 | moderat alcalină | 8,5 – 9,0 |
| 9,2 | puternic alcalină | 9,1 – 9,4 |
| 9,7 | foarte puternic alcalină | 9,5 – 10,0 |
| 9,9 | extrem de alcalină | ≥10,1 |

**Tabelul 3.9. Corelarea claselor de reacție a solului cu coeficienții de bonitare și clasele de favorabilitate**

| Cod ind. 63 | Apreciere | *Măr* | | *Prun* | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | C.B.[1] | N.F.[2] | C.B.[1] | N.F.[2] |
| *Soluri cu grad de saturație în Ap sau în primii 20 cm $V_{8,3} \leq 55$ (ind. 69)* | | | | | |
| **2,5** | extrem de acidă | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| **3,9** | foarte puternic acidă | 0,4 | 1,0 | 0,4 | 1,0 |
| **4,7** | puternic acidă | 0,8 | 3,0 | 0,6 | 2,0 |
| **5,2** | moderat acidă | 0,9 | 3,5 | 0,7 | 2,5 |
| **5,6** | moderat acidă | 0,9 | 3,5 | 0,8 | 3,0 |
| **6,1 – 7,0** | slab acidă - neutră | 1 | 4,0 | 1 | 4,0 |
| **7,5** | slab alcalină | 0,9 | 3,5 | 1 | 4,0 |
| *Soluri cu grad de saturație în Ap sau în primii 20 cm $V_{8,3} \geq 55$ (ind. 69)* | | | | | |
| **2,5 – 7,5** | extrem de acidă – slab alcalină | 1 | 4,0 | 1 | 4,0 |
| **8,1** | slab alcalină | 0,8 | 3,0 | 0,9 | 3,5 |
| **8,7** | moderat alcalină | 0,7 | 2,5 | 0,8 | 3,0 |
| **9,2** | puternic alcalină | 0,6 | 2,0 | 0,7 | 2,5 |
| **9,7** | foarte puternic alcalină | 0,5 | 1,5 | 0,6 | 2,0 |
| **9,9** | extrem de alcalină | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 1,0 |

*[1]Coeficienți de bonitare, [2]Note de favorabilitate*

Aplicând metodologia propusă în această lucrare s-au obținut două cartograme privind favorabilitatea mărului și prunului în funcție de reacția solului (Fig. 3.10 si 3.11.). Dacă prunul prezintă o favorabilitate foarte ridicată aproape pe tot cuprinsul țării, cu excepția munților, în schimb mărul arată o reducere a favorabilității din cauza reacției slab alcaline sau alcaline din arealele afectate de o ariditate mai mare, sau de alcalizare.

*Drenajul solului.* Principala cerinţă pe care trebuie s-o îndeplinească un teren pentru cultura speciilor pomicole este menţinerea în zona explorată de sistemul radicular a unei cantităţi suficiente şi concomitente de apă şi aer, aflate în echilibru (regim aerohidric optim). Drenajul solului (intern și/sau extern) caracterizează rapiditatea cu care apa în exces este îndepărtată din sol în diferite condiţii climatice. Clasele de drenaj global (natural) se referă la frecvenţa şi durata perioadelor umede în condiţii similare celor în care s-a dezvoltat solul. Schimbarea regimului apei de către om prin drenaj artificial sau irigaţie nu este luată în consideraţie în afara cazurilor când aceste schimbări au modificat morfologia solului, în cadrul stabilirii favorabilității naturale a terenurilor.

Conform metodologiei după Bowen şi Hollinger (2004), clasele de drenaj global al solului se grupează în clase de favorabilitate pentru diferite specii pomicole, conform Fig. 3.12. Cultura mărului și prunului necesită un drenaj global bun, astfel încât solurile bine drenate sunt încadrate în clasa de favorabilitatea maximă (nota 4 = foarte favorabil).

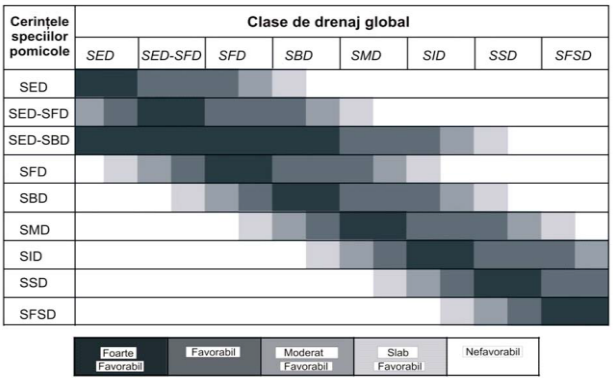



**Fig. 3.12. Diagrama favorabilității drenajului solului pentru diferite cerințe ale speciilor pomicole (adaptată după Bowen şi Hollinger, 2004) *(SED – soluri excesiv drenate, SFD – soluri intens/foarte drenate, SBD – soluri bine drenate, SMD – soluri moderat drenate, SID – soluri imperfect drenate, SSD – soluri slab drenate, SFSD – soluri foarte slab drenate)***

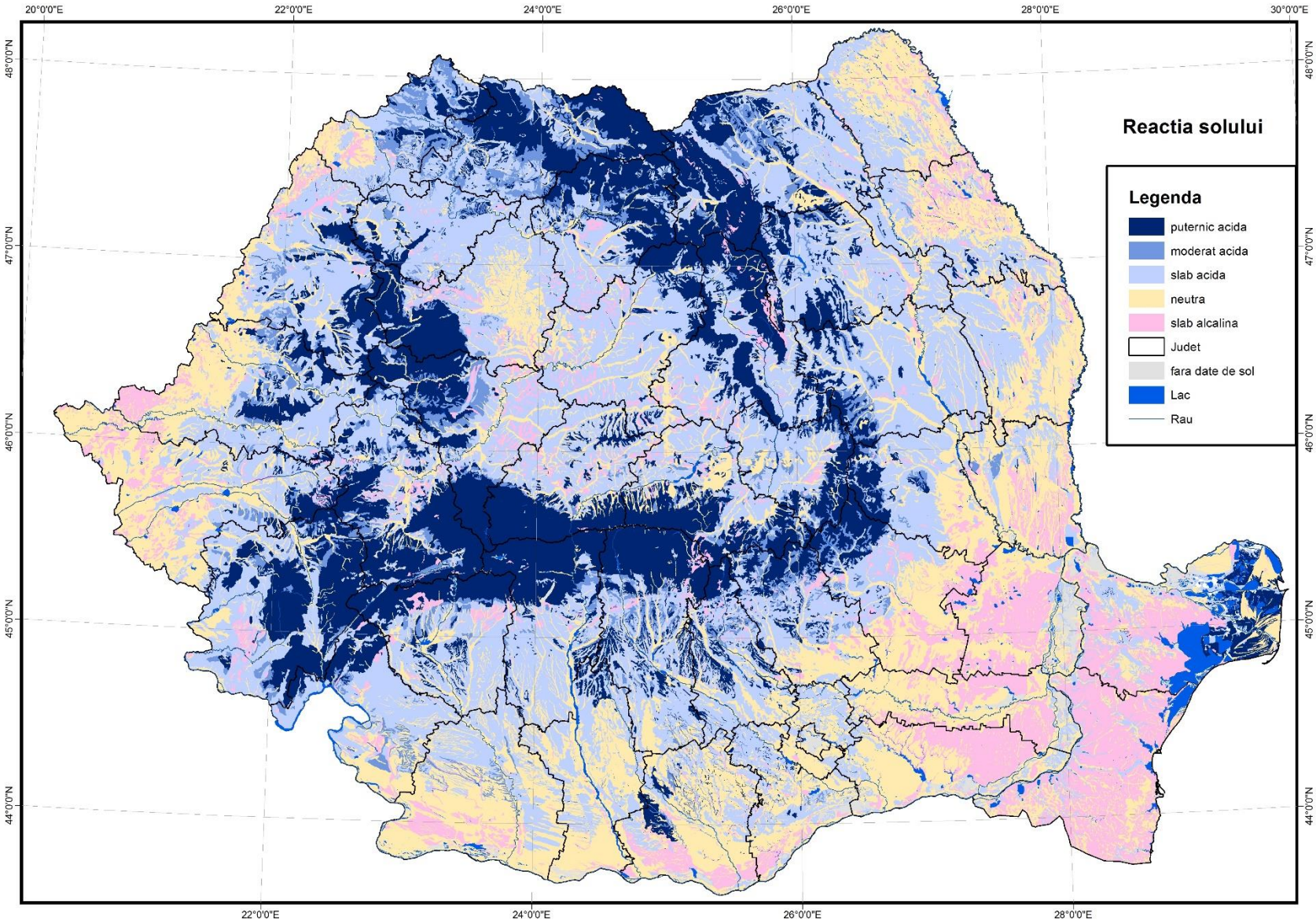



**Fig. 3.9. Repartiția spațială a reacției chimice a solurilor în orizontul superior, în România**

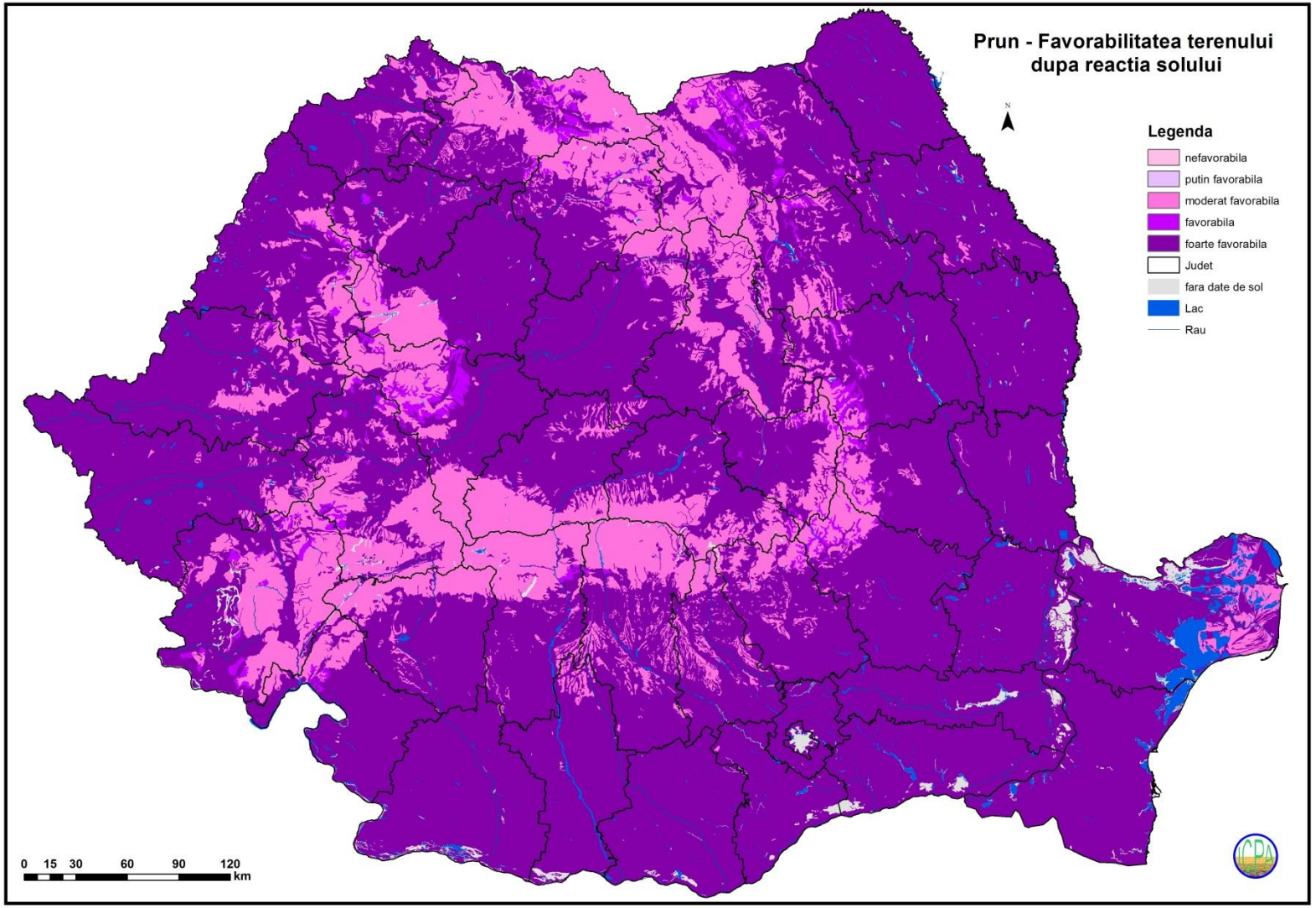



**Fig. 3.10. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de prun în funcție de reacția chimică a solului în orizontul de suprafață, în România**

..

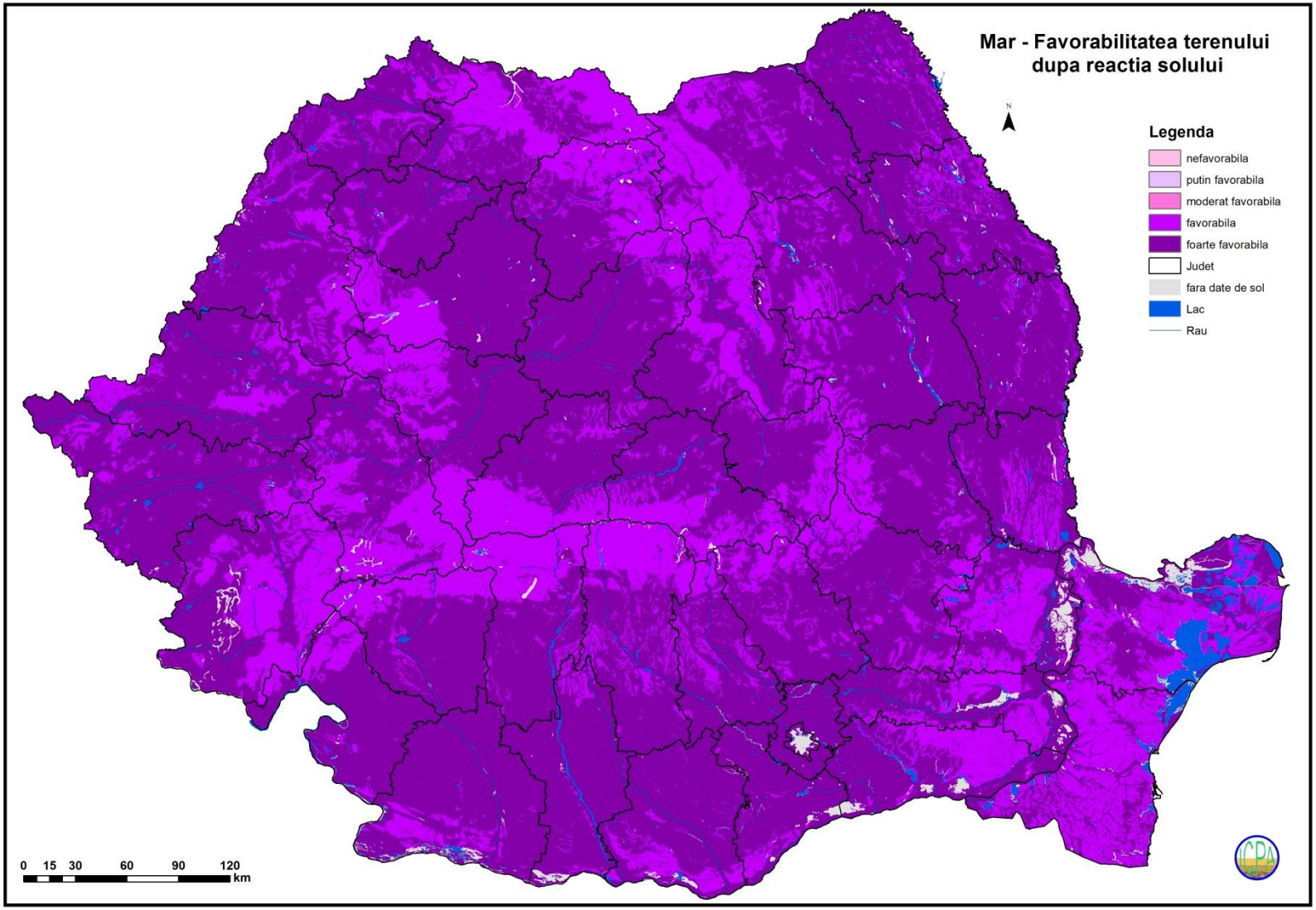



**Fig. 3.11. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de măr în funcțe de reacția chimică a solului în orizontul de suprafață, în România**

Repartiția spațială a drenajului solurilor în România este prezentată în fig.3.13. Solurile care pun probleme de drenaj sunt afectate în anumite grade de stagno-gleizare sau de gleizare, așa cum sunt cele din partea centrală a Câmpiei Române, din județele Argeș, Olt, Teleorman, Dambovița, sau cele din zona mlăștinoasă din Câmpia de Vest, ori solurile din nordul Podișului Moldovei sau al Transilvaniei. De asemenea, luncile marilor râuri prezintă adesea ori gleizare, ori pericol de inundabilitate. Favorabilitatea drenujului solurilor pentru cultura prunului și mărului este evidențiată în fig. 3.14, unde se remarcă faptul ca arealele menționate mai sus prezintă o favorabilitate redusă pentru înființarea de plantații de pruni și meri.

Însușirile nou introduse

*Panta terenului*

Panta terenului influențează indirect condițiile de creștere, dezvoltare și rodire a pomilor. Înclinarea suprafeței terenului determină, în funcție de valoare, un coeficient mai mare de scurgere de suprafață a apei pluviale, cu efecte asupra procesului de pedogeneză și asupra declanșării eroziunii. Procesul de solificare este diferențiat pe versant, chiar dacă intensitatea este aceeași ca în cazul suprafețelor plane de tipul interfluviilor, în sensul că aceleași orizonturi au o grosime diferită. Frecvent însă, stadiul de evoluție al solului este inferior pe versanți în comparație cu interfluviul.

Panta terenului determină modificări și în privința intensității luminii și compoziției sale spectrale. Intensitatea luminii este maximă atunci când unghiul de incidență a razelor solare la suprafața terenului este de 90°, și scade proporțional cu micșorarea acestuia. Unghiul de incidență a razelor solare este mai mare pe versanții cu expoziție estică, sudică și vestică, decât pe terenurile plane. Modificările de intensitate a luminii și de compoziție spectrală stau la baza explicării aromei și colorației mai intense a fructelor obținute de la pomii cultivați pe versanți.

Panta terenului are influențe asupra proceselor de creștere a pomilor și producției de fructe. De ex., în livezile clasice o creștere a pantei terenului de la 22% la 38% în cazul prunului conduce la o scădere a înălțimii pomilor de aproximativ 0,5 m și a creşterii anuale a lăstarilor de 30 cm (Voiculescu, 1999). Înclinarea terenului determină diferențe de creștere și producție, nu numai în raport de mărimea acesteia, ci și de specie, constatându-se că, la aceeași pantă, reducerea grosimii trunchiului este mai accentuată la măr, față de prun (Voiculescu, 1986). În general, plantațiile pomicole moderne nu se înființează pe pante mai mari de 15-20%.

Notele de evaluare pentru cele patru proprietăţi de sol nou introduse au fost calculate prin utilizarea unor funcții de transfer de la coeficienții de bonitare, care variază între “0” şi „1”, stabiliţi de Metodologia Elaborării Studiilor Pedologice (Florea ș.a., 1987), la sistemul propus de Coman și Chițu (2014), dezvoltat după modelul Alternative Crops Project (Bowen şi Hollinger, 2004) (care are valori între „0” şi „4”). Faţă de metodologia dezvoltată anterior, în prezenta lucrare s-a propus introducerea unor note intermediare: 0,5; 1,5; 2,5, respectiv 3,5 (Tabelul 3,10).

Pentru definirea claselor de favorabilitate pe fiecare specie pomicolă în raport de panta terenului s-au folosit Indicatorul 33 – Grupele și clasele de pantă a terenului (Florea ș.a., vol. III, 1987) și coeficienții de bonitare pentru panta terenului Anexa 3-9 (Florea ș.a., vol. II, 1987). Coeficienții de bonitare au fost echivalați cu notele de la 0 la 4, aferente claselor de favorabilitate (din modelul Alternative Crops Project, Bowen şi Hollinger, 2004), Tabelul 3.11.

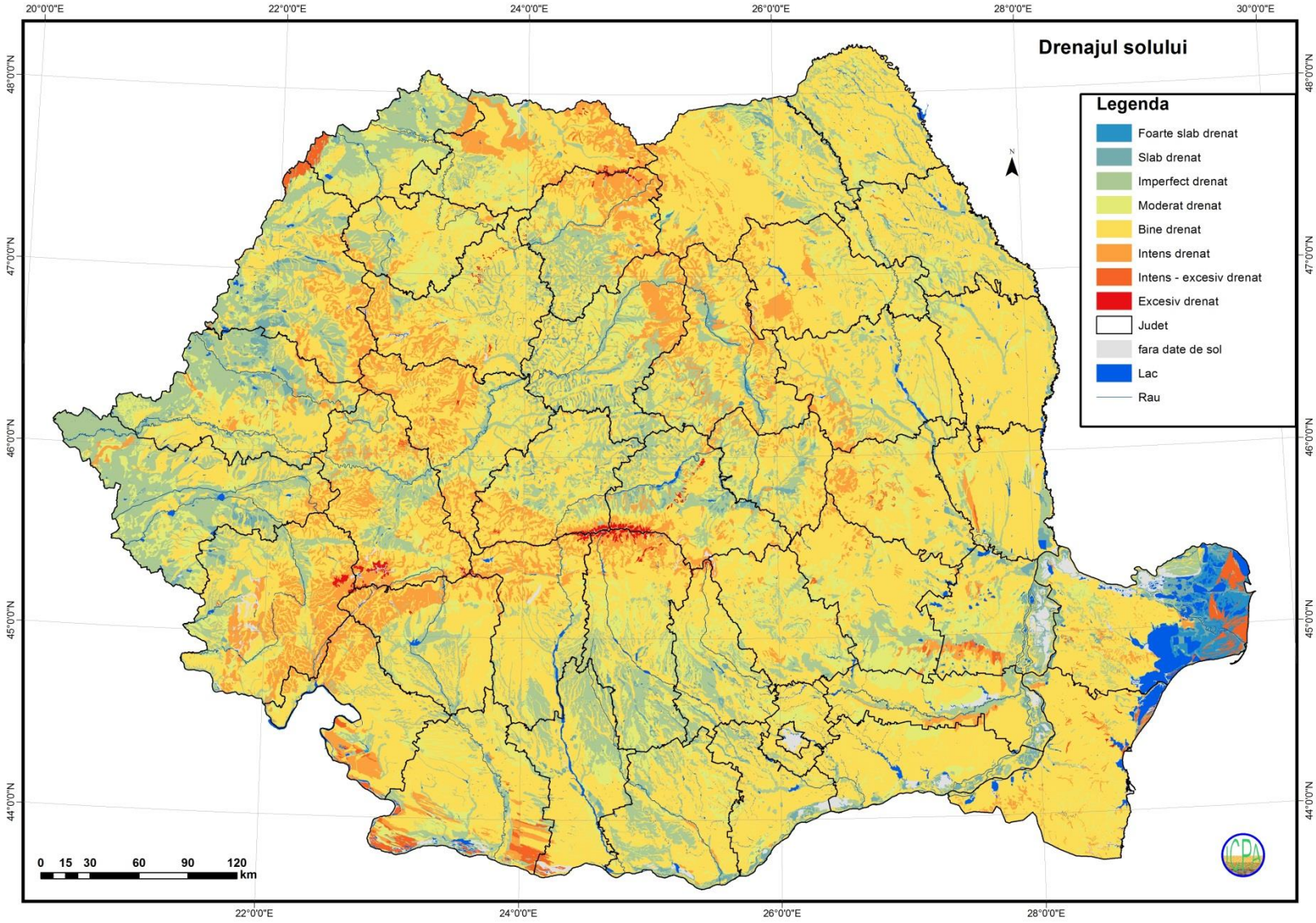



**Fig. 3.13. Repartiția spațială a drenajului solurilor în România**

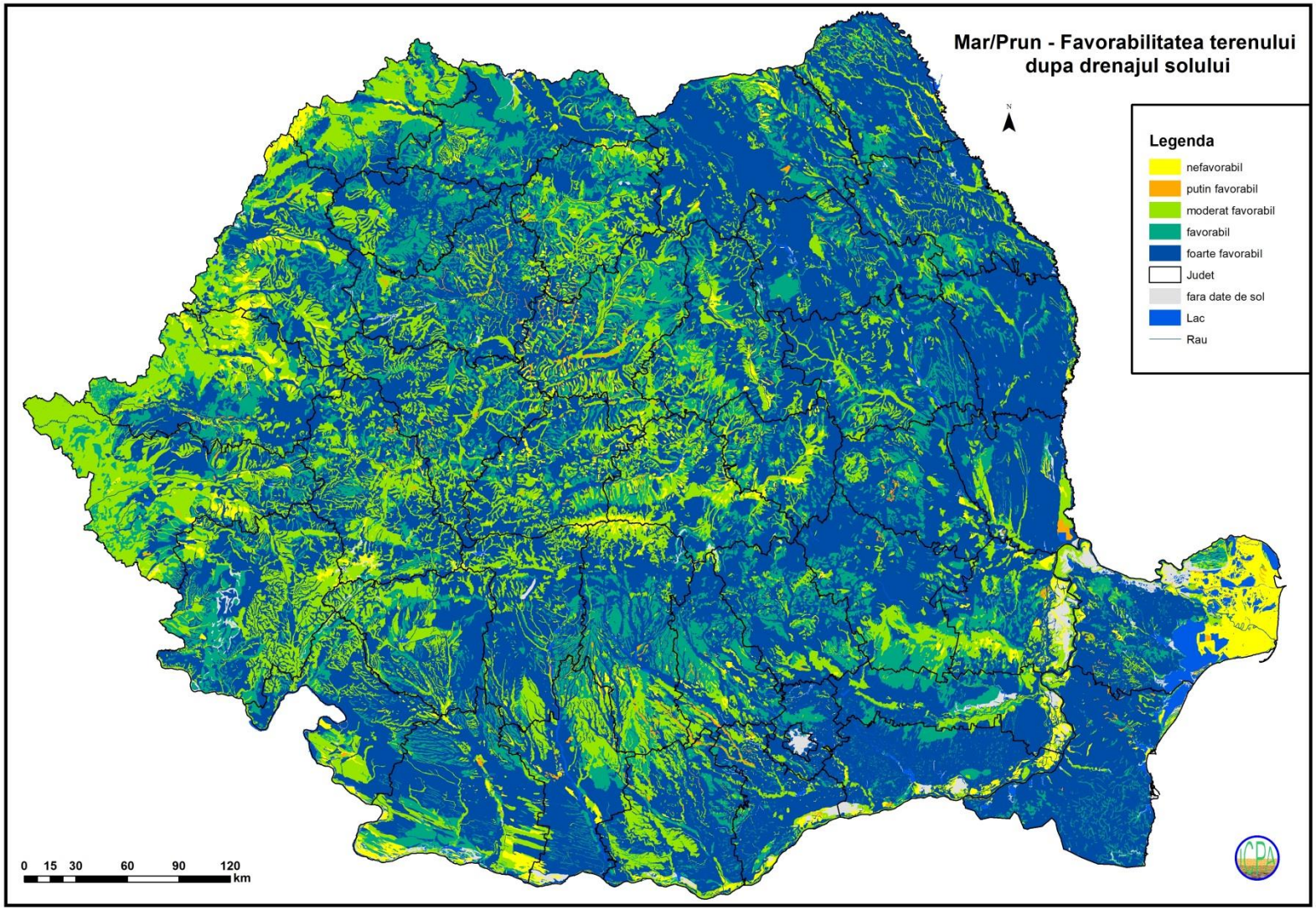



**Fig. 3.14. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de prun și măr în funcție de drenajul solului în România**

**Tabelul 3.10. Corelarea coeficienților de bonitare (Florea ș.a., 1987) cu clasele de favorabilitate (Bowen şi Hollinger, 2004)**

| Coeficienți de bonitare (puncte) | Note de favorabilitate |
|---|---|
| 1,0 | 4,0 |
| 0,9 | 3,5 |
| 0,8 | 3,0 |
| 0,7 | 2,5 |
| 0,6 | 2,0 |
| 0,5 | 1,5 |
| 0,4 | 1,0 |
| 0,3 | 1,0 |
| 0,2 | 0,5 |
| 0,1 | 0,0 |

**Tabelul 3.11. Coeficienții de bonitare și clasele de favorabilitate pentru măr și prun în funcție de panta terenului**

| Grupe de pantă (ind. 33) | Limite (%) ind. 33 | *Măr* | | *Prun* | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | C.B.[1] | N.F.[2] | C.B.[1] | N.F.[2] |
| orizontal | ≤2,0 | 1 | 4,0 | 1 | 4,0 |
| foarte slab înclinat | 2,1-5,0 | 1 | 4,0 | 1 | 4,0 |
| slab înclinat | 5,1-10 | 1 | 4,0 | 1 | 4,0 |
| moderat înclinat | 10,1-15,0 | 0,9 | 3,5 | 1 | 4,0 |
| | 15,1-20,0 | 0,8 | 3,0 | 0,9 | 3,5 |
| | 20,1-25 | 0,7 | 2,5 | 0,8 | 3,0 |
| puternic înclinat | 25,1-35,0 | 0,5 | 1,5 | 0,6 | 2.0 |
| | 35,1-50,0 | 0,3 | 1 | 0,3 | 1 |
| foarte puternic înclinat | 50,1-100,0 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,5 |
| abrupt | ≥100,0 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 |

*[1]Coeficienți de bonitare, [2]Note de favorabilitate*

Calcularea pantei la nivelul teritoriului național s-a bazat pe Modelul Digital de Teren de rezoluție 30 m, obținut prin corectarea modelului SRTM (NASA Shuttle Radar Topographic Mission, http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/cbanddataproducts.html). SRTM-ul a fost realizat prin utilizarea tehnologiei "interferometriei radar", şi a fost rafinat pentru obţinerea unei rezoluţii adecvate, pentru utilizarea la scări mai detaliate pentru anumite aplicaţii specifice. Modelul Digital al Terenului utilizat (Fig. 3.15.) se apropie destul de mult de modelele realizate pe baza hărţilor topografice detaliate şi poate fi utilizat pentru diferitele aplicaţii hidrologice, dar şi ca suport cartografic pentru hărţi la scări mai mari de 1:50 000.

Repartiția geografică a pantei terenurilor este ilustrată în fig. 3.16, unde se observă că formele joase de relief (câmpiile) prezintă pantele cele ai mici, fiind practic terenuri orizontale, iar regiunile deluroase și mai ales cele montane arată pantele maxime.

Pe baza datelor au fost realizate doua cartograme de favorabilitate a terenurilor conform valorilor de pantă pentru fiecare din cele două specii pomicole studiate: măr și prun (fig. 3.17 si 3.18.). Favorabilitatea în funcție de panta terenului urmează practic formele de relief menționate anterior.

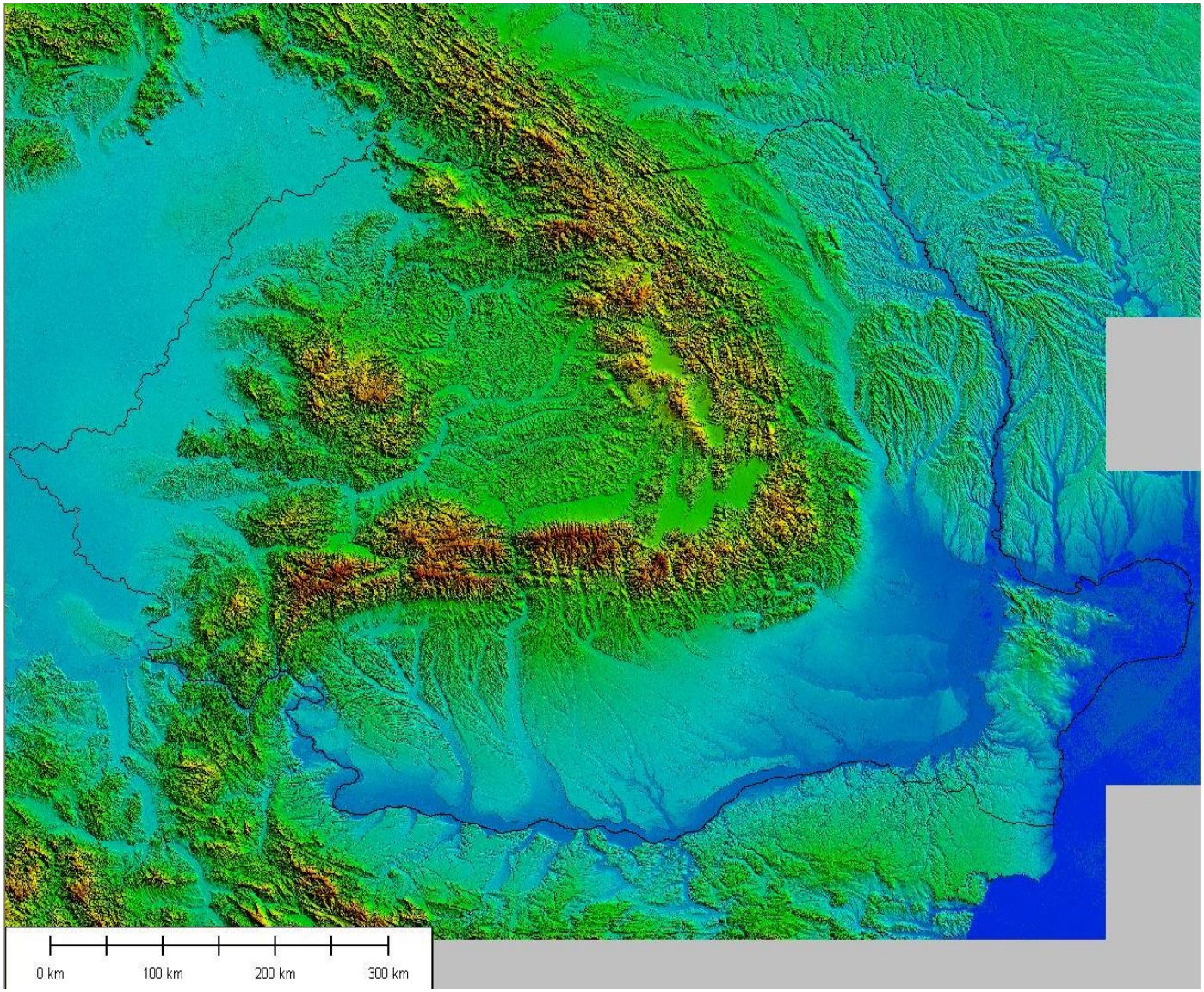



**Fig. 3.15. Modelul SRTM pentru România**

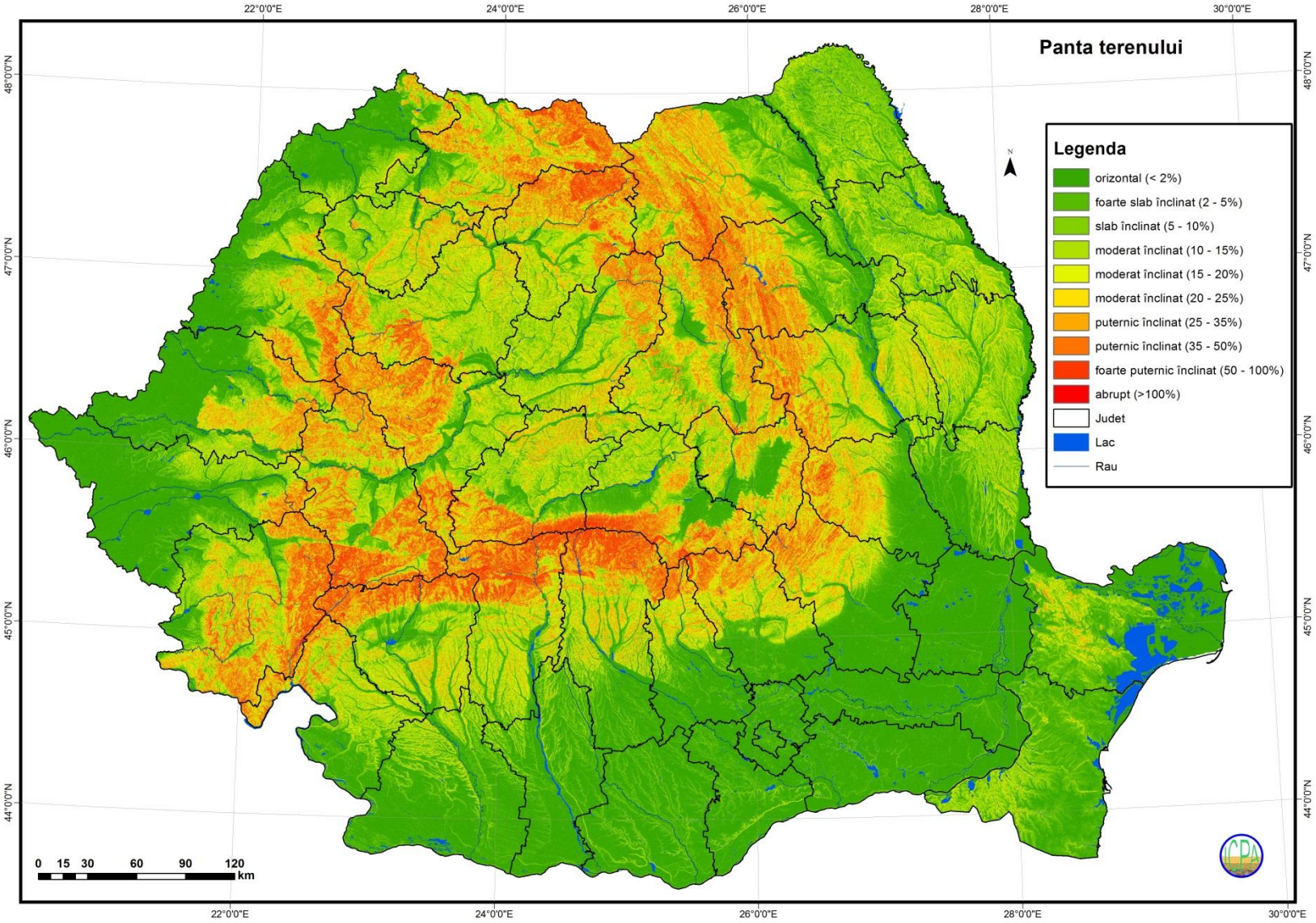



**Fig. 3.16. Repartiția spatială a pantei terenurilor în România**

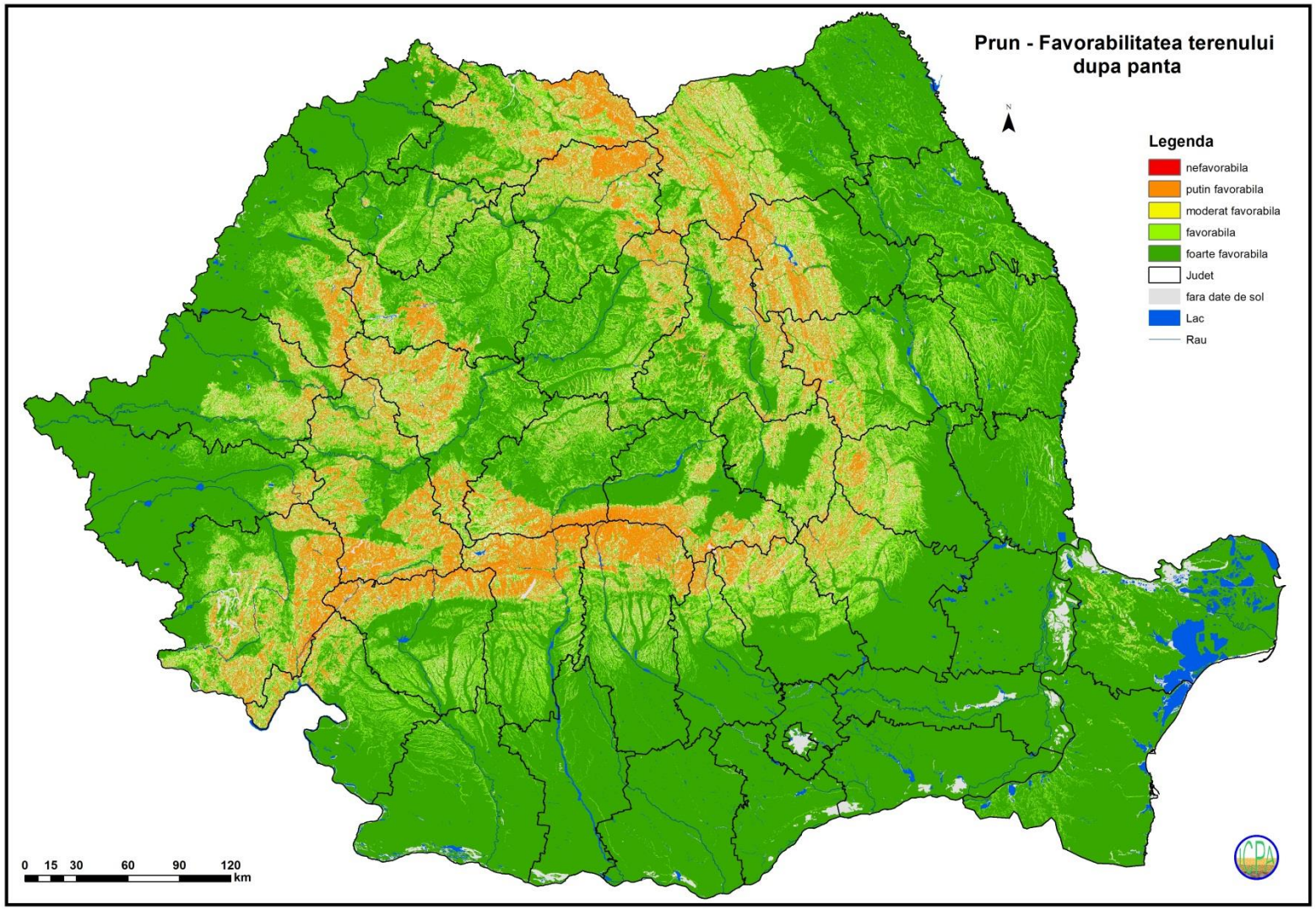



**Fig. 3.17. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de prun în funcție de panta reliefului în România**

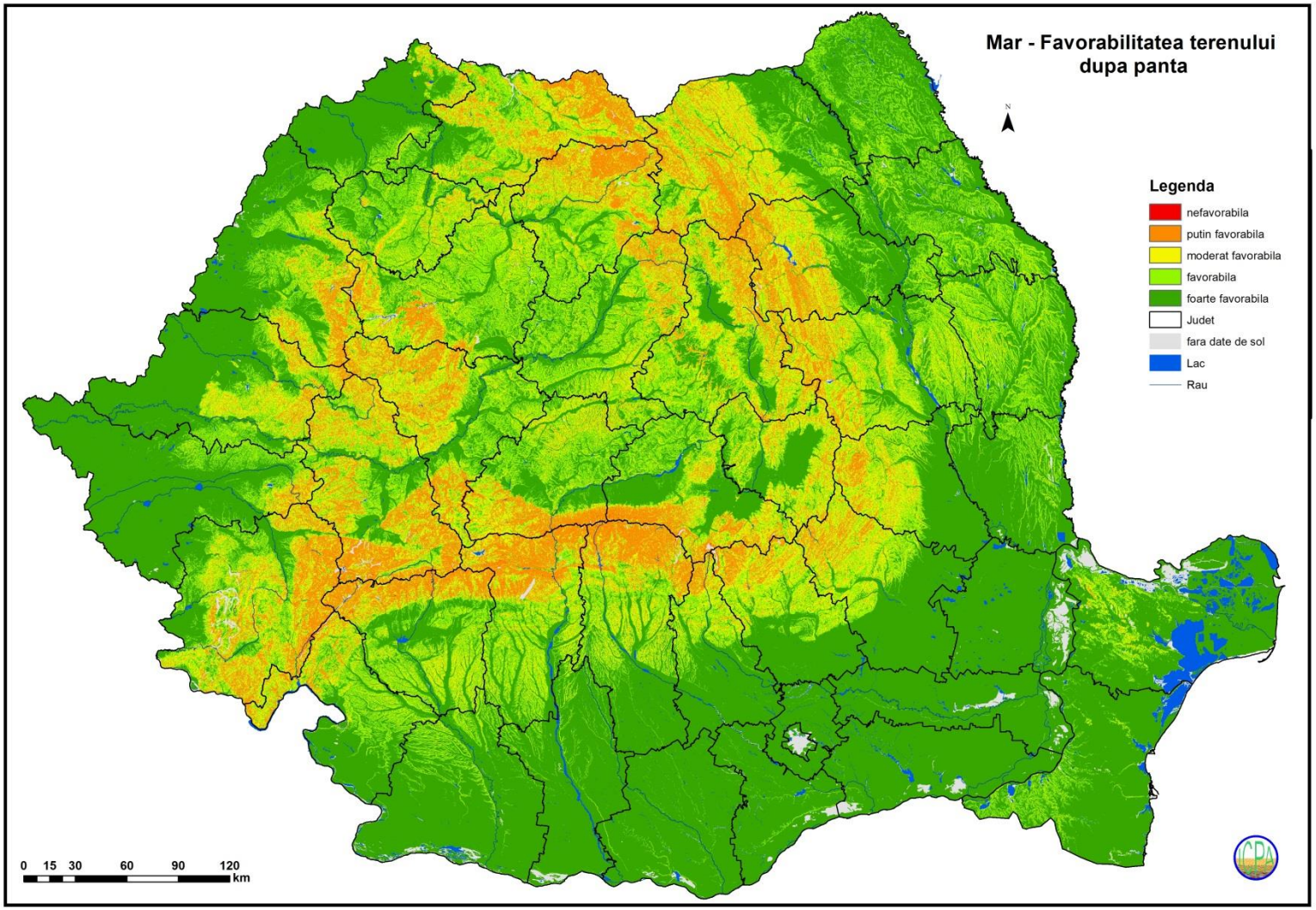



**Fig. 3.18. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de măr în funcție de panta reliefului în România**

*Salinizarea și alcalizarea solului*

Salinizarea și alcalizarea solurilor sunt determinate de prezența sărurilor solubile din sol, care sunt constituenți anorganici, solubili în apă, ai solului. Repartiția spațială a salinizării/alcalizării solurilor în țara noastră este prezentată în fig. 3.19., unde se observă că arealele afectate de aceste fenomene sunt reduse ca suprafață, concentrându-se în special în Campia Bărăganului, în Câmpia de Vest, precum și local în sudul Olteniei și nord-estul Moldovei.

Speciile pomicole de măr și prun sunt sensibile la salinizarea sau alcalizarea solului. Prin urmare, trebuie evitate terenurile cu soluri saline și alcalice. În cazul terenurilor cu restricții, foarte importantă este adâncimea de apariție a orizonturilor sărăturate și intensității sărăturării. Se recomandă excluderea terenurilor pentru cultura pomilor fructiferi, în cazul în care fenomenele de salinizare și alcalizare apar la adâncimi mai mici de 100 cm.

Salinizarea şi/sau alcalizarea solului arată o influenţă negativă severă încă de la stadii incipiente – medii ale fenomenului. Prezenţa salinizării – alcalizării medii conduce la o reducere a notei de bonitare cu 50–80% din potenţialul natural al terenului, în timp ce, atunci când este procesul este mai intens, reducerea este de 90%, deci este practic un factor de minim. Nota de evaluare a acestei însușiri a fost calculată prin corelarea coeficienților de bonitare cu clasele de favorabilitate, rezultând valori între 0 şi 4.

Clasele de favorabilitate s-au definit în funcție de gradele de salinizare/alcalizare a solului, indicatorii 16 și 17 (Florea ș.a., vol. III, 1987) (tabelul 3.12.) și coeficienții de bonitare aferenți din Anexa 3 – 6 (Florea ș.a., vol. II, 1987) (tabelul 3.13).

**Tabelul 3.12. Grade de salinizare a solului (S) – Indicator 16 (Florea ș.a., 1987)**

| **Simbol/ Cod** | | **Apreciere** | **Criterii de încadrare** | **Corelarea cu clasificarea la nivel superior** |
|---|---|---|---|---|
| $S_0$ | 00 | **nesalinizat** | ($s_1d_1$-$d_5$) | Pentru alte subtipuri decât cele salinizate |
| $S_1$ | 10 | **salinizat în adâncime** | ($s_2$-$s_5$; $d_4$-$d_5$) | |
| | 11 | cu salinizare slabă sub 100 cm | $s_2d_4$-$d_5$ | |
| | 12 | cu salinizare moderată sub 100 cm | $s_3d_4$-$d_5$ | |
| | 13 | cu salinizare puternică sub 100 cm | $s_4d_4$-$d_5$ | |
| | 14 | cu salinizare foarte puternică sub 100 cm | $s_5d_4$-$d_5$ | |
| $S_2$ | 20 | **salinizat slab** | ($s_2d_1$-$d_3$; $s_3d_2$-$d_3$; $s_4d_3$) | Soluri salinizate (subtipuri salinice) |
| | 21 | cu salinizare slabă între 0-20 cm | $s_2d_1$ | |
| | 22 | cu salinizare slabă între 20-50 cm | $s_2d_2$ | |
| | 23 | cu salinizare slabă între 50-100 cm | $s_2d_3$ | |
| | 24 | cu salinizare moderată între 20-50 cm | $s_3d_2$ | |
| | 25 | cu salinizare moderată între 50-100 cm | $s_3d_3$ | |
| | 26 | cu salinizare puternică între 50-100 cm | $s_4d_3$ | |
| $S_3$ | 30 | **salinizat moderat** | ($s_3d_1$; $s_4d_2$; $s_5d_3$) | |
| | 31 | cu salinizare moderată între 0-20 cm | $s_3d_1$ | |
| | 32 | cu salinizare puternică între 20-50 cm | $s_4d_2$ | |
| | 33 | cu salinizare foarte puternică între 50-100 | $s_5d_3$ | |
| $S_4$ | 40 | **salinizat puternic** | ($s_4d_1$; $s_5d_2$) | |
| | 41 | cu salinizare puternică între 0-20 cm | $s_4d_1$ | |
| | 42 | cu salinizare foarte puternică între 20-50 | $s_5d_2$ | |
| $S_5$ | 50 | **salinizat foarte puternic** | ($s_5d_1$) | Solonceacuri |
| | 51 | cu salinizare foarte puternică între 0-20 cm | $s_5d_1$ | |

**Tabelul 3.13. Coeficienții de bonitare pentru salinizarea și alcalizarea solului (Florea ș.a., 1987)**

| Ind. 16-17cod | Apreciere | Măr | Prun |
|---|---|---|---|
| **00** | nesalinizat | 1 | 1 |
| **10 – 14** | salinizat în adâncime | 0,8 | 0,9 |
| **20 – 26** | salinizat slab | 0,5 | 0,6 |
| **30 – 33** | salinizat moderat | 0,2 | 0,3 |
| **40 – 42** | salinizat puternic | 0,1 | 0,1 |
| **50 – 51** | salinizat foarte puternic | 0,1 | 0,1 |

Pentru a se stabili gradele de salinizare/alcalizare pentru fiecare poligon din harta de sol la scara 1:200.000, solurile au fost grupate în trei categorii: cod "0" – nesalinizat, cod „1" – slab-moderat salinizat, cod „3" – puternic-foarte puternic salinizat. Clasificarea s-a realizat în sistem expert, ţinând cont de tipul de sol și intensitatea fenomenului de salinizare/alcalizare pentru fiecare areal în parte. Ulterior, categoriile stabilite la nivelul SIGSTAR200 au fost corelate cu coeficienții de bonitare și clasele de favorabilitate (tabelul 3.14).

Pe baza datelor obținute în urma corelărilor aplicate s-au realizat două cartograme de favorabilitate a solurilor, pentru fiecare din cele două specii pomicole studiate (fig. 3.20 si 3.21.). Salinizarea/alcalizarea nu influențează potentialul productiv al terenurilor și favorabilitatea pentru speciile prun și măr decât în arealele afectate de acestea, descrise succint mai sus.

**Tabelul 3.14. Corelarea claselor de salinizare/alcalizare SIGSTAR200 cu coeficienții de bonitare și clasele de favorabilitate**

| Ind. 16-17 cod | Apreciere | Corelarea cu clasificarea SIGSTAR200 | Cod | *Măr* | | *Prun* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | C.B.[1] | N.F.[2] | C.B.[1] | N.F.[2] |
| **00** | Nesalinizat | Nesalinizat /nealcalizat | 0 | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 4,0 |
| **10 – 14** | Salinizat în adâncime | | | 0,8 | | 0,9 | |
| **20 – 26** | Salinizat slab | Slab-moderat salinizat /alcalizat | 1 | 0,5 | 1,0 | 0,6 | 1,5 |
| **30 – 33** | Salinizat moderat | | | 0,2 | | 0,3 | |
| **40 – 42** | Salinizat puternic | Puternic-foarte puternic salinizat /alcalizat | 2 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| **50 – 51** | Salinizat foarte puternic | | | 0,1 | | 0,1 | |

*[1]Coeficienți de bonitare, [2]Note de favorabilitate*

*Volumul edafic*

În relațiile sol-plantă la speciile pomicole, solul are două funcții: o funcție statică, cu rol de fixare a pomului în sol, respectiv o funcție biodinamică, care se referă la proprietățile sale de schimb (Voiculescu, 1999). Prima consecință a unui volum limitat de sol aflat la dispoziția sistemului radicular este o slabă fixare a pomului în sol.

Pentru o dezvoltare normală a sistemului radicular, pomii au nevoie de un volum de sol constituit din material fin (particule cu diametru ≤ 2 mm), afânat și friabil în întregime, pe o grosime de minim 100 cm.

Pentru speciile studiate s-a demonstrat statistic că există o corelație între grosimea solului exploatat și circumferința trunchiului pomilor (Henin şi Gras, 1962). Acestă corelație este valabilă și pentru producția de fructe. De asemenea, o grosime mai mare a solului, ce determină o capacitate mai mare de rezervă de apă și elemente nutritive, influențează deopotrivă longevitatea plantațiilor (Trocme şi Gras, 1965). Prin urmare, se consideră profunde, acele soluri cu o grosime accesibilă rădăcinilor pomilor mai mare de 100 cm, iar soluri superficiale sunt considerate cele cu mai puțin de 50 cm.

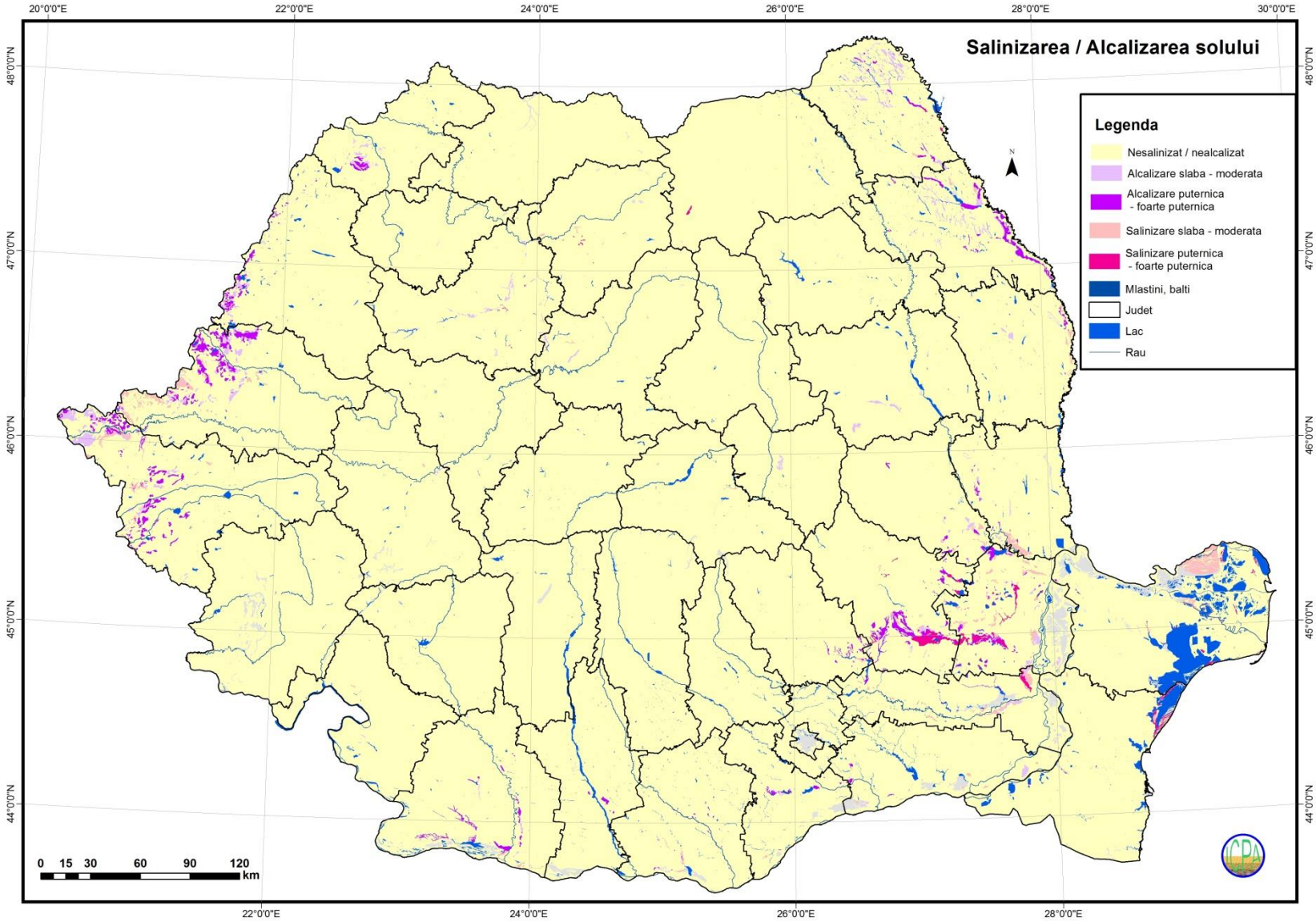



**Fig. 3.19. Repartiția spațială a salinizării/alcalizării solurilor în România**

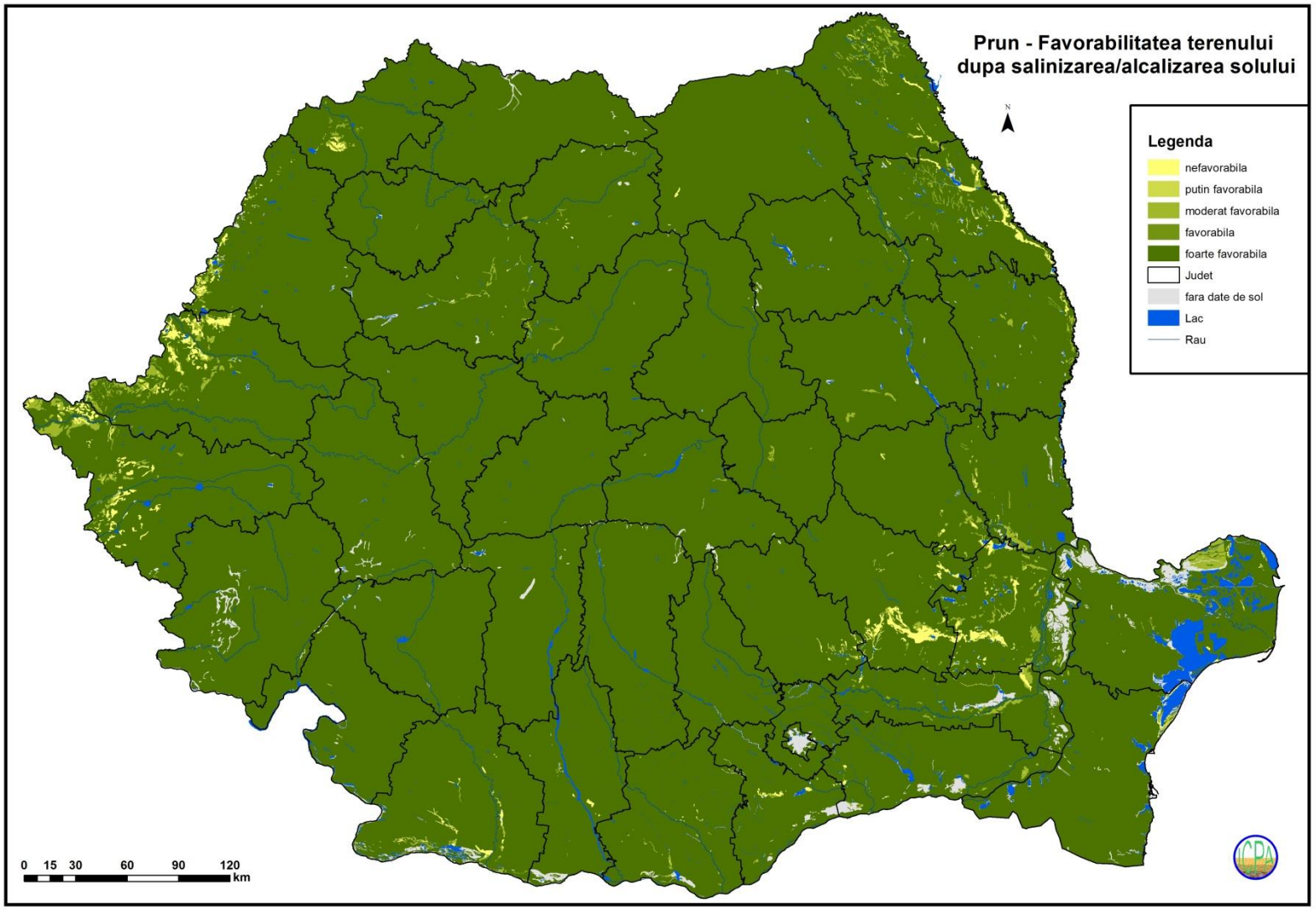



**Fig. 3.20. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de prun în funcțe de salinizarea/alcalizarea solului, în România**

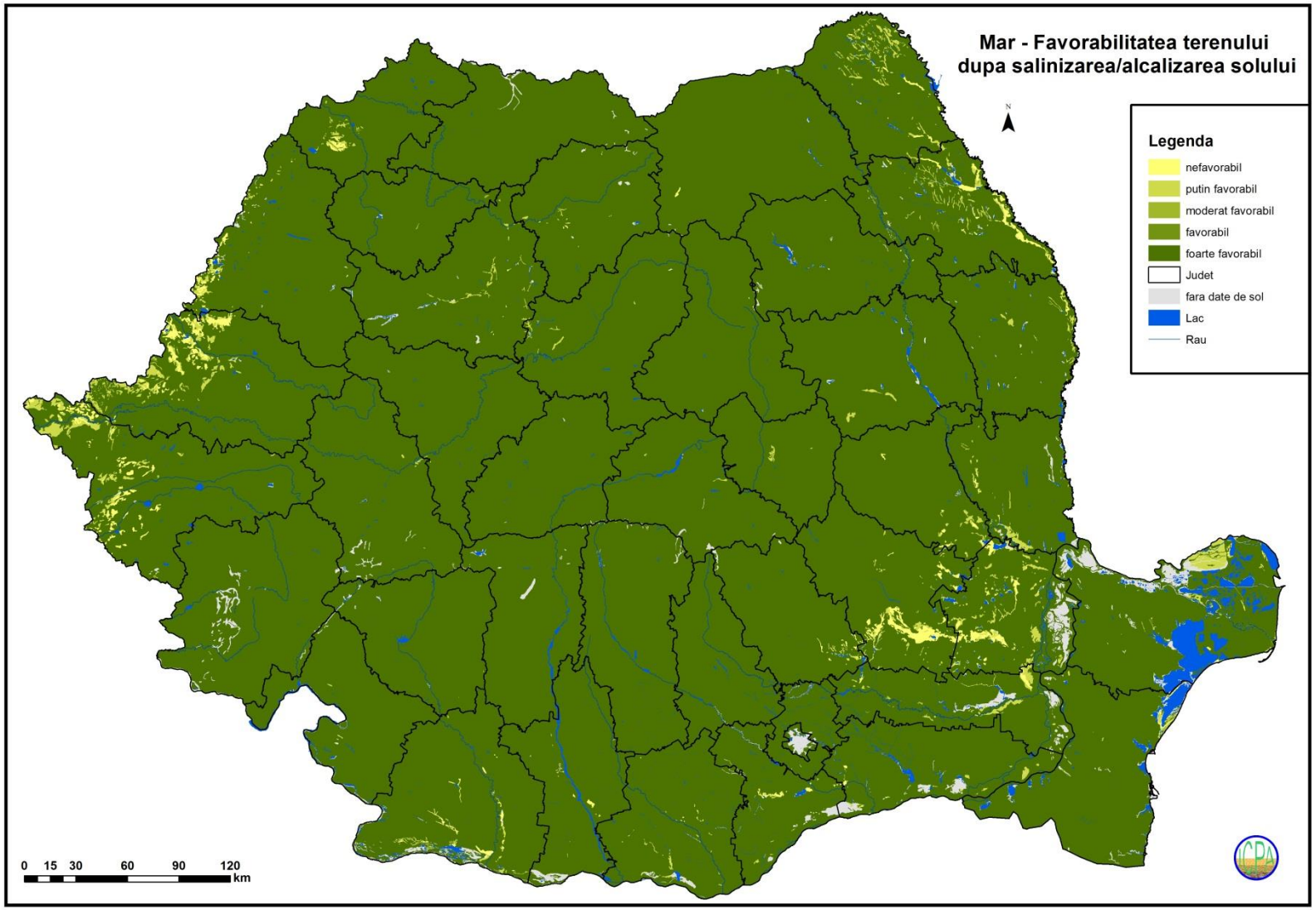



**Fig. 3.21. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de măr în funcție de salinizarea/alcalizarea solului, în România**

Factorii care determină volumul edafic util sunt: conținutul de schelet (pietrișuri cu diametrul > 2 mm și fragmente sau strat de rocă dură) și gradul de penetrare a diferitelor materiale dure sau moi de către sistemul radicular al portaltoilor pomilor.

Scheletul din sol se comportă ca un material inert fizico-chimic și ca un obstacol de natură mecanică în calea pătrunderii rădăcinilor. De aceea, în funcție de un anumit volum ocupat și de modul de repartiție pe profilul de sol, scheletul constituie un factor limitativ pentru cultura pomilor fructiferi. În acest caz, scheletul poate fi diseminat uniform sau stratificat în orizonturi cu grosimea mai mare de 2 cm și cu un conținut mai mare de 50% rocă dură. În condițiile solurilor cu schelet friabil, determinarea volumului de sol util pentru dezvoltarea sistemului radicular al pomilor se realizează prin evaluarea grosimii solului (cm), a conținutului de schelet (%) și a repartiției scheletului pe profilul de sol.

Repartiția spațială a volumului edafic al solurilor din România este evidențiată în fig. 3.22. Regiunile agricole importante ale României, câmpiile, dealurile și podișurile prezintă, în general, un volum edafic suficient pentru sistemul radicular al pomilor. Fac excepție arealele afectate moderat, puternic și foarte puternic de eroziune (litosoluri, regosoluri etc.), aflate în principal în zone montane, sau deluroase.

Clasele de favorabilitate s-au definit în raport de indicatorul 133 “Clase de volum edafic (V)” (Florea ș.a., vol. III, 1987) (tabelul 3.15) și coeficienții de bonitare pentru volumul edafic Anexa 3-16 (Florea ș.a., vol. II, 1987) (tabelul 3.16).

**Tabelul 3.15. Clasele de volum edafic – Indicator 133 (prelucrat după Florea ș.a., 1987)**

| Cod | Denumire | Criterii asociate | |
|---|---|---|---|
| | | *Grosimea solului (cm)* | *Schelet (%)* |
| ***005*** | extrem de mic | ≤10<br>11–20<br>21–50 | <5<br><50<br><75 |
| ***015*** | foarte mic | 11–20<br>21–50<br>51–75 | <5<br><50<br><75 |
| ***035*** | mic | 21–50<br>51–75<br>76–100<br>101–125 | <5<br>6–25<br>26–50<br>51–75 |
| ***063*** | mijlociu | 51–75<br>76–100<br>101–125<br>126–150<br>>150 | <5<br>6–25<br>26–50<br>51–75<br>>75 |
| ***088*** | mare | 76–100<br>101–125<br>126–150<br>>150 | <5<br>6–25<br>26–50<br>51–75 |
| ***113*** | foarte mare | 101–125<br>126–150<br>>150 | <5<br>6—25<br>26–50 |
| ***138*** | extrem de mare | 126–150<br>>150 | <5<br><25 |
| ***175*** | excesiv | >150 | <5 |

Încadrarea tipurilor de sol și a asociațiilor de sol în clase de volum edafic s-a realizat în sistem expert, ţinând cont de grosimea medie a solurilor și de prezența sau absența scheletului. Prin urmare, fiecărui poligon de sol din baza de date SIGSTAR200 i-a fost atribuit un cod de volum edafic, care variază între 005 (extrem de mic) şi 175 (excesiv de mare), conform indicatorului 133 (Florea ș.a., 1987). În final, codurile stabilite au fost corelate cu coeficienții de bonitare și cu clasele de favorabilitate (tabelul

3.16). Corelația a ținut cont de cele două categorii de regiuni: cu precipitaţii medii anuale corectate de sub 600 mm și cu precipitaţii de peste 600 mm anual. Se observă că, în regiunile cu precipitaţii medii anuale corectate ≤ 600 mm, penalizarea este uşor mai severă faţă de cele cu precipitaţii ≥ 600 mm. Volumul edafic mic – extrem de mic reduce substanţial nota de bonitare la toate speciile pomicole studiate, cu cca. 70–90%. Solurile profunde, de peste 125 cm adâncime, fără sau cu schelet puţin, sunt cele mai favorabile înfiinţării plantaţiilor pomicole.

**Tabelul 3.16. Corelarea claselor de volum edafic cu coeficienții de bonitare și cu clasele de favorabilitate**

| Ind. 133 cod | Apreciere | *Măr* | | *Prun* | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | C.B.[1] | N.F.[2] | C.B.[1] | N.F.[2] |
| *Precipitații medii anuale ≤ 600 mm (valori corectate)* | | | | | |
| **005** | extrem de mic | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| **015** | foarte mic | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 1,0 |
| **035** | mic | 0,6 | 2,0 | 0,6 | 2,0 |
| **063** | mijlociu | 0,8 | 3,0 | 0,8 | 3,0 |
| **088** | mare | 0,9 | 3,5 | 1,0 | 4,0 |
| **113-175** | foarte-excesiv de mare | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 4,0 |
| | | | | | |
| *Precipitații medii anuale ≥ 601 mm (valori corectate)* | | | | | |
| **005** | extrem de mic | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| **015** | foarte mic | 0,3 | 1,0 | 0,4 | 1,0 |
| **035** | mic | 0,7 | 2,5 | 0,7 | 2,5 |
| **063** | mijlociu | 0,8 | 3,0 | 0,9 | 3,5 |
| **088-175** | mare-foarte-excesiv | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 4,0 |

*[1]Coeficienți de bonitare, [2]Note de favorabilitate*

Pe baza datelor obținute în urma corelărilor aplicate s-au realizat două cartograme de favorabilitate a solurilor pentru fiecare din cele două specii pomicole studiate (fig. 3.23 și 3.24.), care indică prezența arealelor cu volum edafic redus sau insuficient, în primul rând în regiunea montană a Carpaților, sau în regiunile colinare.

*Rezerva de humus*

În cultura pomilor fructiferi, solul se comportă nu numai ca un simplu suport de fixare, ci și ca mediu activ de cultură, reprezentând un rezervor inepuizabil de substanțe minerale și organice. Pentru definirea claselor de favorabilitate pentru rezerva de humus, s-a folosit regula de pedotransfer pentru estimarea rezervei de humus în tone la hectar pe adâncimea 0-50 cm a profilului de sol, dezvoltată de Canarache ş.a. (2004) şi prezentată în tabelul 3.17. Această procedură are la bază rezultatele analitice existente în baza de date a Institutului de Cercetări pentru Pedologie şi Agrochimie, datele analitice publicate în diferite surse bibliografice şi, îndeosebi, lucrarea de sinteză elaborată de Vintilă ş.a. (1984). Într-o a doua etapă, pentru fiecare sol în parte se atribuie valorile orientative astfel obţinute, în clasele de valori respective indicate în tabelul 3.17.

Regula de pedotransfer prezentată are la bază tipul de sol, stabilindu-se pentru fiecare dintre acestea o rezervă medie de humus, orientativă, în condiţii standard specifice: textură lutoasă a stratului superior al solului, absenţa proceselor de eroziune a solului, climat moderat călduros - semiumed, terenuri cultivate (Canarache ş.a., 2004). De asemenea, sunt stabilite corecţii ale valorilor medii pentru cazurile în care aceste condiţii standard nu sunt îndeplinite. Pentru texturi grosiere este prevăzută reducerea valorilor medii cu valori specifice (cu 35% pentru nisipuri şi nisipuri lutoase, respectiv cu 20% pentru luturi nisipoase), iar pentru texturi fine creşterea acestor valori (cu 25% pentru luturi argiloase, respectiv cu 35% pentru argile). În cazul solurilor erodate (inclusiv a celor decopertate prin activitate antropică), se penalizează valorilor medii cu 5, 10, 20, respectiv 50%, pe măsură ce eroziunea este tot mai puternică. Pentru climate mai calde (şi mai uscate) decât cel standard se prevede penalizarea cu 15% a valorilor medii, iar pentru climatele mai reci (şi mai umede) valorile rezervei de humus reale cresc cu 15, 30, sau chiar 50%. În ceea ce priveşte terenurile cultivate, acestea cresc rezerva de humus cu 5% (păşuni), 10% (fâneţe), respectiv 20% (păduri) faţă de valorile medii iniţiale (Canarache ş.a., 2004).

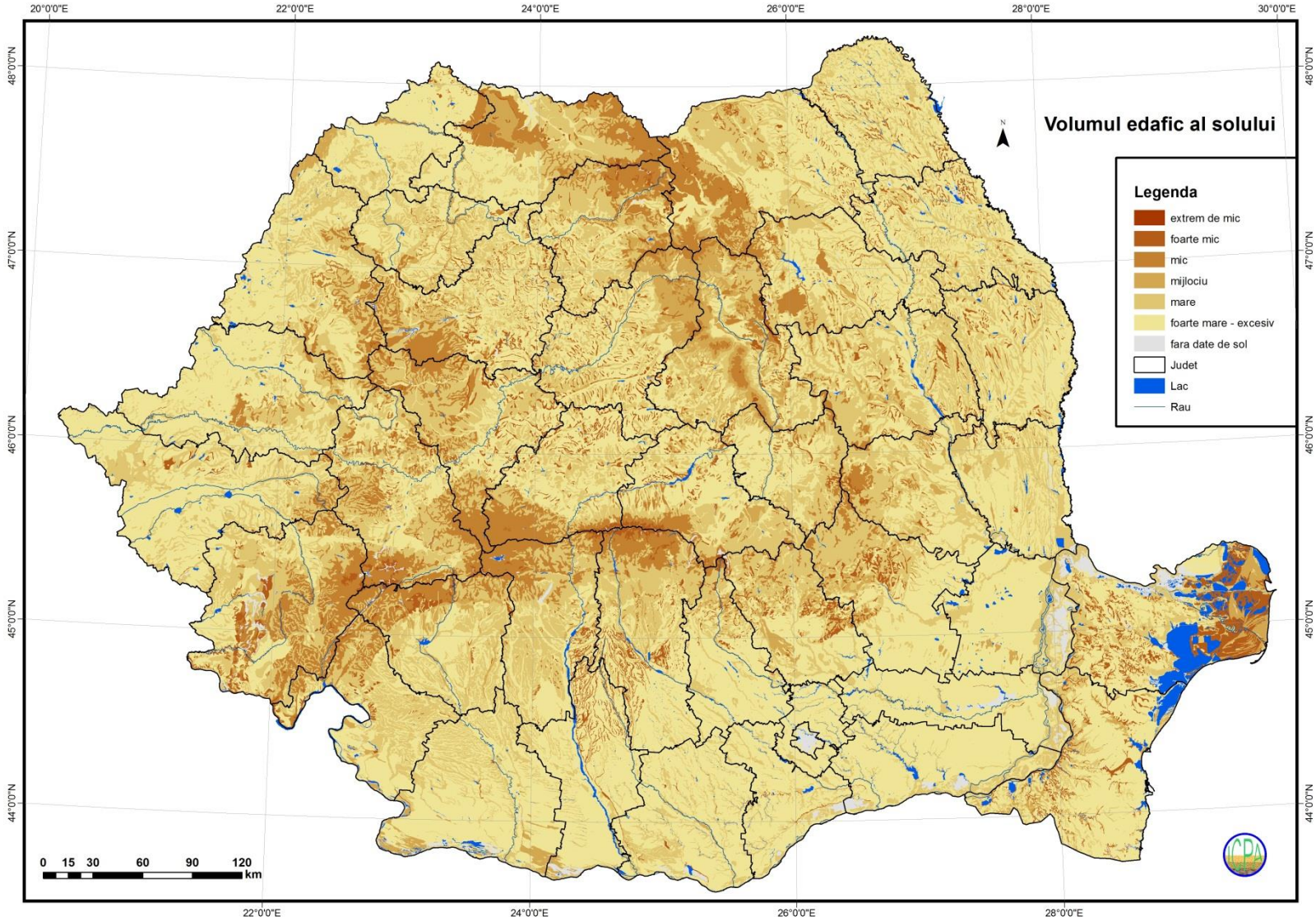



**Fig. 3.22. Repartiția spațială a volumului edafic al solurilor în România**

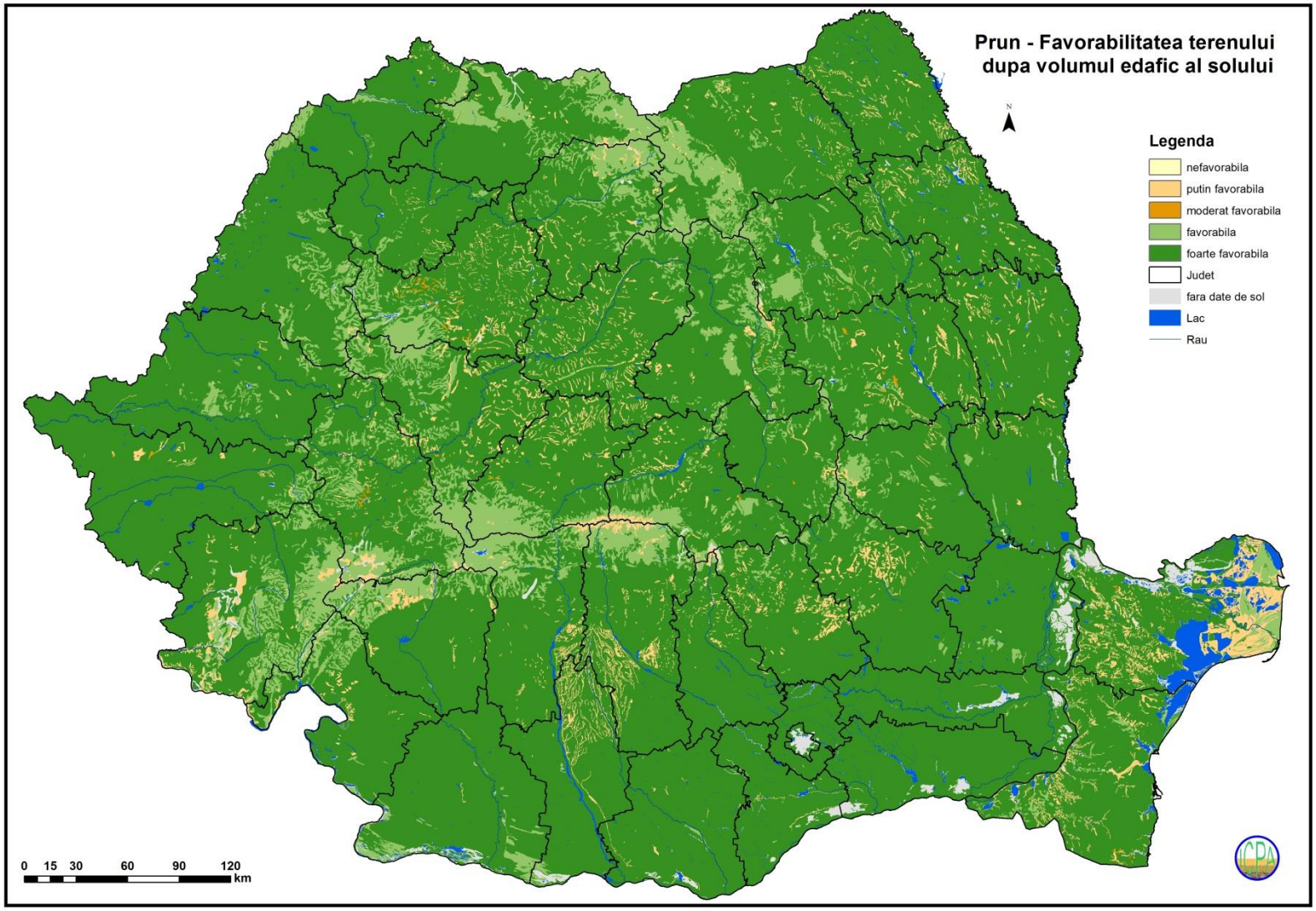



**Fig. 3.23. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de prun în funcție de volumul edafic al solului în România**

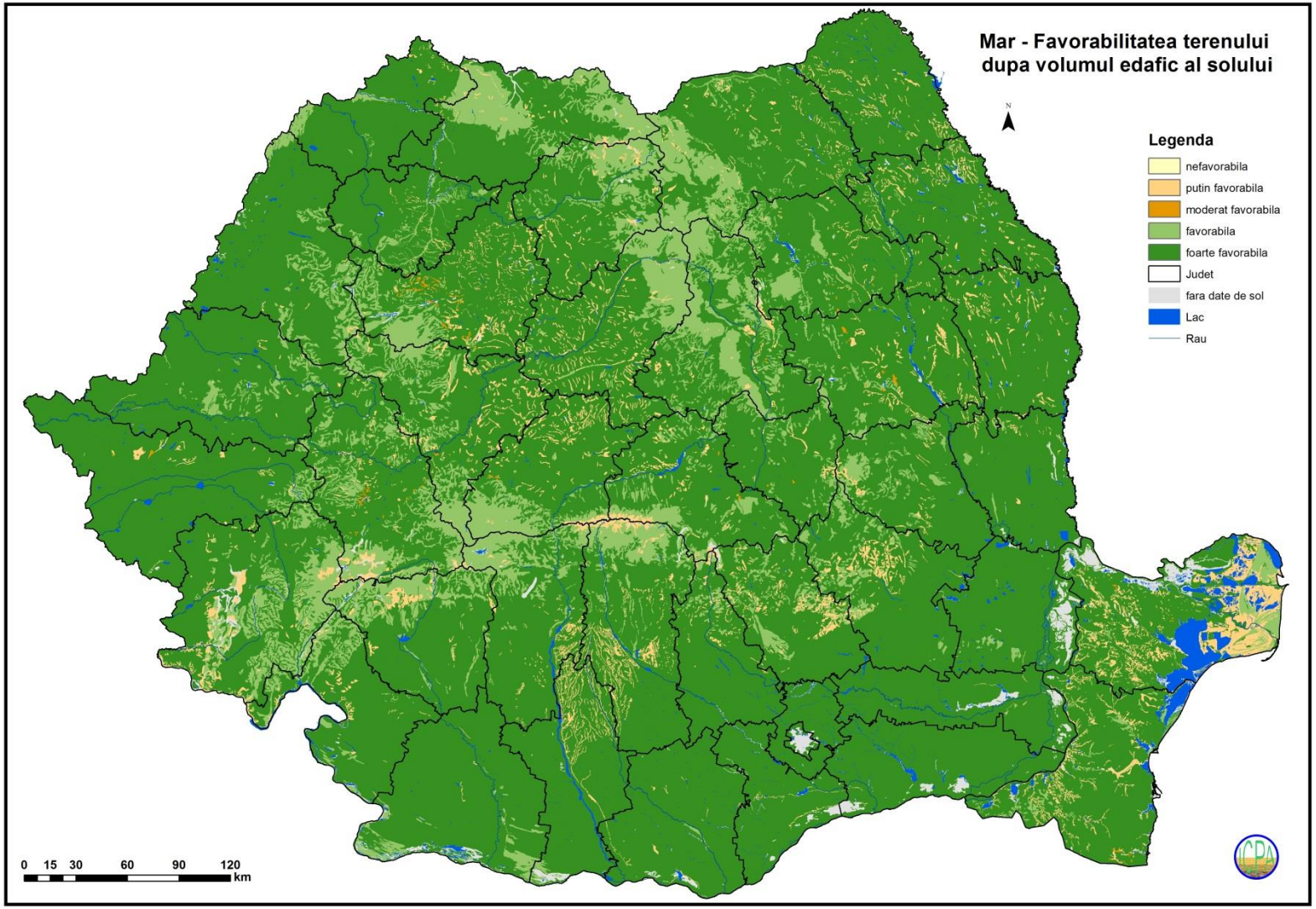



**Fig. 3.24. Favorabilitatea terenurilor pentru cultura de măr în funcție de volumul edafic al solului îin România**

**Tabelul 3.17. Regulă de pedotransfer pentru estimarea rezervei de humus (pe adancimea de 0-50 cm) (modificata, după Canarache ş.a., 2004)**

| Criterii de estimare | Rezerva de humus (t/ha) |
|---|---|
| **Date de bază** (pentru soluri lutoase şi neerodate, pentru climate moderat călduroase şi semi-umide şi pentru terenuri cultivate) | |
| Kastanoziomuri, Cernoziomuri argice, Faeoziomuri greice, Preluvosoluri roşcate, Luvosoluri roşcate | 150 |
| Cernoziomuri, Cernoziomuri cambice, Faeoziomuri tipice, Rendzine, Faeoziomuri pararendzinice, Aluviosoluri tipice, Aluviosoluri coluvice | 200 |
| Preluvosoluri tipice, Luvosoluri tipice , Luvosoluri albice, Planosoluri, Stagnosoluri, Vertisoluri, Solocenacuri, Solonețuri | 100 |
| Eutricambosoluri tipice, Eutricambosoluri rodice, Gleiosoluri | 100 |
| Districambosoluri, Nigrosoluri cambice | 120 |
| Prepodzoluri, Podzoluri, Andosoluri, Humosiosoluri | 340 |
| Faeoziomuri clinogleice, Cernoziomuri gleice, Faeoziomuri gleice cernice, Gleiosoluri molice cernice | 260 |
| Litosoluri, Antrosoluri erodice, Regosoluri geoerodice | 20 |
| Regosoluri tipice, Psamosoluri, Aluviosoluri entice | 60 |
| Histosoluri | 1500 |
| (subtipuri histice) | 1200 |
| **Corectii:** | |
| ***Textură*** | |
| nisipuri şi nisipuri lutoase | x 0,65 |
| luturi nisipoase | x 0,80 |
| luturi | x 1,00 |
| luturi argiloase | x 1,25 |
| argile | x 1,35 |
| ***Eroziune (de suprafaţă)*:** | |
| neerodat | x 1,00 |
| slab erodat | x 0,95 |
| moderat erodat | x 0,90 |
| puternic erodat | x 0,80 |
| foarte puternic erodat | x 0,50 |
| ***Climă*:** | |
| climate călduroase, secetoase | x 0,85 |
| climate moderat călduroase, semi-umede | x 1,00 |
| climate răcoroase, umede | x 1,15 |
| climate reci, foarte umede | x 1,30 |
| climate foarte reci, foarte umede | x 1,50 |
| ***Folosinţa terenului:*** | |
| arabil, vii, livezi | x 1,00 |
| păşuni | x 1,05 |
| fâneţe | x 1,10 |
| păduri | x 1,20 |
| urban | x 0,00 |
| corpuri de apă | x 0,00 |

Așezarile umane nu au fost caracterizate după această însușire de sol și apar în figurile respective ca pete albe, atât în harta repartiției spațiale (Fig. 3.25.), cât și în cartograma de favorabilitate pentru cele două specii pomicole (Fig. 3.26.). Clasele de rezervă de humus sunt redate în tabelul 3.18.

Pentru a se realiza evaluarea rezervei de humus pe întreg teritoriul ţării, funcţia de pedotransfer dezvoltată de Canarache ş.a. (2004) a fost utilizată folosind ca date primare următoarele strate: SIGSTAR200 pentru datele de sol, textură, eroziune, SIG-MZP pentru zonarea climatică şi LCCS pentru datele de folosinţă a terenului. Aceste date au fost combinate în ArcGIS, folosint funcţia Raster Calculator.

**Tabelul 3.18. Clase de rezervă de humus (în stratul 0–50 cm) – Indicator 144 (Florea ş.a., 1987)**

| Rezervă de humus (t/ha) | Cod | Clase de rezervă de humus | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Soluri cultivate cu textură: | | Soluri sub pădure/pajiște |
| | | ***mijlocie şi fină*** | ***grosieră*** | ***indiferent de textură*** |
| ≤ 30 | 015 | extrem de mică | foarte mică | foarte mică |
| 31–60 | 045 | foarte mică | mijlocie | |
| 61–120 | 090 | mică | mare | mică |
| 121–160 | 140 | mijlocie | foarte mare | |
| 161–200 | 180 | mare | | mijlocie |
| 201–250 | 225 | foarte mare | | |
| 251–300 | 275 | | | mare |
| 301–400 | 350 | extrem de mare | | |
| 401–600 | 500 | | | foarte mare |
| ≥601 | 700 | | | extrem de mare |

Încadrarea solurilor în clase de rezervă de humus s-a realizat pentru toate unitățile de sol din baza de date SIGSTAR200. Clasele de favorabilitate propuse au fost corelate cu coeficienții de bonitare specifici claselor de rezervă de humus (tabelul 3.19).

**Tabelul 3.19. Corelarea claselor de rezervă de humus cu coeficienții de bonitare și clasele de favorabilitate**

| Cod ind. 144 | Clase de rezervă de humus | *Măr* | | *Prun* | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | C.B.[1] | N.F.[2] | C.B.[1] | N.F.[2] |
| *Soluri cu textură grosieră* | | | | | |
| 015 | foarte mică | 0,7 | 2,5 | 0,7 | 2,5 |
| 045 | mijlocie | 0,8 | 3,0 | 0,8 | 3,0 |
| 090 | mare | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 4,0 |
| 140 – 350 | foarte mare | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 4,0 |
| 500 | | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 4,0 |
| 700 | | 0,9 | 3,5 | 0,9 | 3,5 |
| | | | | | |
| *Soluri cu textură mijlocie și fină* | | | | | |
| 015 | extrem de mică | 0,7 | 2,5 | 0,7 | 2,5 |
| 045 | foarte mică | 0,8 | 3,0 | 0,8 | 3,0 |
| 090 | mică | 0,9 | 3,5 | 0,9 | 3,5 |
| 140 | mijlocie | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 4,0 |
| 180 – 350 | mare-foarte-extrem | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 4,0 |
| 500 | extrem de mare | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 4,0 |
| 700 | extrem de mare | 0,9 | 3,5 | 0,9 | 3,5 |

*[1]Coeficienți de bonitare, [2]Note de favorabilitate*

Solurile cu o rezervă de humus cuprinsă între 30 şi 120 t/ha pe adâncimea de 0-50 cm sunt penalizate la bonitare cu cca. 10–30%, în timp ce solurile cu exces de humus sunt uşor penalizate (10%), mai ales dacă au textură grosieră. Valorile optime ale rezervei de humus sunt, în general, între 120 şi 400 t/ha. Pe baza datelor obținute în urma corelărilor aplicate s-a realizat cartograma de favorabilitate a solurilor pentru cele două specii pomicole studiate (Fig. 3.26.). Cea mai mare parte din suprafața agricolă a țării noastre este foarte favorabilă înființării de livezi după mărimea rezervei de humus.

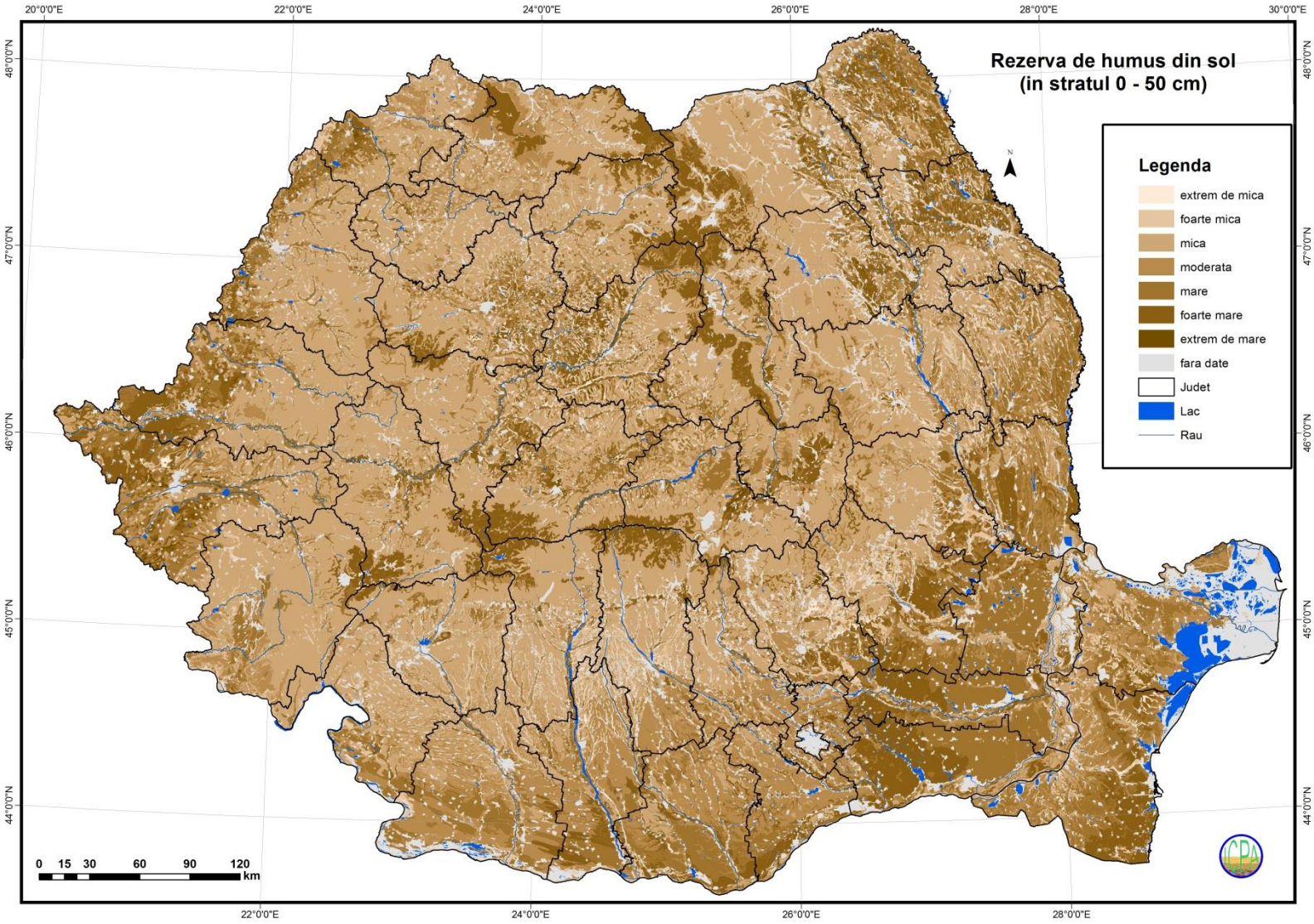



**Fig. 3.25. Repartiția spațială a rezervei de humus din sol pe adâncimea de 0,5 m în România**

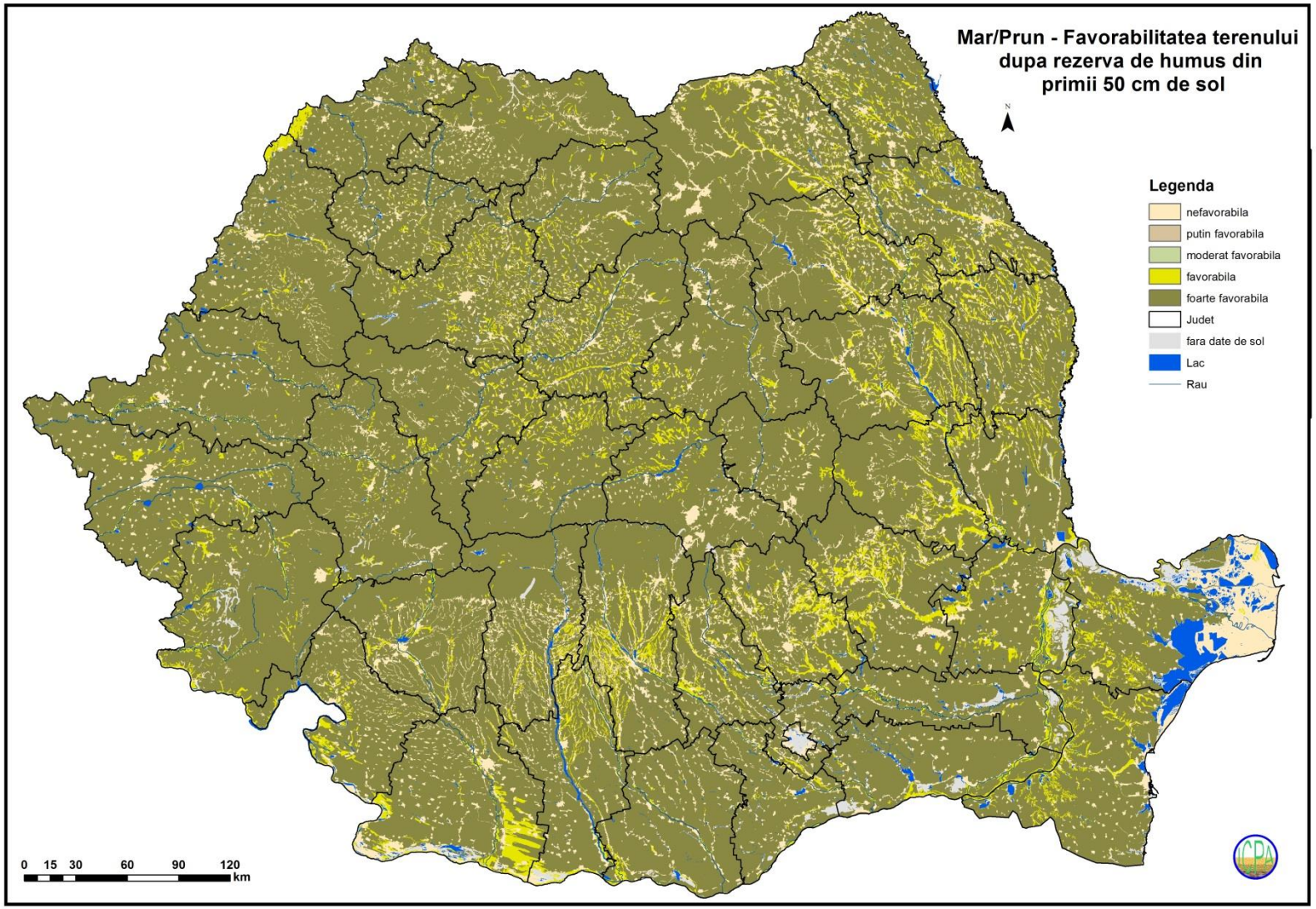



**Fig. 3.26. Favorabilitatea terenurilor pentru culturile de prun și măr în funcție de rezerva de humus a solului în România**

Zonarea speciilor pomicole oferă informații la nivel de pixel, nu de parcelă sau teritoriu ecologic omogen așa cum era în Bonitarea terenurilor agricole (Teaci, 1980), sau în instrucțiunile ICPA (Florea ș.a., 1987), pentru a putea caracteriza cât mai fidel potenţialul natural.

De asemenea, în evaluarea finală a terenului trebuie luate înconsiderație și măsurile tehnologice de potenţare, aplicabile în diferitele regiuni ale ţării, cum este irigaţia, care măresc apreciabil favorabilitatea terenurilor.

3. Favorabilitate generală pentru cele două specii pomicole

După aplicarea formulei generale privind evaluarea favorabilității naturale a terenurilor din țara noastră, în care însușirile descrise mai sus intervin cu anumite ponderi, au rezultat cartogramele favorabilității naturale generale ale prunului și mărului, fig. 3.27 – 3.30., de unde au fost eliminate suprafețele ocupate de păduri care au rămas necolorate.

Prunul

*Favorabilitatea naturală*. Teritoriul României este favorabil culturii prunului în aproape toate regiunile țării, cu excepția solurilor cu texturi extreme, sau a celor afectate de eroziune puternică, gleizare-stagnogleizare, alunecări, salinizare/alcalizare, inundabilitate ș.a., unde favorabilitatea naturală descrește de la moderată la nefavorabilă, toate aceste suprafețe având însă pondere redusă. Dar cele mai favorabile areale pentru prun sunt localizate în regiunile colinare din localizate atât în sudul țării, în județele Prahova, Dâmbovița, Argeș, Vâlcea, Gorj și Mehedinți, precum și în partea de nord-est a Podișului Moldovei în județele Neamț și Suceava, precum și în Podișul Transilvaniei, în partea de sud și nord a acestuia, precum și în Maramureș și în Dealurile de Vest, fig. 3.27. Județul Ilfov reprezintă cea mai favorabilă regiune de câmpie pentru cultura prunului.

*Favorabilitatea potențată pentru regimul aero-hidric*. Această favorabilitate se referă numai la favorabilitatea rezultată din aplicarea irigației, astfel încât valoarea precipitațiilor să nu mai penalizeze nota, dar nu se referă la toate tipurile de potențare a solului, care poate urmări și ameliorarea celorlalte proprietăți de sol, de ex. reacția chimică, rezerva de humus, volumul edafic, salinizarea/alcalizarea, drenajul, terasarea terenului, fixarea alunecărilor etc. Deoarece astăzi plantațiile pomicole sunt practic cele mai costisitoare investiții agricole, având și un caracter profitabil mare, nu se mai recomandă înființarea livezilor decât dacă sunt prevăzute și cu sisteme de irigare. Regimul de irigare, metodele de aplicare a apei și alte aspecte asemănătoare sunt tratate însă în alte capitole din prezenta lucrare.

Dacă se aplică irigația astfel încât apa să nu mai constituie un factor limitativ, atunci cea mai mare parte din suprafața României este foarte favorabilă culturii prunului, fig. 3.28. Astfel, zona favorabilă în regim natural se transformă în zonă foarte favorabilă în regim potențat. Rămân mai puțin favorabile sau nefavorabile arealele afectate de salinizare/alcalizare, eroziune puternică, inundabilitate, gleizare-stagnogleizare, alunecări de teren ș.a.

Mărul

*Favorabilitatea naturală*.

Teritoriul României este favorabil culturii mărului în cea mai mare parte a acestuia (fig. 3.29.). Foarte favorabile sunt numai câteva areale situate în regiunile deluroase din partea de nord a Transilvaniei și din Dealurile de Vest. Puțin favorabile sau nefavorabile sunt aceleași suprafețe prezentate deja în cazul prunului, anume arealele afectate de eroziune puternică, salinizare/alcalizare, reacție chimică alcalină, volum edafic insuficient ș.a.

*Favorabilitatea potențată pentru regimul aero-hidric*. Asigurarea apei de irigație permite transformarea suprafețelor favorabile de la notele naturale în foarte favorabile (fig. 3.30.), rămânând nefavorabile sau puțin favorabile arealele afectate de factorii restrictivi prezentați mai sus.

Comparând cartogramele de favorabilitate naturală pentru cele două specii din prezenta lucrare cu cele din lucrarea publicată de Coman și Chițu (2014), se constată că, prin luarea în considerație a unui număr mai mare de proprietăți de sol, suprafețele caracterizate drept foarte favorabile de autorii citați s-au redus în prezenta lucrare, crescând însă suprafețele nefavorabile sau puțin favorabile. Astfel, adăugarea celor patru proprietăți de sol la cele trei existente din vechea zonare a permis caracterizarea mai detaliată a solurilor țării noastre, evidențiind arealele cu favorabilitate diferită, contribuind astfel la posibilitatea alegerii mai judicioase a perimetrelor desemnate pentru înființarea de plantații pomicole de prun și măr la nivel național. Prin studiile și proiectele de înființare a plantațiilor de pomi se detaliază toate aceste aspecte și se iau cele mai potrivite măsuri la nivel local.

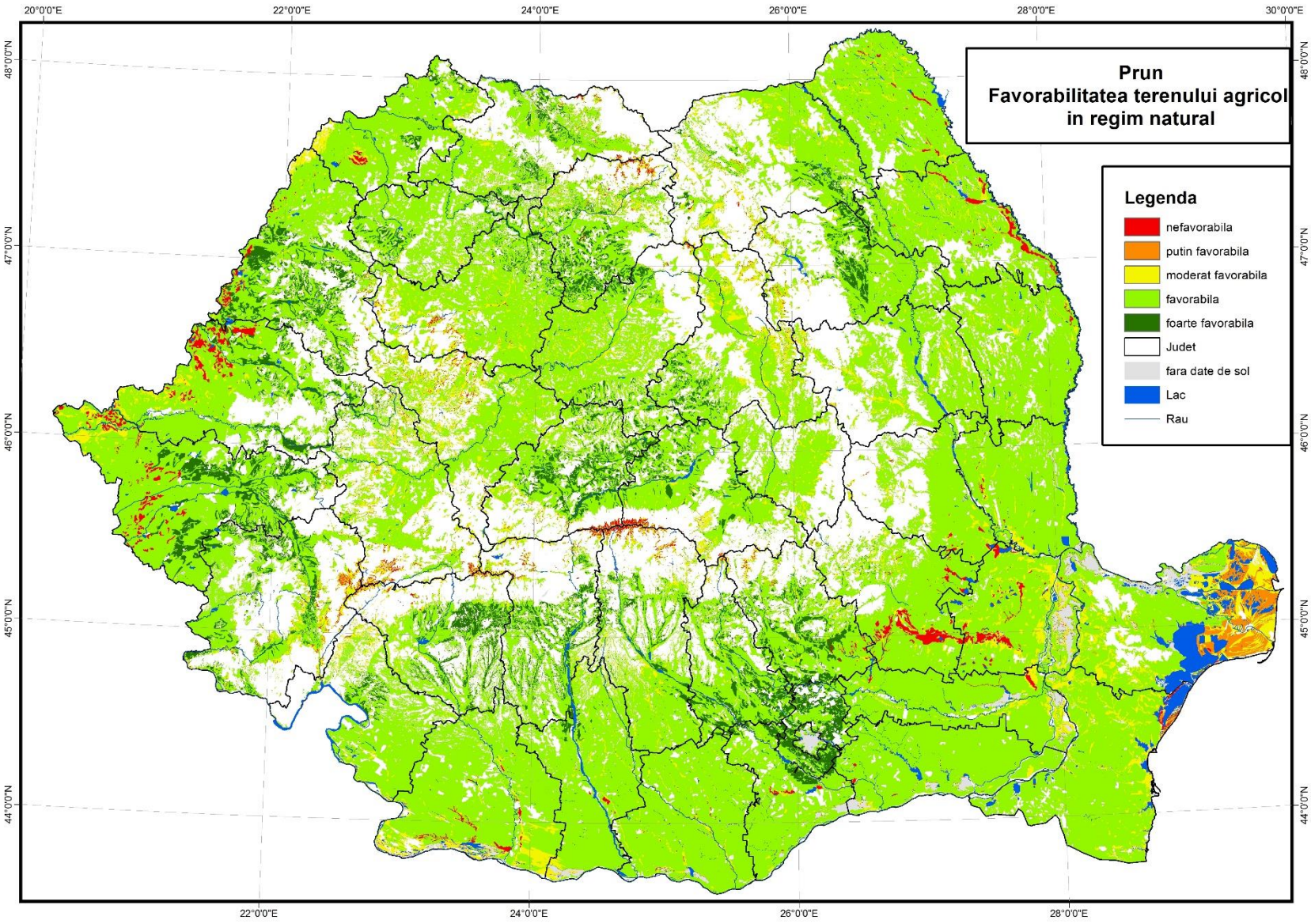



**Fig. 3.27. Favorabilitatea naturală a terenurilor din România pentru prun în funcție de toate proprietățile pedoclimatice analizate**

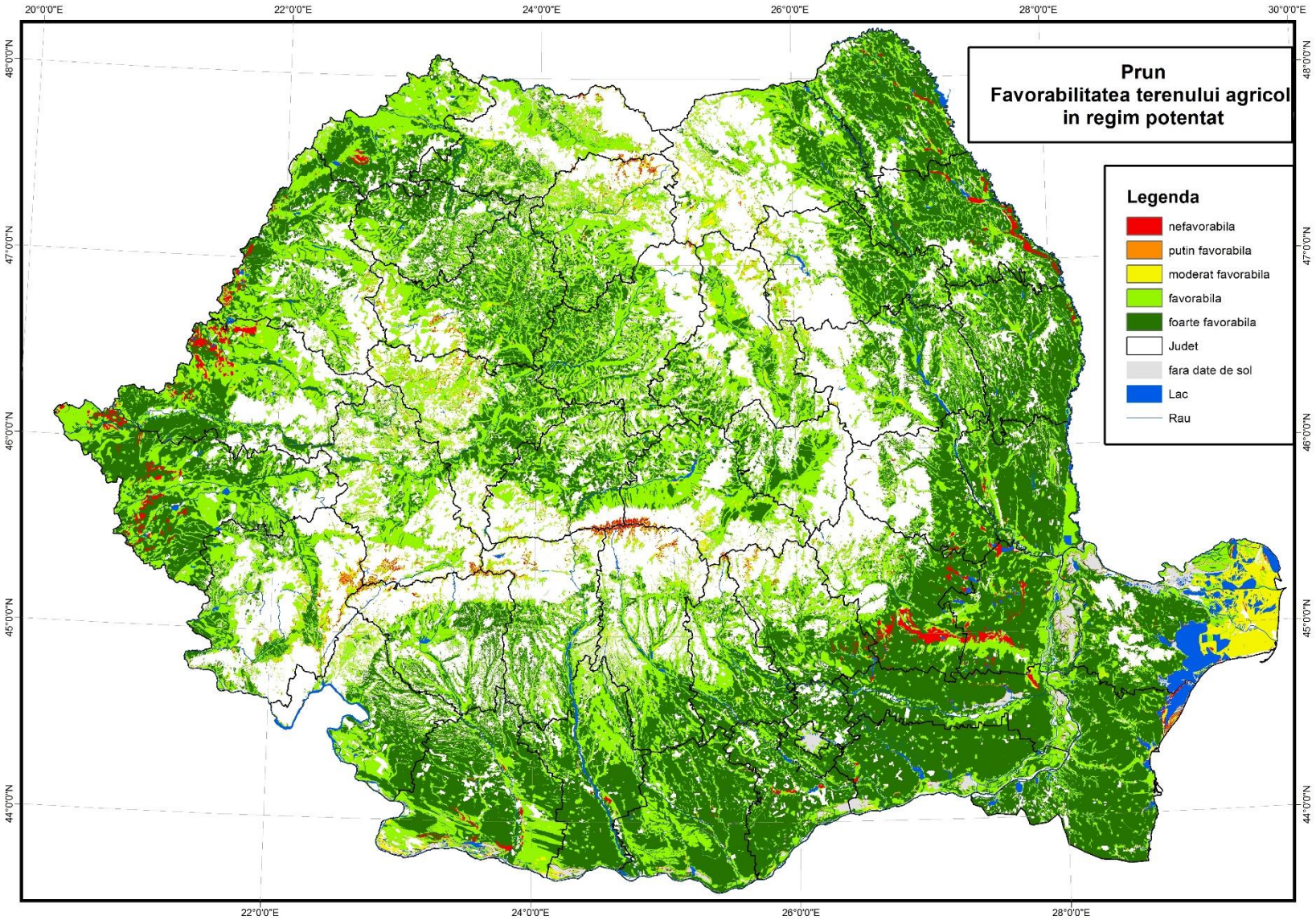



**Fig. 3.28. Favorabilitatea potențată în funcție de regimul aerohidric al solurilor din România pentru cultura de prun în funcție de toate proprietățile pedoclimatice analizate**

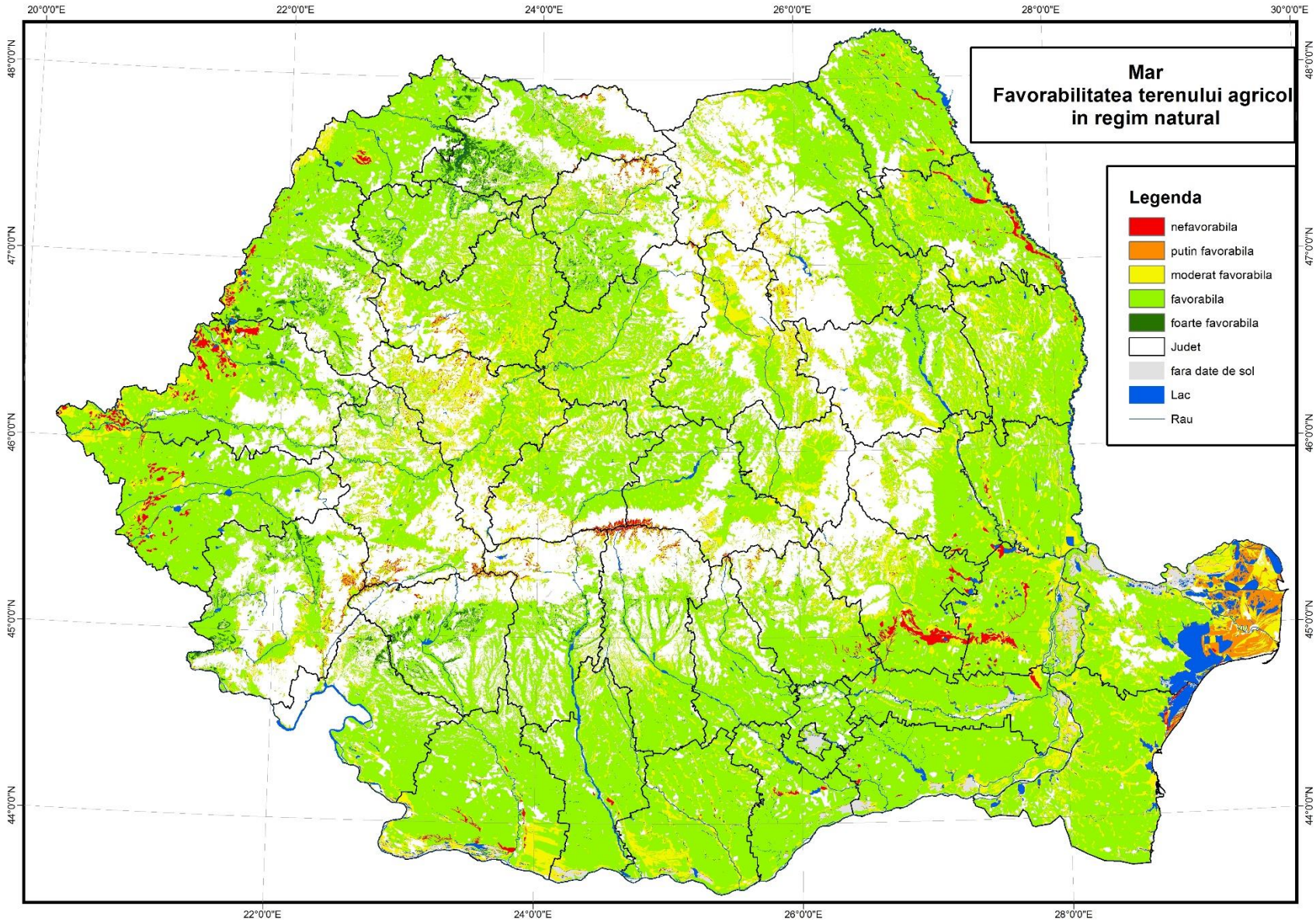



**Fig. 3.29. Favorabilitatea naturala a terenurilor din România pentru măr în funcție de toate proprietățile pedoclimatice analizate**

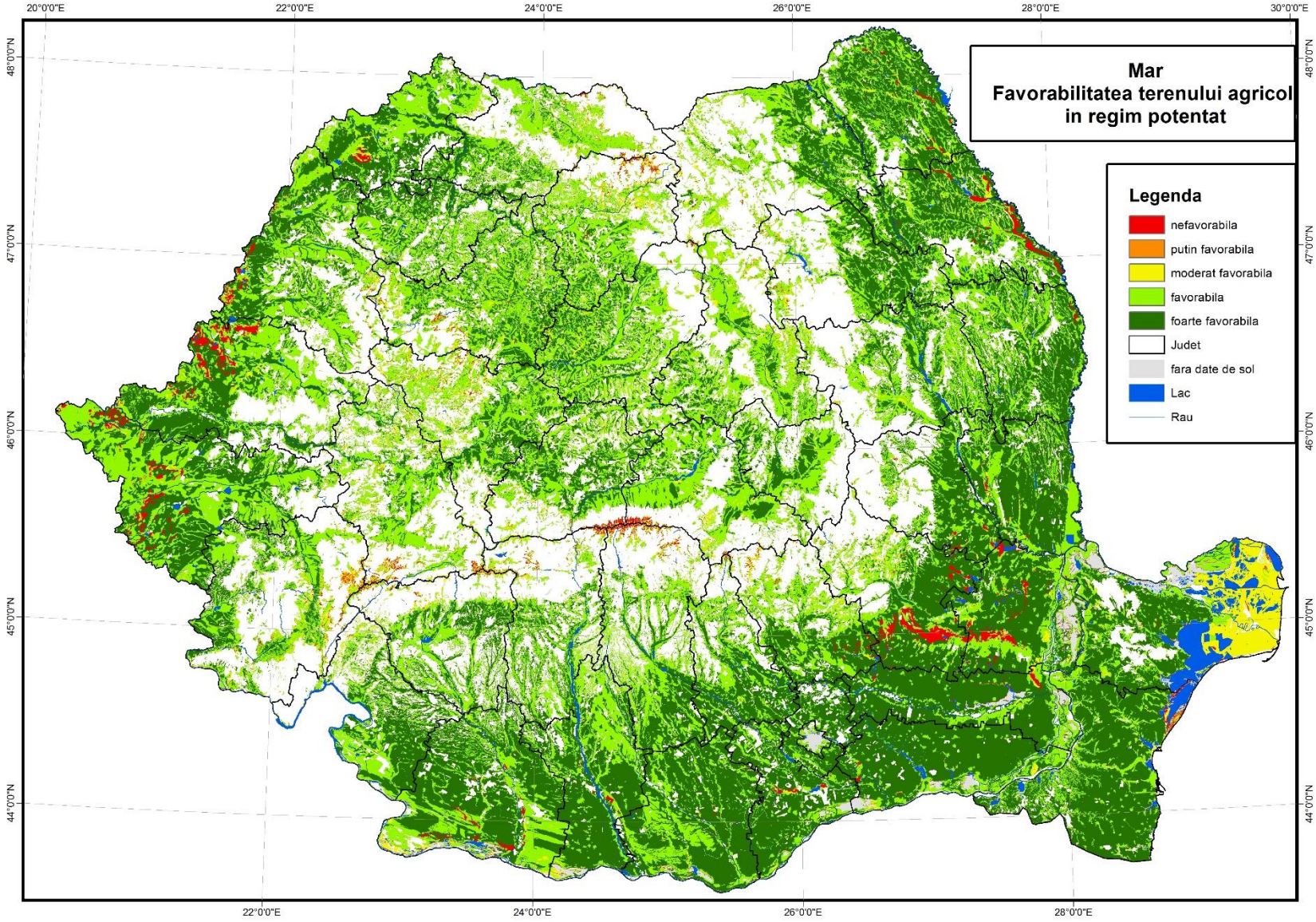



**Fig. 3.30. Favorabilitatea potențată în funcție de regimul aerohidric al solurilor din România pentru cultura de măr în funcție de toate proprietățile pedoclimatice analizate**

## Bibliografie


Bowen C. Roger and Steven E. Hollinger. 2004a. Geographic screening of potential alternative crops. RenewableAgriculture and Food Systems, 19, pp 141-151. doi:10.1079/RAFS200473.

Bowen C. Roger and Steven E. Hollinger, 2004b. Model to Determine Suitability of a Region for a Large Number of Crops.

Canarache A., Dumitru Sorina, Mihăilescu I. Fl., Vasile Cr., 2004. Raport de cercetare în cadrul proiectului „Microzonarea pe teritoriul agricol al României a claselor de bonitare şi a proceselor de degradare a solului şi de deşertificare", rapoartele de etapă. Program AGRAL.

Chendeş V., 2007. Scurgerea lichidă şi solidă in Subcarpaţii de la curbură. Teză de doctorat. Institutul de Geografie, Academia Română, 352 pp.

Coman Mihail, Chitu Emil. 2014. Coordonatori. Autori: Toti Mihai, Dumitru Sorina Iustina, Mateescu Elena, Zagrai Ioan, Septar Leinar...., Păltineanu Cristian,..... 2014. Zonarea speciilor pomicole în funcție de conditiile pedoclimatice și socio-economice ale României. MADR, ICDP Pitesti-Maracineni, Editura INVEL Multimedia, 288 p. ISBN 978-973-1886-86-2.

Dana Daniela, Lazăr C., Răducu Daniela, Ștefănescu S. L., Voiculescu N. (ordine alfab.), (2008) Manual operațional pentru evaluarea terenurilor pomicole și a plantațiilor de pomi în sistem expert, Editura Estfalia, București, 89 p.

Dumitru Sorina, Simota C., Dumitru M., Canarache A., 2010. Aplicaţii privind managementul resurselor de soluri şi terenuri în agricultură utilizând tehnologie SIG la diferite scări, ed. SITECH, Craiova, ISBN 978-606-11-0845-9, 298 pp.

Henin S., Gras R. 1962. Vigeur des arbres fruitiers et epaiseur de sol explitee par les racines. C.R. Acad. Sc. 255 pp

Kozlowski, T.T., P.J. Kramer, and S.G. Pallardy. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press, San Diego, CA.

Florea, N., Balaceanu, V., Rauta, C., Canarache, A., 1987. Metodologia eleborării studiilor pedologice. Partea I, II si III. Redactia de Propaganda Tehnica Agricola. ICPA Bucuresti.

Papp, J. (1997). Studies on nitrogen supply to "Jonathan" apple trees in long - term experiments. Ecological aspects of nutrition and alternatives for herbicides in horticulture, Warszawa, 61 p.

Păltineanu Cr., Chiţu E., Septar L., Gavăt C., Opriţă Al.-Vl. 2015. Piersicul şi caisul în sistemul sol – plantă – atmosferă, în Dobrogea. Editura Estfalia, Bucuresti, 221 p.

Scheifinger H, Menzel A, Koch E, Peter C, Ahas R. 2002. Atmospheric mechanisms governing the spatial and temporal variability of phenological phases in central Europe. International Journal of Climatology 22: 1739 – 1755.

Silva, A. S. A. P. and Rosa, E. (1998). Shoot growth and yield of hazelnut (*Corylus avellana* L.) and the influence of climate: Ten years of observations. *Journal of Hort. Sci. and Biotechnology*, 73 (2), 145-150 p.

Smith, J.B., N. Bhatti, G. Menzhulin, R. Benioff, M.I. Budyko, M. Campos, B. Jallow, and F. Rijsberman (eds.), 1996: Adapting to Climate Change: An International Perspective. Springer- Verlag, New York, NY, USA,475 pp

Sparks TH, Jeffree EP, Jeffree CE. 2000. An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK.International Journal of Biometeorology 44: 82 – 87.

Ştefănescu S.L., 2001, Influența unor proprietăților solului asupra sistemului radicular al speciilor pomicole, EdituraGNPMinischool, București, 162 pag.

Teaci D., 1980, Bonitarea terenurilor agricole (Bonitarea și caracterizarea tehnologică a terenuriloragricole), Editura Ceres, București, 267 pag.

Trocme S., Gras R. 1965. Sol et fertlisation en arboriculture fruitiere. Edit. G.M. Perrin, Paris.

van Vliet AJ, de Groot RS, Bellens Y, Braun P, Bruegger R, Bruns E, Clevers J, Estreguil C, Flechsig M, Jeanneret F, Maggi M, Martens P, Menne B, Menzel A, Sparks T. (2003). The European phenology network. Int J Biometeorol. 2003 Aug; 47(4):202-12. Epub 2003 May 7.

Vintilă Irina, Borlan Z., Răuţă C., Daniliuc D., Ţigănaş Leiţia, 1984. Situaţia agrochimică a solurilor din România, Ed. Ceres, Bucureşti.

Voiculescu N., 1986. Favorabilitatea si restrictiile edafice pentru cultura pomilor pe versanti. Bul. Inf. OIDAIA Nr 1.

Voiculescu N., 1999 – Ecopedologia speciilor pomicole, EdituraAcademiei Române.

Voiculescu N., Iancu M., Ştefănescu S.L., 1989, Metodologia alegerii terenurilor în vederea înfiinţării plantaţiilor de pomi, Ordinul Ministerului Agriculturii.

Voiculescu N., Ştefănescu S.L. (1998), Compendiu de ecologie pomicolă, EdituraTriade, Cluj, 187 p.

Voiculescu N., Ştefănescu S.L., 1992, Principalele criterii de sol pentru înfiinţarea livezilor, Rev. Horticultura, nr.11, 14-18.

Voiculescu N., Ştefănescu S. L., Cepoiu N., Lazăr C., 1997, Influenţa volumului edafic activ asupra creşterii în grosime a trunchiului la speciile pomicole, Lucr. şt. seria B, U.S.A.M.V. Bucureşti, vol. XL, 71-76.

Voiculescu N., Ştefănescu S. L., Lazăr C., 1994, Riscul de cloroză ferocalcică pe solurile din arealul de cultură a speciilor pomicole din România, Lucrări S.N.R.S.S., 143-151.

NASA Shuttle Radar Topographic Mission,http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/cbanddataproducts.html.

**Capitolul 4. Alegerea terenurilor de plantare în funcție de preferințele ecologice ale prunului și mărului**

4-A. Influența principalelor proprietăți ale solului asupra culturii prunului și mărului

Prunul și mărul ocupă suprafețe însemnate (45%, respectiv 38%) din suprafața pomicolă a țării (Coman și Chițu, 2014). Asa cum s-a aratat si in capitolul de zonare, insusirile solurilor sunt esentiale pentru dezvoltarea pomilor, in consecinta, alegerea terenurilor pentru plantarea pomilor depinde de zonarea acestora. In plus, in acest capitol sunt redate si alte proprietati de sol, sintetizandu-se in acest fel modul de alegere a terenurilor pentru infiintarea de livezi, conferind capitolului un caracter practic. Zonarea culturilor agricole, organic legată de condițiile de mediu (relief, însușirile de sol și climă), facilitează o repartiție judicioasă a culturilor în teritoriu și sporește productivitatea la hectar. În decursul timpului, așa cum s-a menționat anterior, au existat mai multe încercări de fundamentare a zonării, iar bonitarea terenurilor (Teaci, 1980), pe baza căreia se face zonarea, având drept criterii (componente) solul, clima, relieful, apa freatică etc., desfășurată pe parcursul câtorva decenii, a însemnat un real progres.

Solul este unul dintre componentele ecologice fundamentale, mediu de viață pentru culturile agricole și flora spontană. Relațiile sol-pomi au fost abordate anterior de numeroși cercetători în țara noastră, de ex. Voiculescu (1999), Păltineanu ș.a. (2014, 2015) etc. În cele ce urmează este prezentat efectul potențial al însușirilor solului și reliefului asupra culturii mărului și prunului.

După Florea ș.a. (1987), care au sintetizat rezultatele multor ani de cercetare la nivelul dezvoltării pomiculturii din acea perioadă, în instrucțiuni de bonitare a terenurilor (Metodologia elaborării studiilor pedologice, vol., I, II, III, ediția 1987, ICPA), însușirile solului și ale reliefului, împreună cu datele climatice, determină nota de bonitare, respectiv potențialul de producție al terenului (solului, teritoriului ecologic omogen). Totuși, bonitarea terenurilor realizată atunci este destul de sintetică, axată pe specie, neluând în considerație, de ex,, aspecte de detaliu, foarte importante în zonarea pomiculturii, cum ar fi schema de plantare, soiul, combinația soi-portaltoi, sau tipul portaltoiului: generativ sau vegetativ, aportul acestuia fiind esențial în dezvoltarea pomilor într-un mediu ecologic dat. Vechea bonitare a fost făcută pentru portaltoii (portaltoaiele) generativi și pentru livezi clasice. În acest sens, de ex, la specia măr portaltoiul vegetativ M9, respectiv la cireș portaltoiul Gisela 5, au revoluționat cultura acestora, prin densitatea mare de pomi la hectar, implicit prin productivitatea lor deosebit de ridicată. De asemenea, în ultimele decenii au apărut multe soiuri din ce în ce mai productive, iar diferențele dintre soiurile unei specii, ca producție, sunt adesea foarte mari între speciile pomicole. În acest fel, pentru compararea producțiilor la unitatea de suprafață ale aceleiași specii și aceluiași soi, pentru stabilirea potențialului productiv al terenului, este important și tipul de plantație, dar și sistemul de întreținere a solului, soiul, portaltoiul și combinația acestora. În acest sens, vechea bonitare nu poate răspunde satisfăcător la aceste întrebări, dar poate ajuta la o alegere judicioasă a terenurilor destinate înființării livezilor.

Cu limitările inerente menționate privind influența însușirilor fizico-chimice ale solurilor asupra culturilor agricole, acestea determină un comportament foarte diferențiat al pomilor fructiferi față de condițiile de sol. Sunt menționate aici cele mai reprezentative însușiri de sol, din punct de vedere al suprafeței pomicole existente (Teaci, 1980; Florea ș.a., 1987). Astfel, referitor la speciile măr și prun:

-panta terenului, abordată pe larg în capitolul despre zonare, este una dintre cele mai vizibile însușiri ale formei de relief pe care se amenajează plantațiile pomicole; terenul plan sau ușor înclinat (cu pantă < 10%) nu influențează negativ potențialul productiv, dar începând cu categoria de 10-15% reducerea acestuia este de 10% la măr, prunul nefiind încă afectat; odată însă cu creșterea pantei până la valori de 25% reducerea potențialului este de 20% în cazul prunului și de 30% în cel al mărului, iar la valori superioare, de ex. la pante de 25-35% reducerea atinge practic jumătate din potențialul productiv al terenului, în timp ce în cazul terenurilor mai înclinate reducerea atinge 80-100%. Pe terenurile foarte înclinate nici lucrările solului nu se fac în condiții optime, în consecință, terenurile cu pante mai mari de 25-30% nu sunt recomandabile pentru livezi.

-textura, de asemenea abordată la zonare, este una dintre cele mai importante proprietăți ale solului, având o însemnătate deosebită, atât prin efectul său direct, cât mai ales prin influența sa asupra altor însușiri de sol de pe toată adâncimea profilului, cum ar fi indicii hidrofizici (capacitatea de câmp pentru apă, coeficientul de ofilire, plafonul minim), permeabilitatea pentru apă și aer, porozitatea de aerație, gradul de stagnogleizare etc**. Textura mijlocie (luto-nisipoasă, lutoasă, luto-prăfoasă) este cea mai potrivită pentru cultura pomilor în general. Mărul și prunul suportă bine textura mijlocie (lutoasă, luto-prăfoasă) și moderat fină (luto-argiloasă, luto-argilo-prăfoasă),** în timp ce alte specii, de ex. piersicul, pe cea puțin mai grosieră: nisipo-lutoasă. Oricum, la măr penalizarea pentru textură din

orizontul superior poate fi de cca 30-40% în cazul texturilor extreme (nisipoasă – argiloasă), prunul suportând ceva mai bine o textură mai argiloasă, dar volumul edafic redus din cauza rocilor sau prezența carbonaților în cantitate mare (peste 40% g/g) poate reduce mult potențialul productiv al solurilor, cu aproximativ 70-90%. Cu toate acestea, se poate vedea că în unele țări cu soluri mai puțin favorabile culturilor horticole, îndeosebi din zona mediteraneană (Grecia, Italia, Spania, Portugalia), există livezi și pe soluri subțiri, stâncoase, calcaroase, pe care însă tehnologia de vârf suplinește lipsa de elemente nutritive, transformând aceste livezi practic în culturi hidroponice, iar fructele respective având totuși un gust îndoielnic; din punct de vedere tehnologic textura nu poate fi practic modificată, dar pot fi aplicate măsuri de fertilizare organică radicală pe solurile cu texturi extreme: nisipoasă și argiloasă.

-gleizarea solului (culoarea vineție, datorată proceselor chimice de reducere a fierului, din forma trivalentă în cea bivalentă), ca urmare a lipsei aerului oxigenat din cauza prezenței apei freatice, reduce nota de bonitare la aceste specii pomicole, cu procente de la 0, fără efect – în lipsa gleizării, sau când acesta este slabă, până la 80-90% din potențial când gleizarea este foarte intensă, cu apă în primii 100 cm ai solului, în condiții naturale, sau până la 50%, în condiții de control al apei freatice din incintele desecate; cele mai importante măsuri de combatere a excesului de umiditate freatic sunt drenajul închis cu tuburi și canale deschise, dar sunt costisitoare, sau **cea mai bună metodă este evitarea plantării pomilor pe aceste soluri**.

-adâncimea apei freatice, fără ca gleizarea să fie prezentă, adică apa circula prin profil fiind relativ oxigenată, dar în cantitate excesivă care face ca volumul de aer să fie insuficient, de regulă în soluri cu textură nisipoasă, atunci când este mică (sub 1 m adâncime), diminuează notele de bonitare pentru prun și măr, cu atât mai mult cu cât arealul se găsește într-o regiune cu precipitații mai bogate (peste 600 mm anual), sau cu cât textura pe profil este mai fină, datorită înălțimii capilare ridicate. Penalizarea poate include tot domeniul notelor, practic de la 0 (cazul favorabil), până la 90% (cazul defavorabil). Persistența mult timp a apei freatice în zona radiculară poate conduce inclusiv la pieirea pomilor, **iar astfel de areale trebuie excluse de la înființarea de livezi,**

-inundabilitatea este determinantă în alegerea unei parcele pentru înființarea de livezi. Ar trebui ca astăzi să se stipuleze interdicția de a înființa livezi în areale inundabile, chiar dacă inundarea terenului nu se produce frecvent, astfel de plantații fiind, pe termen lung, **sortite eșecului,**

-stagnogleizarea, care înseamnă tot procese chimice de reducere a fierului, producându-se chiar din orizonturile de la suprafața solului, cauzată de stagnarea apei pluviale în soluri greu permeabile, orizonturi unde se găsesc cele mai multe rădăcini fine, active, ale pomilor fructiferi, este și mai severă decât gleizarea, putând reduce potențialul productiv al terenului cu până la 90-100%, în situația în care stagnogleizarea este foarte intensă; pe astfel de soluri în care, totuși, stagnogleizarea nu este intensă ci slab-moderată, trebuie aplicate măsuri de prevenire și combatere a excesului de umiditate pluvială în livezile de prun și măr, **prin executarea de biloane de-a lungul rândurilor de pomi, având grija ca punctul de altoire al pomilor să nu fie acoperit cu sol, ci deasupra acestuia, dar și rigole de evacuare a excesului între rânduri, asociate cu canale de evacuare a scurgerilor către emisarii naturali.**

-clasele de exces de umiditate de suprafață au o pondere importantă în nota de bonitare, în cazul ambelor specii pomicole studiate, mai ales începând cu categoria moderat, unde penalizarea este de 20-30%. În cazul unui exces apreciat ca foarte puternic până la excesiv, penalizarea este severă, de 50-90%. Se ridică totuși întrebarea, de ce solurile afectate de gleizare și/sau stagnogleizare mai sunt penalizate și în acest caz, de două ori pentru practic aceeași cauză ? Ar trebui analizată și verificată bonitarea și în acest caz, pe baza rezultatelor experimentale viitoare, dacă astfel de cercetări vor fi organizate în România; toți termenii anteriori care caracterizează excesul de umiditate au fost tratați și în capitolul de zonare în cadrul însușirii de drenaj al solului.

- salinizarea și/sau alcalizarea solului afectează puternic pomii fructiferi, inclusiv speciile măr și prun; dacă gleizarea și stagnogleizarea influențează negativ dezvoltarea pomilor fructiferi, îndeosebi când sunt intense sau foarte intense, în schimb salinizarea și/sau alcalizarea solului arată o influență negativă severă încă de la stadii incipiente-medii ale fenomenului; prezența salinizării-alcalizării medii produce o reducere a notei de bonitare cu 50-80% din potențialul natural al terenului pentru prun și măr, în timp ce atunci când este intensă reducerea este de 90%; de regulă solurile afectate de aceste fenomene negative sunt foarte dificil de remediat, **recomandându-se evitarea amplasării plantațiilor pe ele**. Din aceste motive, fiind considerat un puternic factor limitativ, această însușire a fost considerată în componența mediei geometrice în capitolul de zonare.

-poluarea puternică până la excesivă diminuează, de asemenea, puternic potențialul productiv al terenurilor pentru specia măr, cu cca 50-90%, prunul fiind puțin mai rezistent la poluarea moderată; desigur contează și natura poluării, unele substanțe (DDT) putând rezista în sol și mai multe decenii. Totuși, în România poluarea industrială s-a redus sensibil în ultimii 25 de ani, odată cu desființarea multor întreprinderi din industria grea și chimică, persistând însă poluarea urbană, cauzată îndeosebi de traficul rutier, **iar depărtarea perimetrelor pomicole de astfel de locații este cea mai bună opțiune pentru alegerea amplasamentelor livezilor**.

-alunecările afectează nota de bonitare, fie că sunt în brazde, în valuri, în trepte sau mobile, fie că sunt stabilizate, semi-stabilizate sau active, cele active cu cca. 50-70%, pentru mai toate speciile pomicole; astfel de terenuri trebuie evitate pentru livezile de pomi, **recomandându-se speciile forestiere**.

-porozitatea totală afectează nota de bonitare în funcție de textură. Cu cât textura este mai fină, cu atât porozitatea totală trebuie să fie mai mare, la aceeași categorie de apreciere, oricum, penalizarea atribuită porozității totale este mică (10-20%), prunul fiind, din nou, mai rezistent la condițiile de porozitate mică, iar ca măsura împotriva unei porozități reduse se poate recomanda afânarea adâncă și fertilizarea organică, pentru optimizarea raportului părții minerale a solului cu partea organică; atunci când se asociază cu stagno-gleizarea, deficitul de porozitate influențează negativ creșterea și fructificarea,

-conținutul solului în carbonat de calciu penalizează speciile pomicole dacă valoarea acestora depășește 12 % g/g în cazul mărului și prunului; carbonații apar în așa numitele soluri zonale la adâncimi din ce în ce mai mari cu creșterea precipitațiilor; totuși, în arealele cu precipitații bogate sau echilibrate față de evapotranspirația potențială, cum este cazul în multe regiuni deluroase, carbonații sunt complet sau aproape complet levigați din sol, putând exista numai în luncile râurilor în cantități slabe și pe versanții afectați de eroziune și care au ca rocă subiacentă roci carbonatice (marne, luturi și argile calcaroase). Mărul dispare la conținuturi mai mari de 25 % g/g, dar prunul rezistă și la peste 40% g/g în profilul de sol. **Ca remediu pe solurile cu mulți carbonați, aplicarea de îngrășăminte chimice cu reacție fiziologică acidă**,

-reacția solului, tratată de asemenea în capitolul de zonare, influențează potențialul de producție al solului, îndeosebi în cazul solurilor oligo-mezobazice (care au valori reduse, sub 53%) ale gradului de saturație în baze; **pH-ul slab acid până la neutru este cel mai favorabil multor specii pomicole.** Cu cât acesta scade spre domeniul acid, sau crește până la domeniul bazic, cu atât descresc notele de bonitare. În cazul solurilor eumezobazice, atât mărul cât și prunul sunt afectate de valori ale pH-ului de peste 7,8, iar la peste 9 scăderea potențialului de producție devine severă (60%). Mărul este mai sensibil la creșterea pH-ului comparativ cu prunul, favorabilitatea acestuia diminuându-se apreciabil de la valori pH de peste 8,5; pe solurile acide se recomandă aplicarea de amendamente calcaroase, în doze calculate după indicatorii agrochimici (de ex., aciditatea hidrolitică),

-volumul edafic util este o altă însușire care determină favorabilitatea speciilor pomicole și nota de bonitare. În regiuni cu precipitații medii anuale corectate de sub 600 mm, penalizarea este ușor mai severă față de cele cu precipitații de peste 600 mm, unde posibilitatea asigurării nutriției prin umectare mai intensă și mai frecventă este superioară. Volumul edafic mic până la extrem de mic reduce substanțial nota de bonitare la toate speciile pomicole, cu cca. 70-90 %. **Solurile profunde, de peste 1,25 m adâncime și fără sau cu schelet puțin, sunt cele mai favorabile înființării plantațiilor pomicole**; ca și textura, nici volumul edafic nu poate fi practic ameliorat, dar pe solurile cu volum edafic redus se recomandă măsuri de irigație și fertilizare intensă,

-conținutul solului în humus (sau carbon organic), abordat la zonare, este unul dintre cele mai importante componente ale fertilității, solurile cu o rezervă de humus săracă pe adâncimea de 0-50 cm, cuprinsă între 30 și 120 t/ha, sunt penalizate la bonitare cu cca 10-30 %, în timp ce solurile cu exces de humus sunt ușor penalizate (10%), mai ales dacă au textură grosieră**. Valorile optime ale rezervei de humus sunt, în general, între 120 și 400 t/ha; solurile sărace în humus trebuie fertilizate organic și mineral mai intens decât celelalte**,

-Potențarea prin lucrări speciale de îmbunătățiri funciare mărește potențialul productiv al terenului; una dintre cele mai importante verigi privind potențarea este asigurarea unui regim aero-hidric echilibrat. Referitor la lipsa de apă, ca urmare a aplicării irigației, notele de bonitare potențate cresc în regiunile în care precipitațiile corectate sunt mai mici de 600 mm anual, din ce în ce mai mult cu cât ariditatea se accentuează. Totuși, precipitațiile, chiar dacă sunt în domeniul optim, în jur de 800 mm anual, pot fi neuniforme în cursul anului, de fapt aceasta este regula, iar valoarea medie a indicatorului precipitații, al cărei repartiție diurnă în timp nu este normală, nu arată în totalitate starea hidrică a

solurilor, putând exista perioade de stres hidric în sezonul de vegetație chiar și în ani cu precipitații bogate. **Ar trebui, astfel, să se introducă un nou indicator care să arate starea hidrică medie a solului din perioada de vegetație, ca potențial matricial mediu al apei în sol sau ca fracție din capacitatea de apă utilă.**

De asemenea, așa cum s-a menționat anterior, excesul de apă permanent sau temporar poate produce pagube serioase livezilor de măr. Prevenirea și combaterea excesului de apă prin măsuri adecvate (sisteme de drenaj, modelare în sistem bilon pe rândurile de pomi și rigole între rânduri, captarea izvoarelor de coastă acolo unde există ș.a. contribuie la optimizarea raportului aer-apă în sol, implicit la starea optimă a plantațiilor de pomi.

Afânarea adâncă și/sau scarificarea mărește cu cca. 10% nota de bonitare pentru solurile cu porozitate mică și foarte mică, care este în funcție de textură, dar aceste lucrări pot fi aplicate numai la înființarea livezilor, care au o durată medie, practic de peste 15-20 de ani, altfel riscând distrugerea sistemului radicular în cazul livezilor pe portaltoi generativ puternic dezvoltat. Această măsură poate fi însă aplicată în cazul portaltoilor vegetativi, dacă spațiul de sol dintre rândurile de pomi permite. Totuși, tasarea solului se produce îndeosebi între rândurile de pomi (Păltineanu ș.a., 2015; 2016), acolo unde și sistemul radicular al speciilor din livezile intensive este puțin extins.

Panta naturală a terenului poate fi redusă prin terasarea terenului, efectul benefic făcându-se simțit începând cu panta de 10%, nota de bonitare crescând însă de peste 3 ori începând de la pante mai mari de 20%, cu condiția ca orizontul fertil de sol să nu fie îndepărtat. Oricum, această măsură este costisitoare și nu merită executată decât dacă se preconizează producții mari de fructe,

Amendarea solului cu calcar și/sau gips, în funcție de valoarea reacției chimice, poate crește potențialul de producție de mai multe ori, în cazul solurilor cu reacție extremă: foarte acide, respectiv foarte alcaline, așa cum fertilizarea radicală a solurilor sărace în humus poate mări nota de bonitare cu până la 40%. De asemenea, combaterea poluării poate ameliora fertilitatea solurilor poluate intens.

Desigur că solurile din regiunile deluroase din țara noastră sunt foarte diverse, nu numai din punct de vedere al tipului genetic, dar și al proprietăților fizice și chimice. După cum se poate constata, prunul este mai tolerant față de condițiile de mediu, ceea ce explică în bună măsură și răspândirea cea mai mare dintre toate speciile pomicole din România. Alături de măr, livezile de prun ocupă cea mai mare suprafață, chiar dacă se manifestă acum o tendință de schimbare în favoarea altor specii.

Din comparația notelor de bonitare, obținute prin calcul multiplicativ (spre deosebire de metoda de bonitare inițială, folosită în anii 70 ai secolului trecut, care utiliza calculul aditiv al coeficienților), rezultă clasa terenului pentru fiecare specie pomicolă, cu note de la 0 la 100. Dacă s-au aplicat măsuri de potențare a potențialului productiv al terenului, atunci nota de bonitare poate depăși 100 de puncte. În acest sens, alegerea terenurilor pentru înființarea de plantații pomicole se bazează atât pe cunoașterea și experiența națională, cât și internațională, luată în considerație în cazul zonării.

Așadar, terenurile alocate pentru pomicultură trebuie să satisfacă cât mai multe dintre cerințele și/sau preferințele ecologice ale acestor două specii, prezentate mai sus, evitându-se cu precădere terenurile inundabile, cele cu exces de umiditate, solurile afectate de sărăturare/solonețizare, terenurile cu pantă mare și volum edafic redus. Cele mai favorabile sunt terenurile pe relief plan sau slab-înclinat, cu soluri aflate cu textură medie (lutoasă, luto-nisipoasă), formate mai ales pe depozite de luturi, loess sau loessoide, profunde, afânate sau slab compacte, având reacție chimică slab-acidă, grad de saturație în baze eubazic, rezervă apreciabilă de humus și macroelemente, și să fie aproape de surse de apă disponibilă.

**Bibliografie**


Coman M., Chitu E. 2014. Coordonatori. *Zonarea speciilor pomicole în functie de conditiile pedoclimatice și socio-economice ale României.* MADR, ICDP Pitesti-Maracineni, Ed. INVEL Multimedia, 288 p.

Florea, N., Balaceanu, V., Rauta, C., Canarache, A., 1987. *Metodologia eleborării studiilor pedologice*. Partea I, II si III. Redactia de Propaganda Tehnica Agricola. ICPA Bucuresti.

Păltineanu C., Chițu E., Septar L., Gavăt C., Opriță A. 2015. Piersicul și caisul în sistemul sol – plantă – atmosferă, în Dobrogea. Editura Estfalia, București, 221 p.

Păltineanu C., Chițu E., Toti M., Dumitru S., Mocanu V. 2014. *Soil and the zoning of fruit tree species in Romania*. Știința Solului (Soil Science) Journal of the Romanian National Soc. of Soil Science, 3rd Series. SNRSS, XLVIII, no. 2: 19-32.

Teaci D., 1980, Bonitarea terenurilor agricole (Bonitarea și caracterizarea tehnologică a terenurilor agricole), Ed. Ceres București

Voiculescu, N., 1999. Enciclopedia pomilor fructiferi. Editura Academiei Romane, București, 180 pp.

4-B. Corelațiile dintre unele proprietăți ale solului și unii indicatori de creștere la prun și măr în diferite condiții de mediu din regiunile colinare

**Introducere**

Cercetări anterioare din străinătate au pus în evidență relațiile dintre proprietățile solului și comportarea și dezvoltarea pomilor (de ex. Kwarazkhelia, 1931; Gras, 1961; Henin, 1962; Trocmé și Gras, 1965; Black, 1968; Gautier, 1983 etc.). În România, influența solului asupra speciilor pomicole prun și măr a fost cercetată de diferiți autori: Amzăr (1981), Teaci (1980), Teaci ș.a. (1985), Iancu ș.a. (1986), Voiculescu (1999), Păltineanu ș.a. (2000, 2003, 2014) etc. Pe baza datelor acumulate în timp, solul și teritoriile ecologic omogene au fost caracterizate în legătură cu favorabilitatea pomilor pentru producția de fructe (ICPA București, Florea ș.a.,1987). Totuși, aspecte de detaliu privind corelarea unor indici de creștere a pomilor fructiferi cu principalele proprietăți de sol au rămas de completat ulterior. Obiectivele acestui capitol sunt de a aduce mai multe date privind relațiile dintre sol și pomi în țara noastră și de a găsi corelații între unii indici de creștere și unele dintre principalele proprietăți fizice și chimice ale solului, cu scopul: 1) de a aprofunda cunoașterea interrelațiilor dintre sol și pomi pentru regiunile cu cea mai mare extindere a livezilor din țară, 2) de a utiliza aceste cunoștințe în organizarea folosințelor agricole și 3) de a îmbunătăți unele măsuri tehnologice în dezvoltarea pomiculturii din România.

Deși titlul cărții se referă la soluri cu textură medie și ușoară, condițiile ecologice, inclusiv texturale, prezente în acest capitol – bazat pe datele publicate de Păltineanu ș.a. (2003) – sunt foarte diverse, corelațiile obținute incluzând și domeniul de variație al solurilor cu textură luto-nisipoasă și nisipo-lutoasă. În același timp, acest capitol reprezintă o detaliere/completare a celui anterior privitor la unele proprietăți sau însușiri de sol, care precizează favorabilitatea solurilor față speciile pomicole prun și măr, chiar dacă cercetările s-au desfășurat în cadrul unor livezi clasice.

**Material și metodă**

Cercetările s-au desfășurat în regim expediționar în condiții variate de sol, climă și vârstă a pomilor (5 – 25 ani), livezi clasice, în regiuni colinare la: Fălticeni, Baia Mare, Bistrița, Cluj în partea de nord a țării, la Câmpulung, Vâlcea și Tg. Jiu în partea de sud, precum și în Caransebeș, Lipova, Oradea și Zalău din partea de vest. Soiurile de prun studiate au fost Anna Späth, Stanley, Tuleu Gras, Agen, Centenar, Vânăt Românesc, toate altoite pe Mirobolan, în timp ce soiurile de măr au fost: Golden Delicious și Jonathan altoite, pe MM 106.

Au fost 14 tipuri de sol cercetate, de la soluri de tip cernoziom la luvosoluri și erodosoluri, conform cu Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor. Profilele de sol analizate, amplasate la 1 m depărtare de pomii reprezentativi cercetați, au avut lățimea de 1,2 m, lungimea de 1,5 m și adâncimea de 1,2 m. Pereții care reprezintă lungimea profilelor de sol au fost paraleli cu rândul de pomi. Au fost efectuate determinări de sol pe orizonturi genetice pentru principalele proprietăți fizice: analiza granulometrică (cu accent pe nisipul grosier=NG, nisipul fin=NF și argilă reprezentând particulele mai mici de 0,002 mm diametru), densitatea aparentă, porozitatea totală și cea de aerație, conductivitatea hidraulică saturată, rezistența la penetrare (RP), intensitatea gleizării reprezentată de volumul de sol neafectat de gleizare, conținutul de schelet, după Canarache (1990), dar și proprietăți chimice printre care: pH-ul, gradul de saturație în baze, rezerva de humus ș.a., precum și analize de plantă, utilizând metodologia curentă din țara noastră. De asemenea, s-au efectuat determinări standard ale indicatorilor de creștere a sistemului radicular după metoda îmbunătățită a lui Oskamp-Dragavtev (1956): frecvența tuturor rădăcinilor – TRF (sau densitatea radiculară), frecvența rădăcinilor vii și moarte, suprafața secțiunii transversale a tuturor rădăcinilor (TRCSA), iar apoi indicele de distribuție radiculară (RDI), diametrul real al trunchiului pomilor (RD), suprafața secțiunii transversale a trunchiului (TTCSA), dar și diametrul trunchiului de vârstă convențională (CD) după Amzăr (1981).

În continuare se prezintă detalii privind parametrii pomicoli. Astfel, RDI este un indice sintetic folosit pentru caracterizarea distribuției radiculare în sol pe orizonturi de 10 cm grosime (Amzăr, 1981). Teoretic, RDI variază de la 1, atunci când toate rădăcinile pomilor sunt conținute în stratul de sol de 0-10 cm, la 10, atunci când toate rădăcinile sunt dispuse în stratul de sol de 90-100 cm adâncime. RDI este atât o funcție de factori genetici (portaltoi, soi), cât și al condițiilor de sol. Formula acestui indice este:

$$RDI = \sum_{i=1}^{10} (i * s_i) / TRCSA \qquad (1)$$

unde i = ordinea adâncimii solului (de la 1 la 10), $s_i$ = suprafața radiculară ($cm^2$) a nivelului i, iar TRCSA = suprafața radiculară totală ($cm^2$) de la adâncimea solului de 0 cm până la 100 cm.

Pentru a îndepărta influența vârstei livezii, termenul CD a fost folosit la prelucrarea datelor conform cu metoda lui Amzăr (1981). CD este un indicator pomicol care transformă vârsta reală a pomului într-o vârstă standardizată a pomului de 30 de ani (după vârsta medie a livezilor clasice), prin utilizarea unei rate anuale de creștere, caracteristică unor condiții variate de sol și climă: critice, moderate sau optime. Astfel, CD a fost calculat după formula:

$$CD = (RD \pm \sum_{i=1}^{30} r_i) * C \qquad (2)$$

unde RD = diametrul real al pomului (cm), $\Sigma r_i$ = suma ratelor anuale de creștere a diametrului până la vârsta de 30 de ani, cu adunarea sumelor în cazul pomului mai tânăr de 30 de ani, respectiv cu scăderea acestora în cazul pomilor de peste 30 de ani, C = indicele echivalenței folosit pentru soiurile de pomi altele decât cel de referință (Jonathan pentru măr și Tuleu Gras pentru prun).

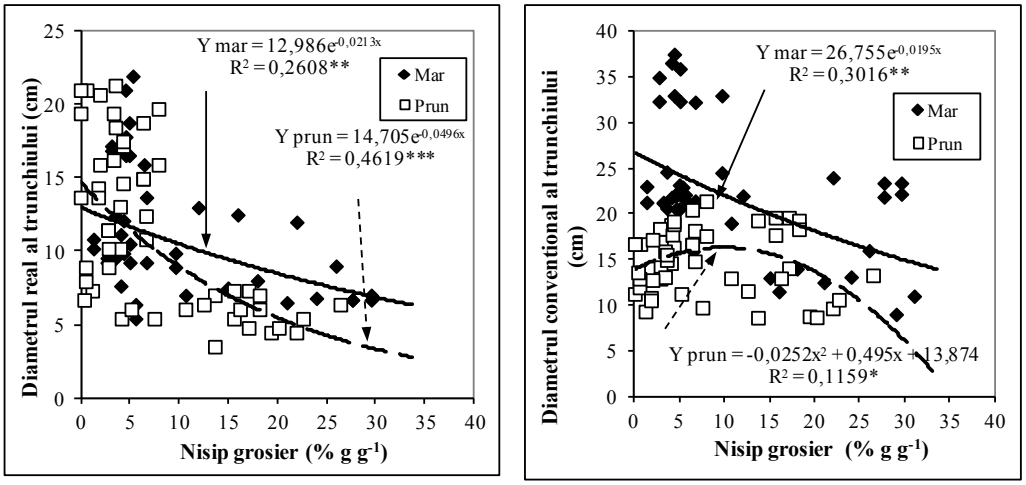
S-au găsit corelații semnificative ($P \leq 0,05$) între indicii de creștere a pomilor (măr și prun) și unele proprietăți de sol, folosind metoda celor mai mici pătrate. Corelațiile au fost obținute din valorile medii ale profilelor de sol și cele ale pomilor asociați, pentru diferite clase de vârstă.

**Rezultate și discuții**

*1. Influența unor proprietăți fizice ale solului asupra unor indicatori de creștere a pomilor*

1.1. Influența nisipului grosier (NG = coarse sand)

Conținutul în nisip grosier (NG, constituit din particule cu diametrul cuprins între 0,2 și 2,0 mm, parametru al texturii solului) a prezentat, în general, un efect negativ asupra indicilor de creștere a mărului, indiferent de vârstă. Corelațiile dintre indicii RD și CD în funcție de NG au arătat un aspect curbiliniu și au fost semnificative și descrescătoare ($R^2$ cuprins între 0,26** și 0,46***), excepție făcând în cazul prunului, unde corelația a fost de formă parabolică ($R^2$ = 0,12*), (Fig. 4.B.1).



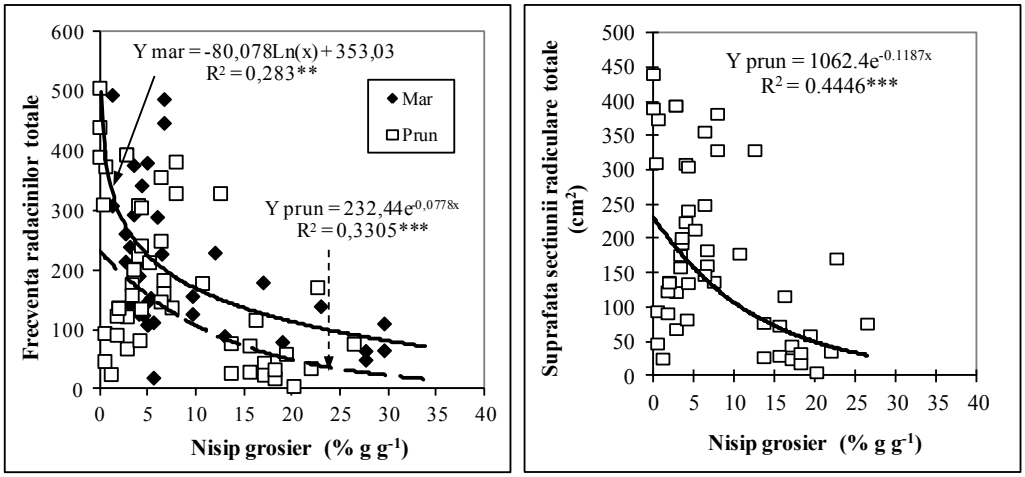

a) b)

**Fig. 4.B.1. Corelațiile dintre conținutul în nisip grosier (NG) pe de o parte și RD (a) și CD (b) pe de altă parte, pentru prun și măr în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase**

TRF s-a corelat, de asemenea, invers și curbiliniu cu NG ($R^2$ cuprins între 0,28** și 0,33***) pentru ambele specii de pomi (Fig. 4.B.2a), în timp ce TRCSA s-a corelat invers și exponențial cu NG ($R^2$ = 0,44***) în cazul prunului (Fig. 4.B.2b).

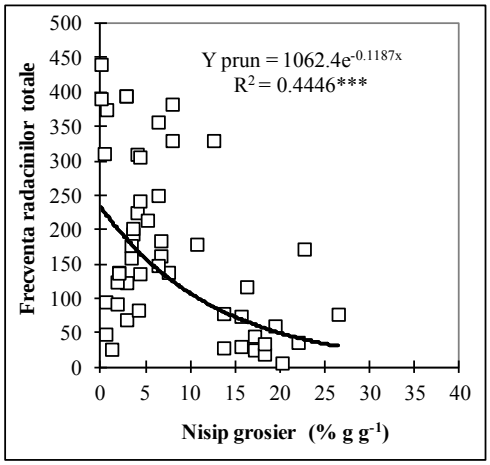
FRT, TTCSA și RDI au prezentat un efect invers în funcție de NG ($R^2$ =0,44***, respectiv $R^2$ = 0,12** și $R^2$ = 0,46***) (Fig. 4.B.3).

Influența generală negativă exercitată de nisipul grosier asupra indicilor de creștere poate fi atribuită faptului că NG a avut un caracter relativ inert, participând numai într-o mică măsură în reținerea apei în sol și la schimburile chimice de ioni (Teaci, 1980). Valorile ridicate ale NG măresc de regulă drenajul și pierderile de apă din sol, împiedicând astfel dezvoltarea normală a pomilor.

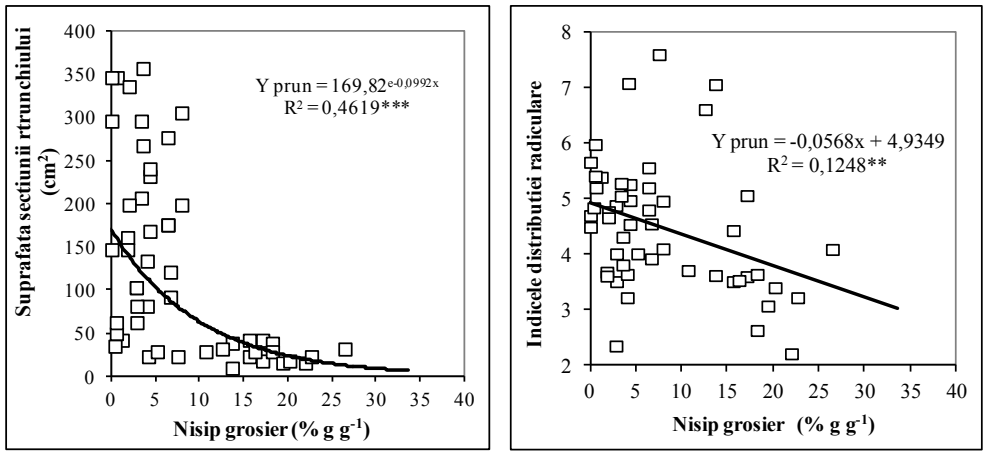



a) b)

**Fig. 4.B.2. Corelațiile dintre NG pe de o parte și TRF (a) și TRCSA (b) pe de altă parte, pentru prun și măr în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**




a)

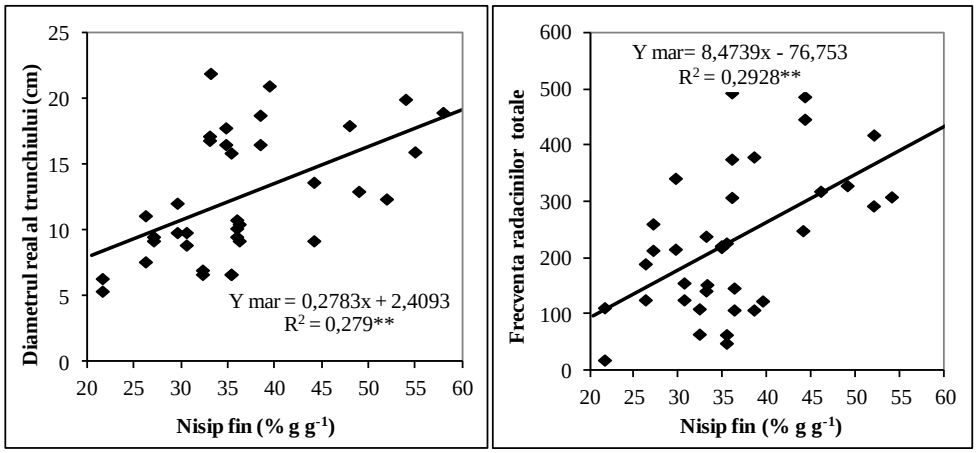



b) c)

**Fig. 4.B.3. Corelațiile dintre NG pe de o parte și frecventa rădăcinilor totale (FRT) (a), între NG și TTCSA (b), precum și între NG și RDI (c), pe de altă parte, pentru prun în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**

1.2 Influența fracțiunii nisip fin (NF, fine sand)

Solurile care conțin o cantitate însemnată de NF (particule cu diametrul mediu de 0,2-0,02 mm, de asemenea component al texturii) prezintă în general textură lutoasă, luto-nisipoasă sau nisipo-lutoasă. Aceste soluri au o textură echilibrată și prezintă proprietăți intermediare comparativ cu texturile extreme: nisipoasă sau argiloasă. Influența favorabilă a fracțiunii NF asupra RD ($R^2$ = 0,279**) sau TRF ($R^2$ = 0,293**) la măr este ilustrată de corelațiile directe și liniare (Fig. 4.B.4a și 4.B.4b).



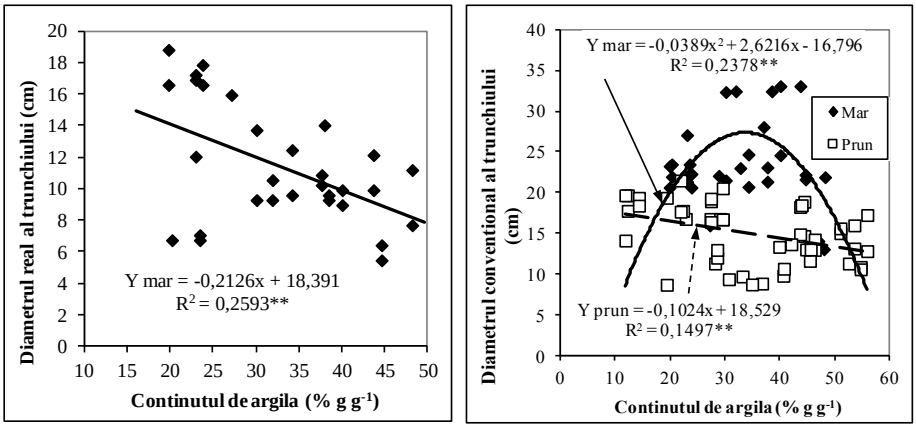

a) b)

**Fig. 4.B.4. Corelațiile dintre NF și RD (a), respectiv dintre NF și TRF (b), pentru măr în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**

1.3. Influența conținutului de argilă (A, clay content)

Datorită diversității ecologice ridicate, A - unul dintre cele mai importante fracțiuni granulometrice ale solului, respectiv al texturii, s-a corelat intens cu RD și cu CD (Fig. 4.B.5). Astfel, corelația dintre A și RD a fost, în condițiile date, inversă, liniară și distinct semnificativă ($R^2$ = 0,259**), iar cea dintre A și CD a fost polinomială de gradul doi și distinct semnificativă ($R^2$ = 0,238**) pentru măr, cu un maximum în jurul valorii A de 35% g/g, respectiv liniară și negativă pentru prun ($R^2$ = 0,15**).

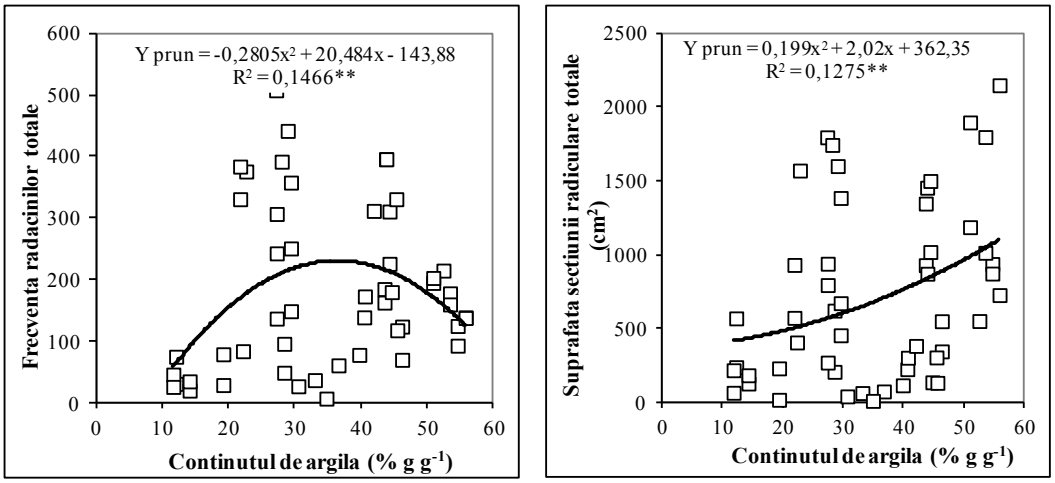
Între TRF și A s-a obținut o corelație parabolică ($R^2$ = 0,15**), având un punct de maxim la cca. 35-40 % g/g, în timp ce între TRCSA și A corelația a fost directă și de tip parabolic ($R^2$ = 0,13**) (Fig. 4.B.6a și 4.B.6b), ambele în cazul prunului. Aceste rezultate sunt în concordanță cu rezultate publicate anterior, indicând un optimum de favorabilitate pentru măr în domeniul A de 34-35% g/g (Teaci, 1980). Ulterior, Teaci ș.a. (1985) și Voiculescu (1999) au publicat rezultate care arată un interval optim al A între 30 și 40% g/g pentru măr, respectiv între 40 și 50% g/g pentru prun. Sub valoarea A de 25% g/g și la peste 45% g/g pentru măr și dincolo de 30-50% g/g la prun, sistemul radicular devine superficial.




a) b)

**Fig. 4.B.5. Corelațiile dintre conținutul de argilă (A) și RD (a), precum și dintre A și CD (b), pentru prun și măr în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**

Astfel, s-a găsit faptul că valorile cele mai mari ale A au provocat o scădere a frecvenței radiculare la măr, respectiv o creștere a acestora la prun. Totuși, solurile argiloase, adesea stagnogleizate, asociate cu condițiile descrise mai sus, au împiedicat creșterea trunchiului la măr și prun chiar din fazele incipiente ale livezilor. Din fericire, categoriile texturale ale regiunii cercetate în această lucrare sunt echilibrate.

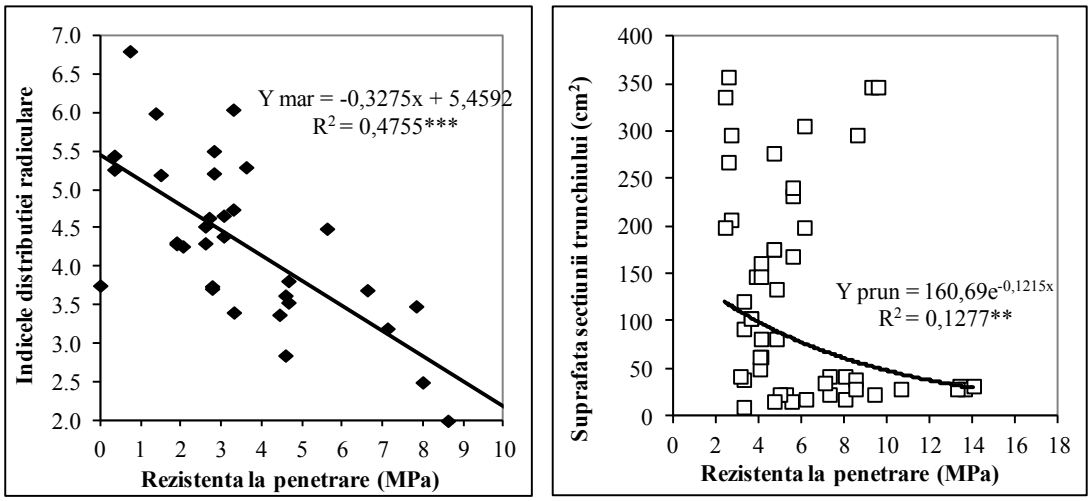



a) b)

**Fig. 4.B.6. Corelațiile dintre A și TRF (a), respectiv dintre A și TRCSA (b), pentru prun în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**

1.4. Influența rezistenței la penetrare (RP)

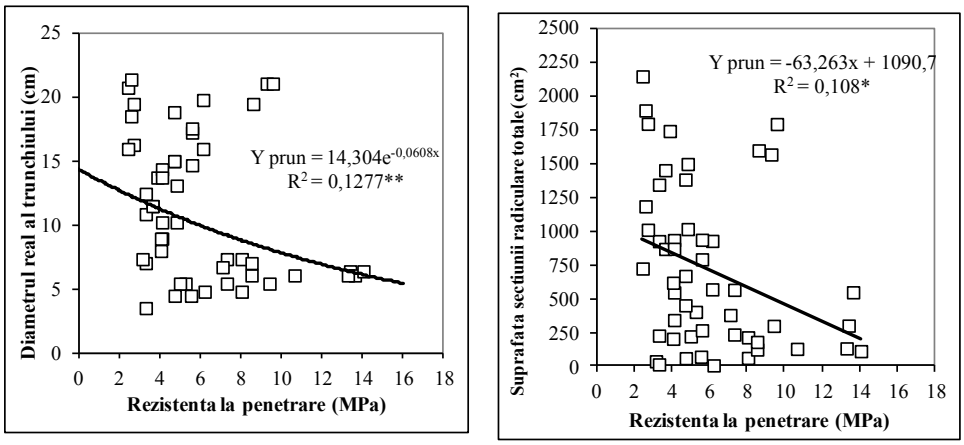
RP a influențat negativ dezvoltarea pomilor reprezentată prin indicatorii de creștere studiați. Corelațiile prezentate în Fig. 4.B.7a arată în cazul mărului, că atunci când RP crește în profunzime, tendința de dezvoltare a sistemului radicular – RDI este către orizonturile de sol superficiale ($R^2$ = 0.48***). În plus, în fig. 4.B.7b, 4.B.8a și 4.B.9b este evidențiat efectul negativ al RP asupra valorilor TTCSA, RD și TRCSA în cazul prunului ($R^2$ = 0,13**, respectiv 0,11*); totuși, valorile CD indică condiții mai favorabile la valori RP de 6-7 MPa, dar CD descrește abrupt odată cu creșterea RP la peste 8 MPa (Fig. 4.B.9; $R^2$ = 0.09*).




a) b)

**Fig. 4.B.7. Corelațiile dintre RP și RDI pentru măr (a), respectiv dintre RP și TTCSA (b), pentru prun în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**

Astfel, atât compactarea naturală – ca efect al evoluției naturale a solului, cât și compactarea antropică provocată de traficul tehnologic, ambele mărind rezistența solului la penetrare, au influențat negativ și semnificativ parametrii de creștere a pomilor cultivați în diferite condiții de sol și climă.




a) b)

**Fig. 4.B.8. Corelațiile dintre RP și RD (a), respectiv dintre RP și TRCSA (b), pentru prun în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**

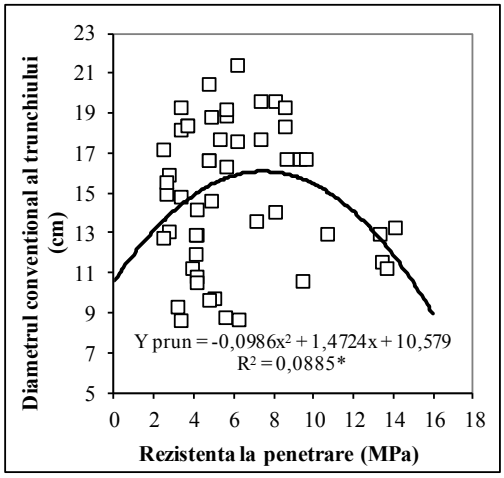
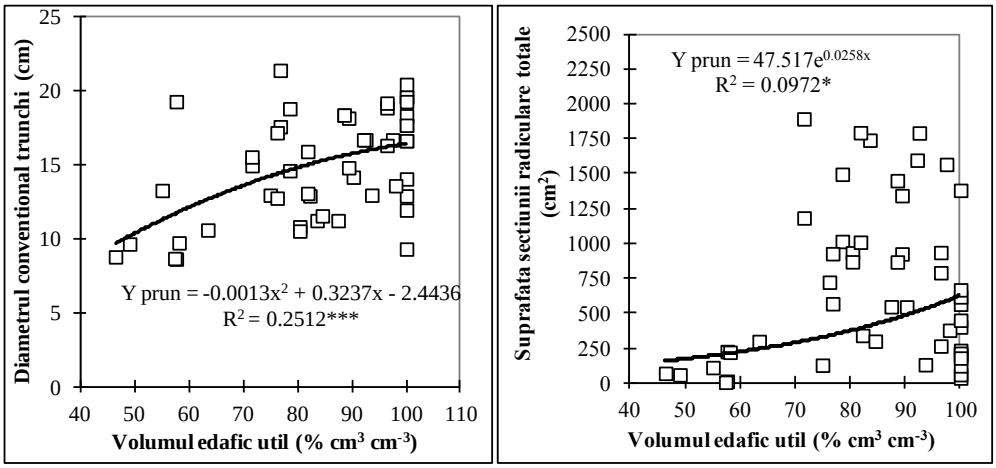



**Fig. 4.B.9. Corelațiile dintre RP și CD pentru prun în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**

1.5 Influența volumului edafic util (VEU)

VEU a fost considerat până la adâncimea de 1,5 m, din care s-a scăzut volumul de schelet, pietre și roci. Indiferent de vârsta pomilor, VEU s-a corelat direct și curbiliniu cu CD ($R^2$ = 0,25***) și TRCSA ($R^2$ = 0,10*), (Fig. 4.B.10a și 4.B.10 b).

Deși domeniul de variație a VEU din această lucrare a fost relativ îngust (între 45 și 100% $cm^3/cm^3$, tendința corelației a fost crescătoare pentru indicatorii de creștere ai pomilor. Rezultatele noastre confirmă concluziile lui Teaci ș.a. (1985), care au publicat anterior coeficienți de penalizare prin multiplicare, de la 1 (neutru) în cazul unui UEV de 51-100% $cm^3/cm^3$, până la 0,9 pentru valori ale VEU de 36-50% $cm^3/cm^3$, fără a se întâlni valori VEU < 36 % $cm^3$ $cm^{-3}$ în prezentul studiu.

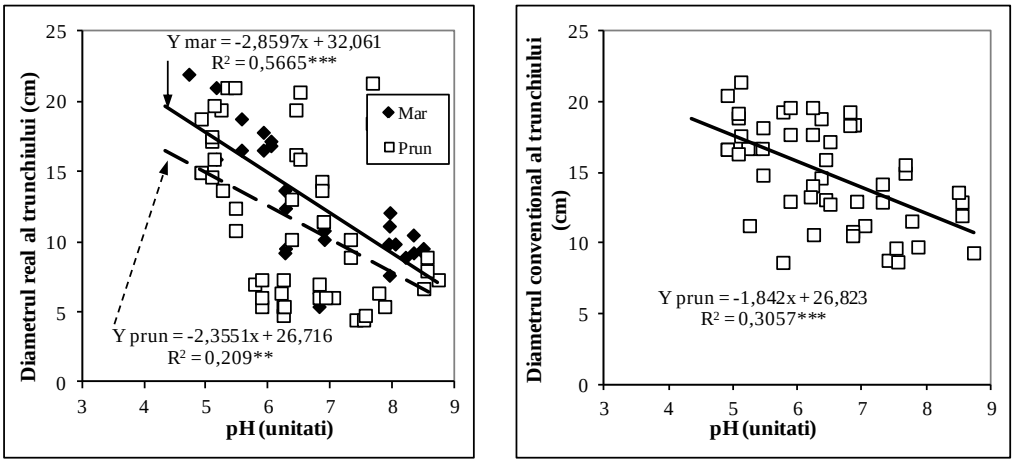



a) b)

**Fig. 4.B.10. Corelațiile dintre volumul edafic util (VEU) și CD (a), respectiv dintre VEU și TRCSA (b) pentru prun în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**

**2. Influența pH-ului asupra indicilor de creștere a pomilor**

Corelația dintre RD și pH este descrescătoare atât în cazul prunului ($R^2$ = 0,21**) cât și al mărului ($R^2$ = 0,57***), (Fig. 4.B.11a). Se cunoștea deja (Teaci, 1980; Teaci ș.a., 1985, Voiculescu, 1999 etc.) faptul că producția de mere descrește odată cu creșterea pH-ului soluției de sol, dar rezultatele acestei lucrări arată că cele mai favorabile condiții de creștere a pomilor se găsesc în domeniul pH de 5,0-5,5, contrazicând astfel cunoștințele anterioare. O tendință similară între variabilele cercetate a fost găsită aici și în cazul prunului, dar intensitatea corelației a fost mai mică. În același timp, a fost evidențiată și o corelație indirectă între CD și pH ($R^2$ = 0,31***) (Fig. 4.B.11b), dar și între pH și TTCSA ($R^2$ = 0.26***), ambele pentru prun (Fig. 4.B.12).




a) b)

**Fig. 4.B.11. Corelațiile dintre pH și RD (a), respectiv dintre pH și CD (b) pentru prun și măr în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**

În plus față de trunchiul pomilor, dezvoltarea sistemului radicular a fost influențată negativ de creșterea pH-ului și în cazul prunului, atât ca TRF ($R^2$ = 0,14**) cât și ca TRCSA ($R^2$ = 0,13*), (Fig. 4.B.13a și 4.B.13 b). Din consultarea acestor figuri prezentate anterior a rezultat o nouă concluzie despre influența pH-ului asupra comportamentului prunului, anume că valori ale pH-ului cuprinse între 5 și 6 se află în domeniul optim pentru această specie pomicolă. Această constatare este în contradicție cu concluziile altor autori (de ex., Teaci ș.a, 1980; Voiculescu, 1999), care au găsit valori optime ale pH-ului la prun între 6,5 și 7. Pentru elucidarea acetor aspecte considerăm că ar trebui luate în considerație și

valorile pH-ului din celelalte orizonturi ale solului, nu numai din orizontul superior. Oricum, aceste aspecte rămân să se confirme prin cercetări ulterioare.

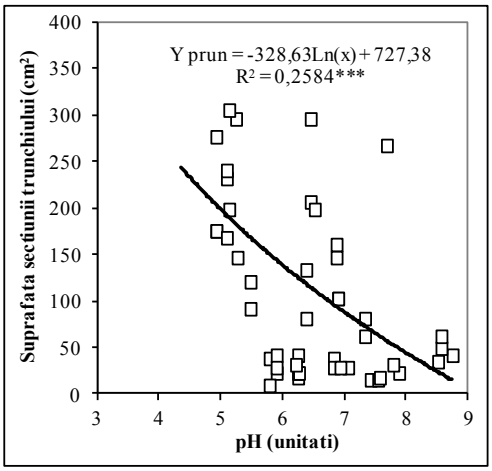
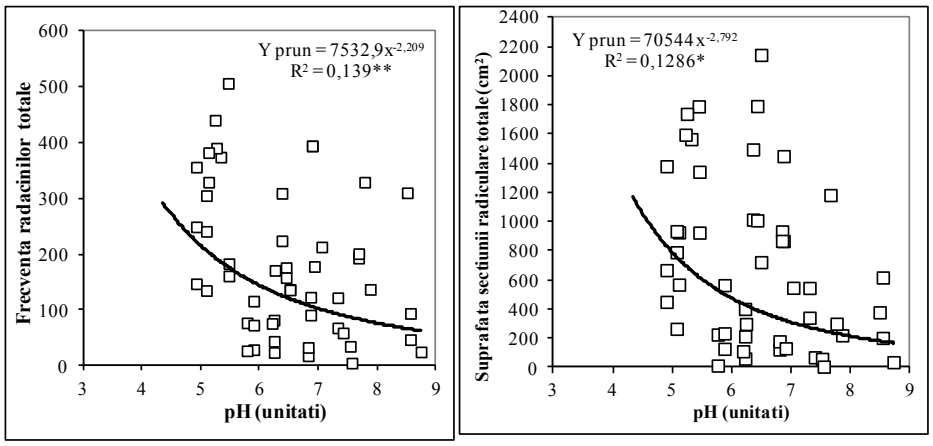



**Fig. 4.B.12. Corelațiile dintre pH și TTCSA pentru prun în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**




a) b)

**Fig. 4.B.13. Corelațiile dintre pH și TRF (a), respectiv dintre pH și TRCSA (b) pentru prun în diferite condiții de sol și climă din regiunile deluroase din România**

**Concluzii**

În condițiile de sol și climă din regiunile colinare din țara noastră, în care s-a realizat acest studiu, nisipul grosier a prezentat o influență negativă clară asupra creșterii pomilor atât în cazul speciei prun, cât și al speciei măr. Nisipul fin a arătat însă o influență pozitivă pentru măr.

Valori ale conținutului de argilă de peste 40-45% g/g au arătat un efect general negativ asupra creșterii pomilor pentru ambele specii investigate și caracterizate de oricare dintre indicatorii pomicoli prezentați. Totuși, o corelație directă între suprafața secțiunii transversale a trunchiului pomilor și conținutul de argilă al solului a fost observată în cazul prunului.

Rezistența solului la penetrare a determinat un efect negativ clar în creșterea ambelor specii pomicole, îndeosebi când aceasta a depășit valoarea de 8-10 MPa. Aceasta pare a fi o proprietate de sol foarte reprezentativă în caracterizarea terenurilor pentru înființarea de plantații pomicole.

Valorile pH-ului solului cuprinse între 5 și 6 reprezintă un interval optim pentru ambele specii în condițiile ecologice ale acestui studiu. Aceasta contrazice oarecum vechile concepte publicate anterior de

alți autori care au găsit că valorile de 6,5-7 reprezintă intervalul optim; oricum, acest aspect rămâne de clarificat prin cercetări viitoare, luând în cosiderație și valorile pH ale altor orizonturi de sol, nu numai ale orizontului superior.

Corelațiile găsite și redate în prezenta lucrare pot contribui la o mai bună zonare și alegere a terenurilor pentru viitoarele livezi de măr și prun.

## Bibliografie


Amzar Gh., 1891. Stabilirea unor indici ecologici pentru alegerea terenurilor si zonarea culturii marului, parului si prunului. Teza de doctorat, ASAS Bucuresti.

Black C., 1968. Soil plant relationship. New York.

Canarache A., 1990. Fizica solurilor agricole, Editura Ceres, Bucuresti, 268p.

Dragavtev A. P., 1956. Iablonia gornih obitanii. Izd. Akademii nauk, Moskva.

Gautier M., 1983. Le prunier et sa culture. Arbr. Fruit. 352.

Gras R., 1961. Relations entre les proprietés phisique du sol et la criossance du pomier dans la Sarthe – Ann. Agronomique, no 12.

Henin S., Gras R., 1962. Vigeur des arbres fruitieres et épaiseur de sol exploitée par les racines. C.R. Acad. Sc., 255.

Iancu M., Neamtu I., Negoita Mariana., 1986. Cercetari privind stabilirea modului de pregatire a terenului in vederea infiintarii plantatiilor de prun pe solurile din Platforma Cotmeana. Lucrari stiintifice ICPP, vol. VI, p.147-171.

Kwarazkhelia T., 1931. Beitrage zur Biologie des Wurzelsystems der Obsbäume. Gartenbauwissenschaft 4 B, 4 H, Berlin.

Paltineanu Cr., Chitu E, Budan C., Voiculescu N., Stefanescu S., 2000. Influenta solului asupra unor indicatori de crestere la prun in zona colinara din sudul si vestul României. Lucrarile Conferintei Nationale Române pentru Stiinta Solului, Suceava, România, 23-28 august.

Paltineanu Cr., Chitu E, Voiculescu N., Stefanescu S., 2002. Cercetari privind unii indicatori de crestere a marului in functie de principalele insusiri ale solului din zona colinara. Lucrarile stiintifice ale Institutului de cercetare-dezvoltare pentru pomicultura Maracineni, Arges, vol. XXI: 237-244.

Paltineanu Cr., Chitu E., Toti M., Dumitru S., Mocanu V. 2014. *Soil and the zoning of fruit tree species in Romania*. Știința Solului (Soil Science) Journal of the Romanian National Soc. of Soil Science, 3rd Series. SNRSS, XLVIII, no. 2: 19-32.

Paltineanu Cr., Chitu E, Tanasescu N., Moldoveanu D., Prefac Z. 2003. Relationships between some soil properties and growth indexes in plum and apple within the hilly regions of Romania. International Agrophysics, No 4, Vol. 17: 183-190, Lublin, Poland.

Teaci D., 1980. Bonitarea terenurilor agricole. Editura Ceres, Bucuresti.

Teaci D., Puiu St., Amzar Gh., Voiculescu N., Popescu I., 1985. Influenta conditiilor de mediu asupra cresterii pomilor in România. Editura Ceres, Bucuresti, 260 p.

Trocmé S., Gras R., 1965. Sol et fertlisation en arboriculture fruitière. Edit. G.M. Perrin, Paris.

Voiculescu N., 1999. Ecopedologia speciilor pomicole. Editura Academiei Române, Bucuresti, 326 p.

*Romanian Soil Classification System, 1979. Research Institute for Soil Science and Agrochemistry, Bucharest.

*Soil favorableness for various crops and scales, 1987. Research Institute for Soil Science and Agrochemistry, Bucharest, Bucharest.

## Capitolul 5. Distribuția spațială a unor proprietăți fizice ale solului din livezile intensive de prun și măr existente în cadrul unor soluri cu textură medie și grosieră din regiunea studiată

### 1. Introducere

Degradarea solurilor se produce în general în livezile clasice și intensive și în podgorii, indiferent de tipul de sol și de climat. Traficul tehnologic în livezi se datorează în principal aplicării tratamentelor fito-sanitare cu pesticide pentru combaterea bolilor și dăunătorilor, ducând la deteriorarea structurii solului și a altor proprietăți fizice ale acestuia. Hakansson și Danfors (1988) au evaluat riscul compactării cauzate de traficul cu caracter agricol în diferite condiții de sol și climă. În același context, Horn și Fleige (2003, 2005, 2009) au constatat riscul producerii compactării dar și impactul pneurilor mașinilor agricole asupra proprietăților fizice ale solului. Aceștia au dezvoltat și proceduri de predicție pentru starea fizică a solului folosind modele de simulare. Alți autori, de ex. Van der Akker (1999) și Van der Akker și Canarache (2001) au cercetat riscul compactării solului la nivel european, iar Hamza și Anderson (2005) au sintetizat cauzele și soluțiile posibile privind așa-zisa compactare secundară. Referitor la culturile horticole, Ferrero ș.a. (2005) și van Dijck și van Asch (2002) au arătat tendința de înrăutățire a proprietăților fizice ale solului și a stării fizice a acestuia la sfârșitul perioadei de exploatare a plantațiilor.

În România, studii mai timpurii efectuate de Canarache ș.a. (1980, 1984 și 1987), Canarache și Dumitru (1986), Canarache (2000), Dumitru ș.a. (1999, 2000), Dumitru (2005) au evidențiat riscul compactării solului în diferite soluri, cum ar fi unele cernoziomuri și preluvosoluri roșcate negleice (cu denumirea veche de soluri brune roșcate, Florea și Munteanu, 2012) din Câmpia Dunării, unde s-a constatat compactare a solului atât în orizonturile superioare de sol, cât și în cele mai profunde. Simota și Canarache (1988) au folosit tehnici de simulare pentru a estima efectul compactării solului asupra dinamicii apei în sol și a recoltei, iar Simota (2001) a simulat dinamica densității aparente (DA) și a efectului lucrărilor agricole la scară locală și regională. Mai recent, Topa ș.a. (2013) și Ungureanu ș.a. (2015) au investigat efectul lucrărilor agricole asupra proprietăților fizice ale solului pentru cultura mare. Privitor la solurile din regiunea deluroasă a Platformei Getice cu dezvoltare mare a livezilor, Iancu și Neamțu (1979) și Iancu (2001) au cercetat relațiile dintre sistemele de management al solului și starea solului la cultura mărului.

Totuși, momentan există date puține cu privire la distribuția spațială a proprietăților fizice ale solului în livezile intensive. Scopul prezentei lucrări este acela de a testa uniformitatea distribuției spațiale a proprietăților fizice ale solurilor cu textură mijlocie și grosieră, cu răspândire largă în luncile înalte și drenate ale râurilor, ocupate cu livezi intensive, în vederea utilizării acestor cunoștințe în managementul general al livezilor, dar și în aplicarea irigației și a îngrășămintelor. Prezentul capitol se bazează pe datele publicate de Păltineanu ș.a. (2016b).

### 2. Material și metodă

Experimentul s-a desfășurat în cadrul câmpului experimental al Institutului de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești-Mărăcineni, județul Argeș, având coordonatele geografice de: 44°53' latitudine nordică, 24°51' longitudine estică, 290 m altitudine. După Clasificarea Köppen-Geiger, regiunea cercetată este caracterizată printr-un climat continental umed, categoria *Cfbx*. Temperatura medie anuală (Ta), precipitațiile (Pr) și deficitul de apă climatic (WD = Pr – ETo, iar ETo este evapotranspirația de referință Penman-Monteith) pentru perioada 1969 – 2014 sunt respectiv are 9.8 °C, 676 mm, -30 mm, dar WD atinge -150 mm vara, în timp ce excesul de apă climatic ajunge la +120 mm iarna. Arborii cu frunze căzătoare (deciduous trees), predominant Quercus spp., formează flora naturală predominantă a regiunii.

Regiunea prezintă un relief colinar, cu dealuri, platforme de podiș, terase și lunci. Relieful pe care se găsește livada de prun este reprezentat printr-un versant cu panta de 0.075 m $m^{-1}$, în timp ce livada de măr se află într-o luncă înaltă cu pantă foarte mică (0-0.03 m $m^{-1}$ din Lunca Argeșului, la confluența cu Lunca Râului Doamnei.

Parcelele de livadă studiate au următoarele caracteristici: a) parcela de prun, cu soiul Stanley altoit pe portaltoiul semi-pitic Saint Julien A, a fost plantată în schema de 4 m între rândurile de pomi – ITR și 2 m între pomi pe rând – IR, având 1136 de pomi/ha, și b) parcela de măr, cu soiul Topaz altoit pe portaltoiul pitic M.9, în schema 3,5 m ITR și 1,2 m IR, cu 2381 pomi/ha, ambele specii având vârsta de 6 ani. Prunul și mărul sunt speciile pomicole cele mai răspândite în partea central-sud-estică a Europei.
Tratamentele fito-sanitare au fost efectuate anual într-un număr de cca. 15-18, cu ajutorul unor dispozitive și tractoare de aproximativ 2,8 tone. Sistemul de întreținere a solului a constat din benzi

înierbate în ITR și ogor negru în IR. Prin aplicarea erbicidelor s-a intensificat traficul tehnologic în livezi. Sistemul de irigație folosit este prin picurare, cu regimul de irigare în optim, aplicat îndeosebi în lunile iulie și august, pentru a menține umiditatea și potențialul apei solului la valori optime. Raza bulbului de umectare a fost la suprafața solului de 0,5-0,8 m, cu distanța dintre picurătoare de 0,6 m și debitul de 2 l $h^{-1}$.

Solurile din ambele parcele de livadă sunt antrosoluri arice (simbol ATad, solul de pe versant anterior desfundării fiind de tipul eutricambosol, iar cel din luncă, aluviosol, conform clasificării publicate de Florea și Munteanu, 2012), dar având și caracter de gleizare în partea inferioară (sub 0,5 m, cu apa freatică temporară la cca. 2,5 – 3,0 m adâncime). Diversitatea solurilor este mare în România, iar aceste soluri sunt specifice multor forme de relief de versant cu pante reduse, sau unor lunci.

În urmă cu 45 de ani, solurile au fost desfundate la adâncimea de 0,5-0,6 m, apoi au fost plantate cu pomi fructiferi: prun, respectiv măr. Pentru a atenua oboseala solului după perioada de exploatare, aceste livezi clasice au fost defrișate și afânate profund pe două direcții, având distanța dintre piesele active de 1 m, apoi au fost nivelate și exploatate în cultura mare pe o durată de câțiva ani. Apoi, parcelele au fost plantate cu speciile actuale descrise mai sus.

Pentru determinarea analizei granulometrice, conținutului de humus, pH-ului, gradului de saturație în baze, precum și a unor forme mobile de macroelemente (P și K) conform metodei Egnèr-Riehm-Domingo descrisă de Florea ș.a. (1987), au fost prelevate probe de sol deranjate, din 10 în 10 cm adâncime până la 1,0 m, atât in IR cât și ITR. Principalele proprietăți fizice și chimice ale solurilor sunt prezentate în Tabelul 5.1.

**Tabelul 5.1. Principalele proprietăți fizice ale solurilor din livezi intensive de prun (textură luto-nisipoasă, primele cifre – de la numărător) și de măr (textură nisipo-lutoasă, cifrele de la numitor), Antrosoluri arice gleice, Pitesti-Mărăcineni, județul Arges, Romania**

| Adâncime (m) | Argilă (kg $kg^{-1}$) | C organic (kg $kg^{-1}$) | pH (unități) | V (%) | P mobil (mg $kg^{-1}$) | K mobil (mg $kg^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,0-0,1 | 0,15/0,08 | 0,014/0,011 | 5,3/4,8 | 68/39 | 58/40 | 133/67 |
| 0,1-0,2 | 0,15/0,09 | 0,013/0,009 | 5,2/5,0 | 65/41 | 51/40 | 86/62 |
| 0,2-0,3 | 0,15/0,07 | 0,011/0,008 | 5,2/4,9 | 64/45 | 43/38 | 80/60 |
| 0,3-0,4 | 0,15/0,08 | 0,009/0,006 | 5,0/5,3 | 58/54 | 30/20 | 63/56 |
| 0,4-0,5 | 0,15/0,09 | 0,009/0,004 | 5,1/5,5 | 58/61 | 13/6 | 58/45 |
| 0,5-0,6 | 0,15/0,07 | 0,010/0,003 | 5,0/5,6 | 58/64 | 4/3 | 47/44 |
| 0,6-0,7 | 0,14/0,11 | 0,010/0,002 | 5,0/5,7 | 52/77 | 1/2 | 45/48 |
| 0,7-0,8 | 0,14/0,11 | 0,008/0,002 | 4,9/5,9 | 56/79 | 1/2 | 42/56 |
| 0,8-0,9 | 0,14/0,12 | 0,005/0,002 | 5,1/6,0 | 67/84 | 1/3 | 49/58 |
| 0,9-1,0 | 0,16/0,11 | 0,004/0,002 | 5,2/6,1 | 68/86 | 0/2 | 53/56 |

Solurile studiate prezintă textură luto-nisipoasă (14 - 16% argilă) în parcela de prun, respectiv nisipo-lutoasă (7 – 12% argilă) în cea de măr, texturi care nu împiedică dezvoltarea sistemului radicular. Solurile sunt moderat acide, având o reacție chimică (pH) cuprinsă între 4,8 și 6,1, un grad de saturație în baze de 55-70% în solul cu livada de prun și 39-86% în cea de măr, valorile superioare fiind în profunzimea solului, acolo unde și formele de P și K accesibile plantelor sunt inferioare celor din orizonturile superioare. Conținutul de carbon organic (inclusiv de humus) descrește constant pe profil.

Pentru determinarea principalelor proprietăți fizice s-au prelevat probe de sol când umiditatea acestuia (conținutul de apă) era la nivelul capacității de câmp, atât din pozițiile IR cât și din ITR, de la aceleași adâncimi (între suprafața solului – 0 m și adâncimea de 1 m, cu pasul de 0,1 m), în cilindri metalici cu diametrul și înălțimea de 0,05 m. Aceste probe de sol au fost recoltate într-o schemă experimentală ce a reprezentat o secțiune transversală între două rânduri vecine de pomi. Astfel, traversa a început de pe un rând de pomi (IR) de la mijlocul distanței dintre doi pomi consecutivi pe rând și a avut un traseu perpendicular pe rândurile de pomi (ITR), având celălalt capăt pe rândul vecin, tot între doi pomi vecini. În cadrul acestei traverse au existat nouă secțiuni verticale de prelevare a cilindrilor cu probe de sol, secțiuni distanțate la 0,5 m, fiind două pe IR (rândurile de pomi) și șapte în ITR în livada de prun (cu 4 m distanța ITR dintre rânduri), respectiv cu una mai puțin, opt (total) în livada de măr (cu 3,5 m ITR). Pe aceste probe s-au determinat următoarele proprietăți de sol: densitatea aparentă (DA), macroporozitatea (P50, porii cu diametrul mai mare de 50 µm), conductivitatea hidraulică saturată (Ks) și rezistența la penetrare (RP), ultima fiind determinată la o umiditate corespunzătoare valorii pF de 2,5.

Metodele de analiză pentru proprietățile fizice și chimice au fost cele publicate de Florea ș.a. (1987): SR EN ISO 11272: 2014 pentru DA, SR EN ISO 11274: 2014 pentru P50 ca standarde internaționale, respectiv STAS 7184/17-88 pentru RP și STAS 7184/15-91 pentru Ks ca standarde românești.

Pentru caracterizarea stării de compactare a solului, densitatea de împachetare (PD) a fost calculată din datele de DA ($Mg/m^3$) și ale conținutului de argilă cu diametrul particulelor mai mic de 0,002 mm (A, % g/g), conform formulei lui Micheli et al. (2008): PD = DA + 0,009 A.

Analiza variației și testul Duncan au fost aplicate datelor experimentale folosind Programul SPSS 14, în vederea efectuării comparațiilor efectului mediu al proprietăților fizice în funcție de doi factori:

-factorul A–distanța față de rândurile de pomi:

- cu patru graduări în cazul livezii de prun, la 0 m (de asemenea la 4 m, adică pe celălalt rând de pomi, însemnând două repetiții, ca poziții IR), apoi la 0,5 m distanță (simetric și la 3,5 m), la 1 m (de asemenea la 3 m), la 1,5 m (de asemenea la 2 m și la 2,5 m, poziție ce reprezintă intervalul de 1 m lățime din mijlocul intervalului ITR dintre rândurile de pomi, cu 3 repetiții aici), toate acestea ca ITR;

- pentru livada de măr au fost, de asemenea, patru graduări ajustate pentru schema de plantare, anume: la 0 m (de asemenea, la 3,5 m, acestea două ca poziții IR), la 0,5 m distanță de rând (și la 3 m), la 1 m (și la 2,5 m), la 1,5 m (de asemenea, la 2 m), toate trei ca poziții ITR, având fiecare două repetiții.

-factorul B–adâncimea solului, cu 10 graduări (cu pasul de 0,1 m până la adâncimea de 1 m).

Numărul total de probe a fost:

- 9 distanțe × 10 adâncimi = 90 pentru fiecare proprietate de sol în cazul livezii de prun, având solul cu textura luto-nisipoasă, respectiv

- 8 distanțe × 10 adâncimi = 80 pentru livada de măr, având solul cu textură nisipo-lutoasă.

Pentru operația de gridding și de interpolare a proprietăților de sol s-a utilizat Programul SURFER 8 Program (Golden Software Inc., Colorado, USA), iar pentru corelații și calculul ecuațiilor de regresie s-a folosit Programul Microsoft Office Excel, metoda celor mai mici pătrate. Semnificația statistică a coeficienților de determinație ($R^2$) fost stabilită cu ajutorul testului t prin comparația cu valorile sale tabelate cu două laturi (two-sided t-test) și n-2 grade de libertate, la nivelul de semnificație dorită (Aïvazian 1970).

## 3. Rezultate obținute

### *3.1 Diferențierea spațială a proprietăților fizice ale solurilor în livezi*

#### *3.1.1. Densitatea aparentă*

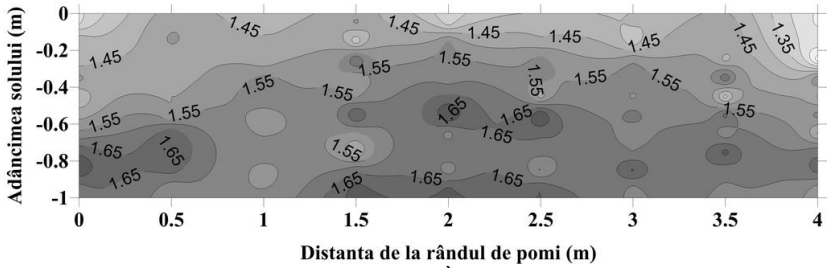
Tabelul 5.2. arată distribuția spațială a mediilor DA atât în IR (la 0 m distanță față de rândurile de pomi) cât și în ITR (la distanțele de 0,5; 1,0; și 1,5-2,0 m), pentru fiecare pas de adâncime de 0,1 m până la adâncimea de 1 m. Ultima coloană și ultimul rand din tabel (medii pentru adâncimea de 1 m) arată semnificația celor doi factori studiați: distanța față de rândurile de pomi, respectiv adâncimea, la care se impune observația că adâncimea a exercitat o influență mai mare asupra DA comparativ cu distanța față de rândurile de pomi.

Mediile DA pentru adâncimea de 1 m diferă semnificativ în IR față de ITR numai în cazul solului cu livada de prun, compactarea fiind mai puternică în ITR în ambele soluri. În cadrul pozițiilor ITR, mediile DA nu diferă semnificativ. Interacțiunea factorilor arată că valorile minime ale DA se găsesc în orizonturile superioare de sol (0,2-0,3 m adâncime), iar unele dintre aceste valori diferă semnificativ în IR față de aceleași adâncimi din ITR (comparații pe orizontală, mai ales la distanțele de 0,5; 1,0 și 1,5-2,0 m), în ambele soluri. În același timp, valorile DA din orizonturile superioare diferă substanțial, uneori semnificativ, față de valorile DA din orizonturile profunde (comparații pe verticală), unde sunt mai mari.

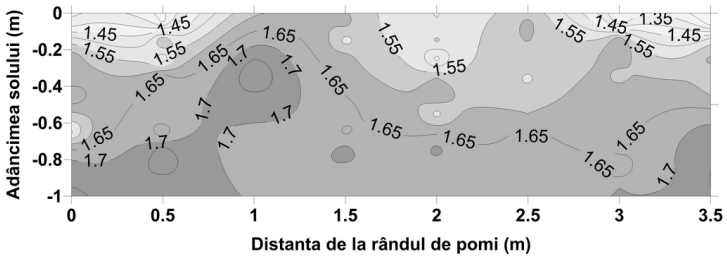
Fig. 5.1. prezintă izoliniile valorilor individuale ale DA din secțiunea transversală de sol dintre rândurile de pomi studiate. Se poate observa structura DA din pozițiile ITR, unde cele mai mici valori DA se întâlnesc în, sau aproape de IR, precum și în orizonturile superioare, iar valorile maxime se întâlnesc în partea centrală a intervalului dintre rândurile de pomi.

**Tabelul 5.2. Valorile medii ale densității aparente (DA, Mg m$^{-3}$) din profilul de sol în funcție de distanța de la rândurile de pomi (pe orizontală) și de adâncime (pe verticală);** literele diferite arată diferențe semnificative pentru P ≤ 0,05% conform testului Duncan, astfel: primele litere (de la numărător) arată comparația pentru distanța față de rândurile de pomi (pe orizontală), iar literele de la numitor arată comparația pentru adâncimea solului (pe verticală), literele din ultimul rând și coloană arată comparații în cadrul fiecărui factor analizat

| Distanța (m) / Adâncimea (m) | Pe rând | Între rânduri | | | Medii pe distanță |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5-2,0-2,5 | |
| Livada de prun – sol cu textură luto-nisipoasă | | | | | |
| 0,05 | *1,27* b/ e | 1,49 a / bc | 1,42 ab / bc | 1,42 ab / d | 1,40 /e |
| 0,15 | 1,37 a / de | 1,51 a / bc | 1,41 a / c | 1,46 a /cd | 1,44 /de |
| 0,25 | 1,29 b / e | 1,44 ab / c | 1,50 ab / abc | 1,60 a / b | 1,47 /cde |
| 0,35 | 1,53 a / abcd | 1,57 a / abc | 1,58 a / a | 1,55 a / c | 1,55 /abc |
| 0,45 | 1,42 a / cde | 1,44 a / c | 1,57 a / a | 1,56 a / c | 1,50 /bcd |
| 0,55 | 1,53 b / abcd | 1,59 ab / abc | 1,57 ab / a | 1,74 a / a | 1,62 /a |
| 0,65 | 1,50 a / bcd | 1,63 a / ab | 1,56 a / ab | 1,59 a / b | 1,57 /ab |
| 0,75 | 1,67 a / ab | 1,71 a / a | 1,60 a / a | 1,57 a / c | 1,63 /a |
| 0,85 | 1,71 a / a | 1,65 a / ab | 1,62 a / a | 1,58 a / b | 1,63 /a |
| 0,95 | 1,57 b / abc | 1,58 a / abc | 1,57 b / a | 1,71 a / ab | 1,62 /a |
| Medii pe ad. 0,0-0,5 m | 1,38 | 1,49 | 1,50 | 1,52 | |
| Medii pe ad. 0,0-1,0 m | 1,48 b/ | 1,56 a/ | 1,54 a/ | 1,58 a/ | |
| Livada de măr – sol cu textură nisipo-lutoasă | | | | | |
| 0,05 | *1,31* b/ c | *1,30* b/c | 1,62 a/a | 1,56 a/b | 1,45 /c |
| 0,15 | 1,53 b/b | 1,64 a/ab | 1,64 a/a | 1,55 ab/b | 1,59 /b |
| 0,25 | 1,63 a/ab | 1,54 a/b | 1,68 a/a | 1,53 a/b | 1,59 /b |
| 0,35 | 1,59 a/ab | 1,64 a/ab | 1,67 a/a | 1,61 a/ab | 1,62 /ab |
| 0,45 | 1,65 a/ab | 1,65 a/ab | 1,66 a/a | 1,65 a/ab | 1,65 /ab |
| 0,55 | 1,63 a/ab | 1,66 a/ab | 1,66 a/a | 1,60 a/ab | 1,64 /ab |
| 0,65 | 1,61 a/ab | 1,64 a/ab | 1,68 a/a | 1,64 a/ab | 1,64 /ab |
| 0,75 | 1,71 a/a | 1,72 a/a | 1,66 a/a | 1,72 a/a | 1,70 /a |
| 0,85 | 1,72 a/a | 1,69 a/ab | 1,67 a/a | 1,67 a/ab | 1,69 /a |
| 0,95 | 1,73 a/a | 1,71 a/a | 1,69 a/a | 1,68 a/ab | 1,70 /a |
| Medii pe ad. 0,0-0,5 m | 1,54 | 1,55 | 1,65 | 1,58 | |
| Medii pe ad. 0,0-1,0 m | 1,61 a/ | 1,62 a/ | 1,66 a/ | 1,62 a/ | |




a)




b)

**Fig. 5.1. Izoliniile valorilor medii ale DA (Mg m$^{-3}$) în secțiunile verticale de sol dintre două rânduri de pomi vecine, în ambele soluri și la ambele specii studiate: a – livada de prun, b – livada de măr**

După datele privind densitatea de împachetare (PD, neredate), orizonturile de sol pot avea o compactare medie (scrise cu caracter normal în Tabelul 2), prezentând valori cuprinse între 1,40 și 1,75

Mg $m^{-3}$, iar numai câteva orizonturi de sol profunde au fost foarte compactate (PD > 1,75 Mg $m^{-3}$, scrise cu bold ) atât în IR cât și în ITR în cazul solului cu textura luto-nisipoasă (cu livada de prun), dar s-a constatat că solul cu textură nisipo-lutoasă (din livada de măr) a fost mai compact. Numai orizontul superior din IR din ambele soluri și din poziția vecină (la 0,5 m distanță de rand) din solul cu textură mai grosieră a prezentat valori DA care arătau o compactare redusă, cu PD < 1.4 Mg $m^{-3}$ (cifrele scrise cu italice), conform cu clasificarea dată în http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/Projects/SINFO/pdf/annex4_7.pdf.

Pentru comparația dintre intensitatea compactării după valorile PD, cu acceptare internațională largă, și gradul de tasare folosit în România, vezi lucrarea întocmită de Păltineanu ș.a. (2016).

*3.1.2. Rezistența la penetrare*

Distribuția spațială a RP este evidențiată în Tabelul 5.3. Structura spațială a RP este oarecum similară cu aceea a DA. Comparând influența factorului distanță, adică ultimele rânduri, care conțin mediile din tabel, se observă că pozițiile IR diferă semnificativ față de toate distanțele din cadrul pozițiilor ITR în cazul solului luto-nisipos (la specia prun). Diferențele sunt mai mici pentru solul nisipo-lutos (măr), iar cele mai mici valori RP se întâlnesc la distanța de 0,5 m fața de rândul de pomi. Comparațiile dintre adâncimi din ultima coloana arată faptul că cele mai mari valori RP se găsesc în orizonturile profunde, din ambele soluri, evidențiind influența superioară a factorului adâncime și a compactării naturale asupra RP.

Interacțiunea factorilor arată că valorile RP din pozițiile IR diferă substanțial în multe cazuri față de cele din ITR, îndeosebi pe adâncimea de 0,5 m. Cele mai mici valori RP se întâlnesc în orizonturile superioare din IR. Structura spațială a RP este ilustrată în fig. 5.2. După cum se poate observa, cele mai mici valori RP sunt în vecinătatea IR pentru cele mai multe adâncimi, precum și la mijlocul intervalului dintre rândurile de pomi (ITR), între urmele roților de tractor. Cele mai mari valori RP se găsesc în profunzime, atât la adâncimea de 0,5-0,8 m, precum și mai jos în ITR, la o distanță de cca 1 m față de rândul de pomi, unde se găsesc majoritatea urmelor de vehicul.

**Tabelul 5.3. Valorile medii ale rezistenței la penetrare (RP, MPa) din cadrul profilului de sol în funcție de distanța de la rândurile de pomi (pe orizontală) și de adâncime (pe verticală)**

| Distanța (m) / Adâncimea (m) | Pe rând | Între rânduri | | | Medii pe distanță |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | |
| Livada de prun – sol cu textură luto-nisipoasă | | | | | |
| 0,05 | 1,28 b / a | 2,70 ab / b | 3,14 a / b | 1,99 ab / d | 2,24 /d |
| 0,15 | 1,72 a / a | 3,29 a / ab | 2,94 a / b | 2,68 a / d | 2,66 /cd |
| 0,25 | 1,91 b / a | 3,14 ab / ab | 3,93 a / ab | 3,46 ab / cd | 3,15 /bcd |
| 0,35 | 2,50 a /a | 4,61 a / ab | 5,00 a / ab | 3,82 a / bcd | 3,97 /abc |
| 0,45 | 2,54 b / a | 4,99 a / ab | 5,54 a / ab | 5,36 a / abc | 4,69 /a |
| 0,55 | 2,40 b / a | 4,63 ab / ab | 6,13 a / a | 6,28 a / a | 5,02 /a |
| 0,65 | 3,04 b / a | 5,19 a / a | 5,25 a / ab | 5,59 a / ab | 4,86 /a |
| 0,75 | 3,53 a /a | 5,40 a / a | 6,18 a / a | 3,79 a / bcd | 4,62 /a |
| 0,85 | 3,68 a / a | 4,91 a / ab | 5,44 a / ab | 3,66 a / bcd | 4,34 /ab |
| 0,95 | 2,70 a / a | 5,15 a / a | 5,20 a / ab | 3,69 a / bcd | 4,13 /ab |
| Medii pe ad. 0,0-0,5 m | 1,99 | 3,74 | 4,11 | 3,47 | |
| Medii pe ad. 0,0-1,0 m | 2,53 b/ | 4,40 a/ | 4,87 a/ | 4,03 a/ | |
| Livada de măr – sol cu textură nisipo-lutoasă | | | | | |
| 0,05 | 1,18 c/c | 2,16 b/c | 3,87 a/a | 3,43 a/d | 2,66 /d |
| 0,15 | 2,26 a/c | 3,33 a/bc | 4,51 a/a | 3,82 a/cd | 3,48 /cd |
| 0,25 | 3,48 a/bc | 3,78 a/abc | 5,79 a/a | 4,46 a/bcd | 4,38 /bc |
| 0,35 | 3,58 c/bc | 3,43 c/bc | 6,18 a/a | 4,85 b/bc | 4,51 /bc |
| 0,45 | 5,15 a/ab | 4,17 a/ab | 5,59 a/a | 4,02 a/bcd | 4,73 /abc |
| 0,55 | 5,25 a/ab | 4,51 a/ab | 4,46 a/a | 4,02 a/bcd | 4,56 /bc |
| 0,65 | 5,30 a/ab | 4,71 a/ab | 5,74 a/a | 3,87 a/bcd | 4,90 /ab |
| 0,75 | 5,34 a/ab | 3,92 a/abc | 5,64 a/a | 4,71 a/bc | 4,90 /ab |
| 0,85 | 5,83 a/ab | 4,31 a/ab | 5,30 a/a | 5,05 a/b | 5,12 /ab |
| 0,95 | 6,91 a/a | 5,34 a/a | 5,54 a/a | 6,28 a/a | 6,02 /a |
| Medii pe ad. 0,0-0,5 m | 3,13 | 3,37 | 5,19 | 4,12 | |
| Medii pe ad. 0,0-1,0 m | 4,43 ab/ | 3,97 b/ | 5,26 a/ | 4,45 ab/ | |

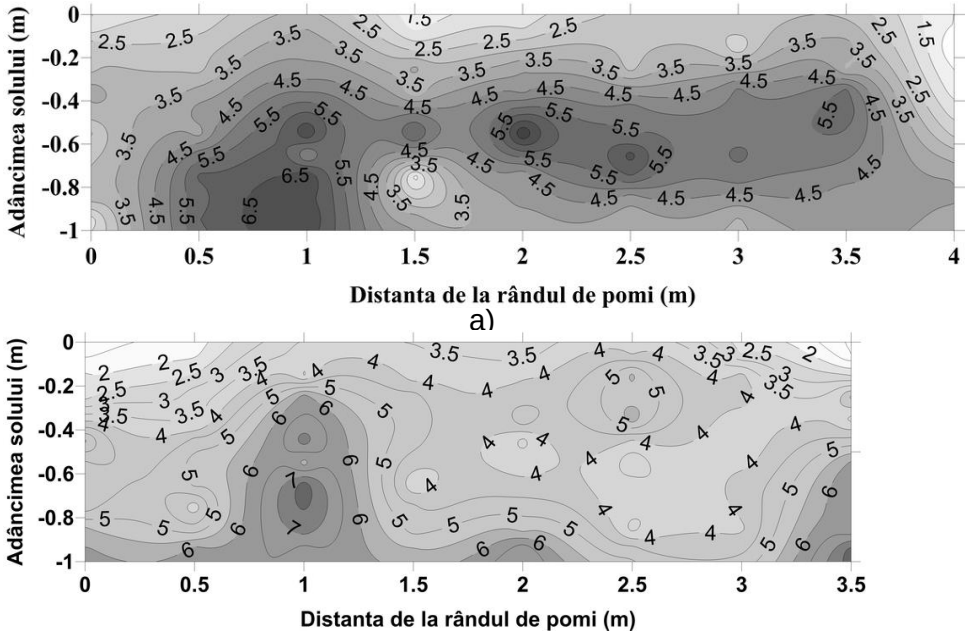



**Fig. 5.2. Izoliniile valorilor medii ale RP (MPa) în secțiunile verticale de sol dintre două rânduri de pomi vecine, în ambele soluri și specii pomicole studiate: a – livada de prun, b – livada de măr**

*3.1.3. Conductivitatea hidraulică saturată*

Distribuția spațială a Ks este prezentată în Tabelul 4. Caracterizând întreaga influență a factorilor cercetați se poate constata că mediile pe adâncimile de 0,5 m și 1,0 m arată valori superioare ale Ks în IR față de ITR, pentru ambele soluri studiate, dar și diferențe semnificative în IR față de ITR pentru întreaga adâncime de 1 m în cazul solului cu textură luto-nisipoasă. Totuși, mediile Ks pe toate distanțele (ultima coloana din tabel) arată valori semnificativ mai mari în orizontul superior comparativ cu cele din profunzime, dar și pozițiile ITR evidențiază valori superioare la suprafață. Cele mai mari valori Ks s-au înregistrat în orizonturile superioare, mai ales în IR. Datorită dispersiei largi a valorilor Ks, specifice acestei proprietăți, chiar dacă aceste valori prezintă un domeniu larg, în multe cazuri diferențele substanțiale dintre medii nu sunt semnificative.

Structura spațială a proprietății Ks este redată în fig. 5.3. Cele mai mici valori Ks s-au înregistrat în profunzime, la cca. 1 m depărtare față de rândurile de pomi. Valorile maxime ale Ks se întâlnesc în vecinătatea rândurilor de pomi, probabil ca efect al creșterii intense a rădăcinilor pomilor și lipsei traficului tehnologic, precum și în orizontul superior între urmele roților de tractor.

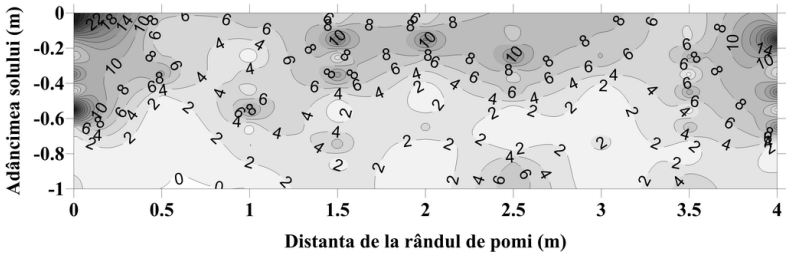
*3.1.4. Macroporozitatea*

Tabelul 5 prezintă distribuția spațială a proprietății P50. Valorile acesteia au indicat cele mai mici diferențe dintre pozițiile IR și ITR ale livezilor studiate. Valorile maxime ale P50 se întâlnesc în IR și în toate orizonturile superioare, existând unele diferențe semnificative îndeosebi între pozițiile ITR, dar și între IR și ITR ca efect mediu (ultimele rânduri din tabel). Influența adâncimii a fost și în acest caz mai pregnantă, cu diferențe semnificative între adâncimi în cazul solului cu textură nisipo-lutoasă.

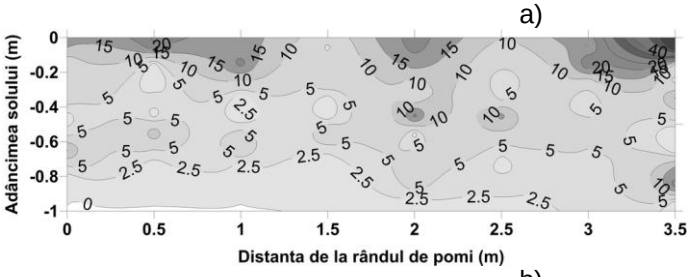
Fig. 5.4 prezintă structura spațială a P50 din livezile cercetate. Valorile minime au fost înregistrate din nou în ITR și la cca. 1 m distanță față de rândurile de pomi, probabil datorită acelorași cauze care au provocat diferențe în cadrul majorității proprietăților fizice studiate.

**Tabelul 5.4. Valorile medii ale conductivității hidraulice saturate (Ks, mm $h^{-1}$) din cadrul profilului de sol în funcție de distanța de la rândurile de pomi (pe orizontală) și de adâncime (pe verticală)**

| Distanța (m) / Adâncimea (m) | Pe rând | Între rânduri | | | Medii pe distanță |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | |
| Livada de prun – sol cu textură luto-nisipoasă | | | | | |
| 0,05 | 21,76 a / a | 4,84 a / a | 8,29 a /a | 5,52 a / b | 9,59 /ab |
| 0,15 | 22,45 a / a | 3,80 a / a | 5,53 a /a | 14,51 a / a | 11,89 /a |
| 0,25 | 7,60 a / a | 8,64 a / a | 4,15 a /a | 8,30 a / ab | 7,30 /abc |
| 0,35 | 11,05 a / a | 5,87 a / a | 5,18 a /a | 7,13 a /ab | 7,29 /abc |
| 0,45 | 10,71 a / a | 7,06 a / a | 1,04 a /a | 3,91 a / b | 5,48 /abc |
| 0,55 | 18,65 a / a | 0,10 a / a | 6,56 a /a | 0,46 a / b | 5,76 /abc |
| 0,65 | 9,67 a / a | 4,15 a / a | 1,04 a / a | 2,53 a b | 4,14 /bc |
| 0,75 | 0,69 a / a | 0,10 a / a | 3,45 a / a | 2,76 a / b | 1,84 /c |
| 0,85 | 0,10 a / a | 0,69 a / a | 1,04 a / a | 2,31 a / b | 1,15 /c |
| 0,95 | 3,11 a / a | 2,77 a / a | 0,10 a / a | 3,96 a / b | 2,62 /bc |
| Medii pe ad. 0,0-0,5 m | 14,71 | 6,04 | 4,84 | 7,88 a | |
| Medii pe ad. 0,0-1,0 m | 10,57 a/ | 3,78 b/ | 3,63 b/ | 5,14 b/ | |
| Livada de măr – sol cu textură nisipo-lutoasă | | | | | |
| 0,05 | 44,53 a/a | 19,66 a/a | 12,10 a/a | 13,23 a/a | 22,38 /a |
| 0,15 | 7,74 a/b | 13,61 a/ab | 13,99 a/a | 11,72 a/a | 11,76 /b |
| 0,25 | 6,58 a/b | 3,83 a/b | 6,43 a/a | 8,70 a/a | 6,38 /bc |
| 0,35 | 11,23 a/ab | 3,40 a/b | 2,27 a/a | 3,78 a/a | 5,17 /bc |
| 0,45 | 4,26 a/b | 3,03 a/b | 8,37 a/a | 11,34 a/a | 6,75 /bc |
| 0,55 | 1,65 b/b | 11,34 a/ab | 7,56 ab/a | 5,29 ab/a | 6,46 /bc |
| 0,65 | 7,90 a/b | 4,54 a/ab | 5,29 a/a | 4,16 a/a | 5,47 /bc |
| 0,75 | 9,75 a/ab | 2,27 a/b | 1,14 a/a | 3,53 a/a | 4,17 /bc |
| 0,85 | 11,33 a/ab | 2,65 a/b | 3,41 a/a | 3,45 a/a | 5,21 /bc |
| 0,95 | 0,44 a/b | 2,37 a/b | 0,81 a/a | 1,14 a/a | 1,19 /d |
| Medii pe ad. 0,0-0,5 m | 14,87 | 8,70 | 8,63 | 9,75 | |
| Medii pe ad. 0,0-1,0 m | 10,54 a/ | 6,67 a/ | 6,13 a/ | 6,63 a/ | |




a)

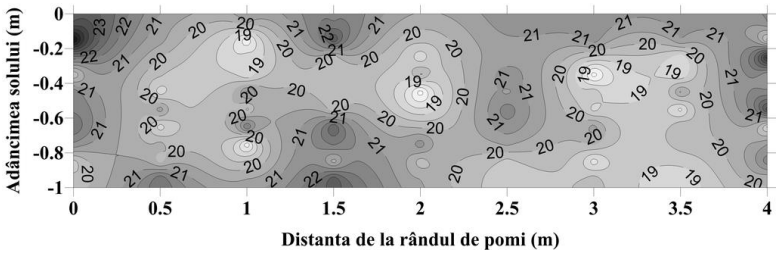



b)

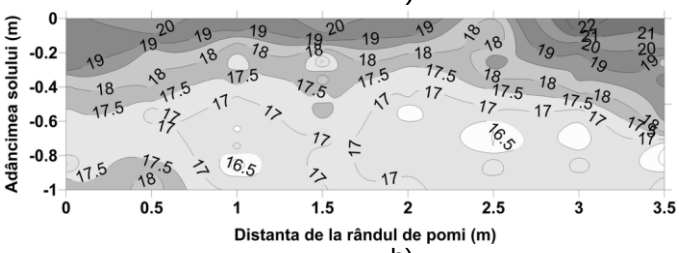
**Fig. 5.3. Izoliniile valorilor medii ale Ks (mm $h^{-1}$) în secțiunile verticale de sol dintre două rânduri de pomi vecine, în ambele soluri și specii pomicole studiate: a – livada de prun, b – livada de măr**

**Tabelul 5.5. Valorile medii ale macroporozității (P50, %) din cadrul profilului de sol în funcție de distanța de la rândurile de pomi (pe orizontală) și de adâncime (pe verticală)**

| Distanța (m) / Adâncimea (m) | Pe rând | Între rânduri | | | Medii pe distanță |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | |
| Livada de prun – sol cu textură luto-nisipoasă | | | | | |
| 0,05 | 22,5 a / a | 21,0 a / a | 20,9 a / a | 21,2 a / a | 21,4 /a |
| 0,15 | 22,8 a / a | 20,9 a / a | 19,5 a / ab | 21,4 a / a | 21,1 /ab |
| 0,25 | 23,6 a / a | 19,3 b / a | 19,1 b / ab | 19,6 b / a | 20,3 /ab |
| 0,35 | 20,3 a / a | 19,1 ab / a | 17,9 b / b | 20,4 a / a | 19,5 /b |
| 0,45 | 21,8 a / a | 19,7 a / a | 20,3 a / ab | 19,3 a / a | 20,1 /ab |
| 0,55 | 22,9 a / a | 19,6 ab / a | 19,1 b / ab | 20,0 ab / a | 20,3 /ab |
| 0,65 | 20,7 a / a | 19,4 a / a | 21,4 a / a | 21,4 a / a | 20,8 /ab |
| 0,75 | 21,2 ab / a | 20,0 ab / a | 18,9 b / ab | 21,3 a / a | 20,4 /ab |
| 0,85 | 20,6 a / a | 19,5 a / a | 18,9 a / ab | 19,7 a / a | 19,7 /ab |
| 0,95 | 19,9 a / a | 20,5 a / a | 20,2 a / ab | 21,0 a / a | 20,4 /ab |
| Medii pe ad. 0,0-0,5 m | 22,2 | 20,0 | 19,5 | 20,4 | |
| Medii pe ad. 0,0-1,0 m | 21,6 a/ | 19,9 b/ | 19,6 b/ | 20,5 b/ | |
| Livada de măr – sol cu textură nisipo-lutoasă | | | | | |
| 0,05 | 20,5 ab/a | 21,8 a/a | 18,4 b/a | 20,2 ab/a | 20,2 /a |
| 0,15 | 20,1 a/ab | 19,2 ab/b | 17,8 b/ab | 18,5 b/b | 18,9 /b |
| 0,25 | 19,1 a/abc | 18,3 a/bc | 18,1 a/ab | 17,0 a/bc | 18,1 /bcd |
| 0,35 | 18,7 a/abcd | 18,4 a/bc | 17,9 a/ab | 17,8 a/bc | 18,2 /bc |
| 0,45 | 18,3 a/bcd | 17,9 ab/bc | 17,2 b/ab | 17,2 b/bc | 17,6 /cde |
| 0,55 | 18,1 a/bcde | 16,8 a/d | 16,9 a/ab | 16,9 a/c | 17,2 /de |
| 0,65 | 17,9 a/cde | 16,8 ab/d | 16,2 b/b | 17,0 ab/bc | 17,0 /e |
| 0,75 | 16,8 a/de | 16,8 a/d | 16,6 a/ab | 16,9 a/c | 16,7 /e |
| 0,85 | 16,2 a/e | 17,5 a/bc | 16,5 a/b | 16,9 a/c | 16,7 /e |
| 0,95 | 17,5 a/cde | 17,5 a/bc | 16,9 a/ab | 17,1 a/bc | 17,2 /de |
| Medii pe ad. 0,0-0,5 m | 19,31 | 19,10 | 17,85 | 18,12 | |
| Medii pe ad. 0,0-1,0 m | 18,29 a/ | 18,07 ab/ | 17,23 b/ | 17,53 ab/ | |




a)




b)

**Fig. 5.4. Izoliniile valorilor medii ale P50 (%) în secțiunile verticale de sol dintre două rânduri de pomi vecine, în ambele soluri și specii pomicole studiate: a – livada de prun, b – livada de măr**

*3.2. Corelarea densității aparente cu alte proprietăți fizice ale solului*

Distribuția spațială a proprietăților fizice: DA, RP, Ks și P50 prezentate anterior au sugerat corelații posibile între DA și celelalte însușiri, pentru ambele soluri (170 de perechi de date). S-au găsit corelații liniare sau curbilinii, directe sau inverse, toate fiind foarte semnificative pentru aceste însușiri (valori ale $R^2$ de 0,307 între DA și P50; 0,45 între DA și RP, respectiv 0,23 între DA și Ks), fig. 5.5. Perechile de date dintre DA și Ks au fost cele mai dispersate, în consecință BD și Ks s-au corelat cu cea mai slabă intensitate.

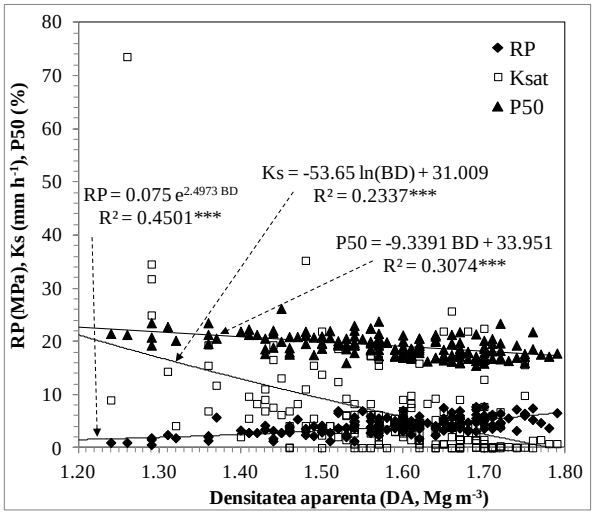



**Fig. 5.5. Corelațiile exprimate prin ecuațiile de regresie dintre proprietățile fizice ale solurilor studiate (RP, Ks și P50) și DA pentru ambele soluri și specii pomicole cercetate, *** (p <0.001) înseamnă foarte semnificativ din punct de vedere statistic**

**4. Discuții**

Unele dintre cauzele principale ale diferențelor DA pe verticală sunt, în plus față de evoluția naturală a solului de creștere a compactării odată cu creșterea adâncimii datorită presiunii orizonturilor superioare, desfundarea sau scarificarea efectuate anterior, deoarece aceste lucrări au ajutat la afânarea solului pe primii 50 cm adâncime. Nu numai gravitația poate fi cauza acestei distribuții pe verticală a DA, dar și influența umectării periodice cauzată de prezența apei freatice și a gleizării din profunzimea solului.

Diferențele DA pe orizontală pentru aceleași adâncimi arată o altă cauză a acestei distribuții speciale. Singurii factori majori care acționează în livezi sunt cei tehnologici și cei biologici. Traficul tractoarelor, al pompelor de stropire și al altor mașini care compactează solul, în primul rând orizonturile superioare, ca și toate celelalte lucrări necesare (de ex. prașila efectuată pe rândurile de pomi) pot contribui la distribuția specifică a DA. Acțiunea mecanică a rădăcinilor pomilor care cresc mai intens lângă aceștia (Păltineanu ș.a., 2015a, și b; 2016 a și b), precum și a rădăcinilor ierburilor care se dezvoltă mai bine între urmele roților din ITR, sunt probabil cauze ale solului mai afânat din IR sau din vecinătatea acestuia, ca și din orizontul superior.

În plus față de valorile DA prezentate anterior, valorile PD caracterizează o stare moderată de compactare în orizontul superior și una severă în profunzime (conform http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/Projects/SINFO/pdf/annex4_7.pdf), îndeosebi în solul cu textură nisipo-lutoasă. De asemenea, textura solului ar putea contribui la diferențierea compactării solului în profunzime. Comparativ cu alte regiuni ale României, valorile moderate ale PD din acest studiu diferă substanțial față de solurile argiloase, adesea cu caracter vertic, care au o răspândire largă în țară, inclusiv în apropierea prezentului câmp experimental, cum este Câmpia înaltă a Piteștilor, Podișul (Platforma) Getic ș.a., unde valori PD de 1,75 – 2,0 Mg $m^{-3}$ sunt frecvente (Canarache, 1990; Păltineanu ș.a., 2016c), sau față de Dobrogea, unde se găsesc soluri fertile de tipul cernoziomului și unde valorile PD variază între 1,35 – 1,45 Mg $m^{-3}$, sau între 1,45 – 1,55 Mg $m^{-3}$ în cele mai compacte soluri din regiunea menționată (Păltineanu ș.a., 2015a).

Celelalte proprietăți fizice ale solului: RP, Ks și P50 au fost corelate foarte semnificativ cu DA. Această corelație este evidentă și după distribuția spațială a acestor proprietăți prezentate mai sus. Desfundarea și scarificarea, ca și creșterea ierburilor și activitatea radiculară a pomilor au contribuit la ameliorarea stării fizice a solurilor prin creșterea porozității și realizarea continuității porilor, în timp ce traficul tehnologic a fost o cauză reală a detriorării stării fizice a solurilor.

Cele mai compacte poziții din ITR au fost la distanța de cca. 0,5 – 1,5 m față de rândul de pomi, acolo unde vehiculele trec în mod frecvent și unde se formează mici depresiuni în sol. S-a constatat, astfel, o mare variabilitate a condițiilor de mediu în cadrul solurilor livezilor, care a contribuit la o dispersie însemnată a proprietăților solului și, în consecință, la o scădere a semnificației diferențelor dintre medii.
Distanța dintre rândurile de pomi ar putea, de asemenea, să influențeze modul de compactere a solului; de ex., un interval de 4 m între rândurile de pomi (ITR la prun) permite un spațiu mai larg de trecere a tractoarelor și mașinilor, în timp ce unul de 3,5 m (ITR la măr) constrâng aceste vehicule sa treacă mai frecvent aproximativ pe aceleași urme, tasând solul mai intens.

Neuniformitatea proprietăților fizice ale solului din livezile intensive, rezultată din aceste cercetări, este importantă și pentru dezvoltarea rădăcinilor pomilor, mai ales dacă managementul solului cere un control sporit în privința aplicării irigației și a fertilizării (fertigației), de ex. pentru a răspunde la întrebarea: care este distanța față de rândul de pomi la tăierea rădăcinilor pomilor în sol, 0,4 m, 0,6 m sau altă distanță ?

Rădăcinile pomilor s-au dezvoltat în aceste livezi pe toată adâncimea de sol investigată (1 m) și îndeosebi la distanța de până la cca. 0,5 – 0,7 m față de rândul de pomi. Totuși, ar fi interesant de prevăzut cât de departe vor crește rădăcinile acestora după un întreg ciclu de exploatare a livezilor (18-20 de ani), în aceste condiții de mediu. În același timp, cum vor evolua proprietățile fizice ale acestor soluri ? În alte condiții de mediu, de ex. în regiuni cu soluri mai fertile (Dobrogea, sau Câmpia Română), cu cât crește durata traficului tehnologic (durata livezii), cu atât mai mult se deteriorează starea fizica a solurilor (Păltineanu ș.a., 2015a și b, 2016a). Pentru a răspunde la aceste întrebări, ar trebui efectuat un nou studiu, în viitor, în aceleași parcele experimentale.

În trecut, alți autori (Ruiz-Sánchez ș.a., 2005; Glinski ș.a., 2008; Lipiec ș.a., 2014) au prezentat date privind modificările solurilor din livezi, în funcție de tipul de management al solului și de traficul tehnologic, pentru diferite specii și condiții de mediu. Datele noastre sunt în acord cu rezultatele acestora, și cu datele altor cercetători, de ex. ale lui Ferrero ș.a. (2005) și van Dijck și van Asch (2002) referitoare la compacterea solului și la efectele sale asupra diferitelor proprietăți ale solului, atât în livezi cât și podgorii. În plus față de aceste studii, datele prezentate în lucrarea de față arată și limitele de variație și modul distribuției spațiale a proprietăților fizice ale solurilor în aceste condiții de mediu.

**5. Concluzii**

Modul de variație al proprietăților fizice ale solurilor cu textură nisipo-lutoasă și luto-nisipoasă este diferit în livezile intensive de prun și măr față de cel din solurile arabile, care suportă lucrări omogene pe suprafețe mari, arătând astfel dinamica stării fizice a solului.

S-a constatat ca principalele proprietăți fizice ale solurilor studiate: densitatea aparentă, rezistența la penetrare, conductivitatea hidraulică saturată și macroporozitatea sunt mai puțin favorabile în intervalele dintre rândurile de pomi față de rândurile de pomi, din cauza traficului tehnologic, chiar și după o perioadă relativ redusă de exploatare a livezilor, de numai șase ani de la înființarea acestora.

Desfundarea și scarificarea prealabilă înființării livezilor au avut consecințe favorabile pentru proprietățile fizice ale orizonturilor de sol situate pe adâncimea de 0,5 m. Aceasta arată efectele benefice ale acestor lucrări, care trebuie recomandate la înființarea livezilor pe astfel de soluri compacte. Totuși, ar trebui efectuate experiențe pe termen lung care să includă variante de desfundare, scarificare și martor, pentru a clarifica importanța unor lucrări precum cele menționate în cultura pomilor.

Se recomandă ca irigația să fie aplicată sub formă localizată, prin picurare sau micro-aspersiune având o rază de stropire de cca 1 – 1,5 m, combinate cu fertilizarea (fertigație), în funcție de clima regiunii.

Tăierea rădăcinilor poate fi făcută la o distanță de cca. 0,5 – 0,7 m față de rândurile de pomi, dacă se dorește un control sporit al regimului de irigație și al volumului de sol umectat pentru irigarea prin picurare.

**Bibliografie**

Aïvazian, S., 1970. Étude statistique des dépendances. Edition Mir, Moscou, 236 pp.

Canarache, A., 1990. Fizica solurilor agricole. Editura Ceres, Bucharest, 265 pp.
Canarache, A., 2000. Review of research on subsoil compaction of pedogenetic origin in Romania: extent, effects, remediation. Advances in Geoecology, Reiskirchen, 32, 363-369.
Canarache, A., Dumitru, E., 1986. Cu privire la influența directă și remanentă a lucrărilor solului asupra însușirilor fizice ale solului. Probleme de agrofitotehnie teor. și aplicată, vol. 8 (3), 195-208.
Canarache, A., Moraru, I., Dumitru, E., 1987. Compactarea de adâncime, efecte asupra cernoziomului vermic de la Mărculești și recolta de porumb pentru boabe în regim irigat. Raport științific ICPA, Bucharest, 30 pp.
Canarache, A., Postolache, T., Trandafirescu, T., Vineș, Gh., 1980. Modificarea însușirilor vermice ale solului pe cernoziomul vermic de la Mărculești. 50 de ani de activitate științifică 1929-1979 a SCCI Mărculești, 168-204.
Canarache, A., Trandafirescu, T., Dumitru, E., Dumitriu, R., 1984. Compactarea solului, II, Extindere și măsuri de prevenire. Productia Vegetala, Cereale Plante Tehnice, No. 10, 24-32.
Dumitru, E., 2005. Lucrarea conservativă a solului între tradiție și perspectivă în agricultura durabilă. Proiect Agral 2002-2004, ICPA București. Editura Estfalia, 197 pp.
Dumitru, E., Enache, R., Dumitru, M., Gus, P., 1999. The remnant effects of some agricultural practices on the physical soil state. Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 205 pp.
Ferrero, A., Usowicz, B., Lipiec, J. 2005. Effects of tractor traffic on spatial variability of soil strength and water content in grass covered and cultivated sloping vineyard. Soil & Till. Res. 84, 127-138.
Florea, N., Munteanu, I., 2012. Romanian Soil Taxonomy System. Editura Sitech, Craiova, 206 pp.
Florea, N., Balaceanu, V., Rauta, C., Canarache, A. 1987. Metodologie de elaborare a studiilor pedologice. Partea I, II, III. Redactia de Propaganda Tehnica Agricola. ICPA Bucuresti.
Glinski, J., Lipiec, J., Stępniewski, W. 2008. Plant roots and soil physical factors. Encyclopedia of Soil Science, 571-578.
Hakansson, I., Danfors, B., 1988. The economic consequences of soil compaction by heavy vechicles when spreading manure and municipal waste. Proc. CIGR-Seminar on storing, handling and spreading of manure and municipal waste. Swidish Inst. Agric. Eng. Uppsala, 13:1 – 13:10.
Hamza, M.A., Anderson, W.K., 2005. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. Soil and Tillage Research, Vol. 82, Issue 2, 121–145.
Horn, R., Fleige, H., 2009. Risk assessment of subsoil compaction for arable soils in Northwest Germany at farm scale. Soil & Tillage Research, Volume 102, Issue 2, 201-208.
Horn, R., Fleige, H., 2003. A method for assessing the impact of load on mechanical stability and on physical properties of soils. Soil and Tillage Research, 73, 89-99.
Horn, R., Fleige, H., 2005. Editorial: Introduction to the special issue on experiences with the development and application of a new simulation model predicting the dynamics of agro-physical soil state for selection of management practices to prevent soil erosion (SIDASS project). Soil and Tillage Res. 82, 1-3.
Iancu, M., Neamțu, I., 1979. Cercetări privind tasarea solului într-o livadă intensivă de măr. Publicațiile Societății Naționale Române de Știința Solului 17, 265-287.
Iancu, M., 2001. Reduction of soil compaction in orchards through cropping. Proceedings of 3 rd Workshop International Conference Subsoil Compaction, Bușteni 14-18 June 2001, 423-431.
Lipiec, J., Nosalewicz, A., Pietrusiewicz, J., 2011. Crop Responses to soil physical conditions. In J. Gliński, J. Horabik, and J. Lipiec (eds.) Encyclopedia of Agrophysics, 167-176, Springer Dordrecht, Heidelberg, London, New York.
Micheli, E., Bialousz, S., Bispo, A., Boixadera, J., Jones, A.R., Kibblewhite, M.G., Kolev, N., Kosmas, C., Lilja, H., Malucelli, F., Rubio, J.L., Stephens, M. (eds), 2008. Environmental Assessment of Soil for Monitoring: Volume IVa Prototype Evaluation EUR 23490 EN/4A, Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 96 pp.
Paltineanu C., Chitu E., Septar L., Gavat C. and Oprita A., 2015a. Piersicul si caisul in sistemul sol – planta – atmosfera, in Dobrogea. Editura Estfalia, Bucharest, 221 pp.
Paltineanu, C., Septar, L., Corina Gavat C., Chitu E., Iancu M., Oprita A., Moale C., Lamureanu G., Calciu I., Stroe V.M., 2015b. Spatial distribution of apricot roots in a semi-arid environment. Agroforestry Systems. DOI: 10.1007/s10457-015-9869-8.
Paltineanu, C., Septar, L., Gavat, C., Chitu, E., Oprita, A., Moale, C., Calciu, I., Vizitiu O., Lamureanu, G., 2016a. Characterizing Root Density of Peach Trees in a Semi-arid Chernozem to Increase Plant Density. International Agrophysics, Volume 30, Issue 1, 67–74.
Paltineanu C., Tanasescu N., Chitu E. 2016b. Pattern of soil physical properties in intensive plum and apple orchards on medium and course textured soils. Soil & Tillage Research. 163(C): 80-88. DOI: 10.1016/j.still.2016.05.013.
Paltineanu C., Calciu I., Vizitiu O. 2016c. Characterizing soils compaction by using packing density and compaction degree indices. Știința Solului.
Ruiz-Sánchez, M.C., Plana, V., Ortuño, M.F., Tapia, L.M., Abrisqueta, J.M., 2005. Spatial root distribution of apricot trees in different soil tillage practices. PLANT SOIL; 272(1), 211-221.
Simota, C., Canarache, A., 1988. Effects on induced compaction on soil water balance and crop yield estimated with a deterministic simulation model. 11th ISTRO Conference, 11-15 July, 1988, Edinburgh, Scotland, 1, 391-396.

Simota, C., 2001. Similation framework predicting bulk density, soil water dynamics and crop yield formation considering soil compaction and tillage effects al local and regional scale – from Research to policy models. 3rd INCO COPERNICUS Workshop on subsoil compaction, Bușteni, Romania, 14-18 June, 2001, 57-65.

SURFER 8 Program (Golden Software Inc., Colorado 80401-1866, USA).

Topa, D., Jitareanu, G., Ailincai, C., Lucian, R. 2013. The effect of reduced tillage on soil physical properties and winter wheat yield response. Journal of Food Agriculture and Environment 11(3): 2174-2177.

Ungureanu, N., Vlăduț, V., Voicu, Gh., Biriș, S.Șt., Vlăduț, D.I., Perșu, C., Cujbescu, *D*. 2015. Influence of the number of passes of agricultural machinery on penetration resistance and the degree of soil compaction. Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series, Vol. XLV.

Van der Akker, J.J.H., 1999. Description of the concerted action Experiences with the impact of suboil compaction on soil, crop growth and environment and ways to prevent soil compaction. In: Experiences with the impact of suboil compaction in the European Community. Report 168, DLO-Staring Centre, Wageningen, The Netherlands, 8-27.

Van der Akker, J.J.H., Canarache, A., 2001. Two European concerted actions on suboil compaction. Landnutzung und Landentwicklung/Land use and development, vol. 42(1),15-22.

Van Dijck, S.J.E., van Asch, Th.W.J., 2002. Compaction of loamy soils due to tractor traffic in vineyards and orchards and its effect on infiltration in southern France. Soil & Tillage Research 63, 141–153. (http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/Projects/SINFO/pdf/annex4_7.pdf).

## Capitolul 6. Determinarea densității radiculare și distribuția spațială a acesteia în sol pentru a îmbunătăți managementul livezilor

6-A. Densitatea radiculară la prun și măr altoiți pe portaltoi de vigoare redusă în livezi intensive

1. **Introducere**

Sistemul radicular este deosebit de important pentru pomi, deoarece reprezintă interfața cu solul, apa și substanțele nutritive. După Black ș.a. (2010), înțelegerea procesului de dezvoltare și distribuție a rădăcinilor pomilor fructiferi a fost unul dintre cele mai provocatoare și laborioase aspecte privind creșterea și dezvoltarea plantelor.

Au fost publicate multe lucrări care descriu dezvoltarea sistemului radicular al pomilor. S-au utilizat câteva metode de determinare a distribuției radiculare la pomi. Una dintre acestea este metoda profilului peretelui sau a tranșeei, folosită de cercetătorii pionieri, ca Oskamp și Batjer (1932), Dragavtsev (1936), Atkinson (1980). Și alți cercetători de ex. Williamson ș.a. (1992), Parker și Meyer (1996) au utilizat mai recent aceeași metodă, iar Böhm (1979) a publicat o sinteză despre metodele de măsurare a rădăcinilor: excavarea, monolitul, sondajul, tranșeea, peretele de sticlă, dar și metode indirecte, metoda containerului ș.a.

Influența mediului geografic privind dezvoltarea rădăcinilor unor specii de zonă temperată a fost studiată, printre alții, de Perry (1984) și de Comas ș.a. (2002). Restrângând acum domeniul la speciile și portaltoii studiați în această lucrare, se cuvine menționată, printre altele, activitatea lui Levin și Bravdo (1979) care au analizat relația dintre umiditatea solului și distribuția radiculară în livezi de măr irigate prin picurare; în același context, Fernandez ș.a. (1992, 1995) au descris ditribuția spațială a rădăcinilor în cazul unor portaltoi de măr din soluri diverse, dar și Psarras ș.a. (2000) care au descris creșterea rădăcinilor în cazul soiului de măr 'Mutsu' altoit pe portaltoiul 'Malling 9', precum și Vercambre ș.a. (2003) care au făcut o analiză și o sinteză a sistemului radicular la prun folosind a abordare de tip model matematic. În alte condiții climatice (tropicale) Ebenezar ș.a. (2010) au studiat distribuția rădăcinilor pentru diferiți portaltoi de prun.

În România, Tănăsescu și Păltineanu (2004) au evidențiat efectul diferitelor sisteme de irigație asupra dezvoltării și distribuției rădăcinilor la măr în zona colinară din Podișul Getic. Mai recent, Păltineanu ș.a. (2015 și 2016) au trecut în revistă unii autori care au investigat distribuția radiculară a pomilor fructiferi și au prezentat metode de determinare a densității radiculare. Totuși, rezultatele prezentate în lucrările publicate s-au referit în principal la livezile clasice cu pomi altoiți pe portaltoi generativi viguroși (standard). În ultimele decenii s-au folosit din ce în ce mai mult portaltoi vegetativi de vigoare redusă pentru creșterea densității de plantare a pomilor, implicit a producției de fructe. Totuși, informațiile privind dezvoltarea sistemului radicular în cazul acestor livezi sunt puține.

Scopul acestei lucrări este de a determina următoarele aspecte referitoare la cultivarea celor mai reprezentativi pomi din România și din țările învecinate, prunul și mărul, altoiți pe portaltoi vegetativi de vigoare mică, în cadrul unor soluri cu textură medie și grosieră, în condițiile din partea deluroasă, de sud a țării noastre: 1) testarea ipotezei potrivit căreia rădăcinile pomilor maturi plantați conform unei anumite scheme ocupă întregul volum de sol alocat prin plantare, 2) caracterizarea distribuției spațiale a rădăcinilor în astfel de soluri, pentru a utiliza rezultatele găsite pentru un management superior în livezi, cu privire la sol, la sistemul de întreținere și la aplicarea irigației și a fertilizării. Datele experimentale ale acestui capitol provin din lucrarea publicată anterior de Păltineanu ș.a. (2016a).

**2. Material și metodă**

*2.1. Descrierea locului*

Cercetările au fost realizate în toamna anului 2015 la Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești, județul Argeș, din comuna Mărăcineni, în livezi localizate la latitudinea nordică de 44°53'și longitudine estică de 24°51', la altitudinea de 290 m deasupra nivelului mării. Regiunea prezintă un relief colinar, cu dealuri, platforme de podiș, terase și lunci. Relieful pe care se găsește livada de prun este reprezentat printr-un versant cu panta de 0,075 m $m^{-1}$, în timp ce livada de măr se află într-o luncă înaltă cu pantă foarte mică (0-0,03 m $m^{-1}$, Lunca Argeșului la confluența cu Lunca Râului Doamnei.

Clima regiunii este, după clasificarea Köppen-Geiger, continentală umedă, categoria *Cfbx*, cu următoarele caracteristici: temperatura medie anuală (Ta) 9,9 °C, precipitațiile anuale (Pr) de 677 mm și deficitul climatic de apă (WD=Pr-ETo, ETo fiind evapotranspirația de referință Penman-Monteith) de -30 mm (valori de vară de -150 mm, dar și exces de apă climatic de iarnă de 120 mm). Flora spontană cuprinde păduri dominate de *Quercus spp*..

Parcelele de livadă studiate au următoarele caracteristici: a) parcela de prun, cu soiul Stanley altoit pe portaltoiul semi-pitic Saint Julien A, a fost plantată în schema de 4 m între rândurile de pomi – ITR și 2 m între pomi pe rând – IR, având 1136 de pomi/ha, și b) parcele de măr, cu soiul Topaz altoit pe portaltoiul pitic M.9, în schema 3,5 m ITR și 1,2 m IR, cu 2381 pomi/ha, ambele specii având vârsta de 6 ani. Prunul și mărul sunt speciile pomicole cele mai răspândite în partea central-sud-estică a Europei.

Tratamentele fito-sanitare au fost efectuate anual într-un număr de cca 15-18, cu ajutorul unor dispozitive și tractoare de cca. 2,8 tone. Sistemul de întreținere a solului a constat din benzi înierbate în ITR și ogor negru în IR. Prin aplicarea erbicidelor s-a intensificat traficul tehnologic în livezi. Sistemul de irigație folosit este prin picurare, cu regimul de irigare în optim, aplicat îndeosebi în lunile iulie și august, pentru a menține umiditatea și potențialul apei solului la valori optime. Raza bulbului de umectare a fost la suprafața solului de 0,5-0,8 m, cu distanța dintre picurătoare de 0,6 m și debitul de 2 l $h^{-1}$.

Solurile din ambele parcele de livadă sunt antrosoluri arice (simbol ATad, solul de pe versant fiind anterior desfundării, de tipul eutricambosol, iar cel din luncă, sol aluvial, conform clasificării publicate de Florea și Munteanu, 2012), dar având și caracter gleic în partea inferioară a solului (sub 0,5 m, cu apa freatică temporară la cca. 2,5 – 3,0 m adâncime). În urmă cu 45 de ani, solurile au fost desfundate la adâncimea de 0,5-0,6 m, apoi au fost plantate cu pomi fructiferi: prun, respectiv măr. Pentru a atenua oboseala solului după perioada de exploatare, aceste livezi clasice au fost defrișate și afânate profund pe două direcții, apoi au fost nivelate și exploatate în cultura mare pe o durată de câțiva ani. Apoi, parcelele au fost plantate cu speciile actuale descrise mai sus.

Pentru determinarea analizei granulometrice, conținutului de humus, pH-ului, gradului de saturație în baze, precum și a unor forme mobile de macroelemente (P și K) conform metodei Egnèr-Riehm-Domingo descrisă de Florea ș.a. (1987), au fost prelevate anterior probe de sol deranjate, din 10 în 10 cm adâncime până la 1,0 m, atât in IR cât și ITR. Solurile studiate prezintă textură nisipo-lutoasă (7 – 12% argilă) în parcela de măr, respectiv luto-nisipoasă (14 - 16% argilă) în cea de prun. Solurile sunt moderat acide, având o reacție chimică (pH) cuprinsă între 4,8 și 6,1, un grad de saturație în baze de 55-70% în solul cu livada de prun și 39-86% în cea de măr, valorile superioare fiind în profunzimea solului, acolo unde și formele de P și K accesibile plantelor sunt superioare celor din orizonturile superioare.

Diversitatea solurilor este mare în România, iar aceste soluri sunt specifice multor forme de relief de versant cu pante reduse, sau unor lunci înalte. Densitatea aparentă (BD) a solurilor a fost în general inferioară în IR față de ITR, în ambele soluri. De ex., BD a fost superioară pe profil în ITR comparativ cu IR, prezentând valori de 1,56 față de 1,48 Mg $m^{-3}$ în parcela de prun, respectiv cu 1,63 față de 1,61 Mg $m^{-3}$ în cea de măr. Această compactare superioară a fost vizibilă îndeosebi în prima parte (0,5-0,6 m adâncime) a profilului de sol.

*2.2. Schema experimentală folosită la determinarea densității radiculare a pomilor*

Metoda profilului sau a tranșeei (Oskamp and Batjer 1932; Dragavtsev 1936; Böhm 1979) a fost utilizată în prezentul studiu, dar a fost modificată pentru a corespunde schemei de plantare (Păltineanu ș.a., 2015). Atunci când umiditatea solului a atins capacitatea de câmp pentru apă, în toamna anului 2015, s-a săpat un profil de sol având dimensiunile de 4,0 m / 2,2 m în cazul livezii de prun, respectiv de 3,5 m / 1,2 m în cel de măr, între două rânduri consecutive de pomi și între doi pomi consecutivi pe aceste rânduri. Pentru fiecare specie pomicolă au fost cercetați câte patru pomi. Tranșeea a ocolit pomii de jur împrejur pe o distanță de 0,2 m, ambele direcții, pentru protecția acestora, și s-a presupus că densitatea radiculară (root density, RD) este similară pe acești mici pereți cu latura de 0,2 m cu cea reală din vecinătatea lor (Păltineanu ș.a., 2015). RD a fost determinată cu ajutorul șublerului, pe fiecare perete al tranșeei, folosind o grilă de 1m x 1 m, cu rețeaua de 0,1 m. Pentru diametrele de < 1 mm (fine), 1–3 mm, 3–5 mm, > 5 mm (mari), RD a fost atribuită celor 100 de centre ale grilei de determinare, pe toată tranșeea, după metoda descrisă de Păltineanu ș.a. (2015). Rădăcinile cu diametrul mai mare de 5 mm au fost înregistrate ca valori individuale exacte. Cu aceste date s-a calculat apoi suma suprafeței secțiunii transversale a rădăcinilor și densitatea acesteia (RCSA), pentru fiecare clasă de diametru, estimând-o prin utilizarea diametrului mediu al fiecărei clase (0,5; 2,0, respectiv 4,0 mm), considerând forma acestora drept cerc, cu excepția rădăcinilor mari, care au fost considerate elipse, cu două axe. Solul din tranșee a fost îndepărtat cu ajutorul unor cuțite cu vârf, pe cca. 1 cm grosime, pentru a face vizibile rădăcinile, iar rădăcinile din fiecare pătrat al grilei au fost numerotate și înregistrate. Astfel, acești indicatori: RD (numărul de rădăcini /100 $cm^3$ de volum de sol) și RCSA ($mm^2$/100 $cm^3$ de volum de sol) au fost utilizați în analiza datelor experienței.

Partea aeriană a pomilor investigați a fost, de asemenea, măsurată cu ajutorul ruletei: circumferința trunchiului pomilor, la suprafața solului, la înălțimea de 0,5 m și între acestea, dar și înălțimea pomilor și axele coroanei acestora, atât în IR cât și în ITR.

*2.3. Analiza datelor*

Datele de RD pentru cei patru pomi cercetați din fiecare dintre cele două specii au fost analizate cu programul SPSS 14. Numărul total al acestora pentru fiecare diametru a fost calculat astfel: 10 (adâncimi de sol) x 20 (poziții orizontale) x 4 (repetiții) = 800 pentru ITR, respectiv 10 (adâncimi de sol) x 11 (poziții orizontale) x 4 (repetiții) = 440 în cazul livezii de prun. În cazul livezii de măr, aceste valori au fost: 10 (adâncimi de sol) x 18 (poziții orizontale) x 4 (repetiții) = 720 pentru ITR, respectiv 10 (adâncimi de sol) x 6 (poziții orizontale) x 4 (repetiții) = 240 pentru IR. Deoarece datele de RD nu au avut repartiție normală, nu s-au folosit diferențele limită și nici testul Duncan pentru comparația mediilor și stabilirea diferențelor semnificative dintre variante; astfel, pentru ambele specii și poziții (IR și ITR) s-au calculat intervalele de confidență de 95% pentru RD. S-a folosit, de asemenea, SPSS 14 pentru a găsi cele mai potrivite ecuații de regresie între variabilele cercetate, iar valorilor $R^2$ li s-a aplicat testarea statistică cu ajutorul testului t, comparativ cu valorile tabelate pentru diferite grade de semnificație, cu n-2 grade de libertate (Aïvazian 1970).

Interpolarea dintre pătratele grilei folosite la determinarea RD s-a realizat cu Programul SURFER 8 Program (*Golden Software Inc., Colorado, USA) atât pentru RD cât și pentru RCSA.

## 3. Rezultate obținute

*3.1. Caracteristicile pomilor investigați*

Pomii investigați au fost selectați ca fiind reprezentativi pentru livadă, dar nu au fost omogeni. Diametrul trunchiului la prun a variat între 7,20 și 8,40 cm, iar la măr între 5,54 și 7,42 cm. Axele orizontale maxime ale coroanei pomilor au fost la baza acestora (la 0,5-1,0 m înălțime) între 1,85 și 2,15 m în cazul prunului, respectiv între 1,25 și 1,38 m în cel al mărului. Pentru ambele specii pomicole, înălțimea medie a pomilor a variat între 3,05 ± 0,071 m la prun și 2,96 ± 0,069 la măr. Forma de coroană a fost fus.

*3.2. Influența poziției față de trunchiul pomilor asupra RD*

Datele obținute pe distanța de 1,1 m față de trunchiul pomilor, la prun, au evidențiat diferențe semnificative între cele două graduări ale factorului A: IR și ITR (media = Mean 1.1), ca efect mediu, referitor la densitatea rădăcinilor totale, având intervalele de confidență de 95% nesuprapuse pe domeniul acestora (Fig. 6.A.1). Au existat, de asemenea, diferențe semnificative în cazul mărului pentru distanța de 0,6 m față de trunchi, care a fost alocată prin schema de plantare pentru fiecare pom în IR.

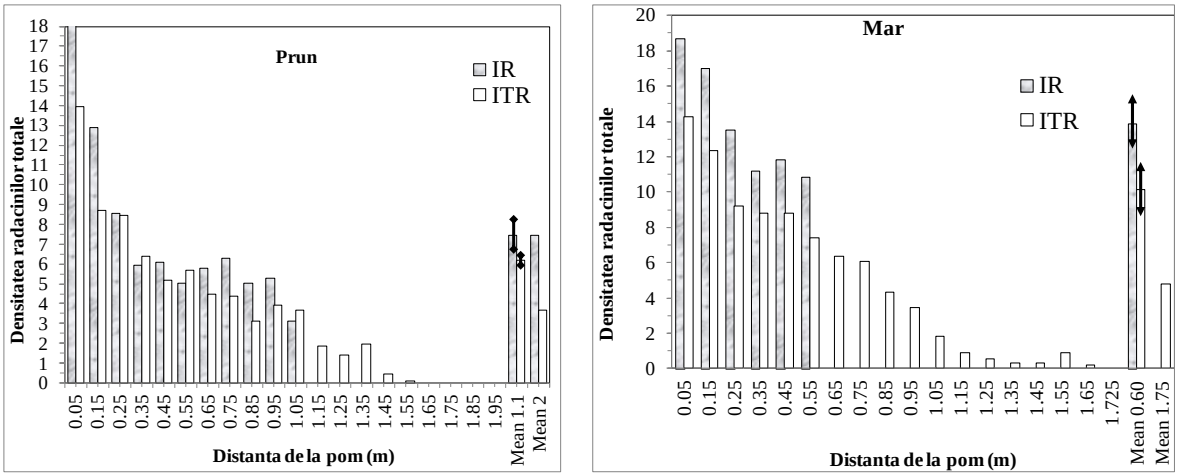



**Fig. 6.A.1. Influența poziției pomului în livadă asupra densității rădăcinilor totale (numărul de rădăcini/100 cm³ de volum de sol); Mean 1.1 și Mean 0.60 arată media valorilor considerate pe distanța de 1,1 m față de pomi la prun, respectiv de 0,6 m la măr, cu intervalele de confidență de 95% ca bare verticale, în timp ce Mean 2 și Mean 1.75 arată valorile medii pe jumătate din distanța dintre rândurile de pomi (ITR)**

Comparația a fost făcută pentru distanțele comune pentru pozițiile IR și ITR, în timp ce dincolo de aceste distanțe au existat valori de RD numai pentru ITR, ambele specii. Comparând mediile dintre IR și ITR pentru fiecare graduare a distanței față de pom de 1,1 m la prun, se poate observa că valorile RD pentru poziția IR au fost superioare celor din ITR, îndeosebi pentru distanțele de 0,2 m și de 0,6-1,0 m, dar aceste diferențe nu au fost semnificative din cauza dispersiei mari a datelor (intervalele de confidență nu sunt redate); pentru măr, valorile RD pentru IR au fost superioare celor din ITR pentru orice distanță față de pom, totuși nu au fost semnificative; astfel, aceste diferențe s-ar putea datora faptului că discurile grapelor taie rădăcinile pomilor chiar lângă pomi (distanța de 0,2 m) și traficul tehnologic al tractoarelor și mașinilor agricole utilizate produc o tasare severă chiar la distanța de 0,5-1,0 m de pomi, în ITR. Totuși, deoarece distanțele dintre pomii din IR au fost mai mici decât cele din ITR, rădăcinile pomilor învecinați se pot amesteca în cadrul distanței de 1,1 m în cazul prunului și de 0,6 m în cel al mărului, iar această suprapunere ar putea fi un alt factor care a determinat valori superioare ale RD în IR față de ITR.

De asemenea, valorile RD pentru clasele de diametre studiate au fost comparate numai pe distanța comună celor două poziții: IR și ITR. Astfel, s-a găsit că RD a fost superioară (> 6 pentru prun și de cca. 11 rădăcini / 100 $cm^3$ de volum de sol pentru măr) pentru rădăcinile < mm diametru, existând o scădere bruscă pentru clasa de 1-3 mm diametru, urmată de scăderi graduale pentru rădăcinile grosiere (Fig. 6.A.2). Rădăcinile primelor două clase (< 1 mm și 1-3 mm) au fost semnificativ diferite unele de altele; a existat, de asemenea, o diferență semnificativă între clasa de rădăcini de 1-3 mm diametru și celelalte două clase de diametru mai mare, numai în cazul livezii de măr.

*3.3. Relațiile dintre RD, adâncimea solului și distanța față de trunchiul pomilor*

În cazul livezilor de prun și măr studiate, RD a scăzut odată cu creșterea adâncimii solului (D) și a distanței (d) față de trunchiul pomilor pentru toate clasele de rădăcini (Tabelul 6.A.1). Aceste funcții bi-dimensionale au prezentat valori foarte semnificative ale coeficientului de determinație $R^2$, densitatea rădăcinilor totale având valorile cele mai mari ale lui $R^2$. Relațiile simple, uni-dimensionale, au fost liniare și mai slabe în funcție de D, respectiv curbilinii (logaritmice), cu excepția RD pentru toate rădăcinile și a celor fine ((< 1 mm) la măr, și mai puternice în funcție de d (date neredate).

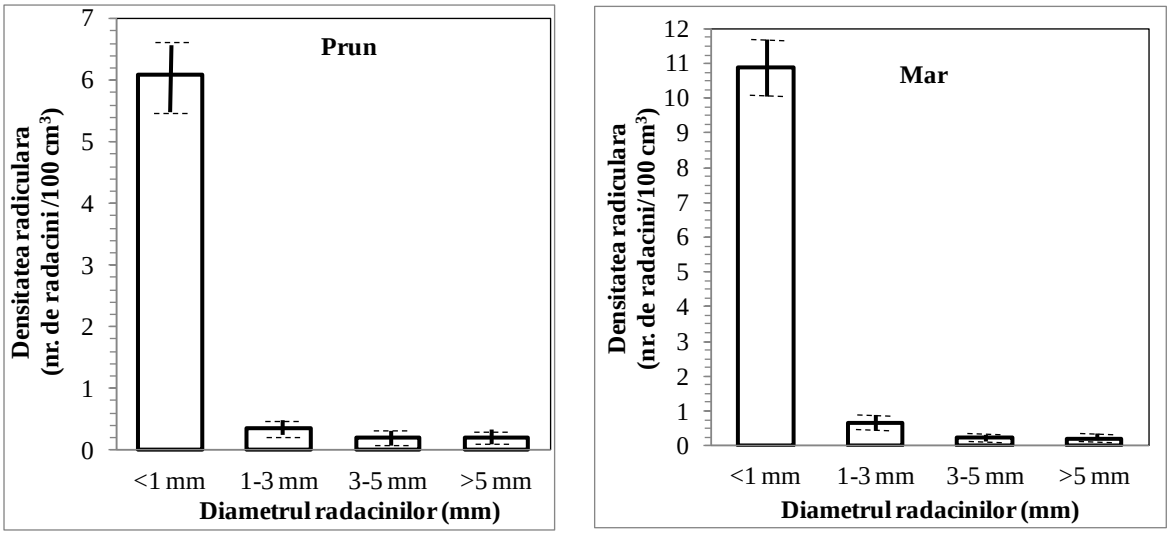



**Fig. 6.A.2. Densitatea radiculară pentru toate clasele de rădăcini studiate împreună cu intervalele de confidență de 95% la prun și măr**

**Tabelul 6.A.1. Densitatea radiculară (RD, număr de rădăcini / 100 cm³ de volum de sol) ca relație bi-dimensională în funcție de adâncimea solului (D, m) și distanța față de trunchiul pomilor (d, m) pentru livada de prun și cea de măr**

| Specia pomicolă | Diametrul rădăcinilor (mm) | Ecuația de regresie | $R^2$ | Semnificația |
|---|---|---|---|---|
| Prun | Toate rădăcinile | Y = 5.312 - 4.778 * D - 4.253 * ln(d) | 0.453 | *** |
| | < 1 mm | Y = 4.672 - 3.567 * D - 3.260 * ln(d) | 0.364 | *** |
| | 1-3 mm | Y = 0.316 - 0.531 * D - 0.406 * ln(d) | 0.365 | *** |
| | 3-5 mm | Y = 0.174 - 0.348 * D - 0.275 * ln(d) | 0.346 | *** |
| | > 5 mm | Y = 0.158 - 0.341 * D - 0.310 * ln(d) | 0.327 | *** |
| Măr | Toate rădăcinile | Y = 19.676 - 10.049 * D - 10.134 * d | 0.476 | *** |
| | < 1 mm | Y = 17.467 - 8.387 * D - 9.089 * d | 0.472 | *** |
| | 1-3 mm | Y = 0.579 - 0.854 * D - 0.337 * ln(d) | 0.265 | *** |
| | 3-5 mm | Y = 0.205 - 0.373 * D - 0.144 * ln(d) | 0.234 | *** |
| | > 5 mm | Y = 0.172 - 0.424 * D - 0.149 * ln(d) | 0.172 | *** |

*3.4. Procentul de rădăcini în funcție de adâncimea solului și de distanța față de trunchiul pomilor*

Pentru cele două specii pomicole studiate, care au avut alocată o suprafață de 4,2 m² pentru măr și 8,8 m² pentru prun, pentru adâncimea solului de 1 m, au fost calculate relații care descriu procentul cumulat al densității rădăcinilor totale, în funcție de cele două variabile independente, D și d (Fig. 6.A.3). Chiar dacă procentul este un indicator relativ, acesta a fost utilizat în prezenta lucrare pentru caracterizarea spațiului de sol din jurul pomilor. Procentul densității radiculare pentru toate rădăcinile existent în volumul de sol alocat prin schema de plantare a fost considerat 100%. Ecuațiile de regresie dintre procentul RD, D și d au fost directe, curbilinii și foarte semnificative, prezentând valori mari ale $R^2$.

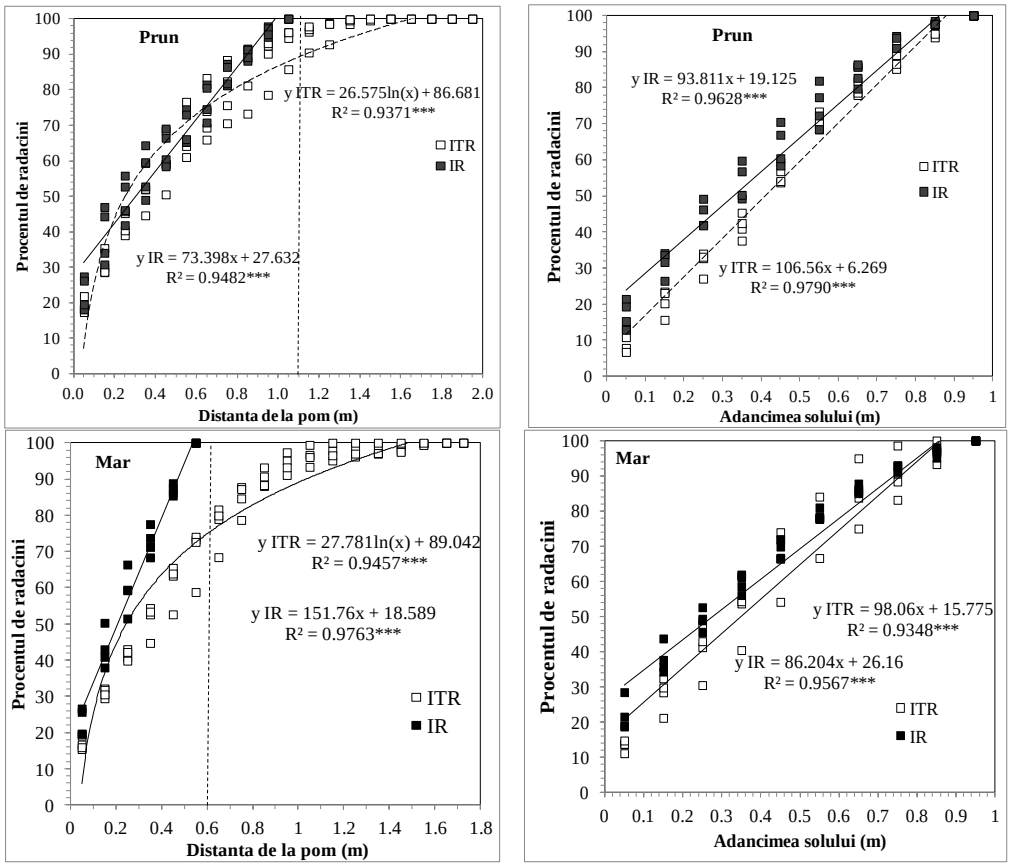



**Fig. 6.A.3. Procentul densității radiculare RD (număr de rădăcini totale/100 cm³ de volum de sol) în funcție de distanța față de pom (d) și de adâncimea solului (D), ambele specii pomicole**

Pentru ambele specii pomicole și portaltoi vegetativi studiați, distribuția spațială a RD și densitatea RCSA sunt prezentate în Fig. 6.A.4. Graficele arată că valorile maxime ale acestor indicatori su fost lângă trunchiul pomilor, în primul rând la adâncime mică (cca. 30 rădăcini). RD descrește gradual odată cu creșterea valorilor D, în timp ce descreșterea în funcție de *d* a fost abruptă la cca. 0.4 m față de trunchi (Fig. 6.A.4a); totuși, la o distanță de cca. 1-1,3 m izoliniile RD sunt neglijabile. Cea mai mare concentrare de rădăcini de lângă trunchiul pomilor a fost chiar mai evidentă în cazul RCSA (Fig. 6.A.4b), ilustrând efecte mai puternice ale distanței *d* pentru RCSA comparativ cu RD. Au existat rădăcini crescute sub diferite unghiuri dar fără vreun semn de schimbare de direcție când s-au întâlnit rădăcini ale pomilor vecini, și nu s-a constatat niciun efect al respingerii radiculare.

**4. Discuții**

Unul dintre obiectivele lucrării a fost testarea ipotezei potrivit căreia rădăcinile pomilor maturi de măr și prun altoiți pe portaltoi de vigoare mică și plantați într-o anumită schemă ocupă întreg volumul de sol alocat la plantare. S-a găsit experimental că distanța de la trunchiul pomilor și adâncimea solului influențează indirect RD și RCSA, așa cum era de așteptat. Astfel, portaltoii studiați au arătat o intensă concentrare a rădăcinilor lângă pomi și nu au ocupat întreg volumul de sol dintre pomi, în condițiile specifice de mediu ale regiunii. S-a constatat, în acest fel, că există o diferență clară între portaltoii standard și cei de vigoare redusă.

Chiar dacă descreșterea RD cu distanța față de trunchiul pomilor și cu adâncimea solului par să fie comune pentru majoritatea speciilor pomicole și portaltoilor, deoarece rezultate similare au fost anterior publicate de diferiți cercetători despre portaltoi standard (generativi), de ex. Williamson ș.a. (1992), Ruiz-Sánchez ș.a. (2005), Paltineanu ș.a. (2015; 2016), fiecare mediu, tip de portaltoi și condiții tehnologice au influențat în mod deosebit dezvoltarea rădăcinilor.

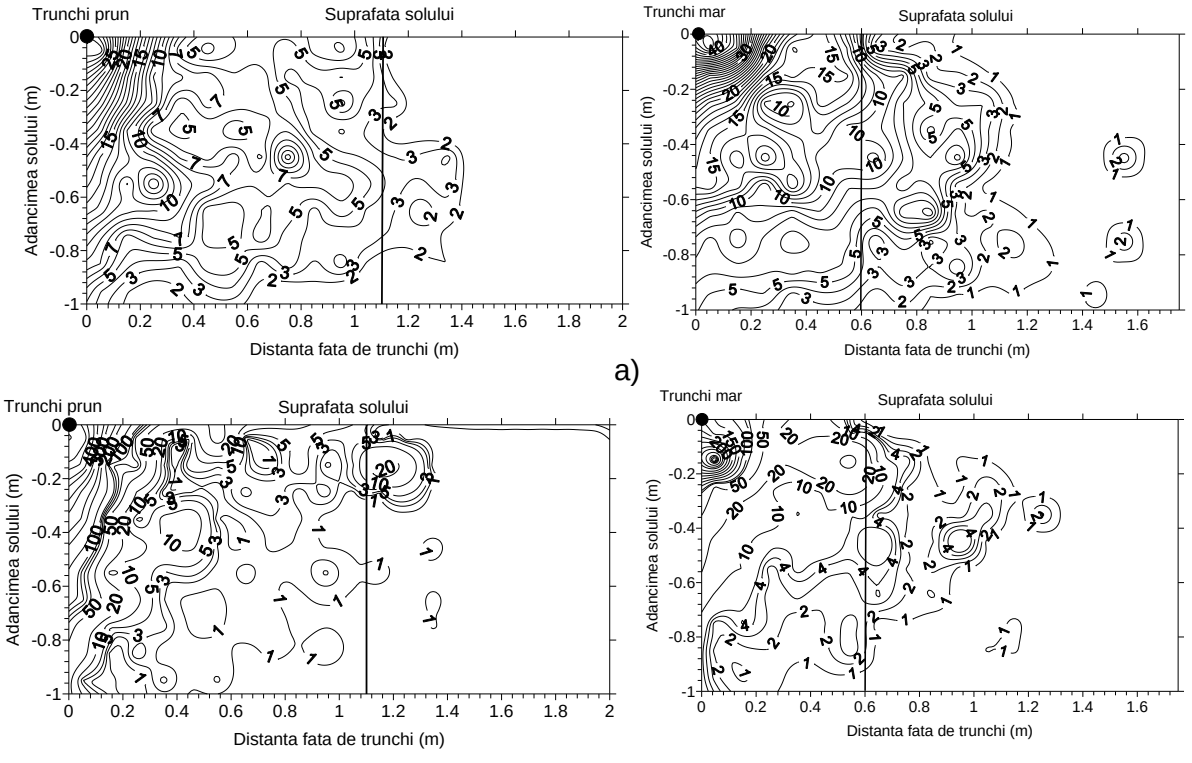



**Fig. 6.A.4. Izoliniile densității rădăcinilor totale a) (număr de rădăcini totale/100 cm$^3$ de volum de sol) și ale densității suprafeței secțiunii transversale a tuturor rădăcinilor (mm$^2$/100 cm$^3$ de volum de sol) b); izoliniile reprezintă valori medii atât pentru poziția IR cât și ITR, iar liniile verticale trasate la distanțele de 1,1 m (prun) și la 0,6 m (măr) arată mijlocul distanței dintre doi pomi vecini situați pe rândul de pomi**

Similar portaltoilor standard (Williamson ș.a., 1992; Ruiz-Sánchez ș.a., 2005; Basile ș.a., 2007), Paltineanu ș.a., (2015; 2016), cele mai multe rădăcini au fost cele fine, cu diametrul cel mai mic.

Un alt obiectiv al lucrării a fost de a caracteriza distribuția spațială a rădăcinilor în aceste soluri pentru a îmbunătăți managementul livezilor cu privire la sistemul de întreținere al solului, la aplicarea irigației și a fertilizării. Pentru ambele specii și portltoi investigați, datele au arătat că RD a fost superioară în pozițiile IR comparativ cu ITR. Însușirile fizice de sol mai rele provocate de traficul tehnologic în ITR au fost, probabil, printre cauzele acestui proces, așa cum au remarcat anterior Păltineanu ș.a. (2016) în cazul unei livezi bătrâne de piersic și Liang ș.a. (2011) pentru partea superioară a solului, de 0,2-0,3 m adâncime. Totuși, aceste diferențe ar mai putea fi atribuite și distanței inferioare de plantare pe rândul de pomi (IR), care a permis rădăcinilor a doi pomi vecini să se întrepătrundă în același volum de sol, dar acest amestec de rădăcini nu s-a produs și între rândurile de pomi (ITR) care au avut distanțe mai mari și volum de sol suficient. O altă cauză posibilă este și modul de aplicare a apei și îngrășămintelor de-a lungul rândului de pomi care ar fi putut favoriza aici creșterea rădăcinilor.

În ciuda faptului că portaltoii studiați au fost de vigoare redusă și că solurile au fost relativ puternic compacte, îndeosebi în profunzime, rădăcinile pomilor au crescut chiar dincolo de 1 m adâncime, iar acest comportament ar fi putut fi favorizat și de umiditatea solului provenită din franjul capilar temporar, așa cum au arătat anterior, printre alții, Levin și Bravdo (1979), Glenn și Walker (1993), Tănăsescu și Păltineanu (2004), care au găsit că umidități diferite au provocat diferențe de creștere și dezvoltare a rădăcinilor pomilor.

Consecințele practice desprinse din aceste rezultate se referă îndeosebi la: 1) modificarea distanțelor de plantare pe rând (IR) și între rândurile de pomi (ITR), luând în considerație și modul de pătrundere a luminii în coroanele pomilor, 2) umectarea volumului de sol din vecinătatea rădăcinilor pomilor prin irigație.

Astfel, pentru ambele specii altoite pe portaltoi de vigoare mică, distanțele dintre rândurile de pomi (ITR) ar putea fi în continuare reduse, de la 3,5 m la măr și de la 4 m la prun, până la distanțe la care să se țină cont și de sistemul de întreținere, de traficul tehnologic (aplicarea pesticidelor, a irigației, recoltarea fructelor etc.), de ex. până la 3 m; în același timp, deoarece nu s-a constatat respingere radiculară pentru niciun portaltoi, distanțele dintre pomi pe rând (IR) ar putea fi și ele reduse până la valori determinate de forma de coroană, de penetrarea luminii în pomi, de sistemul de management, mai mult pentru prun (de ex. până la 1,2 – 2,0 m) și mai puțin pentru măr (de ex., până la 1 m).

Cât de mult volum de sol trebuie umectat prin irigare localizată depinde nu numai de vârsta livezii și de gradul de dezvoltare al sistemului radicular, ci și de regimul de irigare, în optim sau în deficit (cu stres hidric). Atunci când se irigă în optim, o adâncime de 0,8 – 1,0 m este suficientă în calculul volumului de apă aplicată, deoarece rădăcinile pomilor se dezvoltă bine pe această adâncime, în timp ce în regimul de irigație cu deficit hidric, adâncimea de 0,4-0,6 m este suficientă pentru umectarea solului.

O altă problemă se referă la volumul de sol alocat pentru dezvoltarea sistemului radicular între pomi atunci când se dorește un control strict referitor la aplicarea irigației și a fertilizării în timp; deoarece rădăcinile pomilor s-au dezvoltat în direcție orizontală în ITR, în principal pe o distanță de cca. 0,5 m unde suprafața secțiunii transversale radiculare a prezentat valori maxime, rădăcinile pomilor pot fi astfel tăiate vertical la distanțe de 0,5-0,8 m față de rândul de pomi.

**Concluzii**

Pomii maturi studiați, prun și măr altoiți pe portaltoii vegetativi Saint Julien A și M.9, au arătat o concentrare intensă de rădăcini lângă trunchi și nu au ocupat întregul volum de sol dintre pomi, în condițiile experimentale și de mediu din partea de sud a României, din Câmpia Piteștilor și Podișul Getic. Există o diferență reală între portaltoii standard (generativi) și cei de vigoare redusă (vegetativi).

Rădăcinile fine, cu diametrul < 1 mm, au fost predominante ca număr comparativ cu rădăcinile de dimensiuni mai mari.

Densitatea radiculară a fost superioară pe rândul de pomi (IR) față de intervalele dintre rânduri (ITR), datorită atât deteriorării proprietăților fizice ale solului cauzate de traficul tehnologic, dar și datorită modului diferențiat de aplicare a apei și îngrășămintelor în IR față de ITR, precum și datorită distanței inferioare dintre pomi pe rând comparativ cu intervalele dintre rânduri, care au permis amestecul rădăcinilor pe rând.

Ca urmare a distribuției radiculare a pomilor maturi studiați, distanțele dintre rândurile de pomi pot fi reduse atât în cazul prunului cât și al mărului, de la 4,0 m, respectiv 3,5 m, la distanțe inferioare determinate de sistemul de întreținere a solului, de traficul tehnologic și de managementul general al

livezii, de ex. la 3,0 m; în același timp, deoarece nu s-a observat fenomenul de respingere radiculară la niciunul dintre portaltoii analizați, distanța dintre pomi pe rând poate fi, de asemenea, redusă până la valori determinate de forma coroanei pomilor, de modul de penetrare a luminii în coroană, de sistemul de întreținere, mai mult în cazul prunului (1,2-2,0 m) și mai puțin în cazul mărului (1,0 m).

Atunci când se aplică regimul de irigare în optim, se recomandă o adâncime de umectare teoretică, pentru calculul cantității de apă aplicată (norma de udare), de 0,4-0,6 m; apa și îngrășămintele chimice trebuie aplicate pe suprafața care acoperă cele mai multe rădăcini.

Atunci când se dorește un control strict asupra activității radiculare privitor la prognoza și aplicarea irigației și a îngrășămintelor, rădăcinile pomilor pot fi tăiate vertical, paralel cu rândul de pomi, așa cum recomandă unii specialiști pe plan internațional, în cazul de față la o distanță de cca. 0,5-0,8 m față de acesta, dar numai după o verificare realizată prin cercetări ulterioare la nivel național.

Rezultatele obținute pot fi utilizate și în alte regiuni sau țări, în condiții similare de mediu (sol și climă), precum diferite regiuni din România, din partea nordică a Bulgariei, din Serbia, Ungaria, Ucraina ș.a.

**Bibliografie**


Aïvazian, S. 1970. Étude statistique des dépendances. Edition Mir, Moscou, 236 p.

Asaah E.K., Tchoundjeu Z., Wanduku T.N., Van Damme P. 2010. Understanding structural roots system of 5-year-old African plum tree (*D. edulis)*of seed and vegetative origins (G. Don) H.J.Lam. Trees, Volume 24(5):789-796.

Atkinson, D. 1980. The distribution and effectiveness of the roots of tree crops. Hort. Rev. 2:424-490.

Basile, B., Bryla, D.R., Salsman, M.L., Marsal, J., Cirillo, C., Johnson, R.S., and DeJong, T.M. 2007. Growth patterns and morphology of fine roots of size-controlling and invigorating peach rootstocks. Tree Physiology 27, pp. 231-241.

Black BL, Drost D, Lindstrom T, Reeve J, Gunnell JD, Reighard GL (2010) A Comparison of Root Distribution Patterns Among *Prunus* Rootstocks. Journal of the American Pomological Society 64(1): 52-62.

Böhm W (1979) Methods of studying root systems. Springer-Verlag, Berlin. 188 pp.

Comas, L.H., T.J. Bouma and D.M. Eissenstat. 2002. Linking root traits to potential growth rate in six temperate tree species. Oecologia 132:34–43.

Dragavtsev AP (1936) The Root System of Subtropical Fruit Plants Growing in Northern Areas (in Russian). Trudy Sochinskoy op. stantsii subtr. i yuzhn. plodovykh kultur, 10.

Fernandez, R.T., R.L. Perry and D.C. Ferree. 1995. Root distribution patterns of nine apple rootstocks in two contrasting soil types. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(1):6-13.

Fernandez, R.T., R.L. Perry and J.A. Flore. 1992. Physiological responses of young apple trees on three rootstocks to drought stress. HortScience 27:85.

Florea N, Munteanu I (2012) Romanian Soil Taxonomy System–SRTS. Editura Sitech, Craiova, 206 pp.

Florea N, Balaceanu V, Rauta C, Canarache A (1987) Methodology of elaboration of soil science studies. Partea I, II III. Redactia de Propaganda Tehnica Agricola. ICPA Bucuresti.

Glenn, D.M., Welker, W.V. 1993. Root Development Patterns in Field Grown PeachTrees. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 118(3): 362-365.

Levin I.R. and Bravdo A.B. 1979. Soil moisture and root distribution in an apple orchard irrigated by tricklers. Plant and Soil 52, 31-40.

Liang, Y., Gao, S.R., Bo, C.P., Yang, Y., Wang, S.W., Pan, C.D., Chen, G.A. 2011. Spatial distribution characteristics of absorbing roots of apricot trees in the intercropping systems. Xinjiang Agricultural Sciences, Volume 48, Issue 5, pp. 821-825.

Oskamp J, Batjer LP (1932) Soils in relation to fruit growing in New York. II. Size, production and rooting habit of apple trees on different soil types in the Helton and Morton areas, Monroe County. Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Bul., pp. 550.

Paltineanu C., Nicolae S., Tanasescu N., Chitu E., Ancu S. 2016a*. Investigating Root Density of Plum and Apple Trees Grafted on Low-Vigor Rootstocks to Improve Orchard Management.* Erwerbs-Obstbau. DOI: 10.1007/s10341-016-0293-7.

Paltineanu, C., Septar, L., Corina Gavat C., Chitu E., Iancu M., Oprita A., Moale C., Lamureanu G., Calciu I., Stroe V.M. 2015. Spatial distribution of apricot roots in a semi-arid environment. Agroforestry Systems. DOI: 10.1007/s10457-015-9869-8.

Paltineanu C., Septar L., Gavat C., Chitu E.,, Oprita A., Moale, C., Calciu I., Vizitiu O., Lamureanu G. 2016b. Characterizing Root Density of Peach Trees in a Semi-arid Chernozem to Increase Plant Density. International Agrophysics, Volume 30, Issue 1: 67–74, DOI: 10.1515/intag-2015-0079.

Parker ML, Meyer JR (1996) Peach Tree Vegetative and Root Growth Respond to Orchard Floor Management. Hortscience 31(3), pp 330–333.

Perry, R.L. 1984. Working with soil limitations for orchard crops. Proc. Ontario Hort. Conf., 1984, Ministry of Agric. and Food, Ontario, p. 164-171.

Psarras, G., I.A. Merwin, A.N. Lakso and J.A. Ray. 2000. Root growth phenology, root longevity, and rhizosphere respiration of field grown 'Mutsu' apple trees on 'Malling 9' rootstock. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 125:596–602.
Ruiz-Sánchez, M.C., Plana, V., Ortuño, M.F., Tapia, L.M., Abrisqueta, J.M. 2005. Spatial root distribution of apricot trees in different soil tillage practices. Plant Soil; 272(1): 211-221.
Tanasescu N., Paltineanu C. 2004. Root distribution of apple tree ('Golden Delicious') under various irrigation systems within in the hilly region of Romania. International Agrophysics, Lublin, Poland, vol. 18. No 2:175-180.
Vercambre G., Pagès L., Doussan C., Habib R. 2003. Architectural analysis and synthesis of the plum tree root system in an orchard using a quantitative modelling approach. Plant and Soil, April 2003, Volume 251, Issue 1, pp 1-11.
Williamson JG, Coston DC, Cornell JA (1992) Root restriction affects shoot development of peach in a high-density orchard. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(3), pp. 362-367.
*SURFER 8 Program, Golden Software Inc., Colorado, USA.

## 6-b. Distribuția rădăcinilor pomilor la măr în funcție de sistemul de irigare folosit și de accesul la sursa de apă

### Introducere

Deși sistemul radicular al pomilor are și însușiri ereditare, acțiunea unor factori externi cum sunt solul și clima, sau prezența aproape de suprafața solului a rocii dure sau a apei freatice sau stagnante, dar și măsurile tehnologice aplicate, pot determina modificări importante în distribuția sistemului radicular al pomilor în sol (Kolesnikov, 1971; Tudosescu and Parnia, 1975; Cotorobai, 1983). Raportul dintre sistemul radicular și sistemul reprezentat de partea aeriană a pomilor este relativ constant în același sol, indiferent de soi și portaltoi, rădăcinile pomilor reprezentând cca. 25-30% din masa totală a pomilor în cadrul livezilor intensive (Westwood, 1978). Majoritatea rădăcinilor sunt distribuite în stratul de sol de 25-100 cm în zona climatului temperat, în solurile minerale (Negrilă, 1971). Printre alți autori, menționați deja în secțiunea anterioară, și Huquet (1973) a propus o metodă specifică de studiu al sistemului radicular.

Tehnologiile pomicole și sistemele de management al solului au ca scop general intensificarea activității radiculare în volume reduse de sol, având drept rezultat o scădere a creșterii radiculare, dar și o creștere a părții aeriene a pomilor, pentru a produce recolte superioare (Zucconi, 1988).

Solul este o entitate variabilă în timp și spațiu datorită diversității componentelor sale. De aceea, rădăcinile pomilor se adaptează la condițiile ecologice de creștere. Drept consecință, amplitudinile mari privind condițiile de mediu pot deteriora sistemul radicular. De ex., o irigare excesivă după o perioadă de uscăciune severă poate determina schimbări majore a condițiilor de creștere și implicit, unele necroze asociate cu ofilirea frunzelor și căderea fructelor (Zucconi, 1988).

În străinătate Trocme și Gras (1965) au găsit că creșterea pomilor depinde de umiditate, iar în țara noastră Iancu (1980) a stabilit o corelație directă între distribuția suprafeței sistemului radicular (TRCSA) și conținutul de umiditate din sol pentru diferite tipuri de sol, în timp ce Teaci ș.a. (1985) au descris detaliat aspecte referitoare la bonitarea terenurilor. În plus, Tănăsescu (1999) și Voiculescu (1999) au publicat valori specifice ale TRCSA pentru diferite metode de irigare, respectiv tipuri de sol în România. Totuși, există în continuare nevoia aprofundării cercetării distribuției sistemului radicular în condiții de irigare.

Obiectivul prezentului capitol este de a arăta influența diferitelor sisteme de irigare asupra mărimii și distribuției sistemului radicular la măr, soiul Golden Delicious, altoit pe portaltoi generativ – MM106, în condițiile specifice regiunii deluroase, cu soluri cu textură medie sau medie-grosieră de la Mărăcineni, Pitești. Se discută și corelația dintre suprafața sistemului radicular și unii indici de creștere și de producție. Prezentul capitol se bazează pe lucrarea publicată de Tănăsescu și Păltineanu (2004a).

### Material și metodă

Cercetările privind obiectivul enunțat au fost întreprinse în condițiile de mediu specifice Luncii Argeșului și Râului Doamnei de la Mărăcineni, Pitești. Solul specific formei de relief de luncă înaltă a avut o textură medie, lutoasă, apa freatică neinfluențând practic profilul de sol în perioada de vegetație. Datele medii anuale de temperatură, precipitații și evapotranspirație de referință Penman-Monteith (ETo) sunt de 9,9°C, respectiv 670 mm și 690 mm, neuniform distribuite. Maximul precipitațiilor se înregistrează în luna iunie, în timp ce maximul ETo în luna iulie și august. Această repartiție a elementelor climatice generează deficite severe în lunile de vară, îndeosebi în iulie și august. În consecință, irigația se aplică pentru compensarea apei din precipitații și a fost administrată în general în intervalul iunie-august.

Experimentul a fost conceput folosind metoda parcelelor subdivizate, cu trei metode de irigație: aspersiune (sprinkler irrigation, SI), micro-aspersiune (micro-sprinkler irrigation, MI) și picurare (drip irrigation, DI), dar și cu un martor neirigat (NI). Umiditatea solului a variat în general între capacitatea de câmp pentru apă și plafonul minim stabilit la mijlocul intervalului umidității accesibile plantelor.

Durata cercetărilor a fost de 7 ani, începând cu anul 7 de la plantarea pomilor, plantare care a fost la distanța de 3,6 m între rânduri și 1,5 m între pomi pe rând. Sistemul de management al solului în livadă a constat din benzi înierbate între rândurile de pomi și ogor negru pe rânduri, iar forma de coroană a fost palmetă. Pomii studiați au fost selectați dintre cei care au avut trunchi și coroane similare ca mărime, fiind reprezentativi pentru livadă. Analiza sistemului radicular s-a desfășurat după metoda Oskamp-Dragavtev (Dragavtev, 1956) astfel: la sfârșitul perioadei de vegetație din ultimul an de studiu s-au săpat profile de sol în formă de L, cu adâncimea de 1 m, la mijlocul distanței dintre pomii reprezentativi, la 0,75 m de aceștia, în patru repetiții și s-au determinat clasele de diametre diferite ale rădăcinii pomilor, cu ajutorul unei rame cu suprafața de 1 $m^2$, de tip grilă, cu pătratele de 1 $dm^2$. În fiecare dintre cele 100 de pătrate ale grilei au fost localizate pozițiile rădăcinilor de diferite diametre: <1 mm (rădăcini active), între 1 și 2 mm, între 2 și 3 mm, între 3 și 4 mm și >4 mm. S-a calculat apoi suprafața secțiunii transversale a rădăcinilor din fiecare pătrat de 1 $dm^2$ al grilei (densitatea sumei acestei suprafețe – TRCSA), atât între rândurile de pomi, cât și de-a lungul acestora. O atenție specială a fost acordată rădăcinilor subțiri, active, absorbante, mai mici de 1 mm în diametru. Au fost determinate și suprafețele secțiunii transversale a trunchiului pomilor (TTCSA) la înălțimea de 30 cm deasupra solului, dar și producția de fructe.

Datele obținute din acest experiment au fost analizate prin analiza variației, testul t și testul Duncan. În plus, s-au calculat și ecuații de regresie, testându-se semnificația acestora, iar distribuția radiculară s-a făcut prin kriging (Programul SURFER) pentru interpolarea între punctele măsurate.

**Rezultate și discuții**

Metoda de irigație utilizată în livezile de măr favorizează o distribuție specifică a rădăcinilor pomilor și a masei radiculare exprimate aici prin suprafața secțiunii radiculare totale, în sol.

1. Distribuția spațială a suprafeței secțiunii rădăcinilor active (TRCSA-activă)

Comparația dintre variantele cercetate au relevat că, spre deosebire de alte variante, în varianta neirigată (NI), repartiția spațială a TRCSA-active a prezentat o valoare maximă (6 $mm^2$) la distanța de 0,2 – 0,4 m adâncime, fig. 6.B.1. În profunzimea solului, izoliniile au fost aproximativ paralele pe orizontală, arătând o descreștere continuă. La adâncimea de 0,9 – 1,0 m, nu s-au mai întâlnit practic rădăcini în sol.

În varianta irigată prin aspersiune, valoarea maximă (7 $mm^2$) a TRCSA-active a fost găsită la adâncimea de 0,2 m, de la care a scăzut spre profunzime. Izolinia reprezentând 0 rădăcini s-a înregistrat sub adâncimea de 1,0 m. În variantă irigată prin micro-aspersiune (MI) s-a găsit valoarea maximă (6 $mm^2$) în stratul de sol aflat între suprafața solului și adâncimea de 0,5 m. Totuși, TRCSA-activă a arătat valori superioare în profunzimea solului, comparativ cu celelalte variante. De ex., la adâncimea de 0,9 – 1,0 m izolinia TRCSA a avut valoarea de 2 $mm^2$. Varianta irigată prin picurare a prezentat valorile maxime (9-10 $mm^2$) în stratul de sol de 0 – 0,3 m adâncime, cele mai mari dintre toate variantele. Diferențele privind repartiția spațială a TRCSA-active s-au datorat probabil influenței specifice determinate de aplicarea irigației, metodei de irigare, deoarece atât condițiile naturale cât și parametrii tehnologici au fost similari.

Este interesant că varianta irigată prin picurare, datorită regimului specific de aplicare aproape continue a apei în perioada de vară, a favorizat o concentrare intensă a rădăcinilor la adâncimea de 0,3 – 0,4 m. Această distribuție radiculară a arătat că pomii irigați astfel au explorat mai intens volumul de sol, utlizând mai puțină energie.

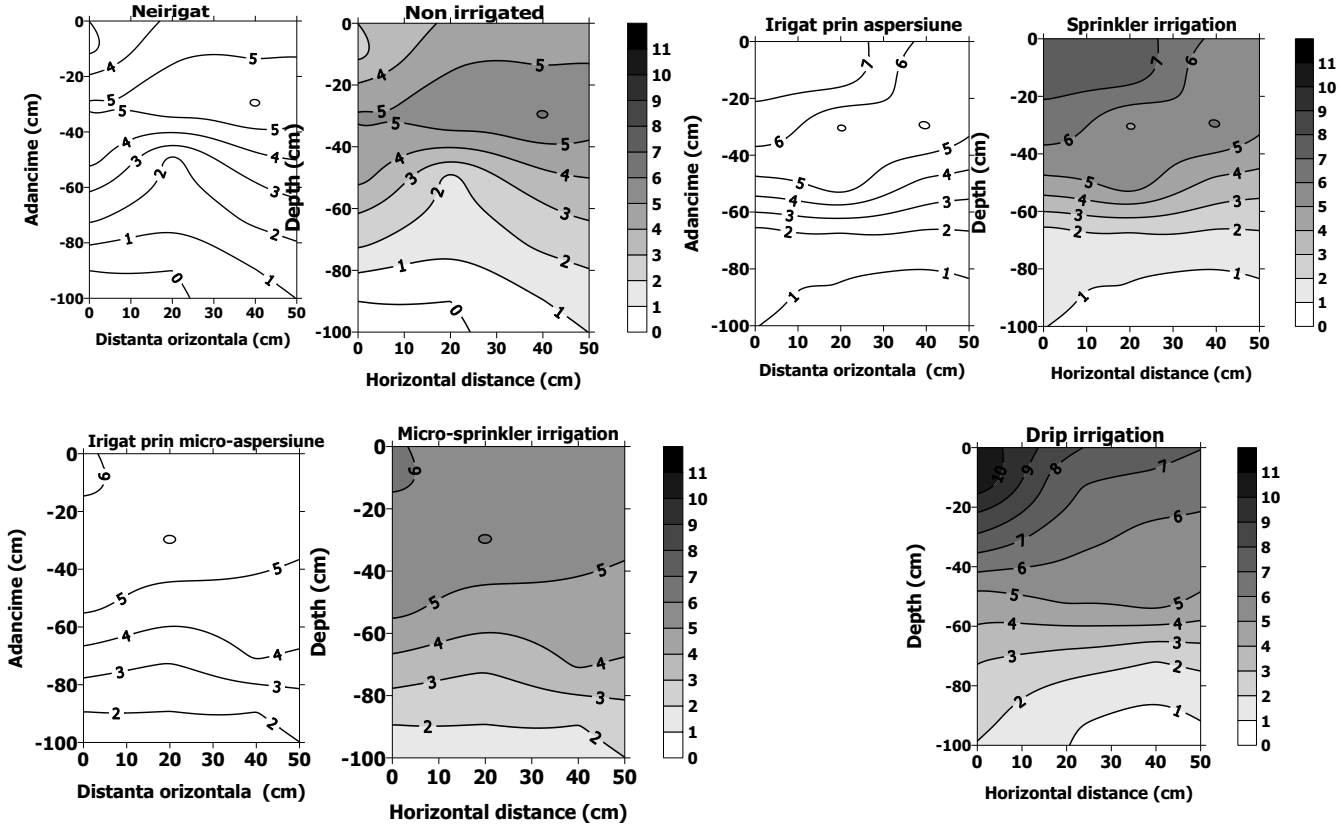



**Fig. 6.B.1. Distribuția spațială a suprafeței secțiunii radiculare active (<1 mm diametru, TRCSA-active, mm$^2$) în adâncime și pe orizontală la distanța de 0,75 m de pomii reprezentativi din variantele cercetate: neirigat (non irrigated), irigat prin aspersiune (sprinkler), prin micro-aspersiune (micro-sprinkler) și prin picurare (drip), după 7 ani de irigare**

1.2. Distribuția spațială a suprafeței secțiunii radiculare totale (TRCSA-totală)

Fig. 6.B.2 prezintă distribuția spațială a TRCSA-totală în adâncime și pe orizontală în variantele cercetate. În general, valorile maxime ale TRCSA-totale au fost găsite la cca. 0,3 m adâncime (80 mm$^2$) în varianta neirigată și în varianta irigată prin micro-aspersiune. Celelalte două variante de irigare (prin picurare și aspersiune) au prezentat valorile maxime (60-80 mm$^2$) mai aproape de suprafață, anume la aproximativ 10 cm adâncime. După cum se observă, TRCSA-totală a fost ușor mai profundă în variantele irigate prin aspersiune și micro-aspersiune comparativ cu martorul neirigat.

1.3. Distribuția spațială a sumei procentului de rădăcini active și a rădăcinilor totale de pe suprafața solului de 1 m$^2$ aflată la 0,75 cm de trunchiul pomilor, pentru adâncimea de 1 m, după 7 ani de aplicare a irigației

Este de asemenea important de vazut distribuția spațială a sumei procentului de rădăcini active și a rădăcinilor totale față de secțiunea de sol de 1 m adâncime (Fig. 6.B.3). Pentru variantele irigate prin picurare și aspersiune, cca. 35% din rădăcinile active s-au dezvoltat în primul strat de sol de 0,2 m grosime, respectiv 27-30% în cel de 0,2-0,4 m adâncime (Fig. 6.B.3a). Varianta neirigată a prezentat 26% din rădăcinile active în primii 0,2 m adâncime, iar valoarea maximă (37%) s-a înregistrat în următorul orizont de sol (0,2-0,4 m), de unde a scăzut uniform în profunzime. Totuși, în varianta irigată prin micro-aspersiune s-au găsit valori inferioare (25%) în primul strat de sol și valori superioare sub adâncimea de 0,6 m.

Acest indicator a arătat două grupe distincte de variante (Fig. 6.B.3b). În variantele neirigată și irigată prin micro-aspersiune, acest procent a înregistrat valori mult inferioare în primul strat de sol de 0,2 m adâncime, adică 10%, respectiv 20%; în următorul orizont de sol, de 0,2-0,4 m adâncime, valorile

acestui indicator au crescut la 50%, respectiv 47%. De la această adâncime procentul de rădăcini active a scăzut accentuat în jos. În variantele irigate prin picurare și prin aspersiune, a scăzut continuu din primul orizont de sol (cu 38-42%) în jos, la adâncimi de 0,9 m valorile fiind neglijabile.

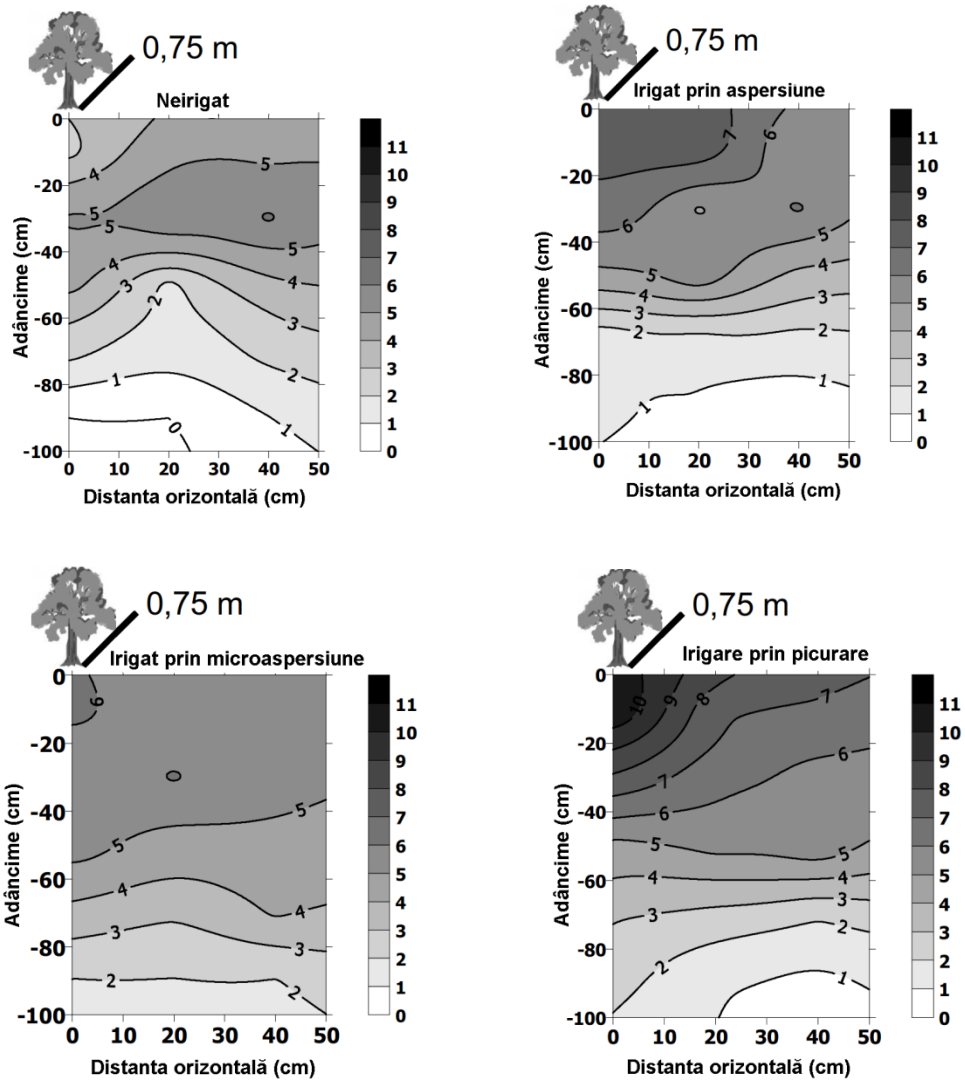
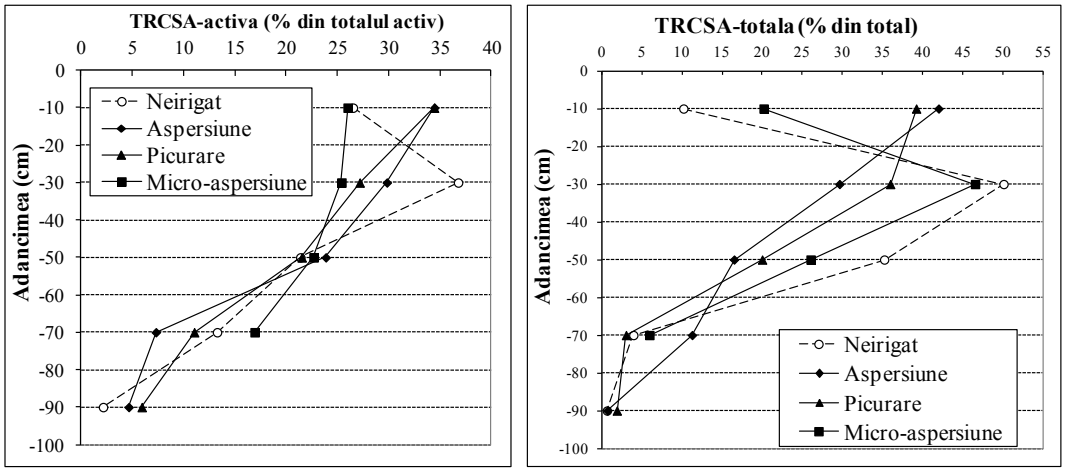



**Fig. 6.B.2. Distribuția spațială a suprafeței secțiunii radiculare totale (TRCSA-totală, mm$^2$) în adâncime și pe orizontală la distanța de 0,75 m de pomii reprezentativi din variantele cercetate, pentru adâncimea de 1 m, după 7 ani de irigare**

1.4. Suma suprafeței secțiunii transversale a rădăcinilor pomilor

Suma suprafeței secțiunii transversale a rădăcinilor pomilor, atât în cazul celor active cât și al celor totale, a fost, de asemenea, diferită între variantele cercetate (Fig. 6.B.4). Astfel, au existat diferențe semnificative în cazul TRCSA-active între variante (Fig. 6.B.4a). Variantele de irigare prin picurare și cele prin micro-aspersiune au prezentat valorile maxime (146, respectiv 130 mm$^2$), în timp ce varianta neirigată a arătat valoarea minimă (92 mm$^2$). În schimb, TRCSA-totală a evidențiat diferențe semnificative numai între varianta de micro-aspersiune (876 mm$^2$) și cea martor neirigat (725 mm$^2$), comparația indicând diferențe nesemnificative între celelalte variante (Fig. 6.B.4b).

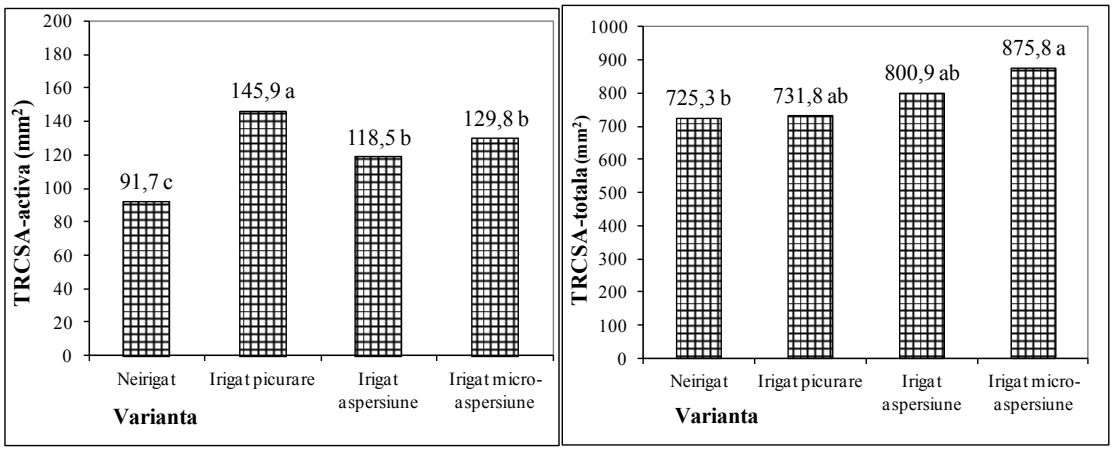
Aceste rezultate arată influența superioară determinată de metoda de irigație aplicată asupra sumei suprafeței secțiunii transversale a rădăcinilor active ale pomilor comparativ cu cele totale.




a) b)

**Fig. 6.B.3. Distribuția spațială a sumei procentuale a rădăcinilor active (a; TRCSA-activă) și a sumei procentuale a rădăcinilor totale (b; TRCSA-totală) de pe suprafața solului de 1 m$^2$ aflată la 0,75 cm de trunchiul pomilor, pentru adâncimea de 1 m (100%), după 7 ani de aplicare a irigației**

.

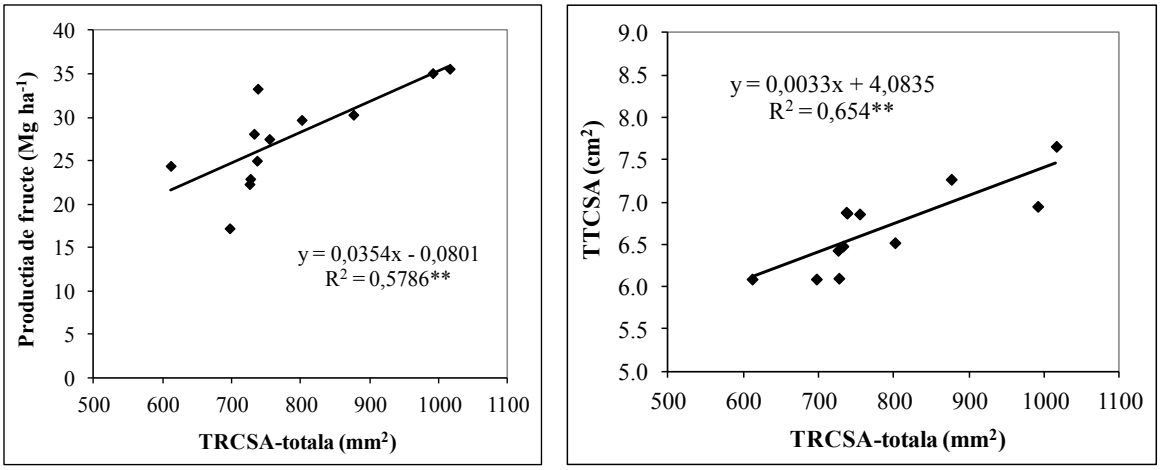



a) b)

**Fig. 6.B.4. Suma suprafeței secțiunii transversale a rădăcinilor pomilor, atât în cazul celor active (a; TRCSA-active) cât și al celor totale (b; TRCSA-totală), în condițiile prezentului experiment; mediile asociate cu aceeași literă nu sunt semnificativ diferite pentru probabilitatea de 5% după testul diferențelor limită**

2. Corelarea TRCSA cu producția de fructe și cu indicatorii de creștere

Rezultatele obținute din prezentul experiment au permis calculul unor ecuații de regresie ai corelațiilor dintre indicatorii menționați în subtitlu. Astfe, in Fig. 6.B.5a este redată corelația liniară, directă și semnificativă dintre suma suprafeței tuturor rădăcinilor (TRCSA-totală) din secțiunea experimentală și producția de fructe. O altă corelație liniară, directă și distinct semnificativă a fost găsită între TRCSA-totală și creșterea anuală a suprafeței secțiunii transversale a trunchiului pomilor (TTCSA) (Fig. 6.B.5b). Aceste corelații demonstrează faptul că diferențele dintre indicatorii sistemului radicular determinate de aplicarea diferitelor metode de irigare, ca efect al particularităților privind distribuția apei în livezi, influențează, de asemenea, producția de fructe și indicatorii de creștere ai pomilor.




a) b)

**Fig. 6.B.5. Corelațiile dintre suma suprafeței tuturor rădăcinilor (TRCSA-totală) din secțiunea experimentală pe de o parte și producția de fructe (a), respectiv creșterea anuală a suprafeței secțiunii transversale a trunchiului pomilor (b; TTCSA), după aplicarea a 7 ani de metode diferite de irigare**

**Concluzii**

Majoritatea rădăcinilor active, precum și majoritatea tuturor rădăcinilor, au prezentat valori maxime în primul strat de sol de 0,4 m adâncime, iar aproape toate rădăcinile s-au dezvoltat în stratul de sol de 1 m grosime, în toate variantele. Au existat însă și rădăcini mai jos de adâncimea de 1 m.

Chiar dacă irigația a fost aplicată pe o perioadă scurtă de timp pe parcursul unui an, vara, aceasta a produs diferențe în dezvoltarea sistemului radicular al pomilor în cei 7 ani de experimentare, dezvoltare asimilată aici cu indicatorul suprafeței secțiunii transversale a rădăcinilor – TRCSA. Rădăcinile pomilor au fost mai profund dezvoltate în cadrul variantelor irigate, comparativ cu martorul neirigat.

Diferitele metode de irigare au exercitat o influență mai puternică asupra rădăcinilor active, comparativ cu rădăcinile totale.

S-au obținut o corelație liniară distinct semnificativă între suma suprafeței tuturor rădăcinilor și producția de fructe, dar și între primul indicator și creșterea anuală a suprafeței secțiunii transversale a trunchiului pomilor. Prin urmare, în cadrul livezilor clasice dezvoltarea optimă a sistemului radicular determină la rândul său atât o creștere mai bună a pomilor, cât mai ales o producție superioară.

Prezentul experiment a relevat, de asemenea, că și în pomicultura clasică, aplicarea metodelor de irigație prin micro-aspersiune și prin picurare au fost cele mai bune metode de irigare în cadrul condițiilor naturale specifice solurilor cu textură mijlocie și/sau mijlociu-grosieră. Acestea pot fi recomandate însă, fără restricție, atât în livezile clasice cât și în cele intensive din țara noastră.

**Bibliografie**

Dragavtev, A. P. 1956. Iablonia gornih obitanii. Izd. Akademii nauk, Moskva.

Huquet, I.C. 1973. Nouvelle methode d'etude de l'enracinement des vegetaux perennes a partir d'une tranchee spirale. Ann. Agron. 24(6): 707-731.

Iancu, M. 1980. Irrigation influence on apple growth and fruit bearing (Influenta irigarii asupra cresterii si rodirii marului). Ph. D. Thesis, Library of the University of Agronomic Sciences, Bucharest, 174 pp.

Kolesnikov, V.A. 1971. The root system of fruit plants, Moscow.

Negrila A., 1971. Pomology (Pomicultura). Editor Didactica si Pedagogica, Bucharest.

Stan Sabina and Cotorobai, M. 1983. Influence of growth regulators on tree rooting system in apple (Influenta retardantilor asupra cresterii sistemului radicular la mar). Lucr. St. ICPP, vol. X, Pitesti, Romania: 137-142.

Tanasescu, N. 1999. A comparative study for some irrigation methods applied in fruit growing Ph.D. Thesis (Studiul comparativ al unor metode de udare în pomicultură). University of Agronomic Sciences, Bucharest, 135 pp.

Tanasescu, N. and Paltineanu, Cr. 2003. Fruit yield and tree growth versus crop evapotranspiration for various irrigation methods within the hilly region of Pitesti-Maracineni in the Golden Delicious Apple Cultivar. (Acta Horticulturae, 2003, presented in the 4th International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, Davies, CA, September 1-5, 2003, in progress).

Tănăsescu N., Paltineanu Cr., 2004a. Root distribution of apple tree ('Golden Delicious') under various irrigation systems within in the hilly region of Romania. International Agrophysics, Lublin, Poland, vol. 18. No 2:175-180. http://www.international-agrophysics.org/artykuly/international_agrophysics/IntAgr_2004 _18_2_175.pdf.
Teaci, D., Puiu, St., Amzar, Gh., Voiculescu, N. and Popescu, I. 1985. Influence of environmental conditions on fruit tree growing in Romania (Influenta conditiilor de mediu asupra cresterii pomilor in România). Editor Ceres, Bucharest, 260 p.
Trocme, S. and Gras, R. 1965. Sol et fertilization en arboriculture fruitiere. Editor G.M. Perrin, Paris.
Tudosescu, O. and Parnia, P. 1975. Tree root architecture depending on rootstock and cultivar in apple (Arhitectonica sistemului radicular la mar in functie de portaltoi si soi). Lucr. St. ICPP, vol. II, Pitesti, Romania: 189-200.
Voiculescu, N. 1999. Encyclopedia of fruit tree species (Enciclopedia speciilor pomicole), Editor Academiei Romane, Bucharest, 326 pp.
Westwood, M.N. 1978. Temperate zone pomology. W.H. Freeman Co., San Francisco.
Zucconi, F. 1988. Interazione tra apparato radicale e suola. Revista di Frutticoltura, Italia, vol. I, no 1-2.

## Capitolul 7. Evapotranspirația reală maximă (etc) și necesarul de apă de irigație (ni) aplicată prin aspersiune în regim optim în livezi

I. Evapotranspirația reală maximă

Evapotranspirația de referință (ETo) a fost estimată prin metoda Penman-Monteith, folosind ecuația combinată (Monteith, 1965; Allen, 1986; Allen ș.a., 1998), care necesită numai date de temperaturã, umiditate relativã, viteza vântului la înalțimea de 2 m și durata de strălucire a soarelui:

$$ET_o \text{ (mm/zi)} = (0.408\Delta(Rn-G)+900\gamma\, U_2(e_a-e_d)/(Tm+273))/(\Delta+\gamma\,(1+0.34U_2))$$

unde Rn este radiația netă la suprafața culturii (MJ/m$^2$/zi), calculatã cu ajutorul duratei de strălucire a soarelui; G este fluxul caloric al solului (MJ/m$^2$/zi); $\Delta$ este panta curbei presiunii vaporilor (kPa/°C); $\gamma$ este constanta psihrometricã (kPa/°C), $U_2$ (m/s) este viteza vântului la înălțimea de 2 m, $e_a$-$e_d$ reprezintã deficitul de presiune al vaporilor (kPa), Tm (°C) este temperatura medie a aerului.

Pentru calculul mărimilor derivate s-au utilizat formulele clasice descrise în Doorendos și Pruitt (1977) și Jensen ș.a. (1990).

Coeficienții de corecție ai culturii (Kc) s-au estimat cu ajutorul formulelor publicate de Allen ș.a. (1998). Kc pentru mijlocul perioadei de vegetație ($Kc_{mid}$), precum și Kc pentru faza finalã de vegetație a culturilor ($Kc_{end}$), au fost calculați prin ecuația:

$$Kc_{mid} = Kc_{mid}' + (0.04\,(U_2 -2)-0.004\,(RH_{min} - 45))\,(h/3)^{0.3}$$

unde $Kc_{mid}$' a fost tabelat în lucrările lui Allen ș.a. (1998) și a fost dat pentru condițiile în care umiditatea relativă a aerului ($RH_{min}$)=45 %, iar viteza vântului la înălțimea de 2 m ($U_2$) = 2 m/s; h = înălțimea medie a culturii. $Kc_{end}$ a fost calculat în mod similar, prin aceeași formulã dar înlocuind $Kc_{mid}$' cu $Kc_{end}$', ultimul fiind de asemenea tabelat, în timp ce Kc inițial ($Kc_{ini}$) a fost luat din același tabel (Allen s.a., 1998). Procedeul utilizat a fost similar cu acela prezentat de Doorenbos și Pruitt (1977). Coeficienții de corectie ai culturii, pentru fiecare decadă din perioada de vegetație, au fost apoi redați în funcție de timp pentru toate lunile de interes. Valorile Kc au fost estimate, ca medie pentru fiecare lună întreagă din perioada de vegetație.

Evapotranspiratia realã maximã (optimã, fãrã stres hidric) a culturii (ETc) a fost calculatã pentru fiecare lunã, cu ajutorul coeficienților de corectie ai culturii (Kc), estimați prin calcule și după valorile ETo-PM obținute pentru toatã perioada cercetatã.

Precipitațiile efective din cursul anului sau al lunilor de vegetație au fost calculate folosind metoda USBR recomandatã de programul CROPWAT (Smith, 1992):

$$P \text{ efective} = P_{tot}\,(125 - 0.2\,P_{tot})\,/\,125 \quad \text{pentru } P_{tot} < 250 \text{ mm, respectiv}$$
$$P \text{ efective} = P_{tot}\,(125 + 0.1\,P_{tot})\,/\,125 \quad \text{pentru } P_{tot} > 250 \text{ mm;}$$

unde $P_{tot}$ sunt precipitațiile lunare totale.

Deficitul lunar de apã al diferitelor culturi s-a calculat prin scãderea precipitațiilor efective medii lunare din valorile estimate ale ETc. Luând în considerare randamentul udării în câmp din sistemele de irigație prin aspersiune, s-a analizat apoi necesarul de apã de irigație (NI). In calculul acestora nu a fost inclus aportul umidității solului, care atinge frecvent 10-12 % (Grumeza ș.a., 1979; 1989), deoarece este variabil de la an la an și de la loc la loc. De asemenea, nu a fost abordat nici aportul freatic la consumul total al plantelor, adesea având caracter local.

Necesarul de apă de irigație în livezi (NI), în regim optim de aplicare a apei, conform metodei de irigare prin aspersiune, au fost calculate după metoda lui Allen ș.a. (1998), verificată în condițiile din țara noastră de Pălțineanu ș.a. (2007). De altfel, materialul acestui capitol se bazează în bună măsură pe datele publicate de Pălțineanu ș.a. (2007) și se referă la tot teritoriul țării noastre, indiferent de tipul de sol sau regiune geograficã.

ETc este tratată în acest capitol din punctul de vedere al repartiției teritoriale în țara noastră pentru speciile pomicole măr și prun, chiar dacă izoliniile acestora acoperă și regiunile montane înalte, unde acest indicator are numai rol orientativ, de comparație între regiunile geografice ale țării noastre.

I.1. ETc pentru livezile de măr, cu ogor între rândurile de pomi

În luna iunie, $ET_{c\text{-}est}$ pentru livezile cu acești pomi fructiferi se ridică la cca. 100 mm Dobrogea și de-a lungul Dunării în extremitatea sudică a Munteniei și Olteniei, respectiv la 90-100 mm în Câmpia Română și jumătatea estică a Moldovei, pentru a scădea la 70-90 mm în regiunile colinare ale Munteniei și Moldovei, fig. 7.1. Izoliniile ETc de 70 mm și 80 mm delimitează Podișul Transilvaniei, Câmpia de Vest și dealurile limitrofe fiind caracterizate de valori ETc de 80-100 mm. În luna iulie valorile cele mai ridicate (120-140 mm) ale ETc se găsesc, de asemenea, în Câmpia Română, Dobrogea și în partea de sud-est a Moldovei, de unde acestea scad la 90-120 mm spre regiunile colinare adiacente, respectiv la 80-110 mm în Podișul Transilvaniei, în timp ce regiunile de vest ale țării noastre sunt caracterizate de valori ale ETc de 100-120 mm, fig. 7.2. În luna august, valorile maxime ale ETc (peste 120 mm) se găsesc în extremitatea sud-vestică a Olteniei, Câmpia Română, Dobrogea și sud-estul Moldovei înregistrând 110-120 mm, iar regiunile colinare meridionale și orientale, precum și Câmpia de Vest și dealurile învecinate sunt caracterizate de valori ETc de 80-110, fig. 7.3. Podișul Transilvaniei este străbătut de izoliniile ETc de 90-100 mm. În toată perioada de vegetație extremitatea sud-vestică a Olteniei și Dobrogea sunt marcate de valorile maxime ale ETc (peste 520 mm) pentru aceste specii de pomi, iar Câmpia Română și sud-estul Moldovei sunt intersectate de izolinii ETc cuprinse în intervalul 480-520 mm, în timp ce Podișul Getic și regiunile subcarpatice meridionale, cea mai mare parte a Podișului Moldovenesc și regiunile subcarpatice orientale, împreună cu regiunile vestice prezintă valori de cca. 380-480 mm, fig. 7.4. În Transilvania se găsesc valori mai coborâte (380-440 mm).

I.2. ETc pentru livezile de măr, cu iarbă între rândurile de pomi

Valorile de cca. 110-120 mm ale ETc pentru măr cu iarbă între rândurile de pomi, pentru luna iunie se găsesc în partea sudică și centrală a Munteniei, în Dobrogea, precum și în partea estică a Moldovei, în timp ce regiunile colinare mai înalte din aceste provincii sunt caracterizate de valori ETc de 90-110 mm, valori care se întâlnesc și în Podișul Transilvaniei și în regiunile vestice ale țării noastre, fig. 7.5. În luna iulie, regiunile agricole din România prezintă valorile maxime, cele mai mari valori (peste 160 mm) ale ETc pentru aceste livezi existând în Câmpia Română și Dobrogea, de unde scad treptat spre regiunile cu altitudine superioară din Muntenia și Moldova până la cca. 120 mm, în timp ce în Podișul Transilvaniei și în regiunile vestice se întâlnesc izoliniile ETc de aproximativ 120-140 mm, fig. 7.6. În luna august valori de 160 mm ale ETc se întâlnesc numai local, în extremitatea sud-estică a Olteniei, iar Câmpia Română, Dobrogea și partea de sud-est a Moldovei beneficiază, de asemenea, de valori ridicate (140-160 mm), în timp ce în regiunile colinare de platformă sau subcarpatice, meridionale și orientale, valorile ETc oscilează între 100-140 mm, fig. 7.7. În Podișul Transilvaniei și în regiunile vestice se găsesc valori ale ETc de cca. 110-130 mm, respectiv 120-140 mm. În perioada de vegetație livezile de măr cu iarbă între rândurile de pomi prezintă valori foarte ridicate, acestea putând atinge chiar 680-700 mm în Dobrogea și în extremitatea sud-vestică a Olteniei, fig. 7.8. Câmpia Română și partea sud-estică a Moldovei sunt străbătute de izoliniile ETc cuprinse între 620-680 mm, valorile inferioare fiind localizate în regiunile colinare înalte, dar tot în regiunile colinare la altitudini superioare există valori ETc de 500-600 mm. În Podișul Transilvaniei valorile ETc se cifrează la 500-580 mm, iar regiunile vestice sunt traversate de izoliniile ETc de 540-640 mm.

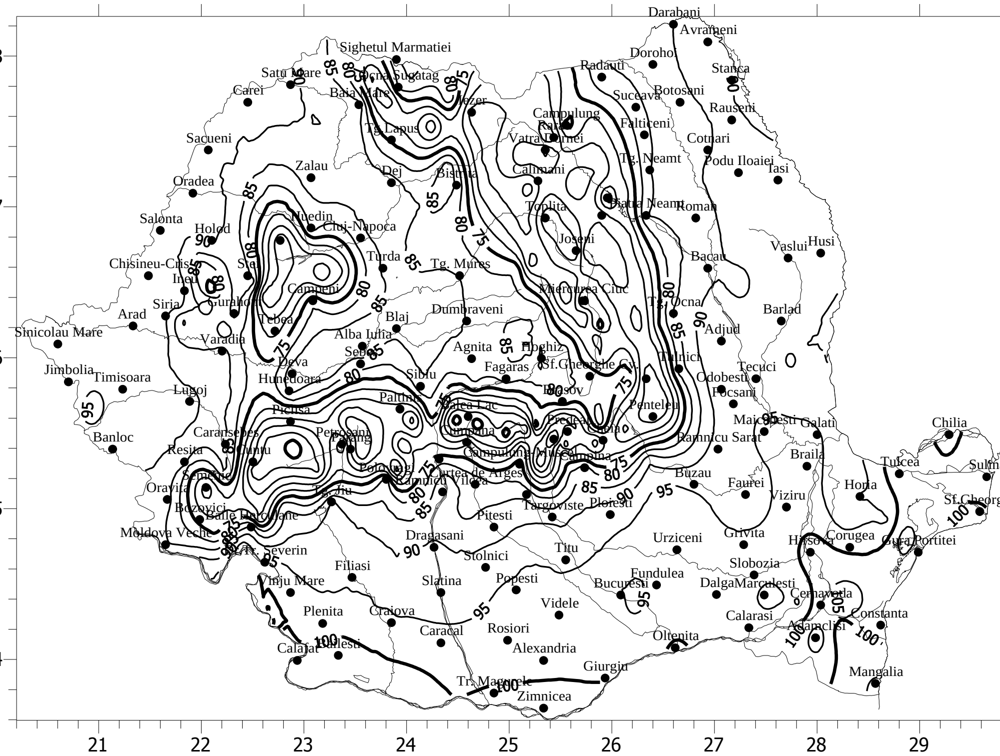



**Fig. 7.1. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru măr, cu ogor între rândurile de pomi, în iunie**

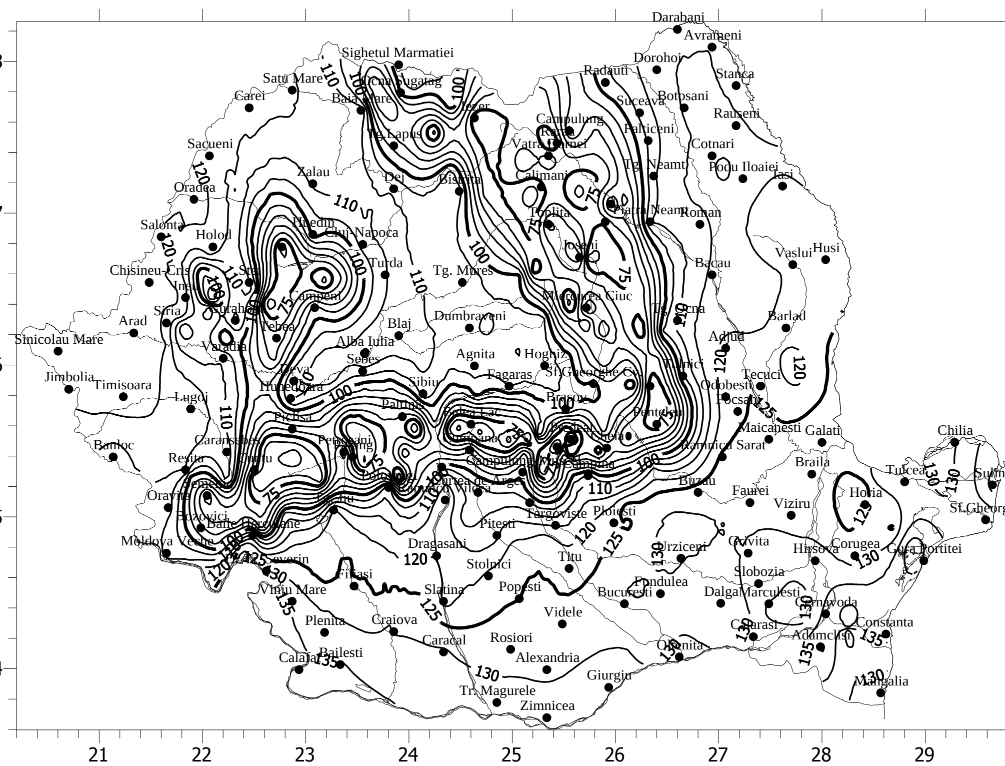



**Fig. 7.2. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru măr, cu ogor între rândurile de pomi, în iulie**

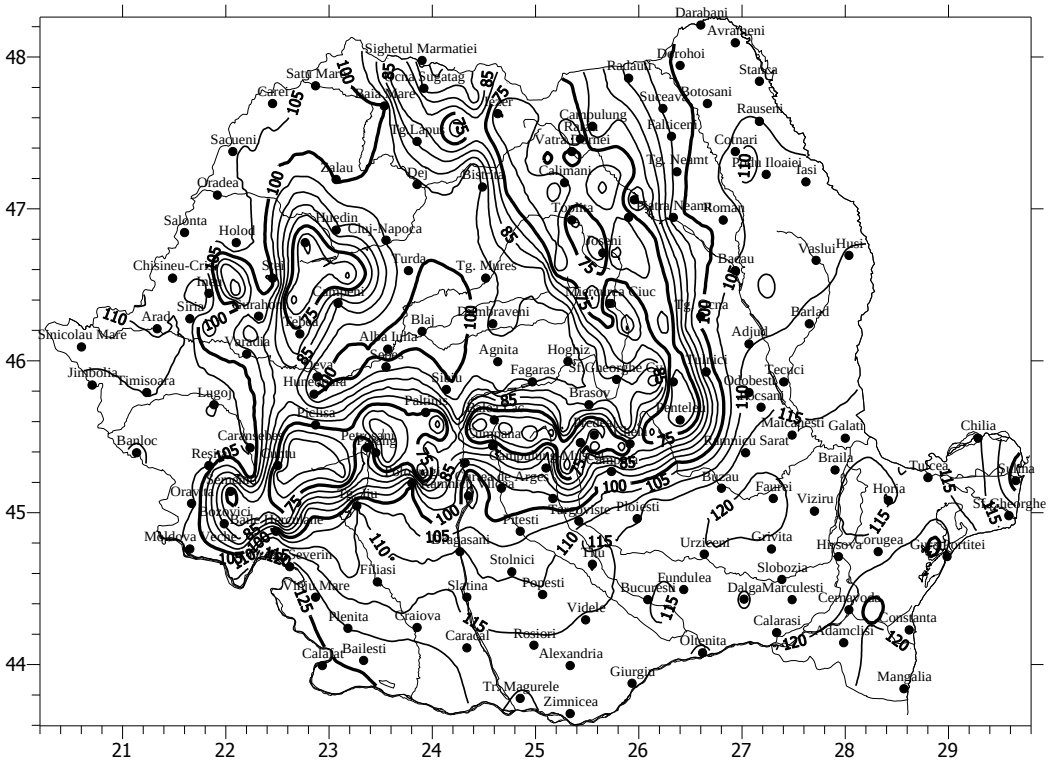


**Fig. 7.3. Repartiția geografică a Ec (mm) pentru măr, cu ogor între rândurile de pomi, în august**

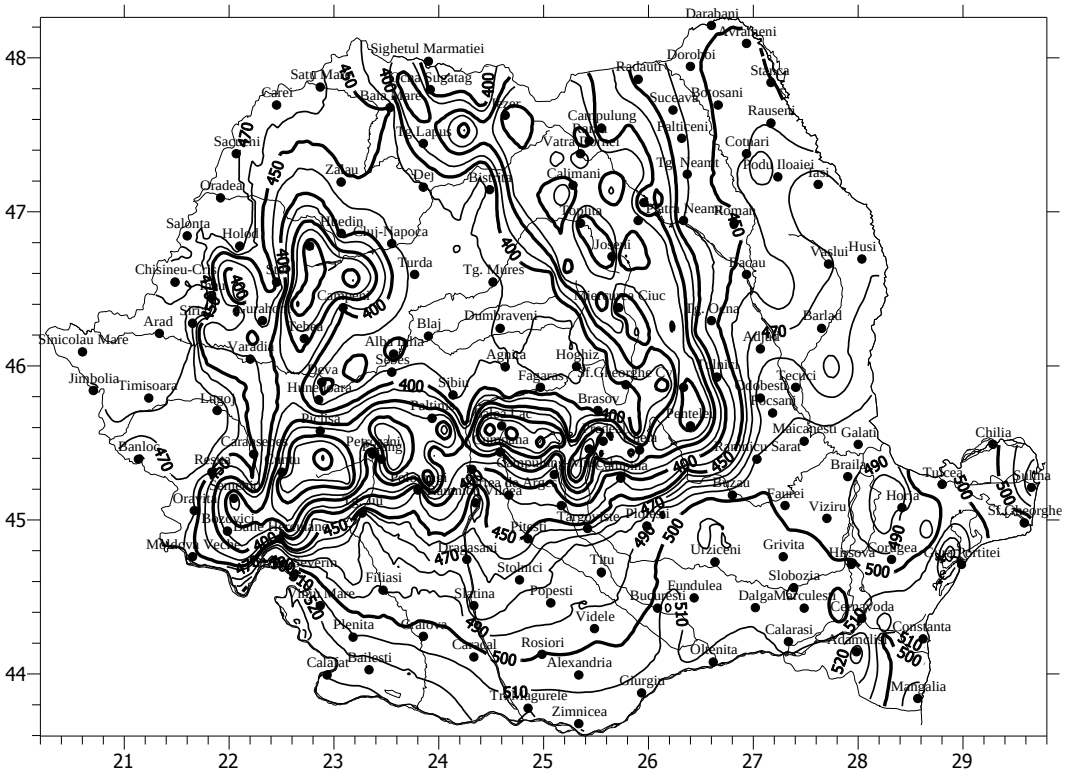


**Fig. 7.4. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru măr, cu ogor între rândurile de pomi, în perioada de vegetație**

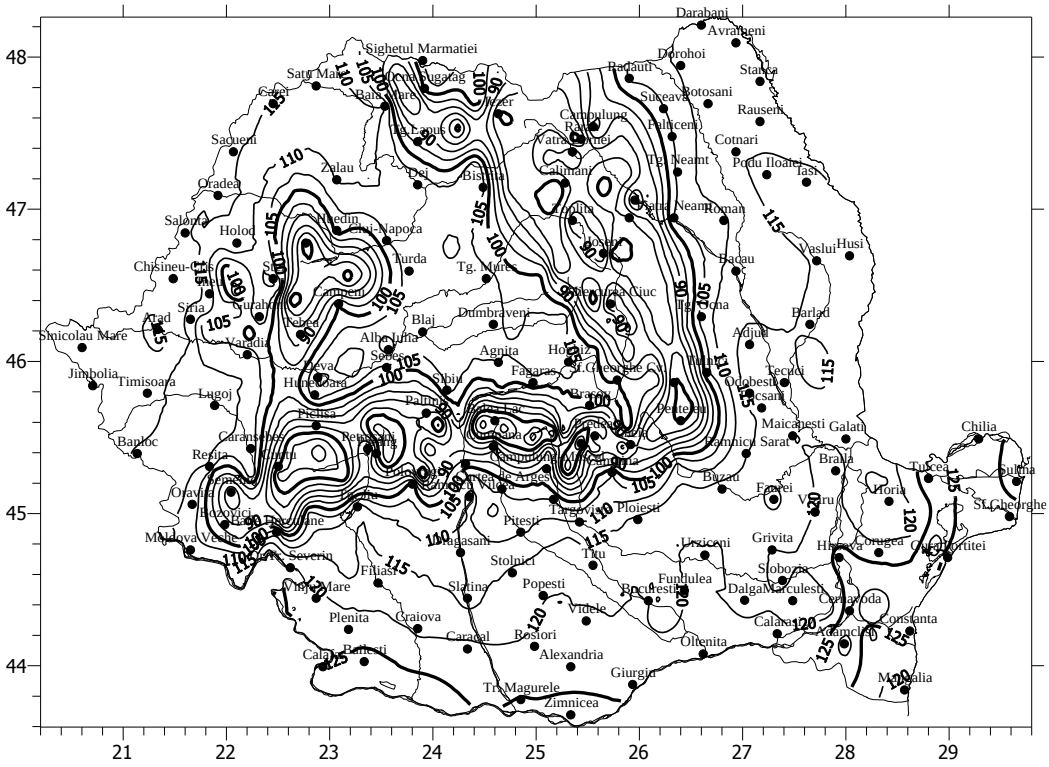


**Fig. 7.5. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru măr, cu iarbă între rândurile de pomi, în iunie**

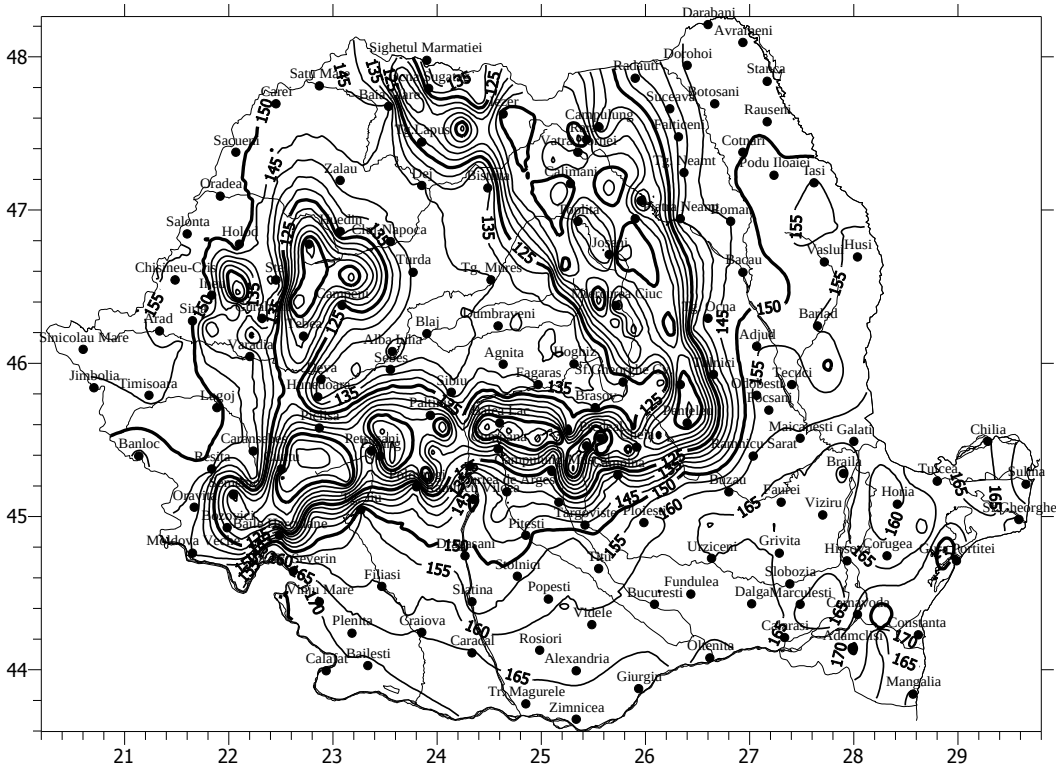


**Fig. 7.6. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru măr, cu iarbă între rândurile de pomi, în iulie**

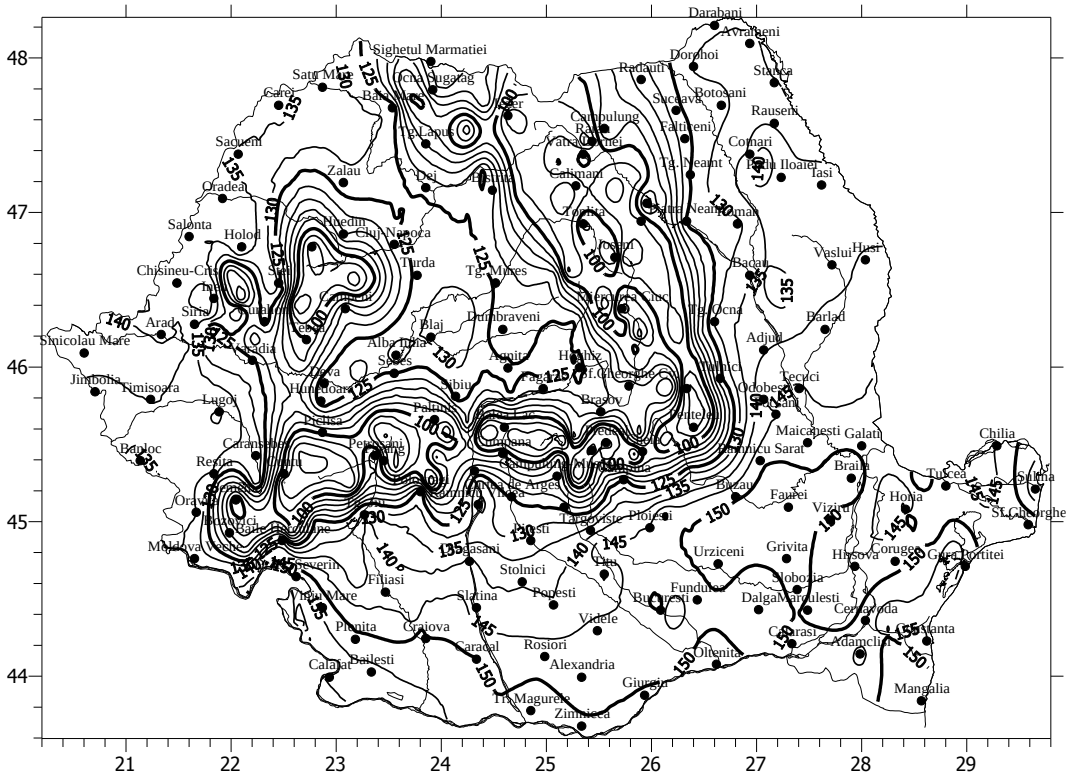


**Fig. 7.7. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru măr, cu iarbă între rândurile de pomi, în august**

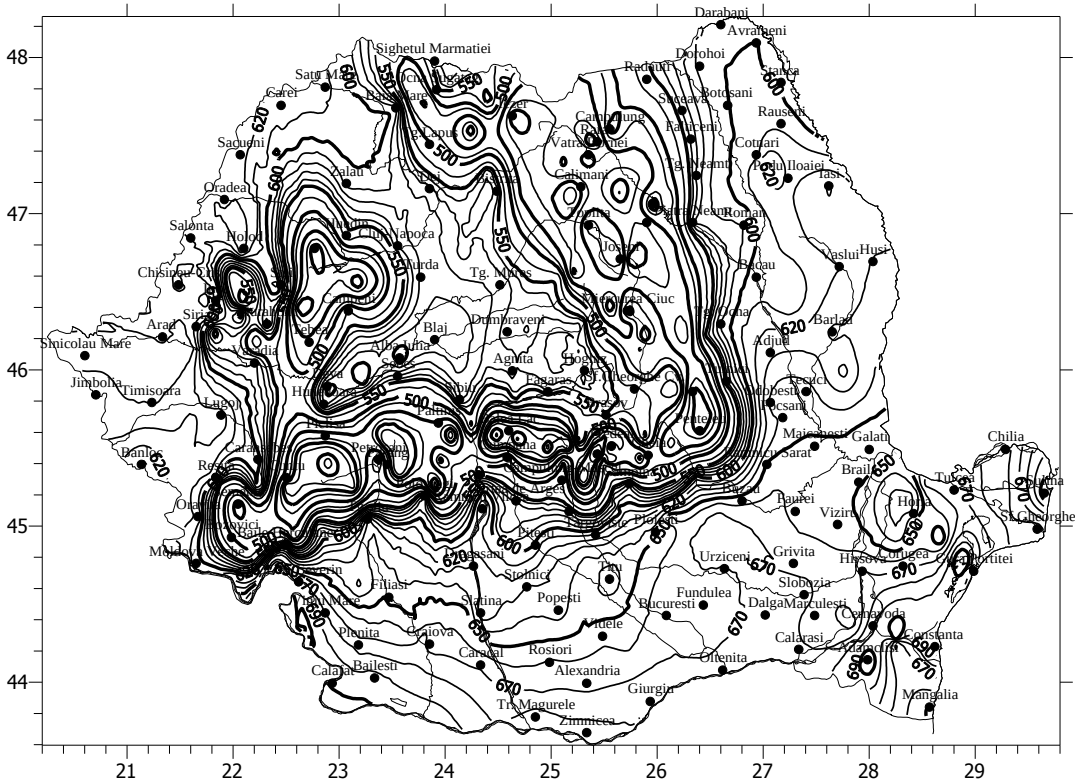


**Fig. 7.8. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru măr, cu iarbă între rândurile de pomi, în perioada de vegetație**

I.3. ETc pentru livezile de prun cu ogor între rândurile de pomi

În luna iunie ETc pentru livezile de prun, cu ogor între rândurile de pomi, se cifrează la cca. 90-100 mm în Câmpia Română, Dobrogea și extremitatea sud-estică a Moldovei, la 70-90 mm în regiunile colinare de podiș și subcarpatice meridionale, orientale și occidentale, pentru ca în Podișul Transilvaniei aceasta să atingă 70-80 mm, fig. 7.9.

Valorile ETc în luna iulie ating aproximativ 120-125 mm în jumătatea sudică a Câmpiei Române, Bărăgan și Dobrogea, 110-120 mm în partea centrală a Câmpiei Române și în jumătatea estică a Moldovei, 90-110 mm în Podișul Getic, Subcarpații Meridionali și Subcarpații Răsăriteni, precum și în regiunile vestice, respectiv 90-100 mm în Podișul Transilvaniei, fig. 7.10.

În luna august, valorile ETc de 100-120 mm caracterizează Câmpia Română, Dobrogea și jumătatea estică a Moldovei, iar cele de 70-100 mm marchează teritoriul regiunilor colinare, inclusiv formațiunile Subcarpatice meridionale, orientale și occidentale, în timp ce în Podișul Transilvaniei se găsesc valori ETc de 80-90 mm, fig. 7.11. Câmpia de Vest este brăzdată de izoliniile ETc de 90-100 mm.

În perioada de vegetație, regiunea cu valori maxime ale ETc pentru majoritatea culturilor agricole și a perioadelor studiate, cea din sud-vestul Olteniei prezintă în acest caz 500-520 mm, dar în Câmpia Română și Dobrogea există valori de 480-500 mm ale aceluiași indicator, pentru ca în arealele mai înalte din Oltenia și Muntenia acestea să scadă la 400-480 mm, fig. 7.12. Moldova este intersectată de izoliniile ETc de 380-480 mm, Podișul Transilvaniei de izoliniile de 400-420 mm, iar regiunile vestice de izoliniile de 400-460 mm.

I.4. ETc pentru livezile de prun cu iarbă între rândurile de pomi

În luna iunie, în Dobrogea și în extremitatea sudică a Câmpiei Române se găsesc valori ridicate ale ETc (120 mm) pentru aceste culturi horticole, dar cea mai mare parte a acestei câmpii și partea sud-estică a Podișului Moldovenesc arată valori ETc cuprinse între 110 mm și 120 mm, fig. 7.13. Podișul Getic și regiunile colinare Subcarpatice meridionale și orientale, precum și regiunile vestice ce cuprind câmpii și dealuri prezintă valori ale ETc de 90-110 mm, pentru ca în Podișul Transilvaniei variația ETc să acopere domeniul de 80-100 mm.

Pentru luna iulie ETc crește considerabil, regiunile sudice cele mai calde: Câmpia Română, Dobrogea și partea sud-estică a Moldovei fiind caracterizate de valori ETc de 150-160 mm, iar arealele colinare aferente, de cca. 100-150 mm, fig. 7.14. În Podișul Transilvaniei se întâlnesc valori ale ETc de 120-130 mm, Câmpia de Vest și regiunile deluroase occidentale prezentând valori ETc de 130-150 mm.

În luna august se mențin valori foarte ridicate ale ETc (peste 150 mm) în Dobrogea și în extremitatea sud-vestică a Olteniei, iar Câmpia Română și sud-estul Moldovei sunt marcate, de asemenea, de prezența unor valori ridicate (130-150 mm), în timp ce regiunile colinare aferente beneficiază de valori moderate ale ETc (90-130 mm), fig. 7.15. Podișul Transilvaniei este încadrat de izoliniile ETc de 100-120 mm, iar regiunile vestice ale țării sunt străbătute de izoliniile de 110-130 mm.

Pentru toată perioada de vegetație valorile ETc ating cca. 630-650 mm în extremitatea sudică a României și în Dobrogea, 600-640 mm în Câmpia Română, parțial în Dobrogea și sud-estul Moldovei, fig. 7.16. Livezile de piersic, cais și prun cu iarbă între rândurile de pomi, prezintă acum valori de cca. 500-600 mm în regiunile deluroase din Podișul Getic și arealele subcarpatice limitrofe, cea mai mare parte a Moldovei și regiunile vestice de câmpie și colinare, iar în Podișul Transilvaniei acestea se cifrează la 500-540 mm.

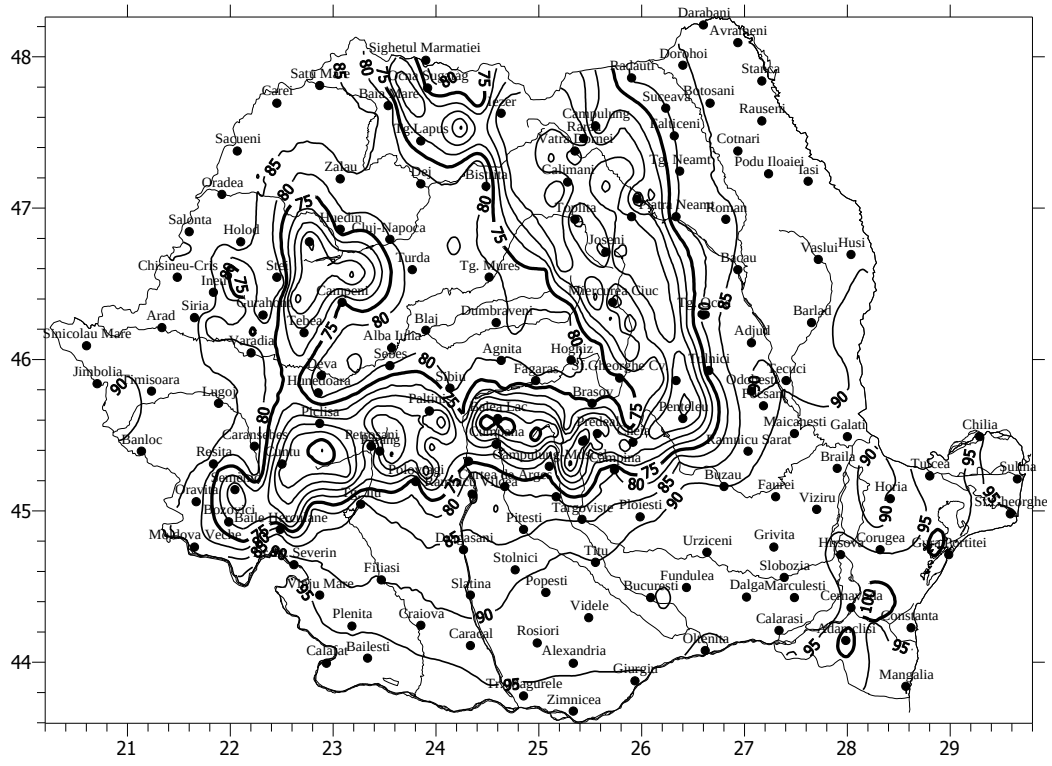



**Fig. 7.9. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru prun cu ogor între rândurile de pomi, în iunie**

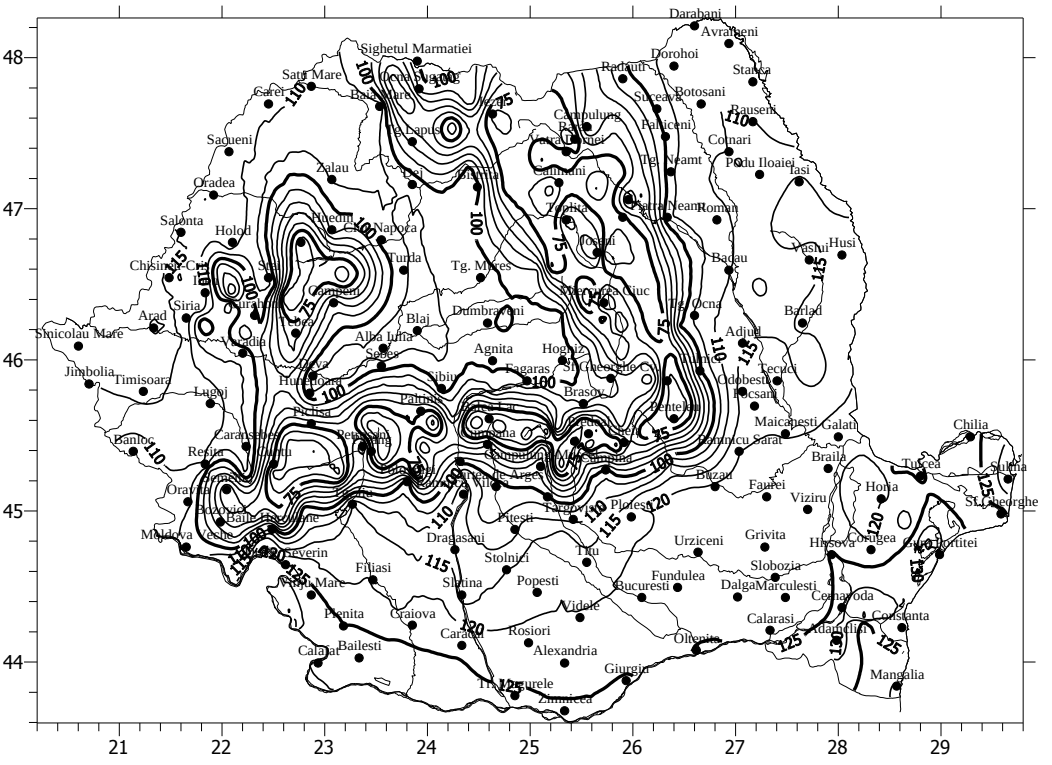



**Fig. 7.10. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru prun cu ogor între rândurile de pomi, în iulie**

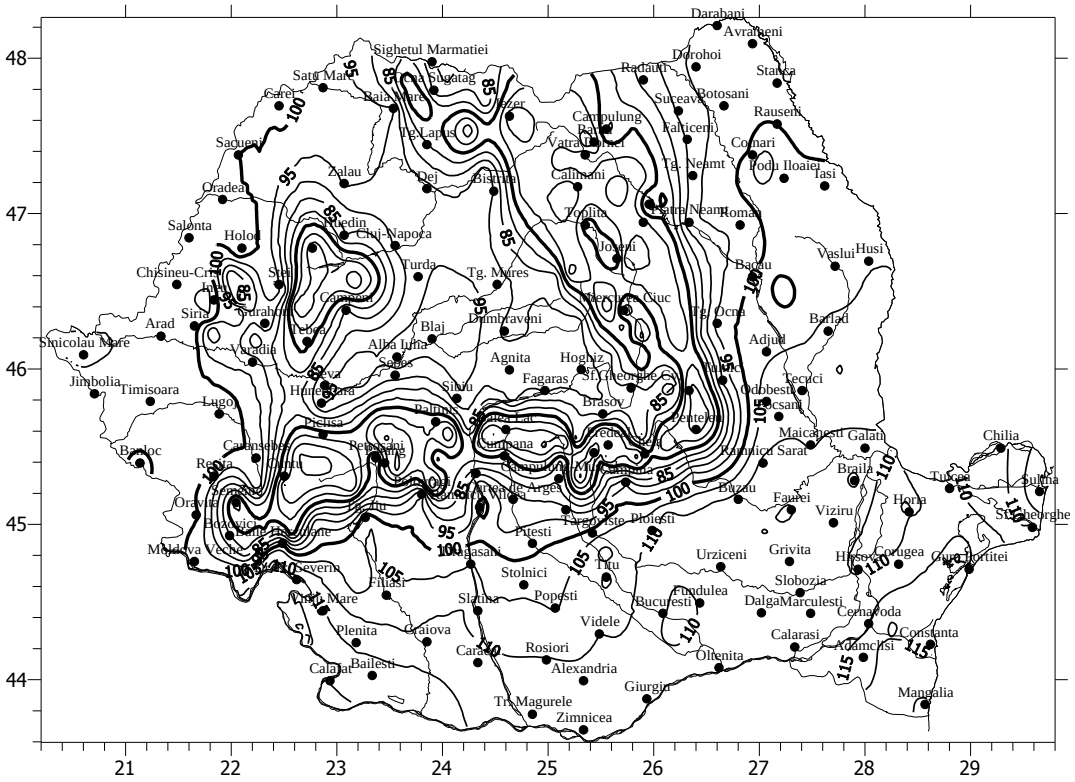


**Fig. 7.11. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru prun cu ogor între rândurile de pomi, în august**

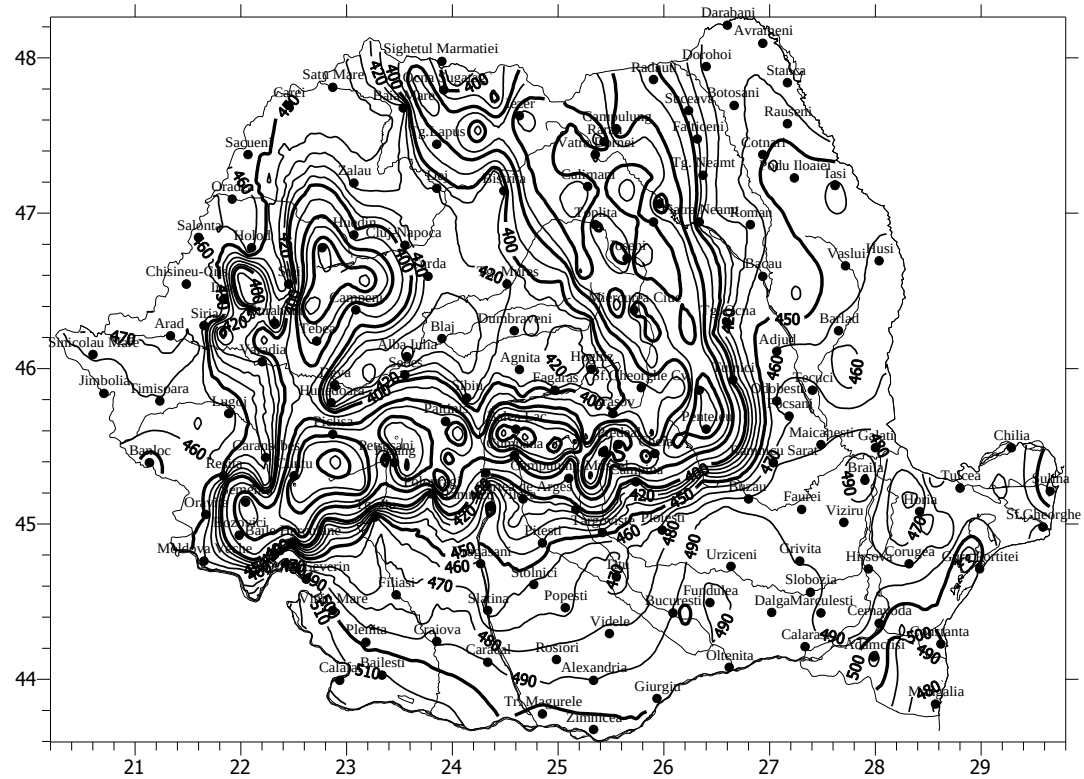


**Fig. 7.12. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru prun cu ogor între rândurile de pomi, în perioada de vegetație**

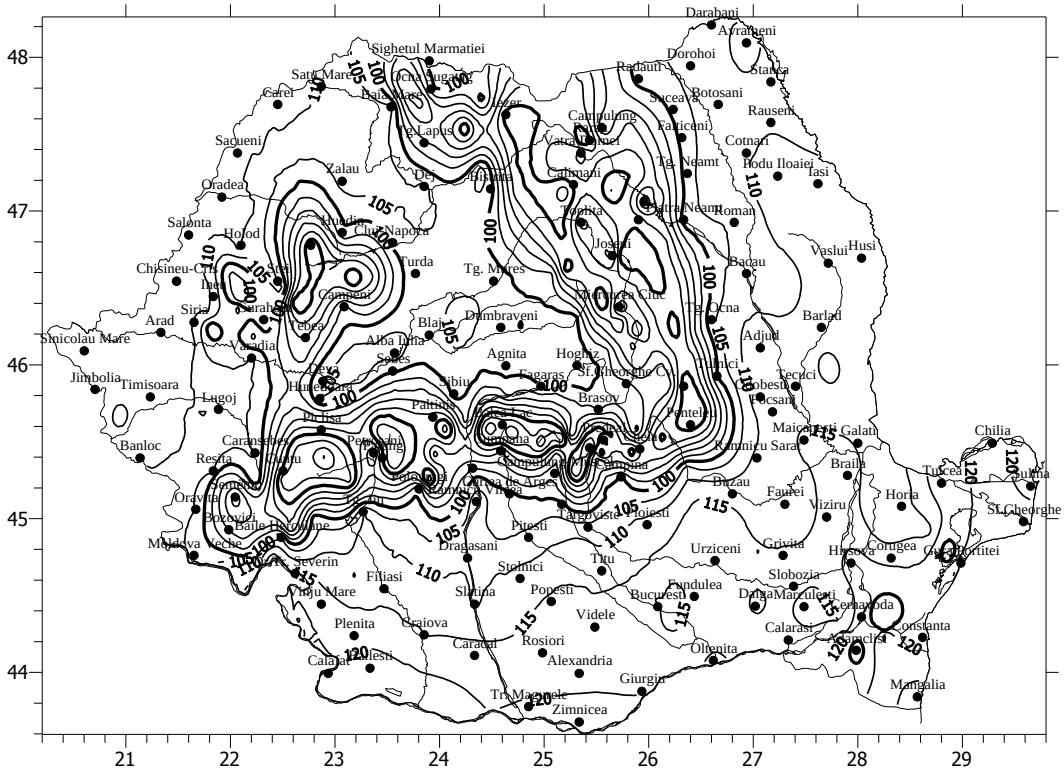


**Fig. 7.13. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru prun cu iarbă între rândurile de pomi, în iunie**

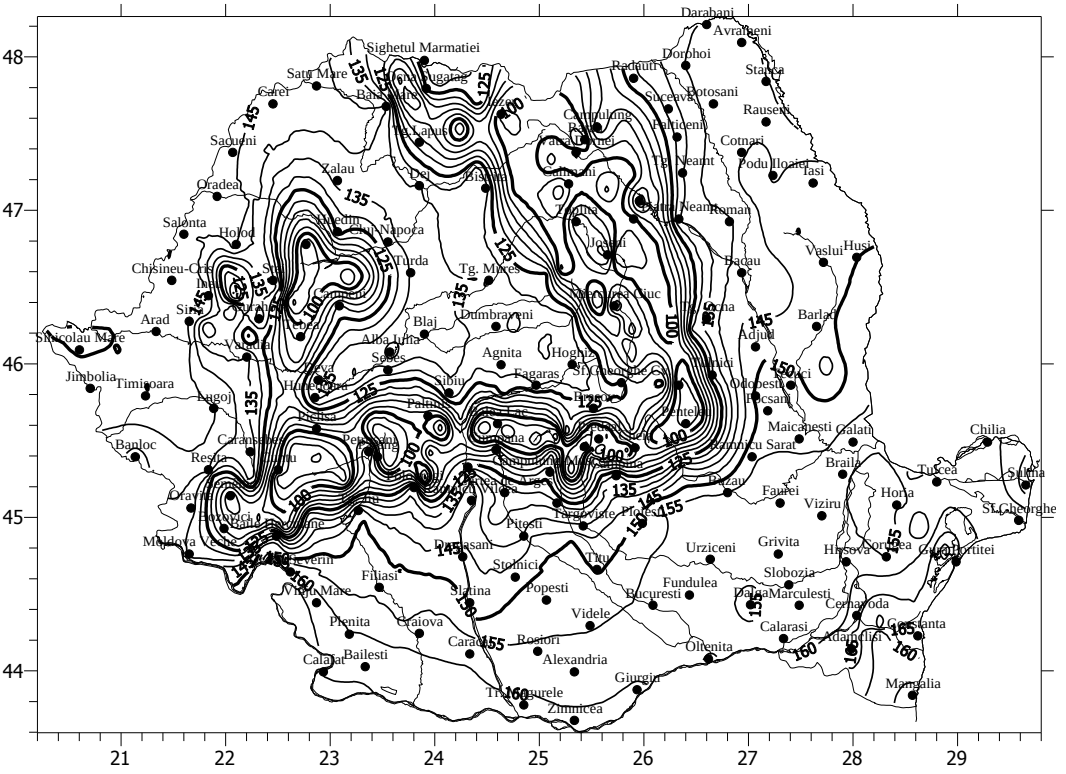


**Fig. 7.14. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru prun cu iarbă între rândurile de pomi, în iulie**

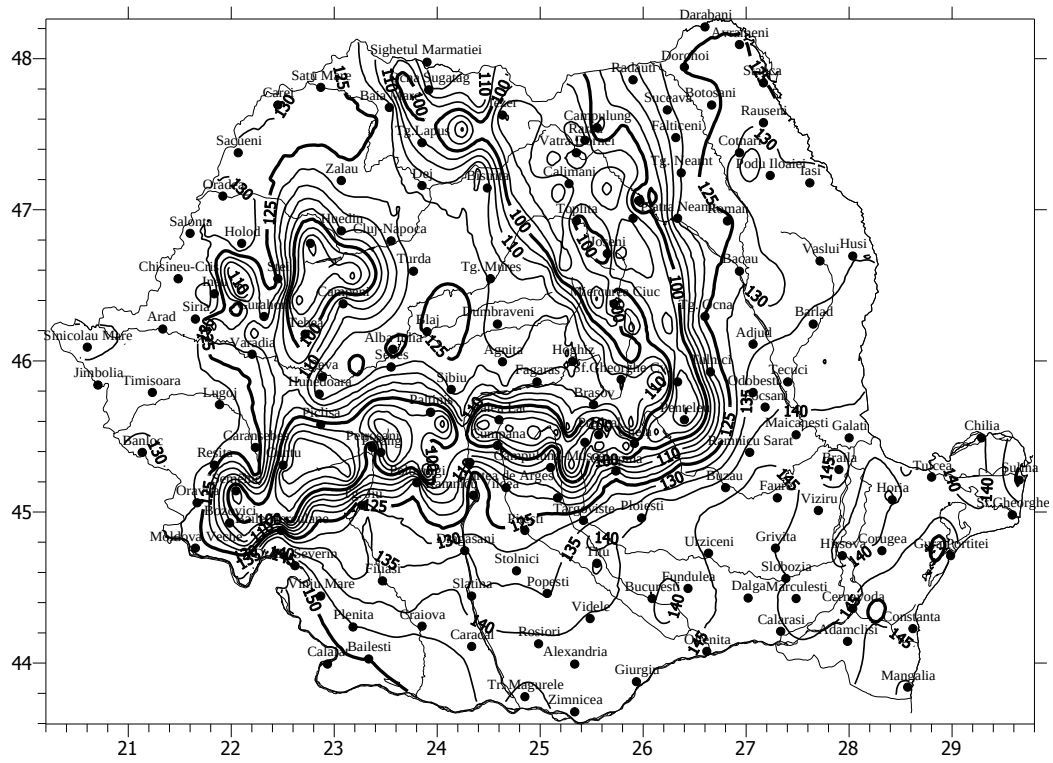


**Fig. 7.15. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru prun cu iarbă între rândurile de pomi, în august**

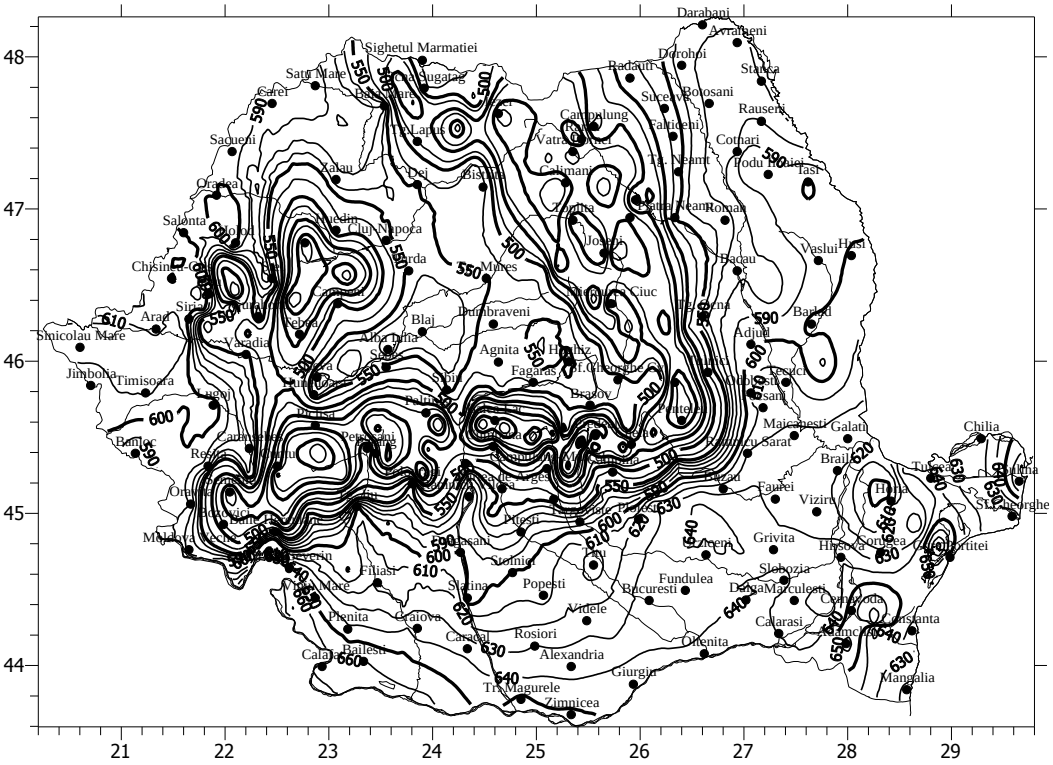


**Fig. 7.16. Repartiția geografică a ETc (mm) pentru prun cu iarbă între rândurile de pomi, în perioada de vegetație**

II. Necesarul de apă de irigație în regim optim de aplicare a apei prin aspersiune

Necesarul lunar de apă de irigație pentru terenurile fără aport freatic a rezultat din valorile ETc din care s-au scăzut precipitațiile efective, pentru generalizarea expunerii considerându-se neglijabile contribuția rezervei de apă din sol pe perioada de vegetație sau aportul de apă din regiunile sau formele de relief învecinate.

II.1. Necesarul de apă de irigație (NI) aplicată prin aspersiune pentru livezile de măr cu ogor între rândurile de pomi

În luna iunie, valorile maxime ale NI abia depășesc 40 mm numai în Dobrogea și estul Bărăganului, precum și în extremitatea sudică a Câmpiei Române (fig. 7.17). În iulie (fig. 7.18) valori ale NI de peste 80 mm se înregistrează în Dobrogea, Bărăgan, partea sud-vestică a Câmpiei Române. Următoarea grupare NI, de 40-80 mm, se desfășoară în cea mai mare parte a Câmpiei Române, parțial în regiunile colinare meridionale, apoi în cea mai mare parte a Podișului Moldovenesc, Câmpia de Vest și regiunile deluroase adiacente, precum și în partea vestică a Podișului Transilvaniei. În luna august se înregistrează valori NI de peste 80 mm în cea mai mare parte a Dobrogei, partea estică a Bărăganului și extremitatea sud-vestică a Câmpiei Române, fig. 7.19. În schimb, cea mai mare parte a Câmpiei Române, arealele colinare ce aparțin Podișului Getic, parțial regiunii subcarpatice meridionale, cea mai mare parte a Podișului Moldovenesc, dealurile occidentale și Câmpia de Vest, precum și partea occidentală a Podișului Transilvaniei sunt caracterizate de valori NI de 40-80 mm. În perioada de irigație pentru aceste livezi cu ogor negru între rândurile de pomi, regiunile secetoase, cu ariditate pronunțată (Dobrogea, jumătatea estică a Bărăganului și extremitatea sudică a Câmpiei Române) prezintă valori NI de peste 200 mm, atingând chiar 240 mm în Dobrogea (fig. 7.20). Jumătatea sudică a Câmpiei Române (excepție extremitatea sudică a acesteia), partea de vest a Câmpiei Bărăganului, partea sud-estică a Moldovei și extremitatea occidentală a Câmpiei de Vest se remarcă prin prezența izoliniilor NI de 150-200 mm.

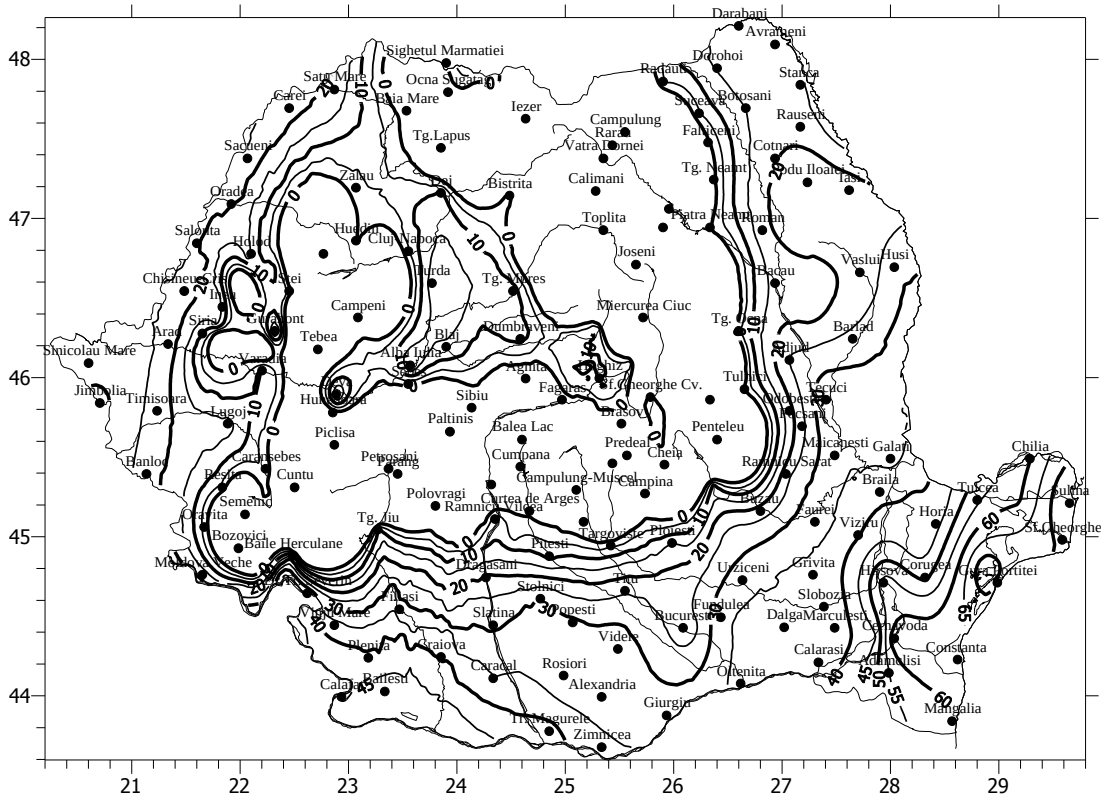



**Fig. 7.17. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru măr cu ogor negru între rândurile de pomi, în luna iunie**

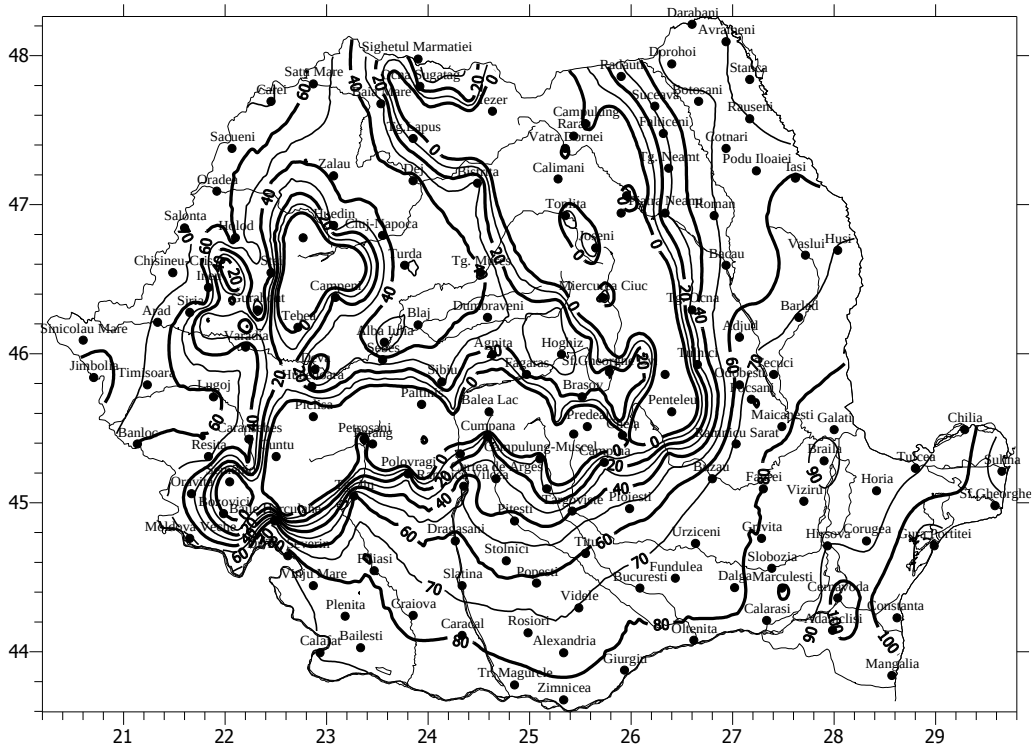



**Fig. 7.18. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru măr cu ogor negru între rândurile de pomi, în luna iulie**

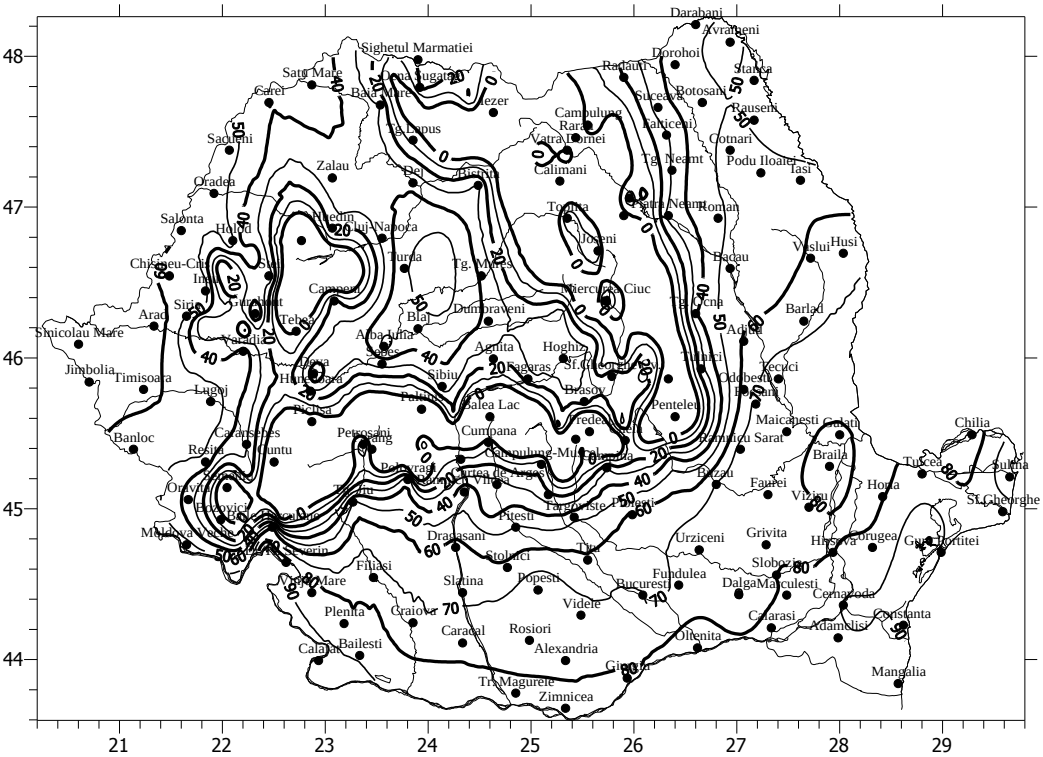



**Fig. 7.19. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru măr cu ogor negru între rândurile de pomi, în luna august**

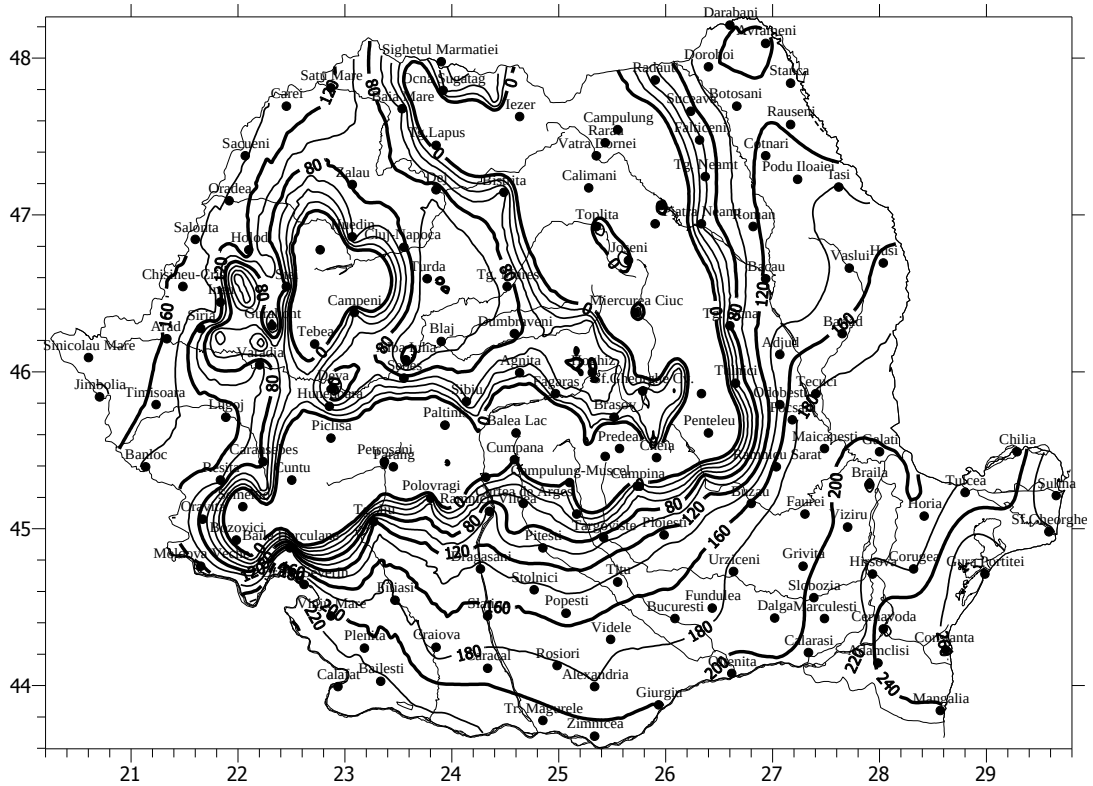



**Fig. 7.20. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru măr cu ogor negru între rândurile de pomi, în perioada de vară**

În regiunile mai înalte, de ex. în partea nordică a Câmpiei Române, partea centrală și estică a Podișului Moldovenesc, partea estică și centrală a Câmpiei de Vest și dealurile învecinate, partea vestică a Podișului Transilvaniei se întâlnesc valori ale NI de 100-150 mm pentru perioada de irigație. Regiunile aflate la o altitudine și mai mare decât categoria anterioară, cum ar fi arealele deluroase extracarpatice, Podișul Transilvaniei în mare măsură, partea răsăriteană a regiunii colinare occidentale se încadrează în categoria terenurilor cu valori NI de 50-100 mm.

II.2. Necesarul de apă de irigație prin aspersiune pentru măr având covor de iarbă între rândurile de pomi

Consumul de apă, implicit cerințele de apă de irigație cresc în situația existenței covorului de iarbă între rândurile de pomi. Astfel, în luna iunie valorile NI se ridică în prezenta situație la peste 80 mm în unele areale din partea estică a Dobrogei (fig. 7.21). Valori mai mici ale NI (60-80 mm) se înregistrează în cea mai mare parte a Dobrogei, în partea sudică a Câmpiei Române și Bărăgan, regiuni cu puține livezi de măr, iar în cea mai mare parte a Câmpiei Române, în Podișul Getic, în jumătatea estică a Podișului Moldovenesc și în Câmpia de Vest domeniul de variație al izoliniilor NI este de 40-80 mm.

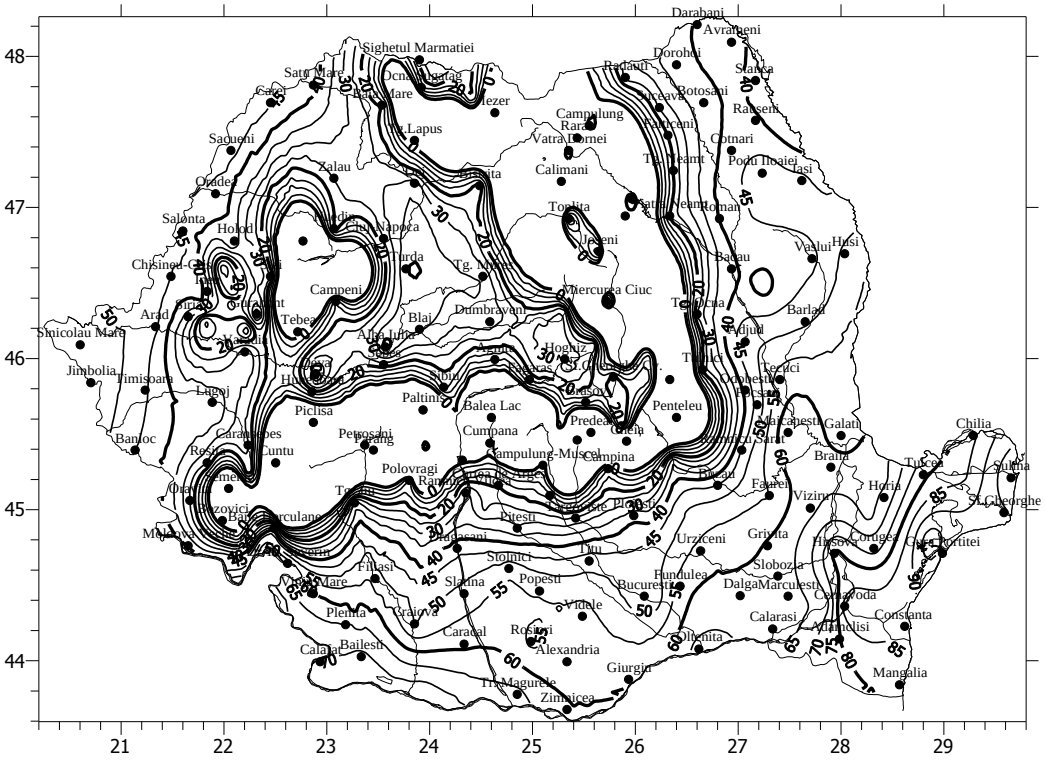


**Fig. 7.21. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru măr cu iarbă între rândurile de pomi, în luna iunie**

În luna iulie valorile NI cresc până la peste 120 mm în partea estică a Dobrogei și a Bărăganului, precum și în partea sudică a Câmpiei Române, fig. 7.22. De asemenea, valori ridicate ale NI (100-120 mm) se găsesc în partea central-sudică a Câmpiei Române, Bărăgan, partea sud-estică a Podișului Moldovenesc și în partea occidentală a Câmpiei de Vest. Valorile NI descresc la 80-100 mm în partea nordică a Câmpiei Române, în partea centrală și estică a Podișului Moldovenesc și în partea vestică a Podișului Transilvaniei, partea estică a Câmpiei de Vest și în arealele deluroase vecine. Ultima grupare de terenuri care pot fi irigate, cu 40-80 mm apă, cuprinde regiunile colinare meridionale înalte, partea vestică a Podișului Moldovenesc, cea mai mare parte a Podișului Transilvaniei și arealele mai înalte ale dealurilor occidentale.

Luna august prezintă, de asemenea, valori ridicate ale NI pentru aceste livezi cu covor de iarbă. Se remarcă regiunile cu peste 120 mm apă de irigație din extremitatea sud-vestică a Olteniei și din Dobrogea, fig. 7.23. Valori CAI de 100-120 mm se găsesc în jumătatea sudică a Câmpiei Române, Bărăgan, extremitatea sud-estică a Moldovei, în timp ce jumătatea nordică a Câmpiei Române, partea centrală a Podișului Moldovenesc, Câmpia de Vest, parțial jumătatea vestică a Podișului Transilvaniei prezintă valori NI de 80-100 mm apă de irigație. Regiunile colinare extracarpatice meridionale și orientale, partea nordică a Podișului Moldovenesc, cea mai mare parte a Podișului Transilvaniei și dealurile occidentale ale țării pot beneficia de 40-80 mm apă de irigație pentru aceste livezi.

În perioada de irigație, valorile NI depășesc 300 mm în cea mai mare parte a Dobrogei, local în Bărăgan, apoi în extremitatea sud-vestică a Câmpiei Române și ajung la 250-300 mm în jumătatea sudică a Câmpiei Române, Bărăgan, partea sud-estică a Podișului Moldovenesc, extremitatea occidentală a Câmpiei de Vest, fig. 7.24. Valori ridicate (200-250 mm) se mai găsesc, de asemenea, în partea nordică a Câmpiei Române, în partea centrală a Podișului Moldovenesc, în cea mai mare parte a Câmpiei de Vest și în regiunea colinară adiacentă. În fine, o ultimă regiune irigabilă pentru livezile de măr, păr și cireș cu covor de iarbă între rândurile de pomi o reprezintă arealele cu 100-200 mm apă de irigație, din regiunile colinare extracarpatice meridionale și orientale, Podișul Transilvaniei, dealurile occidentale ale României.

Pentru comparație, în cazul mărului, date publicate pentru partea de nord-est a S.U.A., cu o climă apropiată de clima din țara noastră (Dragoni ș.a., 2004), arată că valoarea consumului optim de apă din luna cu consum maxim, iulie, este de cca. 4,8 mm/zi (cca. 150 mm/lună). În partea de nord-vest a S.U.A., cu o climă mult mai aridă (Statul Colorado), $ET_o$ depășește 1000 mm anual, iar norma de irigație atinge peste 750 mm (Caspari ș.a., 2004).

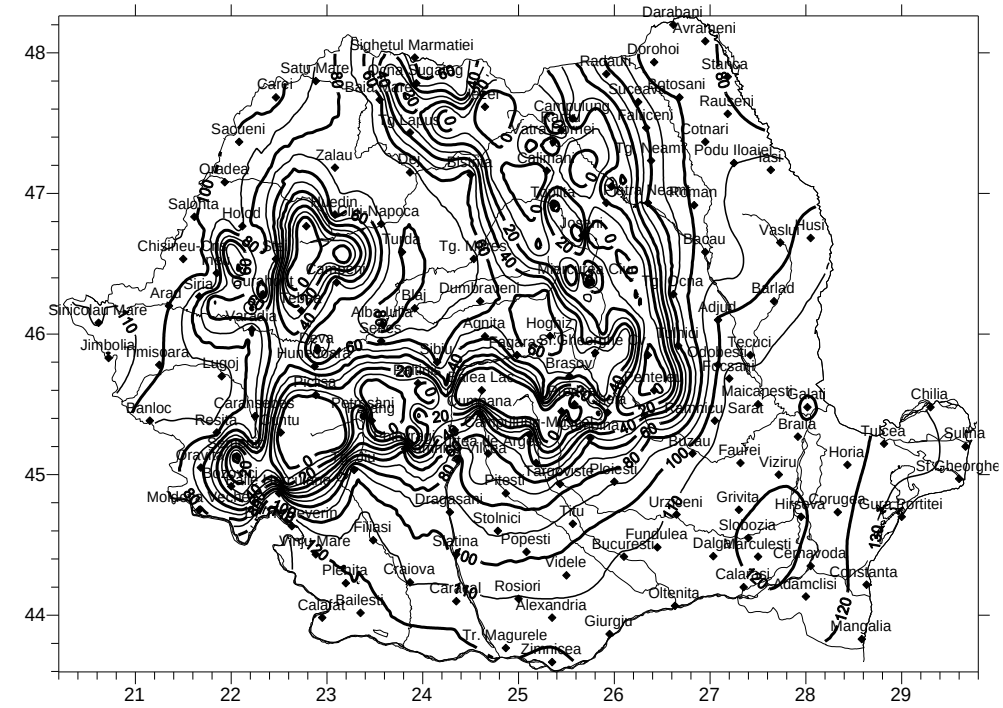



**Fig. 7.22. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru măr cu iarbă între rândurile de pomi, în luna iulie**

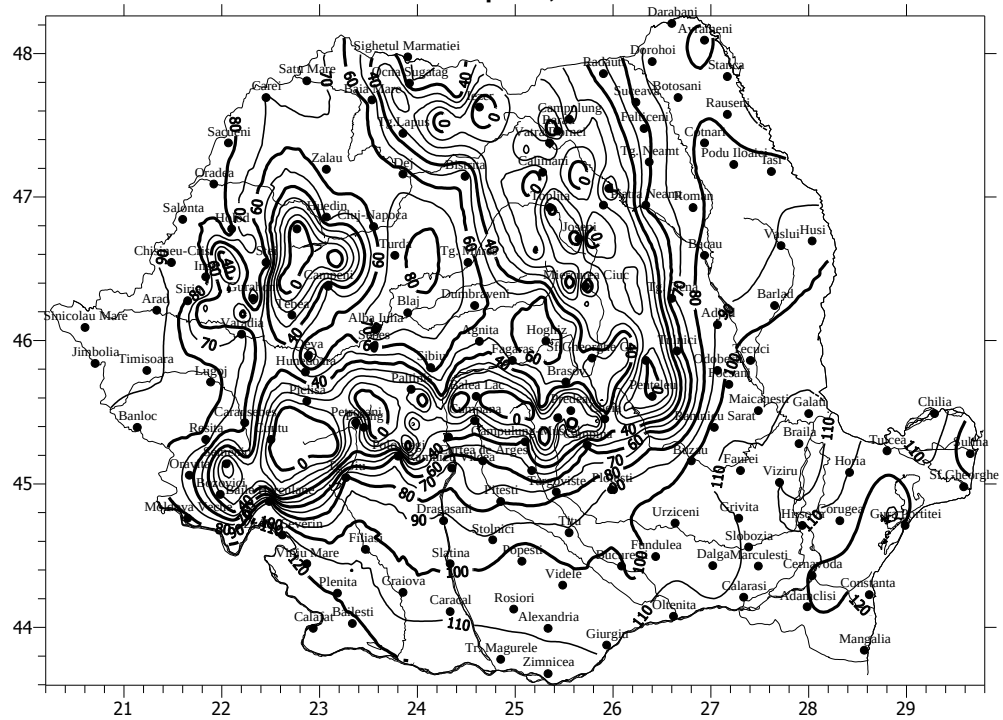



**Fig. 7.23. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru măr cu iarbă între rândurile de pomi, în luna august**

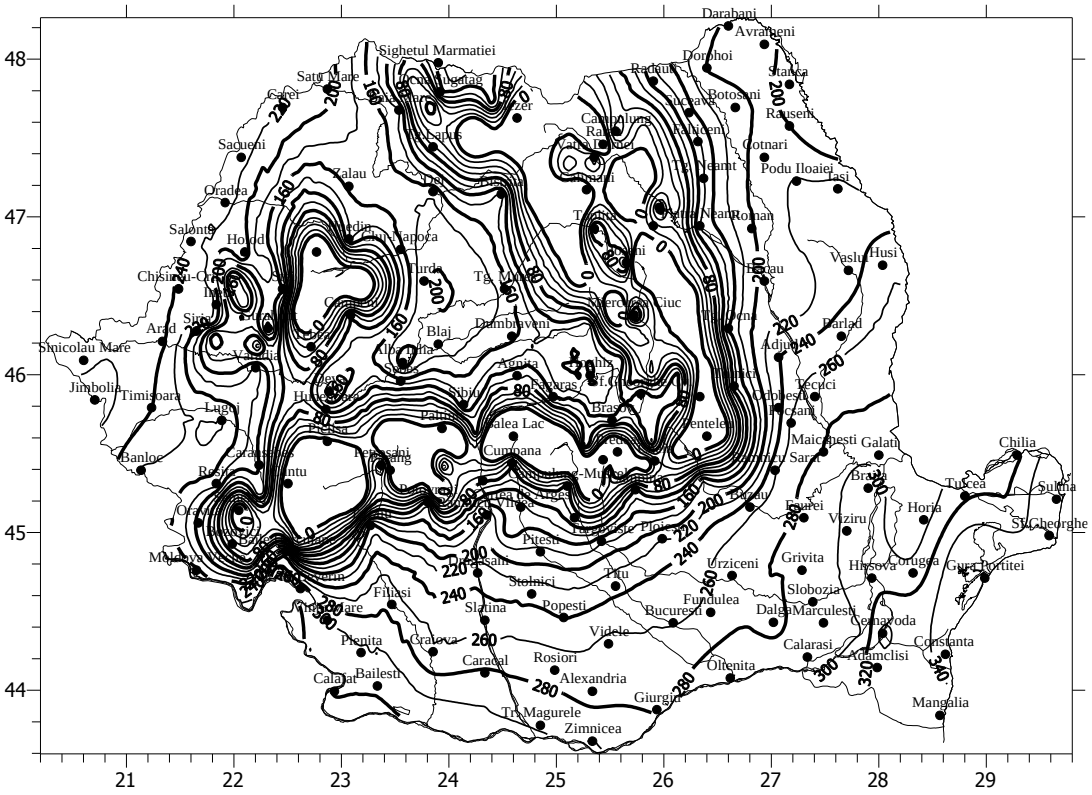


**Fig. 7.24. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru măr cu iarbă între rândurile de pomi, în perioada de vară**

II.3. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune pentru prun cu ogor negru între rândurile de pomi

În luna iunie valorile NI pentru livezi cu prun, având ogor negru între rândurile de pomi, depășesc 40 mm în partea de est a Dobrogei și în extremitatea sud-vestică a Olteniei, fig. 7.25.

În luna iulie, valorile NI ating 90 mm în partea estică a Dobrogei, descrescând ușor dar rămânând ridicate în extremitatea sud-vestică a Câmpiei Române, local în alte areale din Câmpia Română, de unde acestea scad la 40-80 mm în cea mai mare parte a Câmpiei Române și a Podișului Moldovenesc, în partea estică și local și în vestul Podișului Transilvaniei, în Câmpia de Vest și în dealurile înconjurătoare (fig. 7.26).

În luna august se înregistrează valori NI de peste 80 mm numai în Dobrogea și în sud-vestul Câmpiei Române, 60-80 mm în jumătatea sudică a Câmpiei Române, Bărăgan, în partea sud-estică a Moldovei și în partea occidentală a Câmpiei de Vest (fig. 7.27). Cele mai mici valori (40-60 mm) se găsesc în partea nordică a Câmpiei Române, partea centrală a Podișului Moldovenesc, partea vestică a Podișului Transilvaniei, Câmpia de Vest și dealurile învecinate.

În perioada de irigație, teritoriul țării noastre este străbătut de izoliniile NI de 200-210 mm în partea estică a Dobrogei și în extremitatea sud-vestică a Câmpiei Române, fig. 28. Regiunile cu valori NI de 150-200 mm se întâlnesc în jumătatea sudică a Câmpiei Române, Bărăgan, partea sud-estică a Podișului Moldovenesc, extremitatea occidentală a Câmpiei de Vest. În regiunile agricole cu altitudine superioară: partea nordică a Câmpiei Române, cea mai mare parte a Moldovei, îndeosebi în partea centrală, local în partea de vest a Podișului Transilvaniei, Câmpia de Vest și dealurile vecine există valori NI de 100-150 mm. Mai există regiuni irigabile, însă cu valori foarte reduse (50-100 mm) ale acestui indice, în arealul deluros extracarpatic meridional și occidental, în cea mai mare parte a Podișului Transilvaniei, în partea mai înaltă a regiunii colinare occidentale.

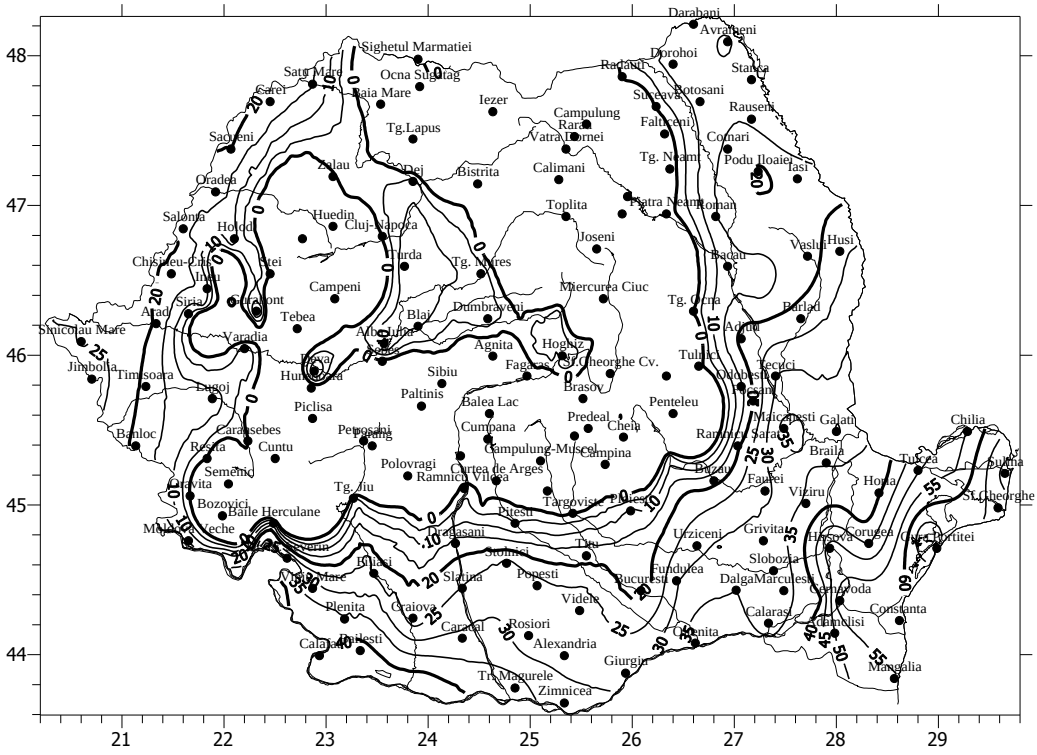



**Fig. 7.25. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru prun cu ogor negru între rândurile de pomi, în luna iunie**

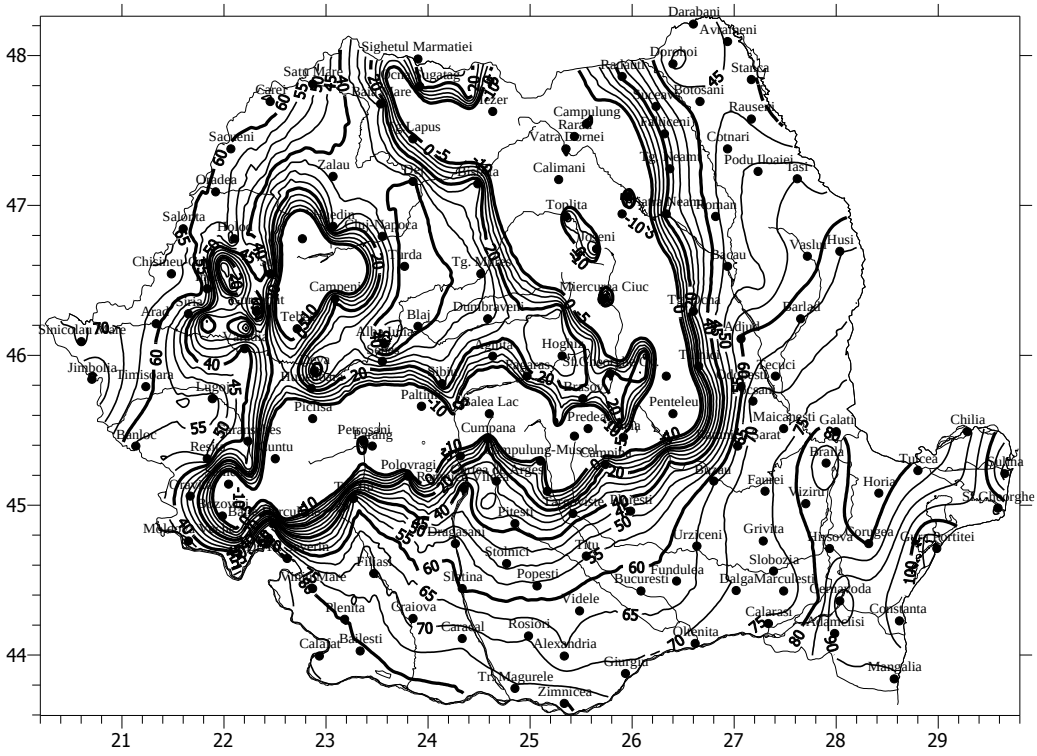



**Fig. 7.26. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru prun cu ogor negru între rândurile de pomi, în luna iulie**

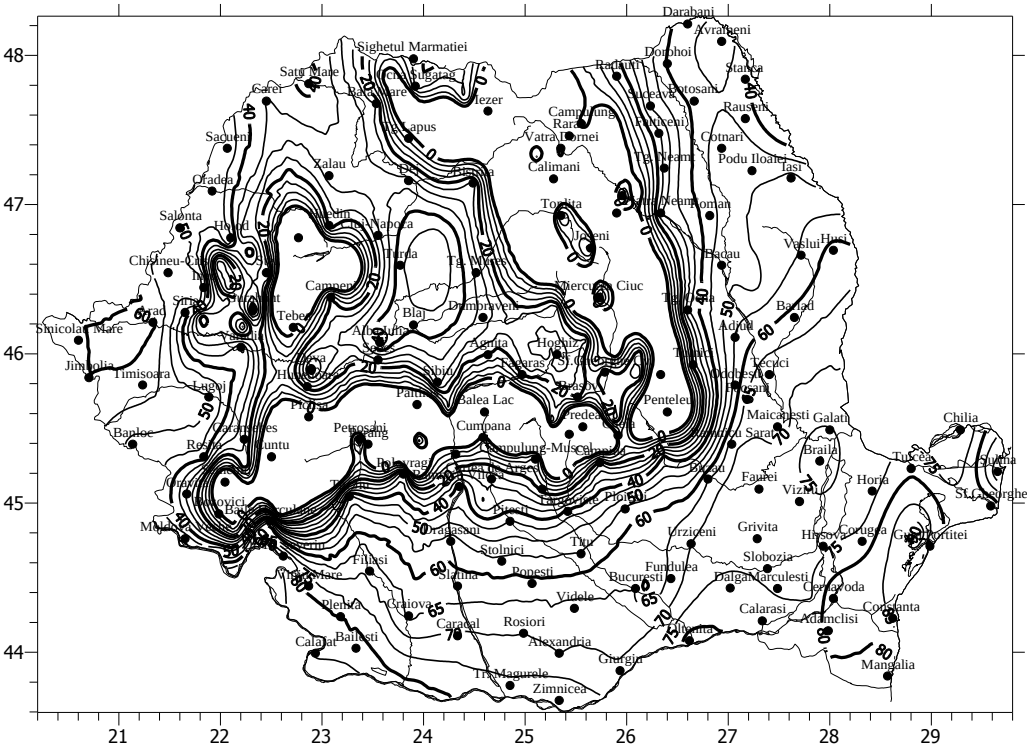


**Fig. 7.27. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru prun cu ogor negru între rândurile de pomi, în luna august**

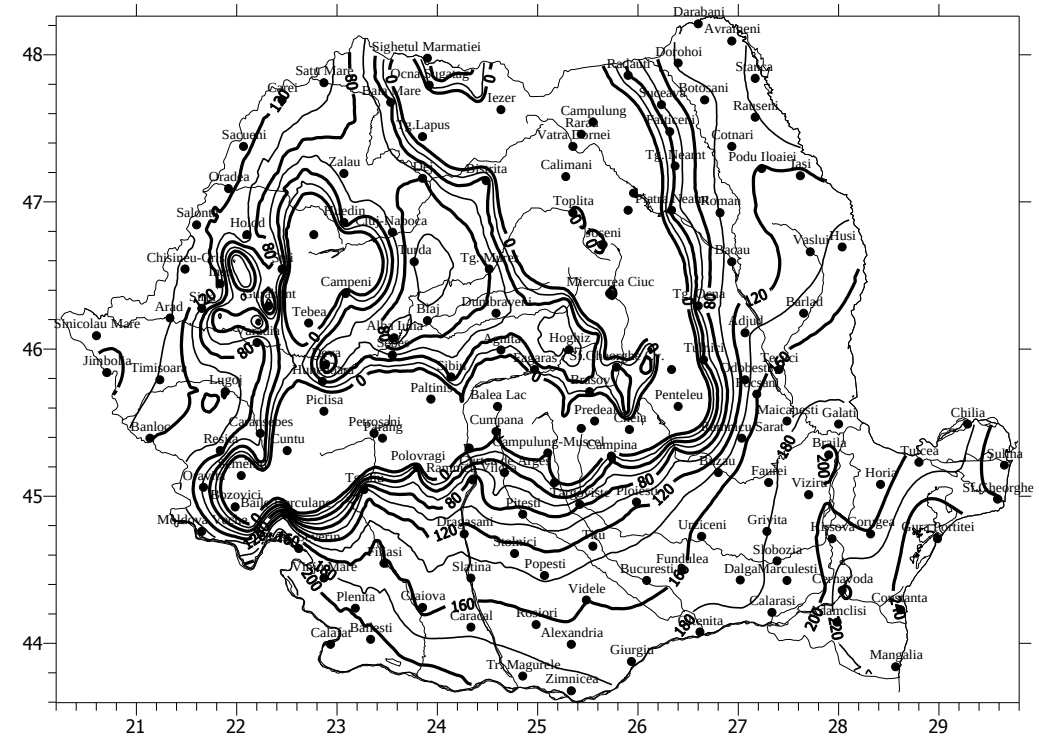


**Fig. 7.28. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru prun cu ogor negru între rândurile de pomi, în perioada de vară**

II.4. Necesarul de apă de irigație (mm) aplicată prin aspersiune pentru prun având covor de iarbă între rândurile de pomi

Luna iunie se caracterizează prin valori NI de peste 80 mm în Dobrogea, respectiv 40-80 mm în cea mai mare parte a Câmpiei Române, partea sud-estică a Podișului Moldovenesc și în Câmpia de Vest (fig. 7.29).

În luna iulie regiunile cele mai aride (partea estică a Dobrogei, extremitatea sud-vestică a Câmpiei Române) prezintă valori CAI de peste 120 mm, dar o mare parte a suprafeței țării noastre (jumătatea sudică a Câmpiei Române, Bărăganul, parte de sud-est a Moldovei) este caracterizată de valori ridicate, 100-120 mm, fig. 7.30. În același grafic se remarcă izoliniile NI cuprinse între 80-100 mm, din centura centrală a Câmpiei Române și partea centrală a Podișului Moldovenesc, din Câmpia de Vest în majoritatea sa, precum și din arealele colinare adiacente. Valori reduse (40-80 mm) se constată în partea nordică a Câmpiei Române împreună cu dealurile învecinate, în partea vestică și partea nordică a Podișului Moldovenesc, în cea mai mare parte a Podișului Transilvaniei, precum și în ținuturile deluroase de la vest de Carpații Occidentali.

Luna august se remarcă prin valori foarte ridicate ale NI, cu valori maxime (peste 100 mm) în partea sudică a Câmpiei Române, Bărăgan, Dobrogea, extremitatea sud-estică a Moldovei, valori ridicate (80-100 mm) în partea centrală a Câmpiei Române, partea central-estică a Podișului Moldovenesc, partea occidentală a Câmpiei de Vest, fig. 7.31. Valori reduse (40-80 mm) se înregistrează în regiunile colinare extra-carpatice meridionale, partea nord-vestică a Podișului Moldovenesc, Podișul Transilvaniei și parțial în Câmpia de Vest și dealurile învecinate.

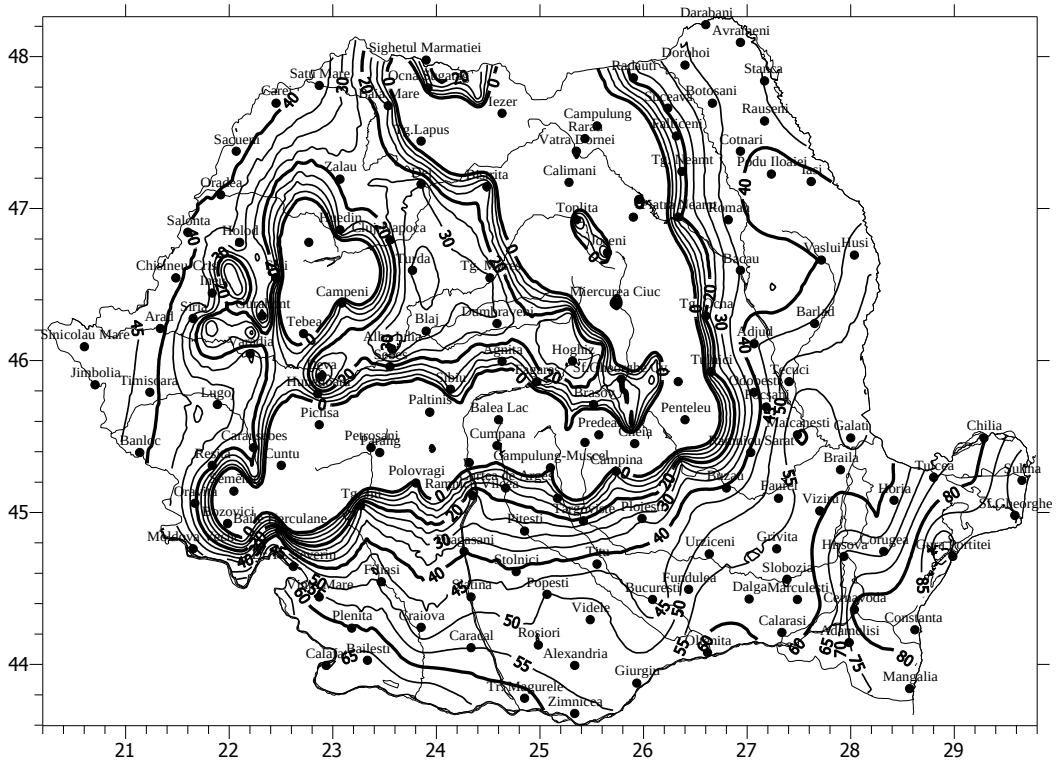



**Fig. 7.29. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru prun cu iarbă între rândurile de pomi, în luna iunie**

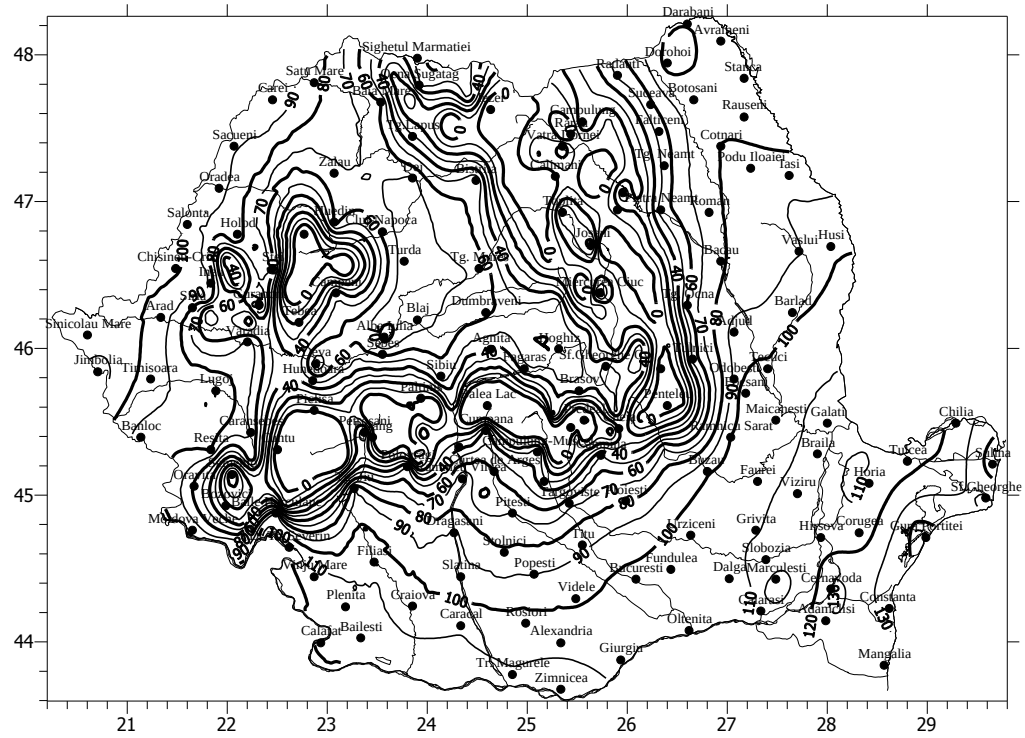


**Fig. 7.30. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru prun cu iarbă între rândurile de pomi, în luna iulie**

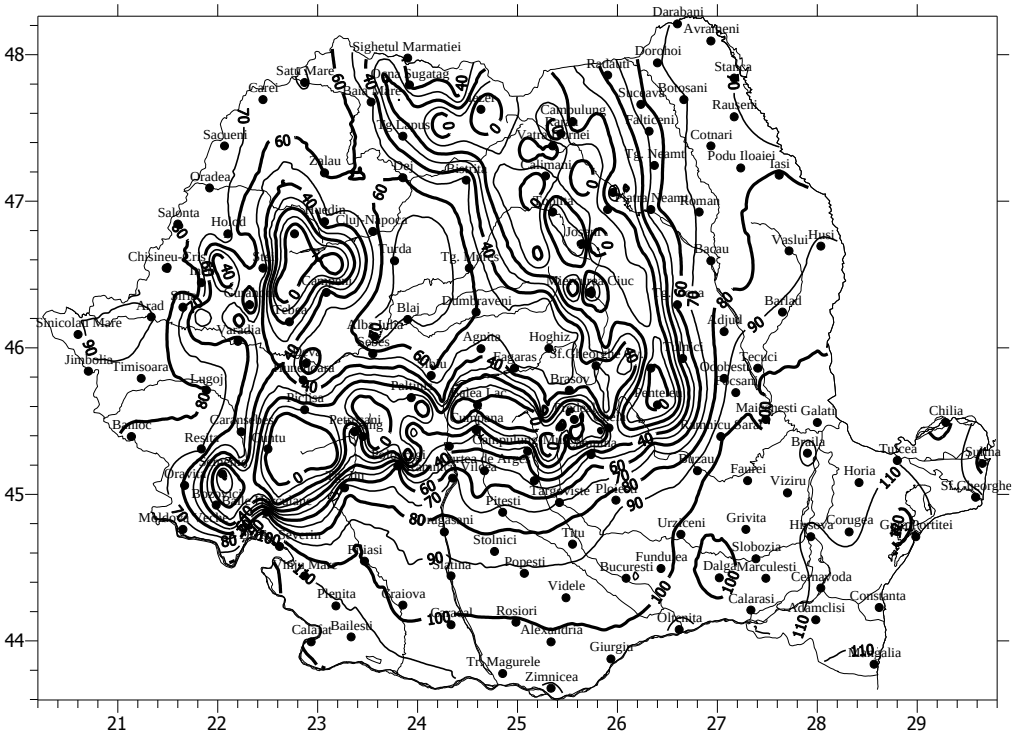


**Fig. 7.31. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru prun cu iarbă între rândurile de pomi, în luna august**

În perioada de irigație, valorile maxime (peste 300 mm) ale NI sunt răspândite în Dobrogea, extremitatea sud-vestică a Câmpiei Române în Oltenia; de asemenea, valori ridicate ale NI, de 250-300 mm există în jumătatea sudică a Câmpiei Române, Bărăgan, respectiv în partea sud-estică a Moldovei, fig. 7.32. Din aceste regiuni, în direcția centrală a țării, valorile NI se reduc treptat, înregistrându-se 200-250 mm în cuprinsul centurii centrale a Câmpiei Române, partea central-estică a Podișului Moldovenesc, în Câmpia de Vest, în timp ce intervalul de 100-200 mm caracterizează regiunile colinare extracarpatice meridionale și orientale, partea nordică a Podișului Moldovenesc, Podișul Transilvaniei, dealurile din partea de vest a țării.

Pentru comparație, $ET_c$ = 725 mm anual pentru cais în Spania (Ruiz-Sanchez ș.a., 2004), în timp ce pentru piersic norma de irigație depășește 400 mm în partea de sud a Italiei, în majoritatea anilor, frecvent fiind cuprinsă între 600 și 750 mm (Dichio ș.a., 2004). Aceste date arată valori semnificativ superioare pentru regiuni și țări mai aride, din climatul mediteranean, pentru aceleași culturi horticole.

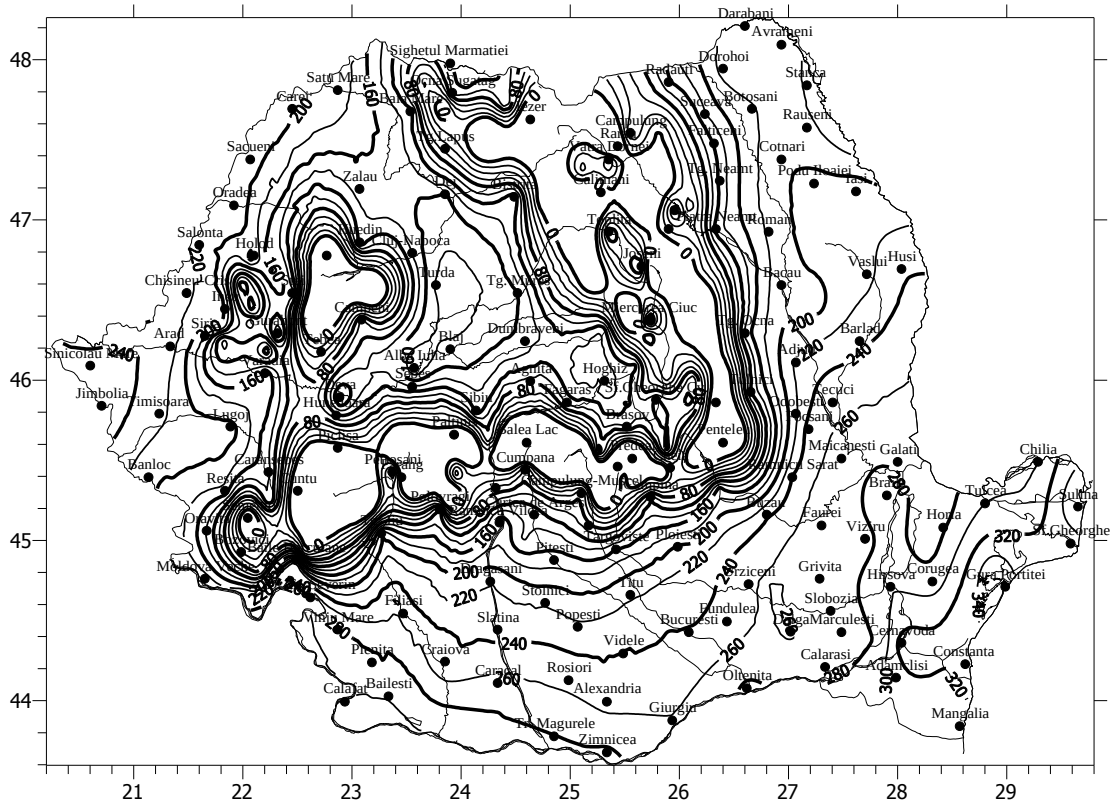



**Fig. 7.32. Necesarul de apă de irigație aplicată prin aspersiune (mm) pentru prun cu iarbă între rândurile de pomi, în perioada de vară**

III. Recomandări privind aplicarea udărilor în livezi

Aplicarea irigației se poate face atât prin metode clasice – aspersiune, cât mai ales prin metode localizate (picurare, micro-aspersiune) care nu udă frunzele pomilor, protejând într-o anumită măsură plantele și permițând și economisirea apei și a energiei de pompare. Indiferent de metoda utilizată însă, intensitatea aplicării apei trebuie să fie inferioară vitezei de infiltrație relativ stabilizate a solurilor, adică să nu depășească în general 6-7 mm/h pentru a nu crea băltiri și/sau scurgeri. Cu cât textura solului este mai argiloasă, cu atât norma de udare și/sau cantitatea de apă aplicată, precum și intensitatea de aplicare a apei, trebuie să fie mai reduse (200-400 $m^3$/ha, respectiv 3-5 mm/h).

Referitor la norma de udare, care se distribuie între umiditatea solului ce reprezintă capacitatea de câmp pentru apă și plafonul minim - considerat frecvent la mijlocul intervalului umidității accesibile plantelor, atunci când metoda de irigare este localizată (picurare, micro-aspersiune) se poate vorbi de cantitate de apă aplicată, care poate fi administrată începând de la diferite valori convenabile ale

umidității solului, depinzând de regimul de irigație aplicat. Astfel, pentru udare în optim apa se poate aplica atât prin udări cu anumiți timpi de revenire, similar aspersiunii, sau prin aplicare cu rate zilnice echivalente cu consumul optim, de ex, vara cu cca. 4-6 mm/zi (50-60 $m^3$/ha, reduse cu raportul suprafeței udate față de suprafața totală a livezii – aproximativ cu valori cuprinse între 1/2 și 1/4), aplicarea apei sistându-se în perioadele ploioase. Exemple concrete se dau în capitolul următor.

Dacă regimul de irigare este cu deficit de apă (deficit irrigation) sau sub stres hidric, atunci cantitatea de apă aplicată va fi inferioară regimului optim. Astfel, dacă tendințele de încălzire a climei se vor accentua, regimul de irigație sub stres hidric va fi frecvent, putând fi „susținut" (prin aplicarea de norme reduse de udare permanent, astfel încât solul să nu ajungă neapărat la capacitatea de câmp pentru apă decât prin precipitații), sau prin diferite alte forme de regim de irigație sub stres hidric: prin irigarea îndeosebi în perioada fazelor de întărire a semințelor, cu un risc asumat de reducere a producției.

Avertizarea aplicării udărilor se poate face atât prin monitorizarea conținutului de apă din sol cu ajutorul senzorilor specializați, care trebuie să fie, însă, permanentă, pe toată durata sezonului de vegetație, cât și prin utilizarea de indicatori de plantă: indicele de stres hidric (CWSI), fluxul sevei, potențialul apei în frunză, potențialul apei în tulpină, contracția trunchiului (sau a fructului) etc. Totuși, este esențial ca solul să nu se usuce intens pe o adâncime mare, ca să nu ajungă în apropierea coeficientului de ofilire pe adâncimea cu dezvoltare maximă a rădăcinilor, de 0-0,8 m, pentru ca stresul hidric să nu fie sever, situație în care producția de fructe, mai ales în ani deosebit de secetoși, extremi, și chiar existența livezilor, să nu fie amenințată. Toate aceste aspecte vor fi detaliate în capitolele următoare.

În contextul schimbărilor climatice actuale, care se manifestă mai ales prin încălzirea verilor în țara noastră, economia de apă se poate face inclusiv prin mulcirea aplicată pe rândurile de pomi pentru reducerea evaporației. Tuburile instalației de irigare prin picurare, simple sau duble pe rândurile de pomi, se recomandă a fi amplasate chiar sub stratul (folia) de mulci. Obținerea unor producții satisfăcătoare de fructe nu este posibilă fără respectarea tuturor verigilor tehnologice, cum ar fi: intensivizarea plantațiilor pomicole prin utilizarea de portaltoi vegetativi.

Se mai recomandă aplicarea îngrășămintelor în doze corespunzătoare stabilite conform cartărilor agrochimice periodice și producțiilor scontate, cât și a celor foliare, folosirea unei sisteme de mașini adecvate pentru lucrările solului, combaterea buruienilor, aplicarea tratamentelor fito-sanitare, efectuarea tăierilor anuale, normarea fructelor, protecția anti-grindină ș.a., care au fost doar amintite în prezenta lucrare, neavând drept obiectiv tratarea acestor aspecte.

De asemenea, pe terenurile cu probleme de stagnare a apei trebuie să se ia toate măsurile pentru evacuarea excesului de apă din perioadele foarte ploioase, prin executarea de rigole între rândurile de pomi care vor trebui plantați pe biloane, dar punctul de altoire trebuie să fie deasupra nivelului biloanelor.

**Bibliografie**


Allen R. G., 1986. *A Penman for all seasons.* J. Irrig. and Drain. Engng., ASCE, 112(4): 348-368.

Allen R. G., L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith, 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, 301 p.

Caspari H.W., Eichorn T.C., Leib B.G., Redulla C.A., Andrew P.K., Lombardini L., Auvil T. & McFerson J.R. (2004). *Progress in the development of partial rootzone drying of apple trees*. Acta Horticulturae, No. 664: 125-132.

Dichio B., Xiloyannis C., Nuzzo V., Montanaro G. & Palese A.M. (2004). *Postharvest regulated deficit irrigation of peach tree in a Meditaranean environment: effects on vegetative growth and yield.* Acta Horticulturae, No. 664: 169-174.

Doorenbos J., and W. O. Pruitt, 1977*. Guidelines for predicting crop water requirements.* FAO Irrig. And Drain. Paper No 24, FAO Rome, Italy, 156 pp.

Dragoni D., Lakso A.N. & Piccioni R.M. (2004). *Transpiration of an apple orchard in a cool humid climate: measurement and modeling*. Acta Horticulturae, No. 664: 175-180.

Grumeza N., Alexandrescu I., Ionescu Pr., 1979. Tehnica irigării culturilor hortiviticole. Editura Ceres, București, 338 p.

Grumeza N., Merculiev O., Kleps Cr., 1989*. Prognoza si programarea aplicarii udarilor în sistemele de irigatie.* Ed. Ceres, 367 p.

Jensen M. E., R. D. Burman, and R. G. Allen, (Eds.), 1990*. Evapotranspiration and irrigation water requirements.* ASCE manual 70, New York, NY, 332 pp.

Monteith J. L., 1965. *Evaporation and the environment.* 205-234. In The state and movement of water in living organisms, XIXth Symposium Soc. for Exp. Biol., Swansea, Cambridge University Press.

Păltineanu Cr., I.F. Mihailescu, I. Seceleanu, Carmen Dragota, Felicia Vasenciuc, 2007. *Ariditatea, seceta, evapotranspirația și cerințele de apă ale culturilor agricole în România* (Aridity, drought, evapotranspiration and crop water requirements in Romania). Editura Ovidius University Press, Constanța, 319 p.

Ruiz-Sanchez M.C., Torrecillas A., Nicolas E., Ortuno M.F., Abrisqueta J.M., Alarcon J.J., Domingo R. & Perez-Pastor A. (2004). *Sap flow, trunk diameter and plant-water relations parameters as stress indicators of apricot trees*. Acta Horticulturae, No. 664:575-582.

Smith M. 1992. *CROPWAT-A computer program for irrigation planning and management.* FAO Irrig. and Drain. Paper 46, Rome, 126 pp.

## Capitolul 8. Studiul distribuției spațiale a curbelor caracteristice ale apei dintr-un sol cu textură luto-nisipoasă și consecințele referitoare la aplicarea irigării localizate prin diferite metode

### 1. Introducere

În livezi, densitatea aparentă a solului (DA) variază atât pe verticală datorită diversității pedologice și geologice, cât și pe orizontală în funcție de distanța față de rândurile de pomi, datorită traficului tennologic (Paltineanu et al., 2015b; 2016a).

Curbele caracteristice ale apei solului, sau curbele de retenție, au fost introduse în literatura de specialitate de Buckingham (1907) și caracterizează solurile, reprezentând relația dintre conținutul de apă din sol, θ (sau umiditatea solului) și potențialul matricial al apei solului, ψ, (https://en.wikipedia.org/wiki/Water_retention_curve). Unul dintre modelele care descriu această curbă este modelul van Genuchten (van Genuchten, 1980). Alți cercetători care au adus contribuții la studiul curbelor caracteristice sunt: Richards and Weaver (1944), Mualem (1976), Brady (1999) etc.

Curbele caracteristice permit determinarea unor proprietăți fizice de sol pentru fiecare orizont de sol și/sau profil de sol, având implicații în aplicarea irigației. Fiind o proprietate dificil și mai ales laborios de determinat, curbele caracteristice sunt determinate rar pe scară largă în laborator, și chiar și mai rar în livezi, care prezintă proprietăți fizice heterogene de sol.

Scopul prezentei secțiuni este de a investiga distribuția spațială a curbelor caracteristice ale apei solului într-un sol de tip antrosol aric cu textură luto-nisipoasă, într-o livadă intensivă, de a determina indicii hidrofizici ai solului, de a testa corelarea acestor indici cu DA, precum și de a evidenția mărimea capacității de apă diferențială (specifică) dintre indicii hidrofizici, în vederea utilizării lor în aplicarea irigației localizate. Un alt aspect de studiu îl constituie modul de infiltrare al apei în funcție de metoda de irigație, în principal: picurare și microaspersiune. Acest capitol a fost structurat în bună măsură, după lucrarile publicate de Păltineanu ș.a. (2015a) și Tănăsescu și Păltineanu (2005).

### 2. **Material și metodă**

2.1. Studiul curbelor caracteristice

Parcela de livadă de prun (soiul Stanley altoit pe portaltoiul vegetativ Saint Julien) este în vârstă de șase ani, având pomii plantați la distanța de 4 m între rânduri (ITR) și 2,25 m pe rând (IR). Relieful este reprezentat printr-un versant cu pantă redusă (0,075 m $m^{-1}$). Localizarea parcelei este în comuna Mărăcineni, județul Argeș. Detalii privind amplasarea parcelei experimentale se pot obține din capitolul anterior, subcapitolul Material și metodă.

Solul este reprezentat printr-un antrosol aric (ATad, Florea and Munteanu, 2012) gleizat în profunzime, apa freatică cu prezență temporară având adâncime variabilă (2,5 – 3,0 m). Au fost prelevate probe de sol la umiditatea (conținutul de apă din sol, θ) corespunzătoare capacității de câmp pentru apă (CC), atât din poziția ITR cât și din IR, pe adâncimea de 0-1 m, cu pasul de 0,1 m, în cilindri metalici cu dimensiunea de 0,05 m în diametru și înălțime.

S-au determinat curbele caracteristice ale solului, dintre conținutul de apă în sol (θ, $m^3$ $m^{-3}$) și potențialul matricial (sucțiunii, ψ, exprimat ca unități pF), în laboratorul ICPA București, conform metodei lui van Genuchten (1980). Densitatea aparentă a solului, DA, a fost, de asemenea, determinată după standardele în vigoare: SR EN ISO 11272: 2014 (Florea ș.a., 1987).

Valorile medii ale DA pe adâncimea de 0-0,5 m au fost de 1,41 în IR, respectiv 1,50 Mg $m^{-3}$ în ITR, diferențele datorându-se traficului tehnologic; totuși, pe toată adâncimea de 0-1 m, DA a fost aproape egală în IR și ITR (1,52 față de 1,53 Mg $m^{-3}$), existând diferențe mari între orizonturile de sol. Conținutul de argilă a variat pe profil numai între 14 și 16% kg $kg^{-1}$.

Au fost determinate valorile θ care corespund indicilor hidrofizici principali folosiți în irigație: capacitatea totală pentru apă (CT, sau în engleză, total capacity TC, la pF = 0), valoarea de intrare a aerului (VIA, după Brooks și Corey, 1964, aici corespunzând la pF=1), capacitatea de câmp pentru apă (CC, la pF=2,52 sau la -33,1 kPa, după Veihmeyer and Hendrickson, 1931) și coeficientul de ofilire (CO, la pF=4,2 sau la -1585 kPa), ca și alte fracțiuni diferite ale intervalului umidității accesibile (IUA, sau în engleză, available soil water capacity, ASWC), și anume (3/4) din IUA, (1/2) din IUA, ultima considerată plafonul minim al umidității solului în aplicarea irigației clasice (în engleză, management allowed depletion = MAD), apoi (1/4) din IUA, toate acestea pentru fiecare probă de sol în ITR și în IR. Unii indici hidrofizici au fost corelați cu densitatea aparentă (DA).

Capacitatea de apă diferențială (specifică) a solului (C, exprimată în $m^{-1}$) a fost calculată după Klute (1956), Canarache ș.a. (2006): $C = d\theta / d\psi$

între diferite fracțiuni ale CT (pF = 0, cu ψ exprimată în m coloană de apă, iar θ în $m^3\ m^{-3}$.

Ecuațiile de regresie dintre variabilele investigate au fost obținute cu ajutorul programului Microsoft Office Excel, folosind metoda celor mai mici pătrate, iar semnificația statistică a coeficientului de determinație ($R^2$) a fost stabilită cu ajutorul testului t (Aïvazian, 1970). Distribuția spațială a θ a fost determinată pe tot profilul de sol.

2.2. Studiul infiltrației și distribuției apei în sol prin picurare și micro-aspersiune

Pentru a caracteriza modul specific de infiltrare și distribuție a apei aplicate prin metode de irigare localizată: picurare și micro-aspersiune, într-o livadă de măr cu soiul Golden Delicious, între două rânduri de pomi, după o perioadă secetoasă când solul s-a uscat apreciabil pentru a putea observa ușor diferențele dintre variantele irigate, s-a determinat prin sondaje efectuate la diferite distanțe față de emițător, conținutul de apă din sol (umiditatea gravimetrică a solului) pe adâncimea de 0,8 m. Pentru comparație, umiditatea solului a fost determinată și pentru metoda de irigare prin aspersiune. Cantitatea de apă aplicată în acest experiment a fost de 400 $m^3\ ha^{-1}$, iar debitele emițătoarelor au fost: pentru micro-aspersiune de 12 $l\ h^{-1}$, respectiv de 27 $l\ h^{-1}$, pentru picurare de 4 $l\ h^{-1}$, iar pentru aspersiune de 0,8 $l\ s^{-1}$. Rezultatele au fost apoi prelucrate grafic folosind Programul Microsoft Excel.

**3. Rezultate și discuții**

3.1. Curbele caracteristice ale apei solului

În fig. 8.1. sunt prezentate curbele caracteristice ale apei solului pentru probele de sol prelevate în structură nederanjată cu pasul de adâncime de 0,1 m, până la 1 m adâncime, din ambele poziții: ITR și IR într-un sol de tip antrosol aric cu textură luto-nisipoasă și într-o livadă intensivă de prun.

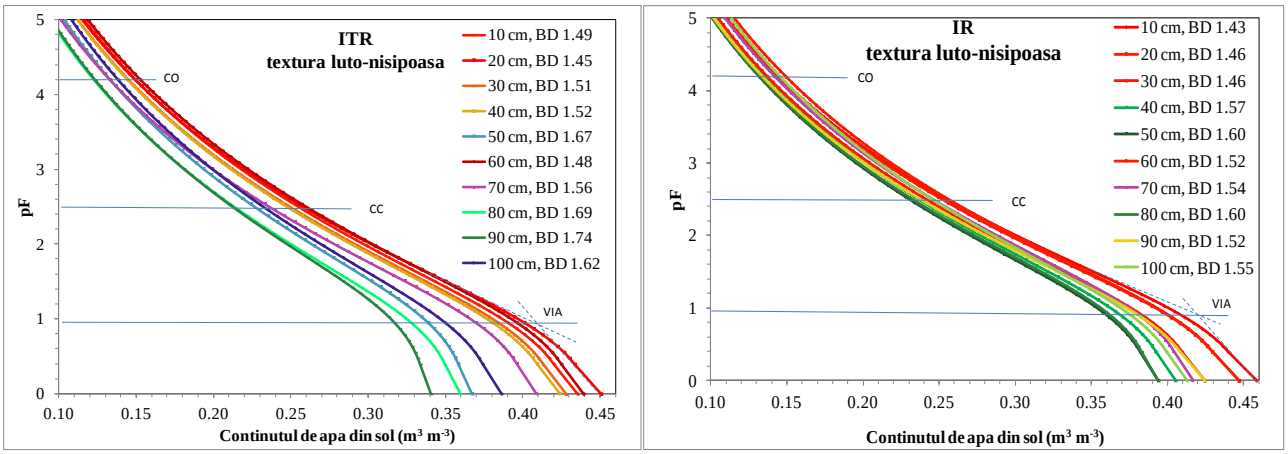



**Fig. 8.1. Curbele caracteristice ale conținutului de apă din sol pentru valorile pF cuprinse între 0 și 5, pentru cilindri recoltați cu pasul de adâncime de 0,1 m până la adâncimea de 1 m, atât pe rândul de pomi (IR) cât și între rânduri (ITR), într-o livadă intensivă de prun, Mărăcineni; în legenda din figură sunt redate și adâncimea solului (cm) împreună cu densitatea aparentă DA (bulk density BD, Mg $m^{-3}$) pentru fiecare probă, dar și capacitatea de apă în câmp (CC), capacitatea totală pentru apă (CT, total capacity TC la pF=0), valoarea de intrare a aerului (VIA, la pF=1), capacitatea de câmp pentru apă (CC, la pF=2,52) și coeficientul de ofilire (CO, la pF=4,2) pentru fiecare curbă**

Se poate observa faptul că aceste curbe sunt dispuse în grafic după valorile DA, cea mai mare valoare DA fiind asociată cu valoarea minimă a θ la același pF. Aceasta sugerează o posibilă corelație între indicii hidrifizici descriși mai sus și DA, iar ecuațiile de regresie obținute sunt redate în fig. 8.2.

CT (pF=0) se corelează cu DA după o relație funcțională ($R^2$ = 1), deoarece CT corespunde porozității totale (PT) calculată astfel:

$$PT = (1 - DA / D)$$

unde D, densitatea solului a fost considerată a fi egală cu 2,64 Mg $m^{-3}$, deoarece (1/2,64) = 0,37878, iar acesta este chiar coeficientul din grafic. Celelalte ecuații de regresie dintre indicii hidrofizici și DA au fost, de asemenea, foarte semnificative pentru aceste orizonturi și suborizonturi de sol ce au textură similară. S-a mai observat că, odată cu creșterea valorii indicilor hidrofizici, crește și $R^2$ care caracterizează corelațiile respective.

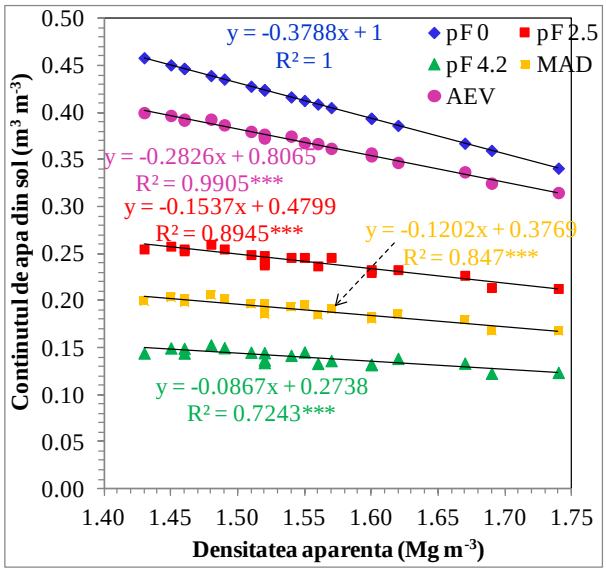



**Fig. 8.2. Corelația dintre DA și indicii hidrofizici folosiți în irigație: CT (pF 0), VIA (air entry value, AEV, la pF 1), CC (pF 2,52), plafonul minim Pm la mijlocul intervalului umidității accesibile plantelor, IUA (management allowed depletion, MAD) și CO (pF 4,2)**

Idea de bază care reiese din acest grafic este că, compactarea solului generată de traficul tehnologic din livezi, evidențiată și într-un capitol anterior, este materializată de valorile ridicate ale DA, iar capacitatea de stocare a apei, indiferent de natura indicilor hidrofizici, tinde să descrească, având consecințe negative cu privire la posibilitatea aprovizionării cu apă a rădăcinilor pomilor fructiferi. Reducerea valorilor indicilor hidrofizici din cauza compactării, fie naturală sau artificială, a mai fost observată anterior și în cazul altor soluri (Păltineanu ș.a., 1985), de ex. între CC și DA.

După Canarache (1990), metoda uzuală de determinare a CO este prin multiplicarea coeficientului de higroscopicitate (CH) cu 1,5, așa cum a propus Kacinski (1947) și cum a rezultat după verificarea lui Moțoc (1962), în timp ce în țările occidentale Richards și Weaver (1944) au propus curba caracteristică a apei solului pentru determinarea tuturor indicilor hidrofizici. În consecință, CO era calculat în primul caz în funcție de textură; totuși, conform procedurii de față CO, ca de altfel toți indicii hidrofizici, s-au gasit a fi corelați cu DA.

Se poate observa că numai un domeniu îngust al CT poate fi folosit de plante în cazul acestor soluri, de ex. între CC și CO (24,8% din CT). θ de la saturație (0 kPa) la CC (-33 kPa), deși importanță ca mărime (41,4% din CT), este supusă drenajului rapid, iar θ < CO, de asemenea importantă (33,8% din CT), nu este disponibilă, conținând apă imobilă, reținută în sol la sucțiuni foarte mari. Din toată mărimea IUA, numai cca. jumătate (echivalând cu 12,5% din CT) este ușor accesibilă plantelor (între CC și MAD), restul de apă din sol fiind din ce în ce mai dificil de extras de către plante.

Se poate vedea, de asemenea, chiar dacă IUA a fost împărțit în patru intervale egale (Tabelul 8.1), adică de la CC la (3/4)×IUA, de la (3/4)×IUA la (1/2)×IUA, de la (1/2)×IUA la (1/4)×IUA și de la (1/4)×IUA la CO, că potențialul matricial (sucțiunea ψ, cu semn negativ, invers față de presiunea atmosferică) a scăzut din ce în ce mai mult odată cu descreșterea conținutului de apă din sol, θ, având astfel valorile următoare: -33 kPa pentru CC, -68 kPa pentru (3/4)×IUA, -166 kPa pentru MAD (1/2)×IUA, -476 kPa pentru (1/4)×IUA și -1585 kPa pentru CO, fig. 8.3. Se poate remarca faptul că cele mai multe dispozitive folosite pentru măsurarea ψ în câmp pot determina această însușire numai până la cca. 200 kPa, practic numai până la MAD. Pe de altă parte, este posibil ca sucțiunea măsurată cu senzorii de

potențial al apei instalați în teren să nu coincidă cu sucțiunea determinată pe probe de sol în laborator, rezultând astfel erori de apreciere în momentele de aplicare a irigației.

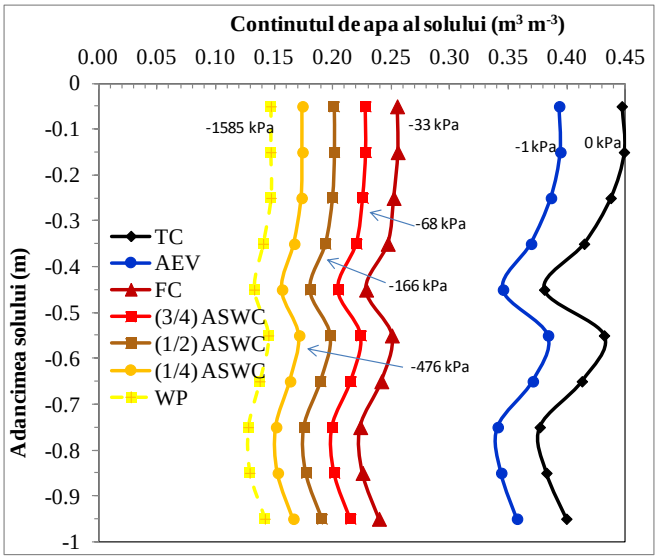



**Fig. 8.3. Distribuția indicilor hidrofizici în adâncime într-un sol cu textură luto-nisipoasă; în figură este prezentat și potențialul matricial al solului (kPa) pentru fiecare indice exprimat ca fracție a IUA (available soil water capacity, ASWC), iar simbolurile reprezintă: TC = CT, AEV = VAI, FC = CC, WP = CO**

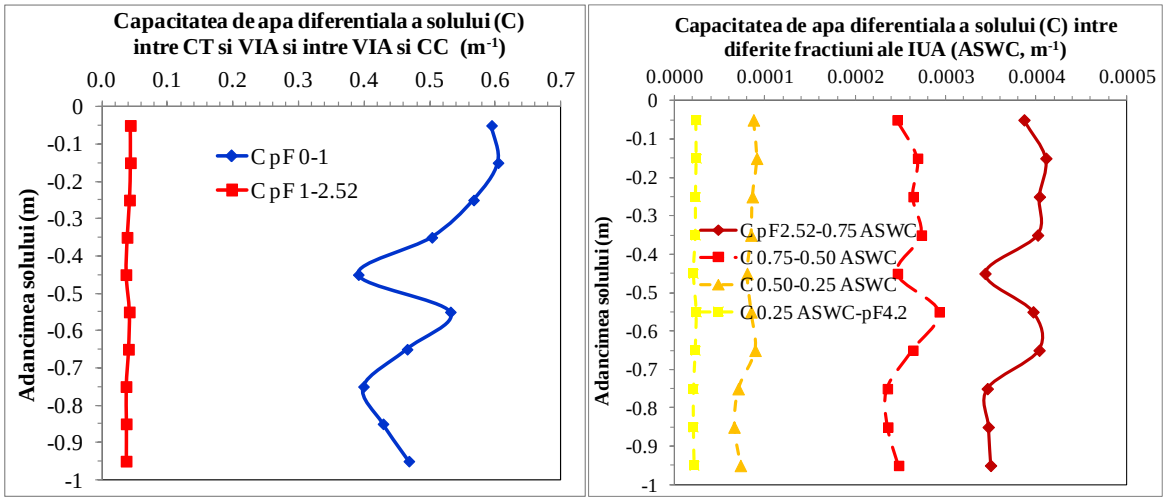
Tabelul 8.1 redă cantitatea de apă din sol care se poate pierde prin drenaj sau evapotranspirație, pornind de la starea de saturație, atinsă după precipitații bogate de durată apreciabilă, prelungite. Astfel, pentru adâncimea de 1 m, solul poate drena rapid 44,6 mm de apă (echivalent al precipitațiilor) din porii cei mai largi (de la saturație la valoarea de intrare a aerului în sol, VIA), cca. 127 mm tot prin drenaj rapid între VIA și CC, apă care nu poate fi practic utilizată de plante fiind prea mobilă, iar pentru fiecare fracțiune a IUA corespund 26 mm (260 $m^3$/ha), iar dacă MAD este folosit ca prag de uscare a solului în aplicarea irigației, atunci 51 mm de apă (510 $m^3$/ha) pot fi aplicați ca normă de udare prin micro-aspersiune sau aspersiune, în funcție de prognoza udărilor.

**Tabelul 8.1. Rezervele de apă ale solului (mm) la drenarea sau umectarea acestuia, prin precipitații sau irigare, între indicii hidrofizici: CT=capacitatea totală pentru apă (CT, total capacity TC la pF=0), VIA=valoarea de intrare a aerului (aici la pF=1), CC=capacitatea de apă în câmp (pF=2,52), CO=coeficientul de ofilire (la pF=4,2), precum și între diferite fracțiuni ale IUA (cu IUA = CC–CO), cu plafonul minim MAD (la 1/2 din IUA)**

| Adânc. sol | CT-VIA | VIA-CC | CC-(3/4) IUA | (3/4)-(1/2) IUA | CC-MAD | (1/2)-(1/4) IUA | (1/4) IUA-CO | Suma IUA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (m) | mm | | | | | | | |
| -0,1 | 5,35 | 13,85 | 2,7 | 2,7 | **5,4** | 2,7 | 2,7 | **10,8** |
| -0,2 | 5,44 | 13,90 | 2,7 | 2,7 | **5,4** | 2,7 | 2,7 | **10,8** |
| -0,3 | 5,10 | 13,45 | 2,6 | 2,6 | **5,2** | 2,6 | 2,6 | **10,5** |
| -0,4 | 4,53 | 12,25 | 2,7 | 2,7 | **5,3** | 2,7 | 2,7 | **10,7** |
| -0,5 | 3,52 | 11,70 | 2,4 | 2,4 | **4,8** | 2,4 | 2,4 | **9,6** |
| -0,6 | 4,78 | 13,35 | 2,6 | 2,6 | **5,3** | 2,6 | 2,6 | **10,6** |
| -0,7 | 4,19 | 12,95 | 2,6 | 2,6 | **5,2** | 2,6 | 2,6 | **10,4** |
| -0,8 | 3,59 | 11,75 | 2,4 | 2,4 | **4,8** | 2,4 | 2,4 | **9,6** |
| -0,9 | 3,86 | 11,85 | 2,4 | 2,4 | **4,8** | 2,4 | 2,4 | **9,7** |
| -1,0 | 4,21 | 11,80 | 2,4 | 2,4 | **4,9** | 2,4 | 2,4 | **9,7** |
| 0-1 m | **44,6** | **126,9** | **25,6** | **25,6** | **51,1** | **25,6** | **25,6** | **102,3** |

O problemă interesantă este aceea referitoare la cât de ușor poate solul să cedeze apă pentru plante, sau cât de mult pot plantele să dezvolte forțe pentru extragerea apei din sol pentru o anumită cantitate. Răspunsul este dat de capacitatea diferențială pentru apa solului (C), evidențiată pentru diferite fracțiuni ale CT în fig. 8.4: a) C pentru intervalul de la pF 0 la pF 1 și pentru intervalul de la pF 1 la pF 2,52; b) C pentru diferitele fracțiuni ale IUA, așa cum au fost descrise mai sus.

Esența acestor grafice constă în ordinul de mărime corespunzător fiecărui interval al IUA. astfel, C între pF 0 și pF 1 se cifrează la 0,36 până la 0,60 $m^{-1}$, în timp ce C între pF 1 și pF 2,52, care corespunde drenajului în termenii celor mai largi pori, este de cca. 10 ori mai mică (Fig. 4a). În cadrul IUA, se observă că accesibilitatea apei solului pentru plante descrește rapid odată cu creșterea în valoare absolută a pF, Fig. 4b, având valorile 3,5 – 4,0 $\times 10^{-4}$ (între CC și 3/4×IUA), până la valori foarte mici care tind către 0 la atingerea CO (între 1/4×IUA și CO).




a) b)

**Fig. 8.4. Capacitatea de apă diferențială (specifică) a solului (C) între diferite fracțiuni al capacității totale pentru apă (CT, pF 0): a) C între pf 0 și 1, precum și între pF 1 și CC (pF 2,52), b) C între diferite fracții ale IUA (ASWC)**

3.2. Modul infiltrației și distribuției apei în sol prin picurare și micro-aspersiune

Fig. 8.5. prezintă distribuția conținutului de apă din sol ca medie pe adâncimea de 0,8 m, de-a lungul traverselor sondajelor de determinare experimentală dintre două rânduri vecine de pomi, atât înainte de începerea aplicării apei cât și imediat după aceasta. Se observă modul specific de extragere a apei de către rădăcinile pomilor înainte de udare, prin faptul că în vecinătatea pomilor umiditatea era mai mică decât la mijlocul intervalului dintre pomi unde există în general mai puține rădăcini. De asemenea, este evidențiată distribuția a apei în sol după udarea prin fiecare metodă de aplicare a apei și debit utilizat, unde la picurare se observă că volumul de sol umectat (în sensul depărtării de emițător) este mult mai redus comparativ cu micro-aspersiunea cu debit de 12 l $h^{-1}$, care la rândul ei umectează un volum de sol mai redus față de micro-aspersiunea de 27 l $h^{-1}$, ultima fiind comparabilă cu metoda de irigare prin aspersiune.

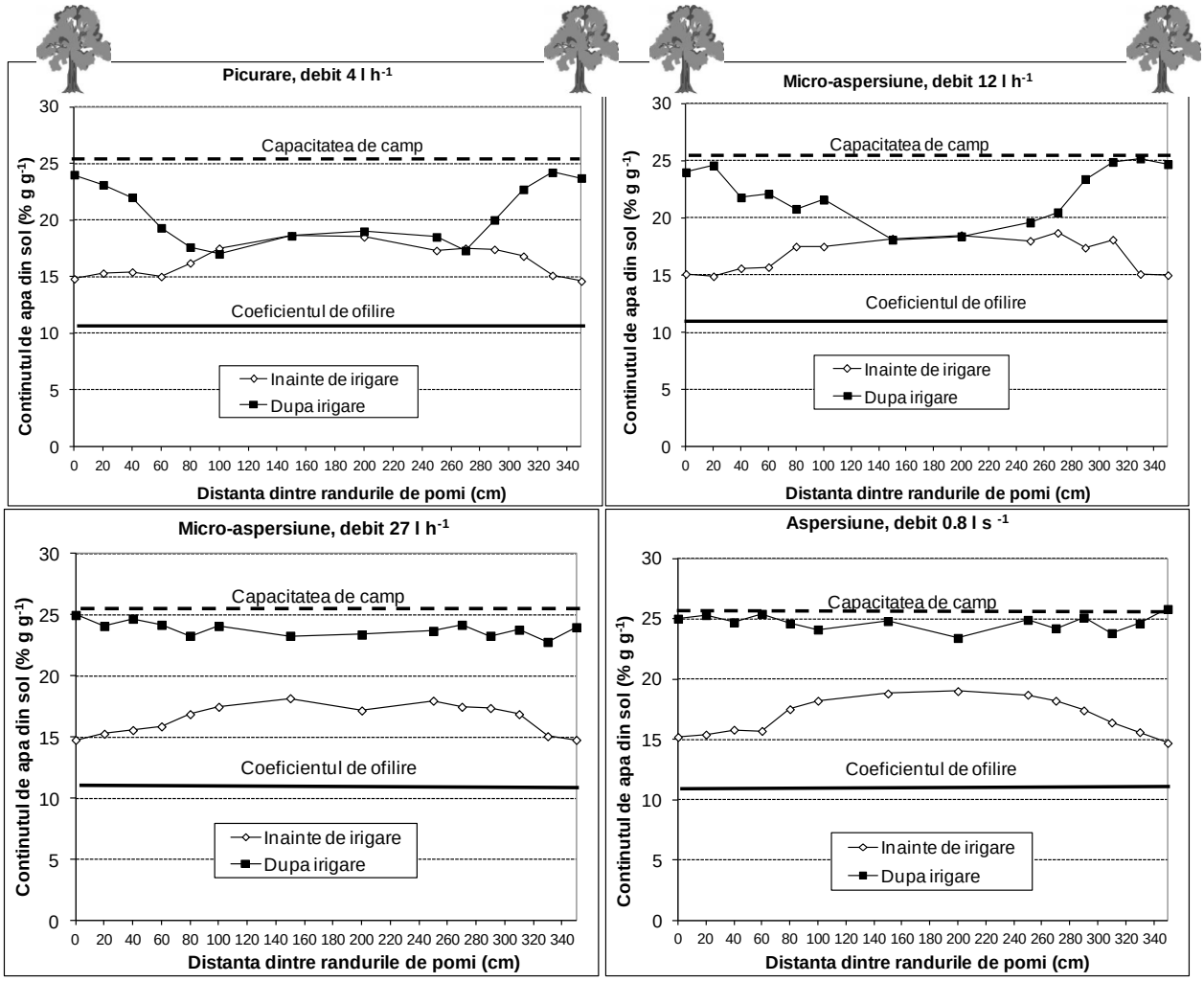



**Fig. 8.5. Distribuția spațială a conținutului de apă din sol ca medie pe adâncimea de 0,8 m între două rânduri de pomi (Golden Delicious), atât înainte cât și după aplicarea apei, ICDP Mărăcineni-Pitești, Județul Argeș (după Iancu, Tănăsescu și Păltineanu, 2003)**

După cum a rezultat și din cele expuse, în pomicultură, cele mai potrivite metode de aplicare a apei sunt irigarea localizată (prin picurare, cupe poroase, tuburi poroase etc., sau irigarea prin micro-aspersiune). Acestea permit aplicarea precisă a apei la pomi în cantitate exactă.

La utilizarea regimului de irigare în optim prin picurare, numai o parte a suprafeței livezii este udată (în general între cca. 1/4 până la 1/2 din suprafață), iar cantitatea de apă aplicată trebuie redusă proporțional. Unii fermieri aplică adesea zilnic o cantitate de apă care este echivalentă cu rata optimă așa cum rezultă prin metoda lui Allen ș.a. (1998), în funcție de evapotranspirația de referință (ETo) și coeficientul de cultură, Kc, verificată de Păltineanu ș.a. (2007). În acest caz, în lunile de vară călduroase (de ex., iulie, august) se pot utiliza zilnic cca 5-6 mm (50-60 $m^3$ $ha^{-1}$, redusă cu valoarea procentului suprafeței udate) de apă pe astfel de soluri în regiune (Paltineanu ș.a., 2007), menținând astfel un prag ridicat al umidității solului, θ, între CC și MAD, cu condiția ca solul să nu sufere de exces de apă (de ex., cazul solurilor argiloase din Câmpia Piteștilor).

Irigarea prin micro-aspersiune este, de asemenea, recomandată în livezi, îndeosebi cu debite reduse ale emițătoarelor (12 l $h^{-1}$), având avantaje atât în ceea ce privește volumul de apă aplicată, cât și pentru că nu udă frunzișul și nu facilitează apariția bolilor cum se întâmplă în cazul aspersiunii.

Totuși, pentru utilizarea unei opțiuni cât mai avantajoase economic și ca producție de fructe, trebuie luate în considerație recomandări suplimentare, obținute din experimente de fiziologie a plantei,

cum ar fi contracția trunchiului pomilor, fotosinteza sau potențialul apei în frunze sau trunchi. În cazul solurilor cu exces temporar de apă sau a celor stagnogleizate (nu este cazul în acest experiment, dar este cazul în arealul solurilor argiloase învecinate), drenajul și aerația solului devin prioritate de management al livezii, deoarece minimum 10% din porozitatea totală trebuie să fie libere de apă pentru a preveni necrozarea rădăcinilor (Canarache, 1990).

De asemenea, în nutriția și fiziologia plantelor, ca și în aplicarea irigației, este importantă alternativa fermierilor de economisire a apei de irigație și atunci nu se folosește regimul de irigare cu umectare optimă, ci regimul de irigare sub stres hidric. În această situație, deoarece pomii nu mai sunt irigați în mod regulat după plafonul minim (MAD), există perioade în care solul se usucă mai mult decât MAD, dar în prezenta lucrare s-a arătat că, cu cât solul devine mai uscat, cu atât crește efortul pomilor de a extrage apa din sol, mai ales dacă rădăcinile extrag apa din orizonturile mai profunde. Astfel, adâncimea de la care se extrage apa este foarte importantă, iar pomii, inclusiv cei altoiți pe portaltoi vegetativi, dezvoltă rădăcini chiar și la adâncimea de 1 m, sau chiar mai jos (Paltineanu et al., 2015b, 2016b). Pomii fiind stresați în această situație, se pune problema de a ști cât de mult ar trebui lăsat solul să se usuce.

Datorită stresului hidric permis, producția de fructe scade, iar fermierii trebuie să ia în considerație pierderile de recoltă față de cantitatea de apă de irigație economisită, iar în funcție de profitul posibil vor lua cea mai potrivită soluție. Astfel de recomadări se obțin din experiențe specifice.

## 4. Concluzii

S-au obținut corelații foarte semnificative între principalii indici hidrofizici și densitatea aparentă a solului cu textura mijlocie studiat. Astfel, compactarea solurilor în livezile clasice sau intensive deteriorează structura solului și reduce accesibilitatea apei pentru pomi.

Numai cca. un sfert din capacitatea totală (CT) pentru apă a solului studiat poate fi utilizată de către pomi. Cea mai mare parte a CT conține ori apă imobilă (echivalentă a CO), fie apă ușor drenabilă (între CT și CC). Din intervalul umidității accesibile plantelor (IUA), numai jumătate (în cazul de față 12,5% din CT) este ușor accesibilă, cealaltă jumătate fiind greu accesibilă plantelor.

Potențialul matricial al apei solului descrește (sucțiunea crește) pe măsura scăderii umidității solului. În acest fel, accesibilitatea apei descrește abrupt de la valoarea CC către CO, pentru descreșteri uniforme ale umidității solului, iar aplicarea irigației sub stres hidric reduce substanțial accesibilitatea apei pentru plante comparativ cu irigarea în regim optim.

Cele mai recomandabile metode de irigare în livezi sunt picurarea și/sau micro-aspersiunea cu debite reduse (12 l $h^{-1}$), care udă parțial intervalul dintre rândurile de pomi dar nu frunzișul, utilizând apa cât mai eficient și permițând efectuarea stropirilor fără probleme. Picurarea însă nu irigă un volum suficient de sol, implicit nu asigură apă în intregime sistemului radicular, nici chiar pentru portaltoii vegetativi, mult mai puțin viguroși față de cei generativi, cum este și MM106, fapt care poate avea consecințe negative asupra producției de fructe dacă nu se iau toate măsurile necesare de contracarare (regim diurn de irigare, în absența precipitațiilor). Care este preferată dintre aceste metode de irigare localizată se poate decide numai după comparația dintre acestea (vezi ultimul capitol).

Dacă regimul de irigare este în optim, atunci aplicarea apei se poate face atât în întregime ca normă de udare între capacitatea de câmp și plafonul minim al umidității (CAS), considerat la mijlocul IUA, echivalentul potențialului apei în sol fiind de cca. 160-170 kPa, pe adâncimea sistemului radicular de 0,8 m, revenind cu udarea cu normă constantă la aceleași valori ale potențialului apei în sol. Alternativ, se poate aplica zilnic apă de irigație echivalentă cu evapotranspirația culturii, de cca. 4-6 mm de apă pe zi în perioada de vară, dar atunci când solul are umiditatea inferioară valorii potențialului de 60-70 kPa (la 3/4 din IUA), pentru a nu se crea exces de apă în sol după precipitații abundente. Udările zilnice se pot relua atunci când potențialul apei în sol atinge din nou valorile de avertizare.

## Bibliografie


Aïvazian S, 1970. Étude statistique des dépendances. Edition Mir, Moscou, 236 p.

Allen, R.G., Pereira L., Raes, D., and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. 301 pp. FAO Irrig. and Drainage Paper 56. FAO, Rome, Italy.

Brady, N.C. (1999). The Nature and Properties of Soils (12th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. pp. 183–9. ISBN 0-13-852444-0.

Brooks, R.H., and Corey, A.T. 1964. Hydraulic properties of porous medium. Colorado State University (Fort Collins), Hydrology Paper, Nr. 3, March.

Buckingham, E. (1907). Water retention in soil. Soil Bulletin (U.S. Department of Agriculture) (38).

Canarache A. 1990. Fizica solurilor agricole. Editura Ceres, 268 p.
Canarache A., Vintila I., Munteanu I. 2006. Elsevier's Dictionary of Soil Science in English (with definitions) in French, German and Spanish. 1339 pp. http://store.elsevier.com/Elseviers-Dictionary-of-Soil-Science/A_-Canarache/isbn-9780080561318/
Florea, N., Munteanu, I., 2012. Romanian Soil Taxonomy System–SRTS. Edit. Sitech, Craiova, 206 pp.
Florea, N., Bălăceanu, V., Răuță, C., Canarache, A. 1987. Methodology of elaboration of soil science studies. Partea I, II, III. (In Romanian) Redactia de Propaganda Tehnica Agricola. ICPA Bucuresti.
Iancu M., Tanasescu N., Paltineanu Cr., 2003. *Influența metodei de udare localizată asupra uniformitatii de distribuție a apei dintr-o plantație intensive de măr.* Lucrări stiințifice ICPD, vol. XXI, Pitesti: 174-183.
Klute A. 1952. A numerical model for solving the flow equation for water in unsaturated materials. Soil Science, 73: 105-116.
Mualem, Y. (1976). A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. Water Resources Research 12 (3): 513–522. Bibcode:1976WRR....12..513M. doi:10.1029/WR012i003p00513.
Paltineanu Cr., Calciu I., Vizitiu O., Chitu E., Tanasescu N. 2015a. *Investigating spatial distribution of the soil–water characteristic curves and consequences in irrigation application within a sandy-loam soil in an intensive plum tree orchard*. Fruit Growing Research. Vol. XXXI: 65-70. http://publications.icdp.ro/?target=content
Paltineanu C., Tanasescu N., Chitu E. 2016a. *Pattern of soil physical properties in intensive plum and apple orchards on medium and course textured soils*. Soil & Tillage Research. 163(C): 80-88. DOI: 10.1016/j.still.2016.05.013.
Paltineanu C., Nicolae S., Tanasescu N., Chitu E., Ancu S. 2016b. *Investigating Root Density of Plum and Apple Trees Grafted on Low-Vigor Rootstocks to Improve Orchard Management.* Erwerbs-Obstbau. DOI: 10.1007/s10341-016-0293-7.
Păltineanu Cr., Mihailescu I.F., Seceleanu I., Carmen Dragota, Felicia Vasenciuc, 2007. Ariditatea, seceta, evapotranspirația și cerințele de apă ale culturilor agricole în România. Edit. Ovidius University Press, Constanța, 319 p.
Paltineanu Cr., Paduraru I., Hianu C., Zamfir C., Dumitriu I.C. Octavian L., 1985. Influenta continutului de argila si a densitatii aparente asupra capacitatii de camp pentru apa a solurilor grele. Stiinta Sol., nr. 1, Bucuresti: 32-41.
Paltineanu, C., Septar, L., Corina Gavat C., Chitu E., Iancu M., Oprita A., Moale C., Lamureanu G., Calciu I., Stroe V.M. 2015b. Spatial distribution of apricot roots in a semi-arid environment. Agroforestry Systems. DOI: 10.1007/s10457-015-9869-8.
Richards, L.A. and Weaver, L.R. (1944). Moisture retention by some irrigated soils as related to soil moisture tension. Journal of Agricultural Research 69: 215–235.
Tănăsescu N., Paltineanu Cr**.** 2005. Influence of various irrigation methods on tree growth and fruit yield parameters in apple under the conditions of southern Romania. International Commission on Irrigation and Drainage, 21st European Regional Conference–Integrated land and water resources management: towards sustainable rural development. 15-19 May 2005, CD Rom, ERC2005PDF, Frankfurt (Oder), Germany and Slubice (Poland), Topic 4 – Drought and drought management:7p.
Van Genuchten, M.Th. (1980). A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal 44 (5): 892–898. doi:10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x.
Veihmeyer, F.J. and Hendrickson, A.H. (1931). The moisture equivalent as a measure of the field capacity of soils. Soil Science 32 (3): 181–193. doi:10.1097/00010694-193109000-00003.

## Capitolul 9. Utilizarea indicelui de stres hidric al culturii (crop water stress index – cwsi) în avertizarea aplicării irigației și corelarea acestuia cu conținutul de apă al solului

### Introducere

Apa este un factor limitativ în multe țări din lume și din ce în ce mai dificil de utilizat datorită descreșterii calității și cantității pe de o parte, precum și datorită tendinței generale de aridizare din țara noastră. Din această cauză, irigarea în regim optim este din ce în ce mai greu de realizat, costurile de utilizare și pompare crescând considerabil. Astfel, irigarea în regim de stres hidric este o alternativă viabilă nu numai în Europa sudică, mediteraneană, dar și în regiunile centrale ale continentului, în Statele Unite ale Americii, Australia, Israel, Turcia etc.

Procesul de transpirație al frunzișului pomilor reprezintă componenta cea mai importantă a sistemului sol-plantă-atmosferă (soil-plant-atmpâosphere continuum, SPAC (Philip, 1966). Plantele transpiră în optim atunci când solul este permanent aprovizionat cu apă la nivelul capacității de câmp (CC) sau aproape de CC, având simultan condiții bune de aerație, așa cum prezintă în general solurile cu textură medie sau mijlociu-grosieră, dar pierd apa prin frunze și când sunt sub stres hidric, atunci când conținutul de apă din sol (CAS) este apreciabil sub nivelul CC.

Aplicarea irigației este o măsură obligatorie pentru agricultura modernă nu numai în regiunile aride sau semi-aride, ci și în zona climatică temperată, în special pentru culturile care necesită investiții mari (livezi), dar aplicarea irigației în optim necesită importante cantități de apă, resursă aflată, cum s-a amintit mai sus, sub presiune mare acum, dar mai ales în viitorul apropiat, în contextul încălzirii globale. De aceea, economisirea apei este un deziderat major pentru fermieri și pentru specialiștii în managementul apei.

Irigarea sub stres hidric (deficit de irigație, water stress irrigation, deficit irrigation, DI) sau irigarea sub deficit hidric regulat (regulated deficit irrigation, RDI), sau irigația cu regim de uscare parțială a zonei radiculare (partial root-zone drying irrigation - PRD) presupun o reducere moderată a cantității de apă de irigare în timpul unor faze necritice ale dezvoltării plantelor, păstrând în același timp cantitatea și calitatea acceptabile ale producției agricole (Behboudian and Mills, 1997). În livezi, astfel de studii folosind irigația sub stres hidric au fost efectuate atât înainte de recoltare (pre-harvest stages) cât și după recoltarea fructelor (post-harvest stages). Irigația trebuie să contribuie la creșterea eficienței folosirii apei, dar și la descreșterea impactului asupra mediului, păstrând calitatea apei și solului (Dichio ș.a., 2009).

După alți autori (Naor, 2006; Fereres și Soriano, 2007), irigația sub stres hidric are avantajul economisirii resurselor de apă fără pierdere de recoltă pe termen scurt, în timp ce producția de fructe poate fi redusă datorită efectului cumulat al acestui regim de irigare asupra pomilor pe termen lung (Intrigliolo și Castel, 2005). Chiar din primii ani de aplicare a irigației sub stres hidric s-a observat că eficiența irigației crește odată cu scăderea apei aplicate (English și Raja, 1996).

Diferite metode de prognoză a irigației în livezi au fost considerate benefice pentru optimizarea aplicării apei, iar ca indici de lucru s-a folosit potențialul apei în sol, conținutul de apă din sol (CAS, sau umiditatea solului), diferența dintre temperatura aerului (Ta) și a frunzelor (Tc), potențialul apei în tulpină, conductanța stomatală ș.a.. După Idso ș.a. (1981), indicele de stres hidric al culturii (crop water stress index, CWSI), calculat pe baza temperaturii aerului (Ta) și a frunzelor (Tc), reprezintă un indicator important pentru programarea udărilor și pentru estimarea recoltei (Jackson ș.a., 1981).

CWSI este in indicator al ratei transpirației relative a unei plante, care depinde de diferența dintre temperatura frunzei și a aerului și deficitul de presiune al vaporilor de apă din atmosferă. Atunci când nivelul apei din plantă scade, stomatele se închid, iar intensitatea transpirației scade, în timp ce temperatura aparatului foliar expus radiației solare directe crește. Când o plantă este bine aprovizionată cu apă, transpiră cu mare intensitate, nivelul temperaturii frunzei fiind cu atât mai coborât față de temperatura mediului, cu cât deficitul de saturație al vaporilor de apă din atmosferă este mai mare (1-12°C), în acest caz valoarea CWSI apropiindu-se de 0. Atunci când intensitatea transpirației se reduce, temperatura frunzelor expuse radiației solare directe, crește și poate depăși cu 4-6°C temperatura aerului. Când planta își reduce transpirația, CWSI tinde spre valoarea 1. Transpirația este amplificată de deficitul de saturație cu vapori de apă al atmosferei.

În ultimele decenii, mai mulți autori au cercetat importanța CWSI pentru diferite plante. Testi ș.a. (2008) au studiat CWSI în livezi de fistic, Ben-Gal ș.a. (2009) la măslin, iar Gaus și Greene (1990) la piersic. Ben-Asher ș.a. (1989) și Ben-Asher și Phene (1992) au determinat transpirația plantelor din măsurători de rezistență a coroanei pomilor și de termometrie în infraroșu în regiuni aride, cum sunt California și Israelul.

Totuși, metodele de investigație privind determinarea CWSI nu sunt uniforme pentru toți autorii, dar nici echipamentele și instrumentele de lucru nu sunt standardizate, folosindu-se atât termometre în infraroșu, cât și tehnica imageriei termale. De exemplu, CWSI calculat atât din datele obținute prin măsurători către frunzele orientate spre nord cât și spre sud au produs rezultate diferite în cazul viței de vie, cu excepția situației când deficitul de presiune a vaporilor de apă (vapour pressure deficit, VPD) a prezentat valori ridicate (5,8 kPa) (Wheaton ș.a., 2009). În acest caz, la valori mari ale VPD conductanța stomatală scade atât la variantele irigate cât și neirigate. Autorii au arătat că abaterea standard a frunzelor însorite a fost superioară celei privind frunzele umbrite și au sugerat și că utilizarea Tc referitoare la frunze parțial umbrite nu este reprezentativă în detectarea stresului hidric. Pe de altă parte, Jones ș.a. (2002) au constatat că CWSI prezintă valori mai omogene în cazul frunzelor umbrite, datorită faptului că orientarea frunzelor a avut un impact mai mic asupra bilanțului energetic. Variabilitatea temperaturii dintre plante crește cu stresul hidric, probabil și ca rezultat al variației proprietăților solului și adâncimii de înrădăcinare (Gardner ș.a., 1981).

Unii dintre inițiatorii metodei CWSI, Jackson ș.a. (1988), au arătat că, în ciuda obținerii unor rezultate robuste, abordarea CWSI a fost problematică, datorită sensibilității mari a instrumentelor la unii factori climatici, cum ar fi radiația solară, viteza vântului, umiditatea relativă, dar și datorită necesității stabilirii liniilor culturii nestresate (liniilor bazale inferioare, lower base lines, LBL) pentru diferite zone agro-climatice, iar Idso (1982) a arătat că LBL se schimbă odată cu faza de vegetație în cazul unor culturi, de la faza vegetativă la cea generativă, în timp ce Tubailesh ș.a. (1986) au constatat existența unei rezistențe mărite a difuziei foliare în fazele de vegetație mai târzii comparativ cu cele mai timpurii, având drept rezultat o temperatură mai mică a frunzișului. În plus, Payero și Irmak (2006) au arătat importanța considerării unor caracteristici de creștere, ca talia plantelor, care afectează reflectanța frunzișului și alte componente de bilanț energetic, la determinarea liniilor bazale superioare (upper base lines, UBL) și a liniilor bazale inferioare (lower base lines, LBL).

În ultimul timp, utilizarea tehnicii de imagerie termală a căpătat o importanță crescândă, deoarece folosește o suprafață mai mare din coroana pomilor pentru măsurarea Tc, comparativ cu termometrele clasice cu infraroșu, care efectuează măsurători punctuale (Cohen et al. 2005, Costa et al. 2013). Grant ș.a (2007) au constatat că unul dintre avantajele utilizării imageriei termale este operativitatea colectării datelor, integrând părți considerabile din coroana pomilor. Ballester ș.a. (2013) au constatat că determinările de temperatură a frunzișului cu ajutorul imageriei termale au fost mai exacte decât prin utilizarea senzorilor în infraroșu și au fost considerate ca cel mai bun indicator de predicție pentru stresul hidric, urmate de potențialul apei în tulpină și de conductanța stomatală.

Metoda imageriei termale a fost de asemenea folosită de Cohen ș.a. (2012) și Wheaton ș.a. (2009) care au studiat detectarea stresului hidric în plantațiile de vie. Imageria termală are potențialul de a înlocui măsurătorile directe pe frunzele individuale și de a oferi un procedeu robust de detectare a stării apei culturilor și a structurii acesteia prin cartarea suprafețelor extinse ale culturilor (Cohen ș.a., 2005).

În cazul altor specii, în livezi de citrice, Stagno ș.a. (2009) au obținut corelații liniare între potențialul apei din tulpină determinat la mijlocul zilei și Tc, iar Wheaton ș.a. (2009) au găsit o corelație între CWSI și potențialul apei în sol la vie. În țara noastră, Păltineanu ș.a. (2011, 2013, 2015) au arătat că între CWSI și conținutul de apă din sol (CAS) la măr, respectiv la piersic și cais există, de asemenea, corelații, atât pentru situația frunzelor însorite cât și umbrite.

Scopul prezentei secțiuni este de a: 1) determina linia bazală superioară (upper base line, UBL) și liniile bazale inferioare (lower base lines, LBL) în livezile mature de măr și prun, 2) corela valorile CWSI cu CAS și 3) alege cea mai potrivită cale de a calcula CWSI pentru a putea fi utilizat în programarea udărilor în cadrul condițiilor de sol și climă din regiunile deluroase din partea central-sudică a țării noastre pentru aceste specii pomicole, care ocupă cele mai multe suprafețe.

Prezenta secțiune se bazează în principal pe datele din lucrarea lui Păltineanu ș.a. (2011), completată cu date nepublicate ale lui Chițu.

**Material și metodă**

Condițiile de sol și climă

Solul din parcelele experimentale de măr unde s-au efectuat experiențele privind determinarea liniilor bazale superioare și inferioare la măr are textura lutoasă într-o parcelă, respectiv luto-nisipoasă în cea de-a doua. Panta terenului se încadrează în intervalul 0-0,02, iar apa freatică se găsește la adâncimi de 2,5-3,0 m.

Experimentul s-a desfășurat pe parcursul mai multor ani (2006, 2007, 2009). Speciile studiate au fost mărul, cu soiurile Idared (două parcele de vârstă diferită: 12 ani în 2006 și 2007, respectiv 5 ani în 2009) și Golden Spur (vârsta 5 ani), ambele soiuri altoite pe portaltoiul M9, respectiv specia prun, cu soiul Stanley altoit pe corcoduș, investigați ca parcele subdivizate.

Schema experimentală pentru soiul Idared / M9 în vârsta de 12 ani a fost 3,6 m × 1,5 m (1852 pomi / ha), cu rândurile orientate nord-sud, menținute ca ogor negru, respectiv cu benzi înierbate între rânduri, pomii având înălțimea de 2,5-3,0 m; pentru pomii în vârstă de 5 ani, soiul Idared / M9, respectiv Golden spur / M9.

Parcelele cercetate au avut în componență 20 de pomi pe rând, numărul de rânduri fiind trei. Apa de irigație a fost aplicată îndeosebi în lunile iulie și august, prin micro-aspersiune, prin emițători de 27 l/h, distanțați la 2 m pe rândul de pomi, având raza de stropire de 1,8 m, existând atât variante irigate în optim, în funcție de cerințele evapotranspirației de referință multiplicate prin indicele de cultură - pentru calculul liniilor bazale inferioare, dar și parcele irigate sub stres hidric și parcele neirigate – pentru a avea diferite valori ale CAS.

Temperatura frunzelor (Tc) pomilor a fost măsurată cu psihrometre electronice cu termometru în infraroșu (Mannix EM8857PI, Extech RK401, X2955L-Crop Trak Infrared Thermometer, Spectrum Technologies, Inc.,), precum și cu camera de termografie FLIR i3, în zile senine la ora prânzului (13:00-14:00). Aparatele, în momentul determinărilor au fost orientate astfel încât soarele să fie în spatele operatorului iar direcția de măsurare să fie cât mai aproape de direcția sub care cad razele de soare pe zonele măsurate (coroanele pomilor). Simultan s-a măsurat și temperatura aerului (Ta) folosind atât psihrometere Assmann cât și psihrometerele electronice menționate. Deficitul de saturație al vaporilor de apă din atmosferă a fost calculat apoi folosind ecuațiile date de http://weather.nmsu.edu/Teaching_Material/soil698/CWSI.html.

Pentru a se putea calcula CWSI, au fost determinate mai întâi linia bazală inferioară (LBL) pe pomi bine aprovizionați cu apă, precum și linia bazală superioară (UBL) pe pomi aduși în incapacitate de a transpira, după metodologia pusă la punct de Idso et al., 1981 și Jackson et al., 1981.

CWSI a fost calculat de raport între: 1) distanța dintre mărimea Tc-Ta corespunzătoare valorii deficitului de presiune al vaporilor de apă (VPD) din atmosferă din momentul determinării față de LBL și 2) distanța dintre UBL și LBL pentru aceeași valoare a VPD:

$$CWSI = [(Tc – Ta) - LBL] / (UBL – LBL)$$

Determinările de CAS pe adâncimea de 1 m au fost efectuate folosind dispozitive de tipul Delta – T Devices ThetaProbe PR1, respectiv Watermark resistance blocks (6450 Watermark Soil Moisture Sensor, Spectrum Technologies, Inc. Valorile CAS din livada de măr în vârstă de 12 ani au fost corelate cu datele de CWSI obținute în diferitele variante cercetate.

**Rezultate și discuții**

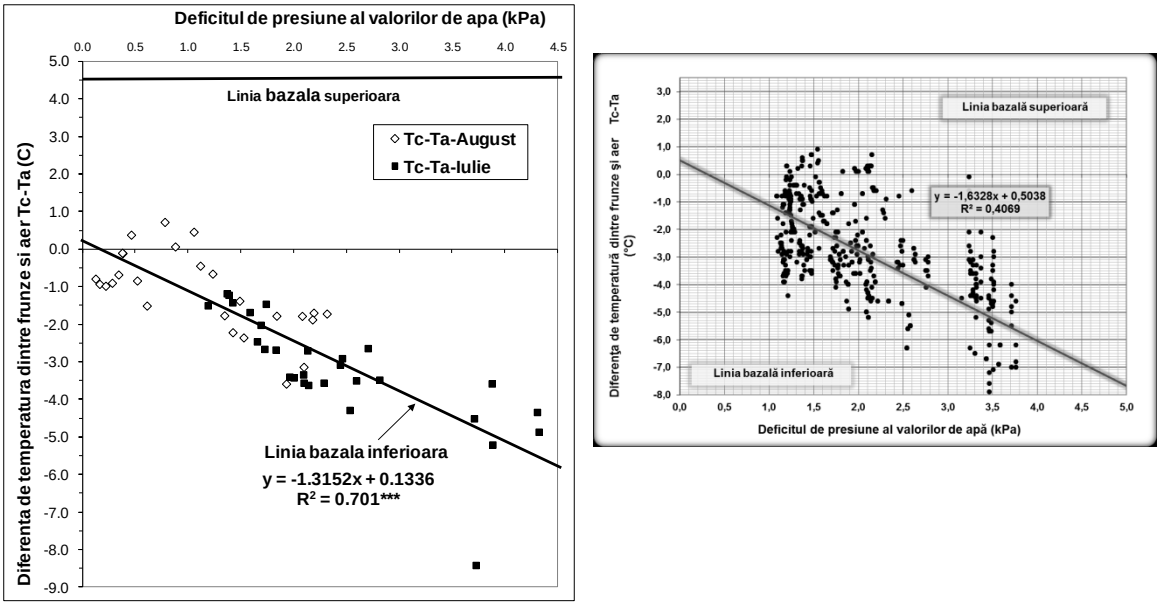
Liniile bazale inferioare (lower base lines, LBL) și superioare (upper base lines, UBL) pentru măr și prun, indicele de stres hidric (crop water stress index, CWSI)

Pentru cele două soiuri de măr și trei vârste diferite s-au obținut datele prezentate în fig. 9.1 – 9.3. Se observvă faptul că pantele dreptelor LBL sunt relativ apropiate, deși ușor diferite. Cea mai mare pantă a LBL se remarcă în cazul livezii celei mai tinere de măr Idared, care transpiră mai intens la deficite ale vaporilor de apă din atmosferă mari (4,5 -5,0), aparatul foliar al acestui soi fiind mai rece cu peste 1°C față de cel al soiului Golden spur și Idared de 12 ani. Dar cea mai mare pantă în valoare absolută (-2,3) s-a înregistrat în cazul speciei prun, soiul Stanley (Fig. 9.4-9.5). Toate ecuațiile de regresie obținute sunt foarte semnificative din punct de vedere statistic.

Corelația dintre indicele de stres hidric (CWSI) și conținutul de apă din sol (CAS) la măr

Corelațiile inverse, liniare și foarte semnificative ($R^2$=0.392***), dintre valorile CWSI și valorile CAS înregistrate în livada de 12 ani sunt vizualizate în fig. 9.6 a și b. Totuși, $R^2$ nu prezintă o valoare ridicată datorită unor factori precum: variabilitatea condițiilor de sol și a unor factori tehnologici. Rezultatele sunt în concordanță cu datele publicate anterior de Păltineanu ș.a. (2013, 2015) pentru piersic și cais cultivat în condițiile din Dobrogea, dar și cu Das (1991) pentru alte specii (grâu) pentru condițiile de semi-ariditate din zona Delhi, India.

Corelațiile obținute pot folosi la avertizarea aplicării udărilor în livezi, în funcție de regimul de irigare dorit: în optim, sau sub stres hidric, în acest ultim caz și conform gradului de stres asumat de fermieri.




a) b)

**Fig. 9.1. Liniile bazale inferioare (LBL) și superioare (UBL) necesare calculării indicelui de stres hidric (CWSI) al soiului de măr Idared altoit pe portaltoiul M.9; vârsta livezii: 12 ani (a), 5 ani (b)**

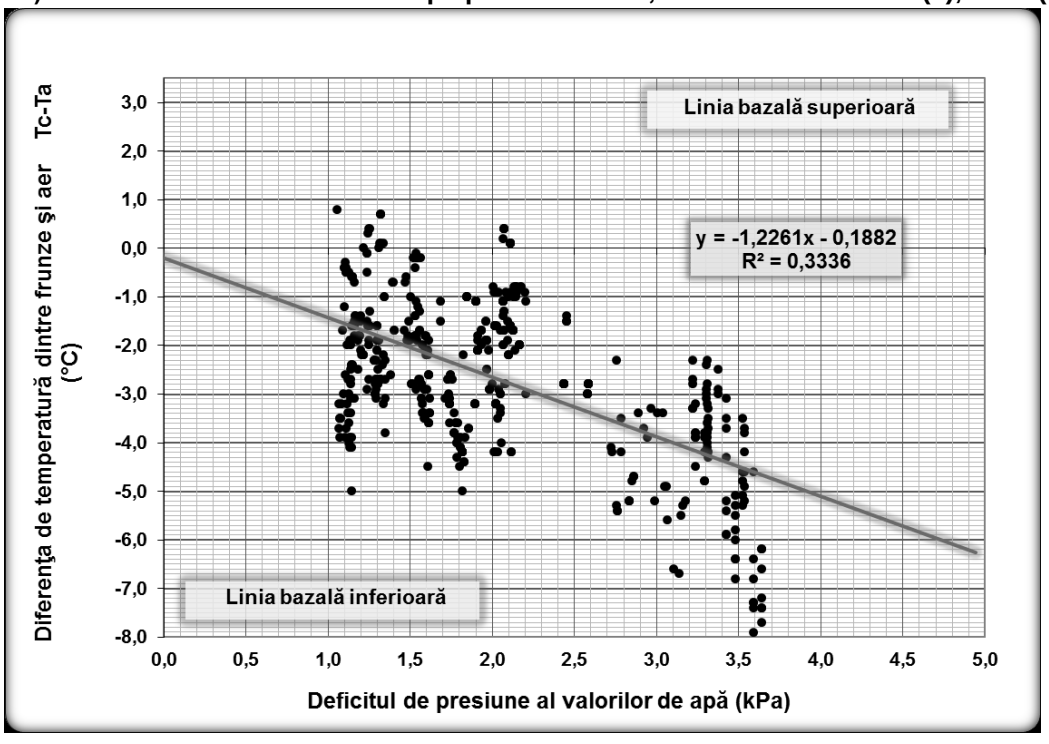



**Fig. 9.2. Linia bazală inferioară și superioară necesare calculării indicelui de stres hidric al soiului de măr Golden spur altoit pe M.9, vârsta 5 ani**

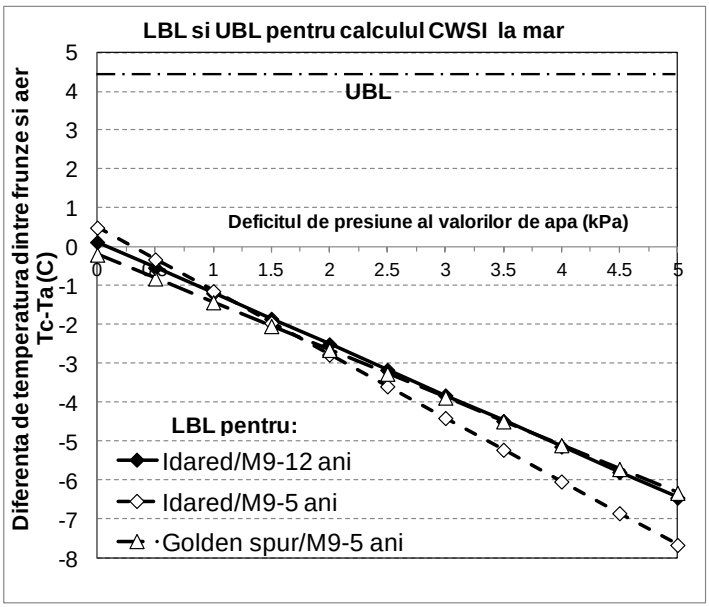



**Fig. 9.3. Liniile bazale inferioare (LBL) și superioare (UBL) necesare calculării indicelui de stres hidric (CWSI) al soiurilor de măr Idared și Golden spur altoite pe portaltoiul M.9**

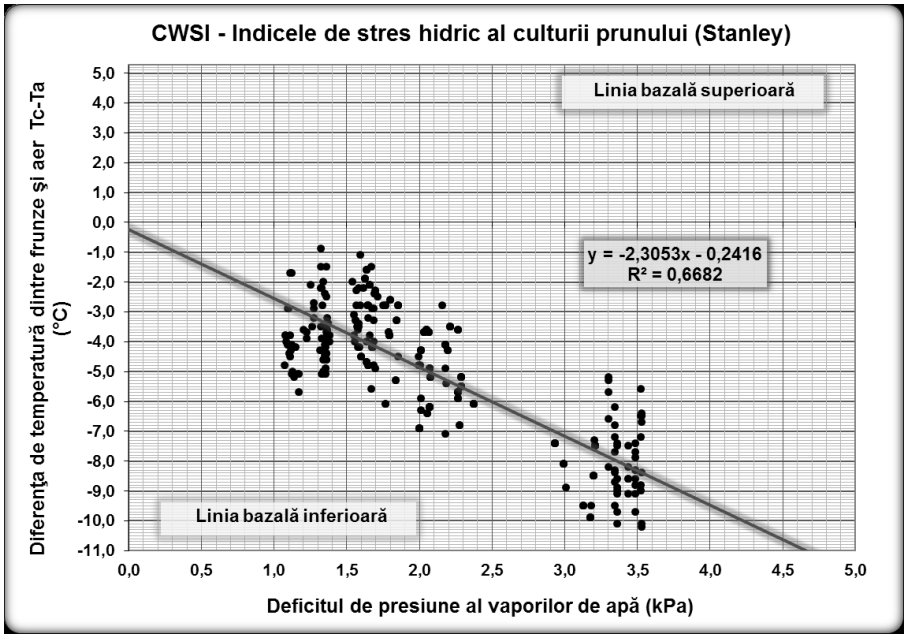



**Fig. 9.4. Linia bazală inferioară și superioară necesare calculării indicelui de stres hidric al soiului de prun Stanley altoit pe corcoduș**

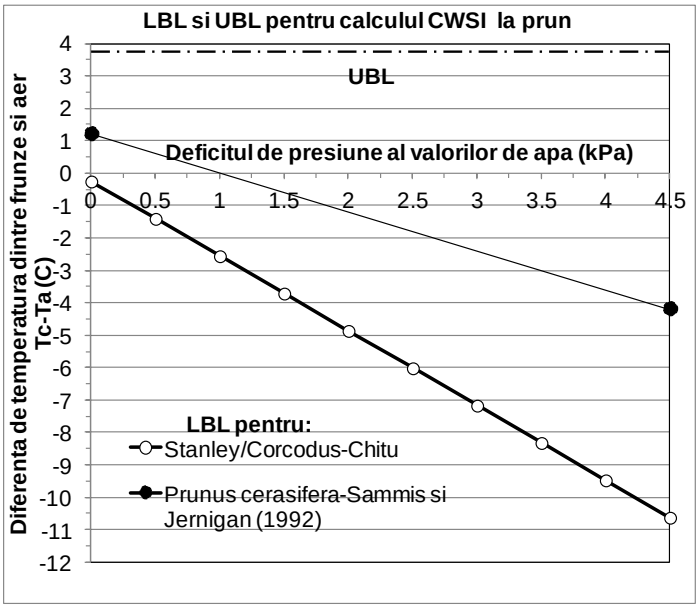
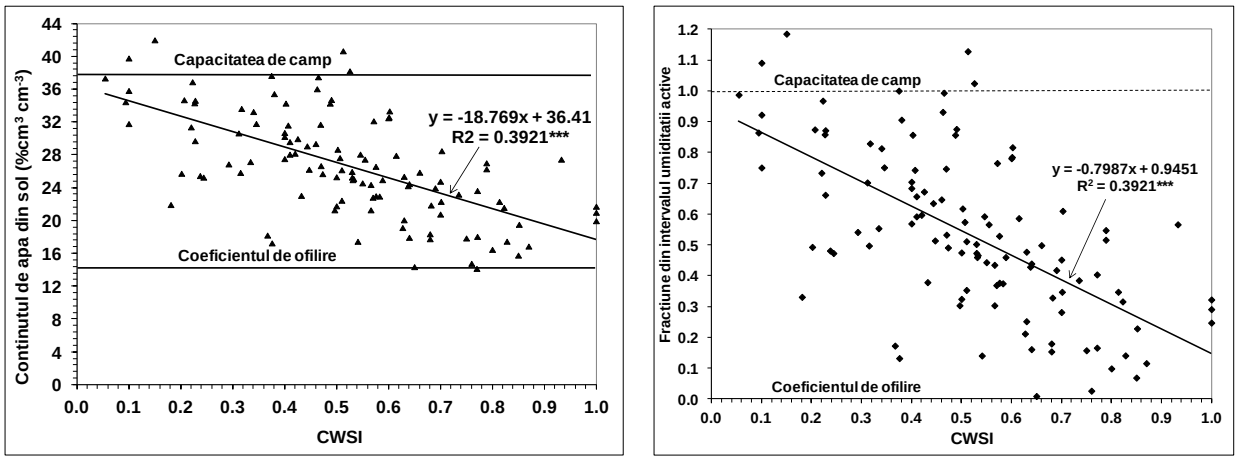



**Fig. 9.5. Liniile bazale inferioare (LBL) și superioară (UBL) necesare calculării indicelui de stres hidric (CWSI) al soiurilor de prun Stanley altoit pe corcoduș**




a) b)

**Fig. 9.6. Corelațiile dintre valorile CWSI determinate în cazul livezii de măr de 12 ani (Idared/M.9) și valorile medii ale CAS pe stratul de sol de 1 m adâncime: a – valori absolute (IUA) dintre capacitatea de câmp pentru apă și coeficientul de ofilire, b – valori fracționare ale IUA, Mărăcineni-Pitești (după Păltineanu ș.a., 2011)**

**Concluzii**

În cazul celor două specii studiate: măr și prun, s-au obținut corelații foarte semnificative între deficitul de presiune al valoprilor de apă din atmosferă (VPD) și diferența de temperatură dintre frunze și aer din același moment (Tc-Ta) în condițiile de mediu de la Mărăcineni-Pitești.

Pentru livada de măr cu soiul Idared, în vârstă de 12 ani, valorile indicelui de stres hidric (CWSI) au variat între 0,10 și 0,80, ultima valoare înregistrându-se pentru situațiile de stres hidric puternic. Pentru irigare în regim optim se recomandă utilizarea valorile CWSI de 0,20 când se dorește un plafon minim

ridicat al CAS și maximum 0,50, când se administrează regimul de irigare sub stres hidric. Detalii privind regimul de irigare și de avertizare a aplicării udărilor se dau în capitolele următoare.

S-au obținut corelații inverse semnificative între valorile CWSI la măr și conținutul de apă din sol (CAS), care pot fi folosite în adoptarea regimului de irigare. Totuși, coeficientul de determinație al ecuațiilor de regresie nu prezintă valori ridicate, datorită variabilității spațiale a solului și probabil unor factori tehnologici. De aceea, se recomandă ca utilizarea CWSI să se facă în asociere cu alte metode de avertizare a udărilor, de ex, cu monitorizarea potențialului apei în sol prin senzori amplasați în cadrul unui profil vertical cu mai multe adâncimi, începând cu orizonturile de sol de la suprafață și până la 0,8 m.

**Bibliografie**


Allen, R.G, Pereira, L., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drain. Paper 56, Rome, 301.

Ben-Asher J., D.W. Meek, R.B. Hutmacher, and C.J. Phene. 1989. A Computational Approach to Assess Transpiration from Aerodynamic and Canopy Resistance, Agron. J.: 776-781.

Ben-Asher J., Phene C.J. 1992. User's guide for estimating crop evapotranspiration ($ET_c$). Using The Infrared Thermometry (IRT) Method. California Agricultural Technology Institute–CATI, Ben Gurion University of the Negev, Israel. http://cati.csufresno.edu /cit/rese/92/920701 /index.html.

Das D.K. 1991. Use of remote sensing technique in scheduling irrigation. http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1991/agris/agris008.asp.

Guofu Yuan, Yi Luo, Xiaomin Sun, Dengyin Tang. 2004. Evaluation of a crop water stress index for detecting water stress in winter wheat in the North China Plain. Agricultural Water Manag. 64: 29–40.

Idso, S. B., Jackson, R.D., Pinter, P.J.Jr., Reginato, R. J. and Hatfield, J. L. 1981 Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. Agric. Metorol., 24:45-55.

Jackson, R. D., S. B. Idso, R. J. Reginato, P. J. Printer,. 1981. Canopy temperature as a crop water stress indicatior. Water Res 17:1133-1138.

Monteith J.L. 1965. Evaporation and the Environment. In: The state and movement of water in living organisms, XIXth Symposium Soc. for Exp. Biol., Swansea, Cambridge University Press: 205-234.

Paltineanu Cr. and Mihailescu I.F. 2005. Aridity distribution and irrigation water requirements for the main fruit trees in Romania. International Commission on Irrigation and Drainage, 21st European Regional Conference. 15-19 May 2005, CD Rom, ERC2005PDF, Frankfurt (Oder), Germany and Slubice (Poland), Topic 4–Drought and drought management: 11 p. www.zalf.de/icid/ICID_ERC2005/HTML/ERC2005PDF/ Topic_4/Paltineanu_1.pdf.

Paltineanu Cr., Chițu E., Tănăsescu N. 2008. Using the crop water stress index in irrigation scheduling in apple orchards on southern Romania. International Workshop on Sustainable Fruit Growing, Pitesti-Maracineni, Romania, CD ROM, Editura Invel Multimedia: 116-127 pp.

Paltineanu Cr., E. Chitu, N. Tanasescu, 2011. *Correlation between the crop water stress index and soil moisture content for apple in a loamy soil: a case study in southern Romania*. VI International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, Talca, Chile. Acta Horticulturae 889: 257-264; http://www.actahort.org/ books/889/889_30.htm

Paltineanu Cr., Septar L, Chitu E. 2015. Temperature Profile in Apricot Tree Canopies under the Soil and Climate Conditions of the Romanian Black Sea Coast. International Journal of Biometeorology, Springer.

Paltineanu C, Septar L, Moale C. 2013. Crop Water Stress in Peach Orchards and Relationships with Soil Moisture Content in a Chernozem of Dobrogea. J. Irrig. Drain Eng., vol. 139 (no. 1):20–25

Sammis, T.W. and D. Jernigan.1992. Crop water stress index of ornamental plants. American Soc. of Agric. Eng., Vol. 8, No. 2

Sammis, T.W. W.R. Riley, and D.G. Lugg. 1988. Crop water stress index of pecans. Applied Eng. in Agric. 4(1):39-45.

Sdoodee, S. and Kaewkong, P. 2006. Use of an infrared thermometer for assessment of plant water stress in neck orange (Citrus reticulata Blanco). Songklanakarin J. Sci. Technol., 28(6): 1161-1167.

Tănăsescu N., Paltineanu Cr., 2004. Root distribution of apple tree ('Golden Delicious') under various irrigation systems within in the hilly region of Romania. International Agrophysics, Lublin, Poland, vol. 18. No 2:175-180.

http://weather.nmsu.edu/Teaching_Material/soil698/CWSI.html.

**Capitolul 10. Aspecte tehnologice privind irigarea prunului și mărului – producția de fructe și creșterea trunchiului sub regimul de irigare în optim și sub stres hidric la mărul irigat prin diferite metode**

10-A. Aspecte tehnologice la irigarea prunului și mărului

Se dau mai jos unele noțiuni cu caracter practic rezultate atât din cercetările proprii, cât și din literatură.

*Calitatea apei de irigație - Sisteme de irigare, componente*

La proiectarea și amenajarea unui sistem de irigare se are în vedere, printre altele, câteva elemente componente. Sursa de apă, care poate fi apă de suprafață (râuri, lacuri) sau apă de adâncime (foraje), trebuie să aibă debitul necesar și calitate corespunzătoare, corelate cu suprafața plantației și necesarul de apă maxim al acesteia pentru irigare; foarte importantă este și calitatea apei.

Utilizarea în irigație a unor ape necorespunzătoare calitativ poate conduce, în cele mai multe cazuri, la fenomene de degradare a solurilor și vătămarea plantelor (Grumeza, 1989), concomitent cu degradarea sistemului de irigație.

Aprecierea calității apei de irigație se face în funcție de principalele proprietăți fizice și chimice ale acesteia: temperatura, turbiditatea, gradul de aerație, reacția chimică, concentrația în elemente chimice și în săruri solurile (Onu, 1992).

*Temperatura*, apei trebuie să aibă valori apropiate de cele ale temperaturii optime de vegetație a plantelor (18-25°C). Această condiție este îndeplinită de cele mai multe dintre sursele de apă de suprafață. În cazul apelor subterane este recomandat ca înainte de irigare, apa să circule prin canale deschise, sau să se acumuleze în bazine unde temperatura ajunge la valoarea la care nu se produce stress termic pentru plante. De asemenea, la temperatura mediului diferitele elemente fertilizante, aplicate odată cu apa de irigare, se solubilizează corespunzător.

*Turbiditatea,* reprezintă cantitatea de aluviuni aflate în suspensie și transportate de apă, într-o unitate de volum. În apele de suprafață, cantitatea de aluviuni este mai ridicată decât în apele subterane. De asemenea, gradul de turbiditate variază chiar pe același curs de apă, de la un sezon la altul, în funcție de debitul și viteza apei. La irigarea localizată (picurare, microaspersiune) este indicat să se folosească apa de adâncime, sau apă de suprafață foarte bine filtrată. După datele din literatură, după reziduul fix mineral (RFM, g/l) și după conținutul ionic (în anioni și cationi), apa este considerată: 1) foarte bună pentru irigație când RFM <0,5 și valoarea procentuală a $Na^+$, ca raport între suma cationului $Na^+$ și suma cationilor $Ca^{++}$, $Mg^{++}$, $K^+$ și $Na^+$ este < 10, 2) bună pentru irigație când RFM este cuprins între 0,5 și 1,0, iar valoarea procentuală a $Na^+$ se găsește în intervalul 10-20, 3) satisfăcătoare pentru irigație când RFM este cuprins între 1,0 și 2,0, iar valoarea procentuală a $Na^+$ se găsește în intervalul 20-30, 4) nesatisfăcătoare pentru irigație când RFM este cuprins între 2,0 și 3,0, iar valoarea procentuală a $Na^+$ este ≥ 30, 5) complet nesatisfăcătoare pentru irigație când RFM este ≥ 3,0, iar valoarea procentuală a $Na^+$ este ≥ 30.

*Gradul de aerație al apei* sau conținutul în oxigen al apei de irigație are importanță în desfășurarea proceselor de oxidare din sol. Cursurile de apă au un grad de aerație satisfăcător, apele subterane au un grad mai redus de aerație, iar lacurile, bălțile, bazinele și iazurile pot fi de asemenea nesatisfăcătoare, fiind aproape lipsite de oxigen. Folosirea acestor ape la irigație este posibilă doar după aplicarea unor măsuri de aerație.

*Reacția chimică a apei* sau concentrația apei în ioni de hidrogen, exprimată în unități pH este un indicator important ale apei de irigație. După valoarea reacției chimice, apa este tolerabilă pentru irigație atunci când pH-ul acesteia se încadrează între 5,5 și 6,4, precum și între 7,3 și 7,6 (Davidescu și Davidescu, 1978; Onu, 1992). Apa este corespunzătoare pentru irigație atunci când pH-ul este cuprins între 6,5 și 7,2. Cele mai multe culturi, printre care și mărul, preferă o reacție slab acidă a solului, apropiată de cea neutră, inclusiv pentru apa de irigație.

*Concentrația în săruri* este un indice complex al calității apei de irigație și se exprimă ca reziduu salin sau reziduu mineral fix, sub forma conductivității electrice a soluției solului, care este direct proportională cu conținutul în săruri. Pe baza analizelor fizice, chimice si biologice ale apelor se stabilesc indici calitativi care ajută la caracterizează sursele de apă de irigație. Principalii indici calitativi ai apelor de irigație sunt: indicele CSR (carbonat de sodiu rezidual) și indicele SAR (raportul de absorbtie a sodiului – sodium absorbtion ratio).

Astfel, după *SAR* (SAR = $Na^{+}/sqrt((Ca^{++} + Mg^{++})/2)$ (Oster ș.a., 1980), unde cei trei cationi se măsoară în miliechivalenți/litru și după concentrația totală de săruri solubile – exprimată prin valoarea conductivității electrice ($CE*10^{6}$ la 25 micromho/cm), care arată gradul de alcalizare a apei de irigație, există următoarele situații: 1) utilizare fără restricții, având mineralizare scăzută, când SAR = 0-10, simbolul S1, iar CE = 0-250, clasa C1, 2) utilizare cu restricții mici, având mineralizare moderată, pentru evitarea acumulării sărurilor în soluri fără drenaj natural bun, când SAR = 11-18, simbolul S2, iar CE = 251-750, clasa C2, 3) utilizare cu restricții moderate, având mineralizare ridicată, pentru evitarea acumulării sărurilor în soluri, fiind necesare măsuri de drenaj artificial și aplicarea de amendamente cu fosfogips, când SAR = 19-26, simbolul S3, iar CE = 751-2250, clasa C3, 4) neutilizabilă în aplicarea irigației, având mineralizare foarte ridicată, necesitând măsuri speciale de îndepărtare a sărurilor în exces, când SAR ≥ 26, simbolul S4, iar CE ≥ 2250, clasa C4. Ulterior, pe plan internațional au apărut opinii care arată că această clasificare a fost prea dură, existând unele controverse și astăzi.

După *carbonatul de sodiu rezidual (CSR*), apa este admisibilă când CSR < 1,25, tolerabilă când CSR este cuprins între 1,25 și 2,50, necorespunzătoare când CSR > 2,50. Acumularea sodiului în sol are loc și în funcție de cantitatea totală de apă de irigație aplicată, condiții climatice și tipul de regim hidric al solului, textura argiloasă și porozitatea redusă, chimismul total al apei (de ex. conținutul în bicarbonați).

După *indicatorii toxici*, în funcție de textura și permeabilitatea solurilor, de cantitatea de apă aplicată prin irigație, cantitatea de metale grele, metale radioactive ș.a., apa de irigație nu trebuie să depășească valorile din stadardele de calitate oficiale.

Referitor la componentele unui sistem de irigație, iată câteva dintre acestea.

*Instalații de pompare, de punere sub presiune a apei de irigare*, cu echipamente dimensionate pentru debitul necesar aplicării irigărilor pentru perioada de vârf estimată pentru suprafața și consumul de apă al culturii respective.

*Echipamente de filtrare* (filtru cu nisip, filtru cu sită), obligatorii pentru instalații de irigare localizată. La irigarea localizată, filtrarea apei este esențială pentru funcționarea corectă și durabilitatea unui sistem de irigare. Emițătoarele de apă au orificii extrem de mici care se pot colmata ușor, scăzând debitul acestora și uniformitatea udărilor. Apele de suprafață, pe lângă turbiditatea mare, conțin microfloră și microfaună care pot afecta calitatea distribuției apei.

*Echipamente pentru fertirigare* (cap control irigare-fertirigare, Fig. 10.A.1a) pot fi cu comandă manuală sau computerizată. În industria echipamentelor de irigație există o multitudine de echipamente pentru irigare-fertirigare, dar elementele componente stricte ale unei instalații de fertirigare sunt de fapt; tancul (recipientul) pentru amestecul fertilizant și injectorul (pompa) de apă, la care se adaugă, conducte, racorduri, fitinguri, manometre, pH-metru etc.

Echipamentele și instalațiile moderne de irigare-fertilizare pot fi cu acționare manuală, sau automatizate (computerizate, Fig. 10.1b), cu posibilitatea declanșării udărilor și a dirijării normelor de irigare și a administrării rețetelor de fertilizare prin programare și comandă, din capul parcelă sau din computer, precum și ciu ajutorul telefonului mobil.

Aplicarea apei prin irigare localizată este redată atât prin picurare (Fig. 10.A.1c), cât și microaspersiune (Fig. 10.A.1d).

**Irigarea prunului și mărului**

*Prunul* necesită completarea apei din sol prin irigație, indiferent de portaltoi sau de zona pedoclimatică în care se cultivă. Deși rezistă mai bine la secetă decât multe alte specii pomicole, deficitul de apă manifestat frecvent în timpul creșterii intense a fructelor în climatul din România face obligatorie irigarea pentru o calitate superioară a fructelor și pentru realizarea de producții constante și mari.

Experiențele făcute în unitățile de cercetare pentru pomicultură (Iancu, 1988) au demonstrat că producția de prune a unei livezi irigate crește cu 18-20% față de producția unei livezi similare neirigate în condițiile de la Pitești-Mărăcineni, iar calitatea (masa) fructelor crește cu cca. 30–35 %. Prunul răspunde bine la irigarea din perioada de creștere intensă a lăstarilor, la legarea și creșterea fructelor chiar până aproape de recoltarea acestora, crescând astfel randamentul în pulpă al fructelor (Iancu, 1988).

În funcție de portaltoi, adâncimea de dezvoltare a sistemului radicular al prunului crește odată cu vigoarea acestuia, de la portaltoii de vigoare redusă sau dwarf, spre cei de vigoare mare. Menținerea unei stări de umiditate optime a solului pe adâncimea sistemului radicular caracterizează o irigare eficientă. Aceasta se poate monitoriza cu ajutorul tensiometrelor sau senzorilor de sucțiune a apei în sol pe diferite adâncimi.

a) b)

c) d)

**Fig. 10.A.1. Diferite componente ale sistemelor de irigație localizată: (a) cap control irigare, (b) instalație modernă de irigare-fertilizare – în partea de jos, din stânga, se observă cuva pentru dizolvarea îngrășămintelor chimice, (c) aspect privind aplicarea apei prin picurare, d) prin microaspersiune**

*Mărul* este o specie cu un consum de apă ridicat, necesitând aplicarea irigației ca o măsură de suplinire a deficitului temporar de umiditate care apare frecvent în toate zonele de cultură din țară. Irigarea este de cele mai multe ori cea care face diferența dintre o livadă de subzistență și una foarte profitabilă. Apa și disponibilitatea ei pentru plante pe tot parcursul perioadei de vegetație face posibilă o circulație bună a sevei care vehiculează elementele nutritive și energetice către toate organele pomilor. După cum arată hărțile consumului de apă la măr, se recomandă irigarea indiferent de soi, portaltoi sau de zona pedoclimatică din țara noastră în care este cultivat mărul. În proiectele tehnice de înființare și întreținere a livezilor pomicole intensive este obligatorie și proiectarea unui sistem de irigare. Similar, sistemul radicular absorbant majoritar al portaltoilor mărului se dezvoltă în sol tot în funcție de vigoarea acestora (Nemerski, 2007), fiind mai viguros și mai profuns în cazul portaltoilor generativi (franc), adâncimea de înrădăcinare descrescând în cazul portaltoilor de vigoare medie (MM 106, M 26) și mai ales în cazul portaltoilor de vigoare mică (M9, M27) (Păltineanu ș.a., 2016).

Consumul optim de apă al unei culturi, definit ca evapotranspirație reală maximă (ETc) în anumite condiții de vegetație date, este un proces complex care depinde de o serie de factori: umiditate optimă a solului pe adâncimea sistemului radicular, caracteristicile anatomo-fiziologice ale speciei respective în diferite etape ale creșterii și dezvoltării ei pe perioada de vegetație, condițiile pedo-climatice în care se cultivă specia respectivă, sistemul de cultură și densitatea pomilor pe unitatea de suprafață, nivelul producției de fructe al culturii.

Irigarea prin aspersiune udă toată suprafața livezii, inclusiv coronamentul pomilor, folosind echipamente de distribuție a apei (aripi de udare) mobile, sau instalații autodeplasabile. Folosită atât pentru prun cât și pentru măr, aspersiunea prezintă avantajul că imită ploaia naturală, administrând un volum mare de apă în timp mai scurt; scade temperatura locală a aerului din zona de irigare și crește umiditatea atmosferică din jurul pomilor. Ca dezavantaje, se amintește faptul că este o metodă care necesită volum mare de apă administrat adesea ineficient, udă frunzișul pomilor favorizând apariția unor boli, necesită manoperă în situația în care se folosesc aripi de ploaie pentru mutatul acestora pe poziții succesive, poate provoca eroziune de suprafață sau adâncime în livezile amplasate în regiuni deloroase

dacă intensitatea de aplicare a apei depășește viteza de infiltrație a apei în sol, prezintă neuniformități mari de udare în perioadele cu vânt intens. Nu se aplică o udare uniformă în perioadele cu vânt relativ puternic. Referitor la echipamentele de administrare a apei la pomi, aspersiunea poate folosi instalații de udare cu tambur și furtun (IATF) sau aripi de udare din PVC de Ø 40-50 mm, cu aspersoare cu debite de 0,4-0,6 l/s, cu prelungitor și trepied de sprijin și cu raza de udare de 4-6 m. Mutarea IATF-urilor se realizează cu tractorul, iar montarea aripilor de ploaie se face manual pe intervalele dintre rândurile de pomi, iar mutarea pe fiecare poziție nouă este în funcție de raza de udare a aspersoarelor.

Irigarea localizată este mult mai frecvent întâlnită în livezile tinere, intensive de prun și măr. Irigarea prin microaspersiune este o metodă de irigare care face trecerea între aspersiune și picurare, fiind una dintre cele mai potrivite metode de administrare a apei în livezi. Ca dezavantaj, este faptul că necesită volume de apă mai mari decât cele necesare la picurare. Spre deosebire de picurare, microaspersiunea udă o suprafață de sol mai mare (50-60% din suprafața livezii), realizând o uniformitate de udare mai bună, pe un volum de sol mai extins, pentru întreg sistemul radicular al pomului, fără să ude însă în întregime intervalele dintre rânduri, permițând astfel traficul tehnologic pe sol neudat. Nu udă frunzișul pomilor și administrează o normă de udare în timp mai scurt decât picurarea. La instalațiile de irigare prin microaspersiune se recomandă furtunuri cu diametre Ø de 20-30 mm, cu microaspersoare cu debite de 30-40 l/h, distanțate la 1-2 m pe rândul de pomi, în funcție de raza de udare, pentru a realiza o bandă continuă umezită uniform sub rândurile de pomi (Tanasescu, 2014).

Irigarea prin picurare, cea mai utilizată metodă de irigare în pomicultura modernă pentru plantațiile pomicole, inclusiv pentru cele de prun și măr, datorită avantajelor sale, prezintă totuși și câteva dezavantaje legate de necesitatea filtrării apei, de volumul și suprafața mai redusă de sol umezit (30-40% din suprafața livezii) și care nu oferă o umiditate uniformă pe suprafața udată, iar unele porțiuni ale sistemului radicular nu beneficiază de aceeași umiditate sau nu sunt deloc umectate. Multiplele avantaje ale acestei metode de udare duc în continuare la alegerea acestei metode, care economisește apă, energie și manoperă, nu udă frunzișul pomilor, are eficiență maximă în folosirea apei, permite fertirigarea eficientă, numai pe zona de sub rândurile de pomi și se poate aplica concomitent cu alte lucrări tehnologice în livadă. Pentru instalațiile de irigare prin picurare pe rândurile de pomi sunt indicate furtunuri de Ø 16-20 mm, cu picurătoare de 2-8 l/h, distanțate la 0,5–1 m pe furtun, care poate fi suspendat la anumite înălțimi deasupra solului, sau poate fi lăsat direct pe sol. Toate acestea se corelează cu vigoarea plantației (soi + portaltoi), cu textura solului și cu distanțele dintre pomi pe rând.

Metodele de determinare și monitorizare corectă a consumului de apă al unei culturi sunt diferite și se bazează în principal pe indicii hidrofizici ai solului și/sau pe valorile elementelor meteorologice, necesitând logistică specială. Monitorizarea aplicării apei de irigație se poate realiza prin echiparea parcelelor cu tensiometre, senzori de umiditate sau de potențial al apei în sol, precum și dataloggere pentru înregistrarea datelor potențialului sau conținutului apei din sol pe diferite adâncimi (Fig. 10.A.2a, 10.A.2b, și 10.A.2c).

a) b) c)

**Fig. 10.A.2. Tensiometre (a), senzori de umiditate sau potențial al apei în sol (b) și dataloggere (c) pentru înregistrarea datelor potențialului sau conținutului apei din sol**

Pentru irigarea plantațiilor de prun se recomandă instalații de irigare localizată, care să administreze apa numai pe o bandă continuă umezită sub rândurile de pomi, dar se poate folosi și aspersiunea. Irigarea pe toată suprafața solului din livadă (aspersiunea), nu este însă eficientă pentru economie de apă și îngrășăminte, sau pentru creșterea eficienței utilizării acestora de către pomi.

Regimul de irigare poate fi atât în optim cât și în deficit (stres hidric asumat), așa cum s-a menționat într-un capitol anterior, în funcție de potențialul apei în sol (sau conținutul de apă) determinat pe adâncimea de dezvoltare a sistemului radicular.

Pentru orice specie pomicolă, lungimea rândurilor de pomi nu trebuie depășească anumite dimensiuni (120-150 m), în vederea păstrării unui debit cât mai constant al picurătoarelor sau micro-aspersoarelor, din amonte spre aval de-a lungul conductei de distribuție a apei în livadă, pentru a realiza o udare cât mai uniformă.

Aceasta recomandare este argumentată de un studiu experimental desfășurat la ICDP Pitesti-Mărăcineni (Tanasescu, ș.a., 2012), într-o livadă de măr, în primii ani de rod, soiul Topaz /M9, irigată prin picurare, cu furtunuri de udare de Ø 20 mm cu picurătoare de 4 l/h, la distanța de 0,6 m între ele și cu lungimea rândurilor de 180 m. După 3 ani de aplicare a irigației s-a determinat debitul picurătoarelor pe 3 porțiuni de rând, corespunzând fiecare cu o treime din lungimea totală a rândurilor de pomi. Cele trei debite medii determinate au fost: V1: debit mediu /picurător de 3,78 l/h (63 ml/min, prima treime a lungimii rândurilor de pomi), V2: debit mediu/picurător de 2,82 l/h (47 ml/min, a doua treime a lungimii rândurilor de pomi), V3: debit mediu /picurător de 1,92 l/h (32 ml/min, a treia treime a lungimii rândurilor de pomi). Corelând cele 3 variante de debite medii determinate cu producția de fructe, s-a constatat că aceasta înregistrează valori medii diferențiate statistic între variantele experimentale. Astfel, la debitul de 1,92 l/h, producția medie de fructe a fost de 9,31 kg / pom, la debitul de 2,82 l/h (47 ml / min), producția de fructe a fost de 10,66 kg / pom, iar la debitul de 3,78 l/h, producția de fructe a fost de 12,20 kg / pom (Fig. 10.A.3). Valorile producției de fructe sunt în creștere de la anul III (2011) la anul IV (2012) datorită creșterii masei vegetative a pomilor odată cu înaintarea în vârstă a plantației (Tanasescu, ș.a., 2012).

Concluzia evidentă a cestui studiu este aceea că neuniformitatea udărilor pe lungimea rândurilor de pomi a determinat diferențirea semnificativă a producției de fructe obținute, cu valorile maxime în zona amonte, unde s-a adimistrat o cantitate mai mare de apă, și cele minime în zona aval, respectiv o neuniformitate a producției de fructe.

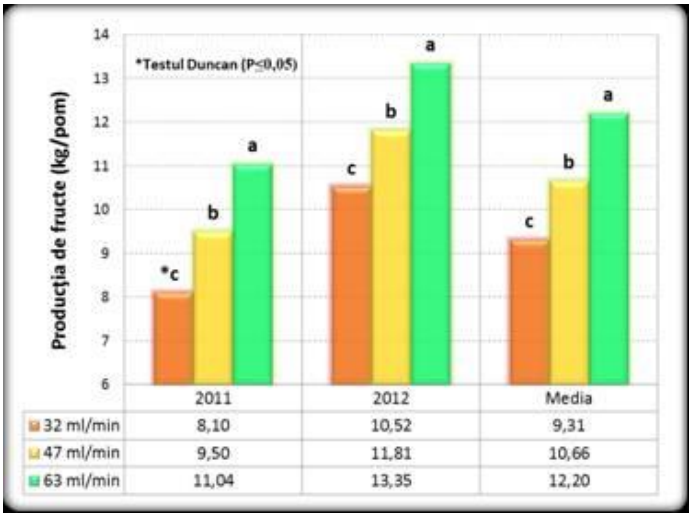



**Fig. 10.A.3. Influența debitului picurătoarelor asupra producției de fructe pe pom, în anul III (2011) și IV (2012) de la plantare într-o livadă cu soiul Topaz / M 9, la ICDP Mărăcineni, de-a lungul rândurilor de pomi**

10-b. Producția de fructe și creșterea trunchiului sub regimul de irigare în optim și sub stres hidric la mărul irigat prin diferite metode de udare

**Introducere**

Fiind una dintre cele mai importante componente ale bilanțului apei în sol în aplicarea irigației, evapotranspirația reală maximă sau optimă a culturii (ETc) este cercetată, în general, în legătură cu producția de fructe și cu indicatorii de creștere a pomilor. Cunoașterea extragerii apei de către pomii fructiferi implică cuantificarea necesarului apei de irigație (NI) pentru obținerea unei fructificări favorabile și a unei producții mari de fructe, precum și pentru menținerea unui regim aero-hidric optim în sol.

Cercetări privind evapotranspirația pomilor și elementelor tehnice de irigație în livezi au fost efectuate anterior în țara noastră de mai mulți autori: Ionescu (1976), Grumeza ș.a. (1979; 1989), Drăgănescu și Grumeza (1980), Iancu ș.a. (1999), Tănăsescu (1999), Păltineanu ș.a. (2000), Păltineanu ș.a.(2007) etc. Aceștia au găsit valori ale coeficienților de cultură pentru diferite specii pomicole, sau au calculat valori ale ETc și NI în diferite condiții de sol și climă. Astfel, Ionescu (1976) a publicat coeficienți de cultură (Kc) pentru piersicul cultivat în partea de sud-est a țării, în timp ce Grumeza ș.a. (1979, 1989) au găsit valori ale Kc pentru diferite culturi agricole și regiuni, folosind metodele de investigație și cunoștințele acelei perioade. Tot în domeniul aplicării irigației în pomicultură, Drăgănescu și Grumeza (1980) au studiat influența irigației prin picurare asupra mărului, iar Iancu ș.a. (1999) au cercetat extragerea apei de către rădăcinile pomilor, precum și raportul transpirației față de evapotraspirație la măr, în condițiile aplicării metodei de irigație prin aspersiune. În aceeași manieră, Tănăsescu (1999) a cercetat dinamica conținutului de apă din sol (CAS) și ETc într-o livadă de măr irigată prin diferite metode. Păltineanu ș.a. (2000, 2007) au publicat valori ale NI pentru diferite culturi horticole și agricole atât pentru partea de sud a României, cât și pentru întregul teritoriu al țării, bazat pe cercetările internaționale (Allen ș.a., 1998) și naționale. Totuși, mult timp nu au existat date suficiente privind studiul comparativ al diferitelor metode de irigare asupra producției de fructe, dar nici cercetări privind producția de fructe irigată în regim optim față de regim sub stres hidric.

În străinătate Allen ș.a. (1998), printre alții, au publicat o metodă standarizată de calcul al coeficienților de cultură, precum și a valoriloe ETc și NI pentru un regim optim de irigare, pentru o serie largă de culturi agricole, inclusiv pomi fructiferi, valabilă la nivel internațional, iar Păltineanu ș.a. (2007) au confirmat aplicabilitatea respectivei metode și în țara noastră.

Scopul acestei secțiuni este de a prezenta: 1) efectele obținute de aplicarea mai multor metode de irigație asupra producției de fructe la specia măr, soiul Golden Delicious / MM106, în condițiile specifice ale regiunii deluroase de la Mărăcineni-Pitești, pe soluri cu textură medie, precum și 2) efectele regimului de irigație sub stres hidric comparativ cu regimul optim de irigare și cu variantele neirigate, asupra producției de fructe la măr, soil Idared / M.9.

Prezenta secțiune are la bază în principal datele publicate anterior de Tănăsescu și Păltineanu (2004) și Păltineanu ș.a. (2008).

**Material și metodă**

I. Producția de fructe și creșterea trunchiului la soiul de măr Golden Delicious altoit pe portaltoiul MM106 în funcție de metodele de irigare

Solul din parcelele cercetate este reprezentat de asociații de aluviosoluri transformate prin lucrările specifice de scarificare și/sau desfundare în urmă cu câteva decenii. Textura solului este variată, predominant lutoasă. Sistemul radicular al pomilor s-a dezvoltat pe adâncimi mai mari de 1 m, dar masa principală de rădăcini a fost cantonată în primii 0,8 m adâncime. Adâncimea apei freatice este variabilă, frecvent între 3 și 5 m.

Experimentul cu durata de 7 ani a constat în studiul soiului de măr Golden Delicious altoit pe portaltoiul MM106 dintr-o livadă clasică, irigat prin diferite metode: aspersiune (ASP), micro-aspersiune (mASP) și picurare (PIC), având ca martor o parcelă neirigată (NEI). Irigația a fost aplicată ca sursă suplimantară de apă față de precipitații. Pomii au fost plantați în schema de 3,6 m între rânduri, menținute înierbate tot anul, și 1,5 m între pomi pe rânduri, menținute ca ogor negru prin discuiri repetate în cursul perioadei de vegetație.

În perioada de vegetație din fiecare an de cercetare, cantitatea de apă aplicată prin irigare (norma de irigare) a fost distribuită diferit, în funcție de metoda de irigație utilizată. În ciuda acestei diversități, valorile CAS au fost menținute deasupra plafonului minim (Pm) considerat la mijlocul

intervalului umidității active (IUA). CAS a fost măsurată cu ajutorul sondei cu neutroni până la adâncimea de 1,5 m. Din analiza graficelor de lucru privind dinamica CAS a rezultat faptul că nivelul apei freatice nu s-a ridicat într-atât încât să influențeze regimul hidrologic al solului în perioada de vegetație, deoarece CAS s-a menținut relativ constantă sub adâncimea de 1,0 m.

Experimentul s-a desfășurat după metoda statistică a parcelelor subdivizate, având trei repetiții pentru fiecare variantă. ETc a fost acoperită din apa din precipitații, apa de irigație (I) și rezerva de apă din sol, fiind calculată pe baza ecuației de bilanț al apei în sol, folosindu-se în acest scop termenul de precipitații (P) efective, recomandat de USBR (CROPWAT Program, Smith; 1992), care ia în considerație numai precipitațiile care au avut cea mai mare probabilitate de a fi infiltrate în zona radiculară și folosite de plante, eliminând scurgerile și drenajul profund. Astfel:

P efective = $P_{tot}$ (125 - 0.2 $P_{tot}$ ) / 125 pentru $P_{tot}$ < 250 mm, respectiv

P efective = $P_{tot}$ (125 + 0.1 $P_{tot}$ ) / 125 pentru $P_{tot}$ > 250 mm;

unde $P_{tot}$ sunt precipitațiile lunare totale.

Apa de irigație fiind aplicată cu intensitatea medie orară care nu a produs băltiri a fost considerată ca fiind utilă în totalitate de către plante.

Creșterea anuală a grosimii trunchiului pomilor (a secțiunii lor transversale – TTCSA) măsurați la înălțimea de 0,3 m deasupra nivelului solului, precum și producția anuală de fructe (mere, Y) au fost determinate în fiecare variantă de cercetare.

Datele obținute au fost analizate prin analiza variației și folosind testul t. În plus, ecuațiile de regresie și testul t au fost utilizate pentru stabilirea semnificației ecuațiilor de regresie realizate prin Programul Microsoft Excel pentru factorii studiați.

II. Irigarea sub stres hidric la măr, soiul Idared

Experimentul a fost organizat și s-a desfășurat tot la Pitești-Mărăcineni, pe durata a trei ani de cercetare: 2006 - 2008, într-o livadă de măr în vârstă de 12 ani, soiul Idared altoit pe portaltoiul M.9 (Păltineanu ș.a., 2008). Pomii au fost plantați la distanța de 1,5 m pe rând și la 3,6 m între rânduri, rezultând 1852 pomi/ha. Înălțimea medie a pomilor a fost de 2,5-3,0 m. Direcția rândurilor este de la sud la nord pe suprafața orizontală pe care s-a desfășurat experiementul. Sistemul de întreținere a solului este reprezentat de benzi înierbate între rândurile de pomi și ogor negru pe rând.

Forma de coroană este palmetă cu brațe oblice. Indicele suprafeței foliare (leaf area index, LAI) determinat cu ajutorul echipamentului SunScan Canopy Analysis System după metoda Păltineanu ș.a. (2005) a fost de 2,45 $m^2$ $m^{-2}$, valoare tipică pentru o livadă matură, bine dezvoltată. Deoarece fiecare pom a avut o formă de trunchi de piramidă, volumul mediu al pomilor a fost de 2,28 $m^3$.

Fiecare variantă s-a desfășurat pe trei rânduri de pomi adiacente, în lungime de 30 fiecare, cu 20 de pomi. Parcelele experimentale din cadrul variantelor de cercetare au fost localizate central pe rânduri și au avut cinci pomi fiecare, pe care s-au efectuat observațiile și măsurătorile.

Irigația a fost aplicată în cei trei ani de cercetare în cele două luni în care se aplică în mod normal, iulie și august, creând umidități diferite în sol. Au fost investigați doi factori experimentali: regimul de irigare și metoda de irigație. Experimentul s-a desfășurat bazat pe metoda parcelelor subdivizate.

Regimul de irigare a constat în trei tipuri: i) neirigat (NI), ii) irigat în optim până la capacitatea de câmp pentru apă (FI) după evaluarea consumului obținut cu ajutorul ETo-PM și al coeficienților de cultură pentru iulie și (Paltineanu ș.a., 2007), și iii) irigat în condiții de stres hidric (HI), în general cu jumătate din cantitatea de apă aplicată în optim.

Cu privire la metoda de irigație se poate menționa, că apa a fost aplicată în variantele irigate în optim, atât prin 1) microaspersiune cu debitul pe microaspersor de 12 l/h (FI-ms-12), dar și cu debitul de 27 l/h (FI-ms-27), rezultând norme de udare de 50-60 mm la o singură aplicare, dar și prin 2) picurare, cu cantități de 30 mm. În variantele irigate în condiții de stres hidric (HI), apa a fost aplicată prin aceleași metode, dar cu jumătate din cantitățile menționate mai sus (25-30 mm); simbolurile acestora au fost: HI-ms-12, respectiv HI-ms-27 și HI-drip. Astfel, în total au existat șapte variante: NI, FI-ms-12, FI-ms-27, FI-drip, HI-ms-12, HI-ms-27 și HI-drip.

Chiar dacă precipitațiile (P) au depășit mediile lunare multianuale ale precipitațiilor pe durate mici, ca în cea de-a doua decadă a lunii iulie, 2006, s-a aplicat o cantitate de 50 mm de apă în cea de-a treia decadă a acestei luni, după care a urmat o perioadă ploioasă. Cea de-a doua aplicare a apei de irigație, tot de 50 mm, s-a făcut în cea de-a doua decadă a lunii august. Împreună cu valorile P din iulie și august 2006, irigația aplicată în aceleași luni a depășit valoarile lunare ale ETo-PM. Totuși, valorile coeficientului Kc pentru măr în regiune sunt mai mari de 1, anume între 1,15 și 1,20 (Paltineanu ș.a., 2007). Acesta

arată faptul că întregul consum de apă al pomilor a avut același ordin de mărime cu cantitatea de apă aplicată, chiar dacă s-au produs unele scurgeri superficiale și/sau percolări sub sistemul radicular al pomilor după precipitațiile bogate.

În 2007, prima udare a avut loc în 9 iulie, atât prin microaspersiune, cât și prin picurare, apoi cea de-a doua în 17-19 iulie, după care în 22-24 iulie, apoi în 11-13 august.

Cantitatea de apă de irigație primită de variantele cercetate în 2007 se cifrează la: 200–240 mm pentru FI-ms-12 și FI-ms-27, respectiv 120 mm pentru FI-drip în variantele optim udate; pentru varianbtele irigate în regim de stres hidric, cu cca. jumătate din apa aplicată în primul caz, aceste valori au totalizat: 100 – 120 mm pentru FI-ms-12 și FI-ms-27, respectiv 60 mm pentru FI-drip.

În variantele cercetate conținutul de apă din sol (CAS = umiditatea, % $cm^3cm^{-3}$) a fost determinată săptămânal, folosind umidometrul Delta – T Devices ThetaProbe PR1. Determinările au fost făcute cu pasul de adâncime de 10 cm, până la 1 m. Pentru fiecare variantă, CAS a fost măsurat în două tuburi de acces, distanțate la 0,5 m unul de celălalt. Datele au fost prelucrate ca medii pe adâncimea solului de 1 m, deoarece rădăcinile pomilor în astfel de soluri în regiune explorează în principal un volum de sol pe adâncimea de 0,8-1,0 m. Datele de umiditate a solului au fost apoi transformate în deficite de umiditate (mm), ca diferențe între capacitatea de câmp pentru apă (FC) și CAS. Deficitele sunt echivalente normelor de udare (ID).

În anul 2007 au funcționat 10 parcele experimentale în care CAS a fost determinată: două pentru fiecare din variantele irigate în optim (6 parcele), una pentru NI, precum și trei parcele pentru variantele irgiate sub stres hidric.

**Rezultate și discuții**

I. Producția de fructe și creșterea trunchiului la soiul de măr Golden Delicious altoit pe portaltoiul MM106 în funcție de metodele de irigare

Comparațiile dintre variante privind producția de fructe (Y) au relevat faptul că varianta de irigare prin micro-aspersiune (mASP) a avut valori maxime ale Y în cinci ani din cei șapte ani de cercetare, iar varianta irigată prin aspersiune (ASP) a arătat cele mai mari valori ale Y în ceilalți doi ani, Tabelul 10.B.1. Varianta irigată prin picurare (PIC) a prezentat cea de-a treia poziție în perioada studiată. În anii 1, 4, 5 și 6 valorile Y au fost semnificativ diferite ($P < 0,05$) pentru ASP și mASP comparativ cu PIC și martorul neirigat (NEI), în timp ce PIC a fost semnificativ mai mare față de NEI.

Dacă se consideră însă toți anii împreună, atunci există diferențe semnificative numai între toate variantele irigate pe de o parte și NEI pe de alta, deoarece domeniul de variație al producției de fructe crește considerabil, implicit dispersia valorilor Y. Aceste diferențe pot fi explicate și prin cantitatea variabilă de apă din precipitațiile anuale, dar și prin alte considerente legate de evoluția pomilor din livadă sau prin alternanța de fructificare, bine cunoscută la soiul Golden Delicious. Totuși, metoda de irigare mASP a prezentat cele mai mari valori, probabil și datorită controlului mai bun al aplicării apei, uniformității de aplicare a acesteia, superioare în general metodei ASP, dar și pentru că nu a udat frunzele pomilor, favorizând astfel păstrarea unei stări mai bune de sănătate a plantației. Chiar dacă metoda PIC a utilizat cea mai mică cantitate de apă de irigație, concentrată îndeosebi pe rândul de pomi, această variantă a produs diferențe semnificative (cu producție superioară) față de NEI. Totuși, comparativ cu mASP și ASP, metoda PIC nu a reușit sa ude tot volumul de sol care conține rădăcinile pomilor, stresând hidric parțial pomii în perioadele de secetă.

**Tabelul 10.B.1. Producția de fructe (Y, t $ha^{-1}$) în funcție de metoda de irigare pentru soiul de măr Golden Delicious (comparație între medii folosind analiza variației)**

| Varianta/ Anul de studiu | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | Media | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LSD | 2,46 | | 2,62 | | 1,70 | | 2,01 | | 1,60 | | 1,30 | | 1,20 | | 5,56 | |
| mASP | 50,0 | a | 27,3 | a | 30,1 | a | 45,3 | a | 35,3 | a | 36,1 | a | 25,0 | a | 35,6 | a |
| ASP | 50,4 | a | 27,9 | a | 29,2 | a | 43,7 | a | 34,4 | a | 35,5 | a | 24,4 | a | 35,1 | a |
| PIC | 46,3 | b | 27,1 | a | 28,8 | a | 41,6 | b | 32,0 | b | 34,1 | b | 22,9 | b | 33,3 | a |
| NEI | 41,4 | c | 23,9 | b | 17,3 | b | 36,6 | c | 26,7 | c | 29,1 | c | 17,2 | b | 27,5 | b |

Observație: Aici și în tabelele următoare semnificația simbolurilor este următoarea: ASP = varianta irigată prin aspersiune, mASP = varianta irigată prin micro-aspersiune, PIC = varianta irigată prin picurare, NEI = martorul neirigat; LSD = diferențe semnificative $P < 5\%$); literele diferite pe coloane arată diferențe semnificative între variantele cercetate = LSD ($P < 5\%$)

Creșterea anuală a secțiunii transversale a trunchiului pomilor (TTCSA) a fost semnificativ mai mare în mASP comparativ cu celelalte variante, în aproape toții anii de studiu (Tabelul 10.B.2). Au urmat în ordine, variantele ASP și PIC, dar niciuna dintre acestea nu au diferit semnificativ una de cealaltă. Pentru situația în care toți anii au fost considerați împreună nu au existat diferențe semnificative datorită creșterii dispersiei datelor. Diferențele privind TTCSA au fost probabil cauzate și de alți factori, cum ar fi cantitatea diferită de apă aplicată prin udări între variante, uniformității stropirii și extragerii apei de către pomi (Tănăsescu, 1999). Chiar dacă metoda ASP a prezentat cele mai mari valori ale apei aplicate, TTCSA nu a diferit semnificativ față de celelalte metode de irigare.

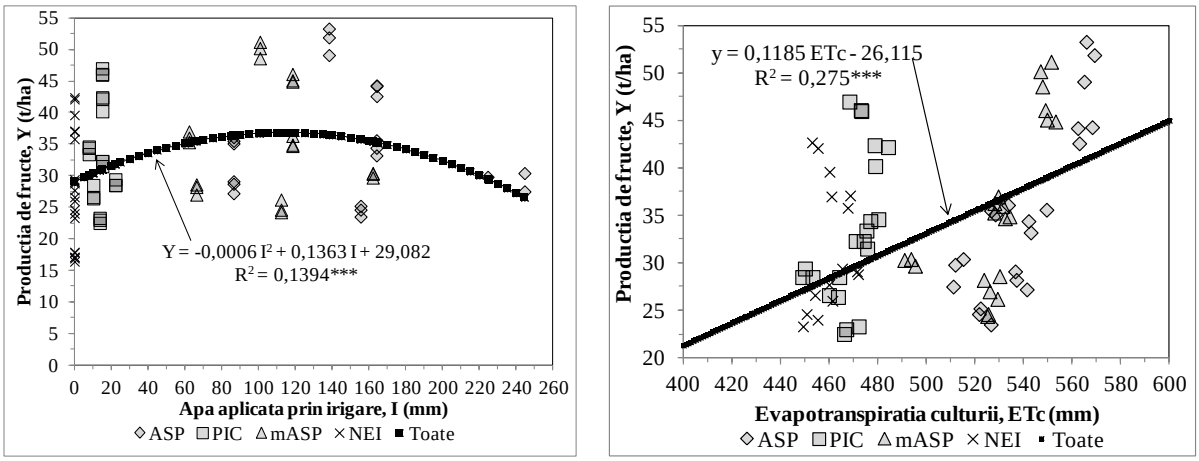
**Tabelul 10.B.2. Corelația dintre creșterea anuală a secțiunii transversale a trunchiului pomilor (TTCSA, cm$^2$) și metoda de irigare (I, mm) pentru soiul de măr Golden Delicious, TTCSA = f(I)**

| Varianta/ Anul de studiu | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | Media | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LSD | 0,44 | | 0,63 | | 0,30 | | 0,24 | | 0,20 | | 0,30 | | 0,24 | | 0,9 | |
| mASP | 6,67 | a | 6,98 | a | 8,14 | a | 6,04 | a | 6,36 | a | 6,31 | a | 7,66 | a | 6,88 | a |
| ASP | 5,87 | b | 6,59 | a | 7,42 | b | 5,15 | b | 5,57 | b | 5,49 | b | 6,95 | b | 6,09 | a |
| PIC | 5,81 | b | 6,48 | a | 7,34 | b | 5,12 | b | 5,53 | b | 5,49 | b | 6,87 | b | 6,10 | a |
| NEI | 5,77 | b | 6,43 | a | 7,30 | b | 5,09 | b | 5,46 | b | 5,39 | b | 6,86 | b | 6,09 | a |

Corelația dintre: 1) producția de fructe (Y) și norma de irigație (I), și 2) între Y și evapotranspirația culturii (ETc, mm)

Chiar dacă prezentul experiment s-a desfășurat într-o regiune cu climat temperat semi-umed spre umed (precipitații peste 650 mm anual), necesarul de apă de irigație în regim optim (NI) pentr măr a prezentat valori importante pe parcursul perioadei de vegetație, înlocuind deficitele temporare de apă din sol care se produc în mod regulat, cu deosebire în lunile iulie și august, până în septembrie. Pentru cele patru variante cercetate s-a obținut o corelație descrisă de o ecuație de regresie de tip parabolic între Y și I pentru toată perioada de vegetație, fig. 10.B.1. Valorile maxime ale Y s-au realizat la valori ale I de 120 mm, arătând că la valori superioare ale I s-au produs probabil pierderi de apă prin drenaj intern, dincolo de adâncimea de înrădăcinare, sau că pomii au suferit parțial de exces de apă și deficiență de aer. Valoarea redusă a coeficientului de detrminație poate fi atribuită influențelor climatice anuale din perioada de cercetare și/sau alternanței de rodire a pomilor.

Martorul neirigat a prezentat valori minime ale ETc, care a crescut în cazul variantei PIC, urmate de mASP și ASP, ultima având cea mai mare valoare ETc. Y și ETc s-au corelat direct și liniar în toate variantele și anii de studiu, Fig. 10.B.1b și Tabelul 10.B.3.




a) b)

**Fig. 10.B.1. Corelațiile dintre: a) producția de fructe (Y) și norma de irigație (I), și b) între Y și evapotranspirația culturii (ETc, mm)**

**Tabelul 10.B.3. Corelațiile dintre producția de fructe (Y, t ha$^{-1}$) și evapotranspirația culturii (ETc, mm) Y=f(ETc), pentru măr, soiul Golden Delicious în cele patru variante cercetate; a = panta ecuației de regresie liniară; b = ordonata la origine a ecuației**

| Varianta de irigare | a | b | $R^2$ | Semnificație |
|---|---|---|---|---|
| mASP | 0,337 | -143,2 | 0,49 | *** |
| ASP | 0,395 | -178,0 | 0,72 | *** |
| PIC | 0,404 | -156,3 | 0,26 | * |
| NEI | 0,373 | -142,0 | 0,31 | ** |
| Toate metodele | 0,1185 | -26,12 | 0,27 | *** |

Astfel, pentru toate variantele cercetate, cu cât pomii au extras din sol și au transpirat mai multă apă, cu atât producția de fructe a fost mai mare. Ecuațiile de regresie obținute din datele experimentale pe parcursul celor șapte ani de cercetare au arătat un coeficient de determinație $R^2$ semnificativ în cazul variantei PIC, distict semnificativ pentru varianta NEI și foarte semnificativ pentru variantele mASP și ASP.

Corelația dintre valorile anuale ale TTCSA (cm$^2$) și I (mm)

TTCSA s-a corelat semnificativ cu I în cadrul fiecărei variante cercetate, da nu și atunci când datele experimentale au fost tratate împreună, Tabelul 4. Coeficienții de determinație $R^2$ au avut valori apropiate, cu cele mai mari valori pentru mASP, confirmând importanța specială acestei metode de irigație găsită prin analiza variației. Din nou, această situație poate fi explicată prin uniformitatea superioară de aplicare a apei și prin lipsa udării frunzelor pomilor.

**Tabelul 10.B.4. Corelațiile dintre (TTCSA, cm$^2$) și norma de irigare (I, mm) pentru măr, soiul Golden Delicious în cele patru variante cercetate; a = panta ecuației de regresie liniară; b = ordonata la origine a ecuației, TTCSA = f(I)**

| Varianta de irigare | a | b | $R^2$ | Semnificație |
|---|---|---|---|---|
| mASP | 0,0104 | 4,983 | 0,25 | * |
| ASP | 0,0060 | 5,215 | 0,18 | * |
| PIC | 0,0951 | 4,746 | 0,23 | * |
| Toate metodele | 0,0020 | 5,914 | 0,03 | nesemnificativ |

Corelația dintre TTCSA și ETc

În toate variantele studiate, TTCSA și ETc s-au corelat invers, liniar și foarte semnificativ, Tabelul 10.B.5. Descreșterea TTCSA cu creșterea ETc poate fi explicată atât prin orientarea specifică a resurselor pomilor spre dezvoltarea fructelor și spre neglijarea relativă a creșterii proprii a trunchiului pomilor. Această descreștere a TTCSA în funcție de ETc a fost de cca. 0,030 cm$^2$ mm$^{-1}$ în cazul variantei ASP ($R^2$ = 0,54), 0,076 cm$^2$ mm$^{-1}$ pentru PIC ($R^2$ = 0,78), 0,035 cm$^2$ mm$^{-1}$ pentru mASP ($R^2$ = 0,63) și cca. 0,048 cm$^2$ mm$^{-1}$ pentru martorul NEI ($R^2$ = 0,68). Pentru toate variantele studiate, descreșterea specifică a TTCSA a fost de 0,011 cm$^2$ mm$^{-1}$ ($R^2$ = 0,27).

**Tabelul 10.B.5. Corelațiile dintre (TTCSA, cm$^2$) și ETc (mm) pentru măr, soiul Golden Delicious, în cele patru variante cercetate; a = panta ecuației de regresie liniară; b = ordonata la origine a ecuației**

| Varianta de irigare | a | b | $R^2$ | Semnificație |
|---|---|---|---|---|
| mASP | -0,0347 | 24,45 | 0,64 | *** |
| ASP | -0,0298 | 22,17 | 0,55 | *** |
| PIC | -0,0763 | 41,87 | 0,78 | *** |
| NEI | -0,0477 | 28,60 | 0,64 | *** |
| Toate metodele | -0,0111 | 11,81 | 0,04 | *** |

Corelația dintre masa fructelor (FM) și ETc

Dintre toate însușirile de calitate a fructelor, numai masa acestora (FM) a fost luată în considerație în studiul de față. Cele mai mari valori ale FM s-au înregistrat în variantele mASP (151,8 g/fruct) și PIC (126,7 g/fruct), în timp ce valorile minime s-au găsit în martorul neirigat (NEI, 98,8 g/fruct). Diferențele dintre variante au fost toate foarte semnificative, Tabelul 10.B.6. Astfel, FM a fost factorul care a diferențiat cel mai mult variantele de cercetare.

FM s-a corelat liniar, invers și semnificativ cu ETc în cazul tuturor variantelor, cu excepția martorului NEI (Tabelul 10.B.6). Cu toate datele, FM s-a corelat curbiliniu și pozitiv pe majoritatea domeniului de variație a ETc, arătând valoarea maximă în jurul ETc de 510 – 530 mm, Fig. 10.B.2. Această așa-zisă anomalie din ecuația obținută ar putea fi cauzată de domeniul relativ redus al ETc din cadrul variantelor individuale cercetate, ceea ce nu s-a întâmplat atunci când toate datele au fost considerate împreună. Totuși, acestea par a fi valorile optime ale ETc în condițiile naturale specifice de la Mărăcineni-Pitești, la valori ETc mai mari de 510 – 530 mm este posibil să fi existat pierderi de apă în afara parcelelor irigate.

**Tabelul 10.B.6. Valorile medii ale masei fructelor (FM, g) și semnificația diferențelor dintre acestea în variantele cercetate, precum și corelațiile dintre FM și ETc (mm) pentru măr, soiul Golden Delicious, în cele patru variante cercetate; a = panta ecuației de regresie liniară; b = ordonata la origine a ecuației, LSD = diferențe limită pentru probabilitatea de 5%**

| Varianta de irigare | Media FM (g) | | | | $R^2$ | Semnificație |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | LSD | 5,34 | a | b | | |
| mASP | 151,8 | a | -0,894 | 624,8 | 0,72 | *** |
| ASP | 134,4 | b | -0,501 | 405,1 | 0,36 | * |
| PIC | 126,7 | c | -1,579 | 867,4 | 0,79 | *** |
| NEI | 98,8 | d | -0,160 | 171,8 | 0,12 | Nesemnific. |
| Toate metodele | 127,9 | | FM =-0,0067 $ETc^2$+6,974 ETc–1673,8 | | 0,31 | *** |

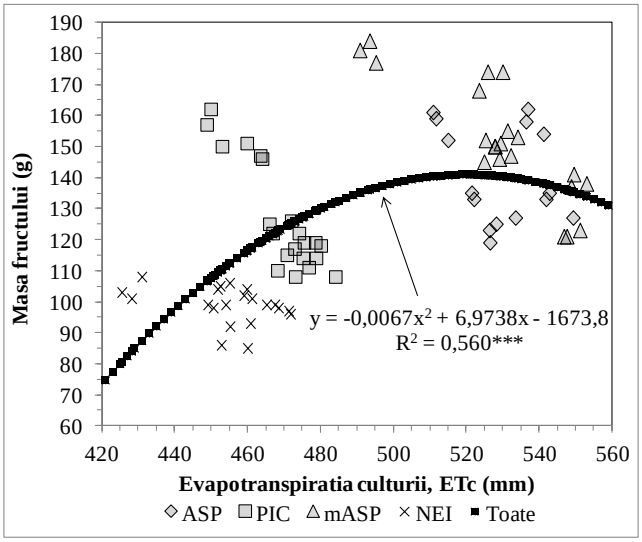



**Fig. 10.B.2. Corelația dintre masa fructelor (FM) și evapotranspirația culturii (ETc) pentru măr, soiul Golden Delicious în cele patru variante cercetate**

Eficiența utilizării apei de irigație (IWUE) și a utilizării apei (WUE) pentru măr, soiul Golden Delicious

Suprafața udată a livezii în cele trei variante de irigare a fost de aproximativ 30% în cadrul PIC, 70-85% în mASP și 100% în ASP. În consecință, PIC a utilizat cele mai mici valori ale apei de irigație, urmată de mASP, cea mai mare fiind în ASP. Efectul acestei distribuții a cantității de apă se resimte în valorile IWUE, Tabelul 10.B.7. Evaporația apei din sol a constituit o altă componentă a mărimii IWUE. În consecință, valorile maxime ale IWUE s-au realizat în varianta PIC, urmată de mASP și ASP. Ordinul de mărime din cadrul variantei PIC a fost incredibil de mare. Așa cum s-a menționat anterior, acest aspect poate fi atribuit valorii minime a cantității de apă aplicată și evapotranspirată de pomi din varianta PIC, precum și unei evaporații mai ridicate în variantele mASP și ASP, îndeosebi în ultima, unde s-au produs și pierderi de apă prin drenaj intern sub sistemul radicular, prin scurgeri superficiale și evaporație neproductivă.

Valorile WUE au variat între 60 kg $mm^{-1}$, cele mai mici, înregistrate în varianta NEI, până la 71 kg $mm^{-1}$, cele mai mari, din varianta PIC.

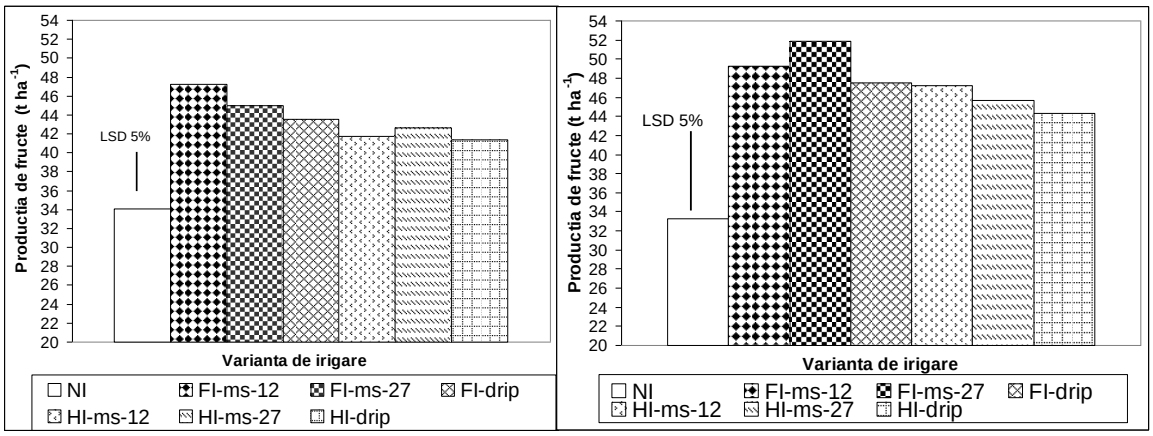
**Tabelul 10.B.7. Eficiența utilizării apei de irigație (IWUE) și eficiența utilizării apei (WUE) pentru măr, soiul Golden Delicious, în cele patru variante cercetate**

| Varianta cercetată | Eficiența utilizării apei de irigație IWUE (kg fruct $mm^{-1}$ apă) | | Eficiența utilizării apei WUE (kg fruct $mm^{-1}$ apă) | |
|---|---|---|---|---|
| | Media | Abaterea Standard | Media | Abaterea Standard |
| PIC | 416,3 | 136,9 | 70,8 | 16,0 |
| mASP | 79,1 | 18,7 | 67,1 | 14,7 |
| ASP | 55,1 | 15,5 | 64,9 | 14,5 |
| NEI | - | - | 60,2 | 18,4 |

II. Irigarea sub stres hidric la măr, soiul Idared

Parametrii cantitativi ai livezii: producția de fructe și masa acestora

Producția de fructe (t $ha^{-1}$) este principalul indicator al productivității livezilor. Aceasta poate fi urmărită pentru fiecare variantă de irigare în fig. 10.B.3.




a) b)

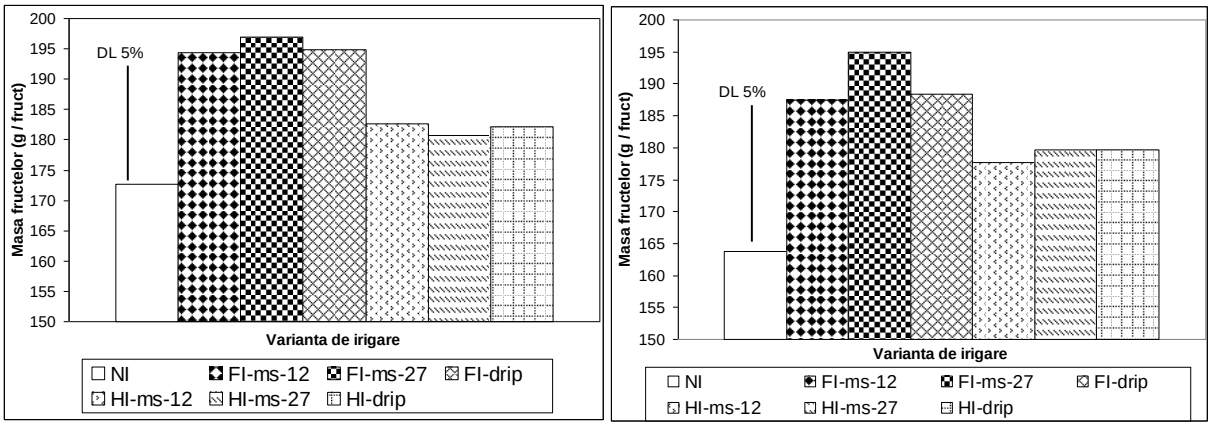
**Fig. 10.B.3. Producția de fructe din variantele irigate sub regimuri diferite, măr soiul Idared; a) în 2006 și b) în 2007; barele verticale indică diferențele limită (LSD) pentru probabilitatea de 5%**

În ambii ani (2006 și 2007) de studiu au existat diferențe semnificative numai între variantele de irigație și varianta martor, neirigat. Totuși, au fost diferențe mici între aceleași variante în cei doi ani. Spre deosebire de plantele anuale din cultura mare, producția de fructe în livezi depinde de condițiile din anul anterior (Paltineanu și Chitu, 2004).

Variantele irigate în optim au dat producții superioare comparativ cu cele irigate în stres hidric, dar acestea nu au fost semnificativ diferite între ele, în ciuda unei cantități superioare de apă primite de primele. Acest fapt se datorează probabil faptului, că cel mai important lucru pentru această combinație de soi de măr, Idared, altoit pe portaltoiul M9, nu a fost aplicarea apei în optim care a umectat solul pe tot profilul radicular (0-1,0 m), ci faptul că aplicarea irigației s-a desfășurat în toate fazele sensibile, chiar dacă aceasta a fost aplicată în cantități reduse, în stres hidric. Acest fapt ar putea avea o importanță majoră în cazul încălzirii globale, atunci când resursele de apă vor fi mai mici.

Masa fructului

În anul 2006, masa medie a fructelor a variat de la 173 g în cazul martorului neirigat, până la 197 g în cazul variantei FI-ms-27. În anul 2007, aceasta a avut un domeniu de variație de la 164 g la 195 g/fruct pentru aceleași două variante (fig. 10.B.4a și b). Diferențe semnificative au fost observate numai între variantele irigate în optim și neirigat. Astfel, unul dintre avantajele majore pe care irigația le poate aduce este masa superioară a fructelor. Chiar dacă aceasta a fost mai mare pentru varianta irigată în optim decât pentru cele irigate sub stres hidric, diferența nu a fost semnificativă. Masa medie a fructelor a arătat o variație similară în toate variantele irigate în anii de cercetare, dar în varianta martor neirigat fructele au fost mai mari în primul an de experimentare, când precipitațiile au fost superioare comparativ cu anul următor.




a) b)

**Fig. 10.B.4. Masa fructelor în variantele irigate la Pitești – Mărăcineni, a) în 2006 și b) în 2007; barele verticale indică diferențele limită (LSD) pentru probabilitatea de 5%.**

**Concluzii**

În ciuda climatului temperat sub-umed al regiunii, irigația în regim optim este necesară în perioada de vară pentru completarea deficitului temporar de apă din sol din livezile de măr, cu deosebire în lunile iulie și august, dar cantitatea de apă aplicată și evapotranspirația culturii diferă, în general, în funcție de metoda de irigație folosită.

În regimul de irigare folosit, de aplicare unică a apei și revenire după timpul necesar refacerii deficitului de apă din sol până la plafonul minim al umidității solului – considerat la mijlocul IUA, variantele irigate prin micro-aspersiune și aspersiune au prezentat valorile maxime ale producției de fructe, asigurate statistic pe durata de experimentare.

Producția de fructe s-a corelat pozitiv atât cu norma de irigare cât și cu evapotranspirația culturii, existând un răspuns puternic al pomilor la aplicarea irigației.

Creșterea anuală a secțiunii transversale a trunchiului pomilor (TTCSA, $cm^2$) s-a diferențiat semnificativ și s-a corelat direct cu norma de irigație. Cea mai mare creștere s-a înregistrat în varianta irigată prin micro-aspersiune.

Masa fructelor a fost factorul care a diferențiat cel mai puternic producția de mere în cazul soiului Goden Delicios, relevând astfel răspunsul puternic al cantității de apă aplicată prin irigare. Masa fructelor s-a corelat curbiliniu, în general direct, cu evapotranspirația culturii în toate variantele cercetate, cu datele considerate împreună, dar negativ în variantele individuale din cauza mărimii reduse a avriabilei ETc.

Tot în cadrul regimului de irigare în optim, metodele de irigație prin micro-aspersiune și picurare au arătat cele mai mari valori ale utilizării apei la soiul de măr Golden Delicious, analizat în experiment. În

lumina acestor rezultate, irigarea localizată, prin micro-aspersiune cu debite mici și picurare sunt cele mai recomandate a fi extinse în livezi.

La irigarea cu regimuri diferite de udare, în optim și sub stres hidric, în cazul mărului (soiul Idared/M.9), variantele irigate în optim au dat producții superioare comparativ cu cele irigate în stres hidric, dar acestea nu au fost semnificativ diferite între ele. Prin utilizarea unui regim de irigare sub strres hidric se obține însă o eficiență superioară a apei de irigație și economii la pomparea apei. Nici masa fructelor nu a diferit semnificativ în cazul acestui soi de măr între regimurile de udare în optim și cel sub stres hidric, la irigarea în optim obținându-se însă fructele cele mari.

Considerentele rezultate din irigarea sub stres hidric ar putea avea o importanță majoră în cazul încălzirii globale, atunci când resursele de apă vor fi mai mici, iar irigarea sub stres hidric se poate extinde.

**Bibliografie**


Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper 56, Rome, 301 p.

Davidescu D., Davidescu Velicica, 1978. Agenda agrochimică. Editura Ceres, 812 pagini.

Draganescu, O. and Grumeza, N. 1980. Irigarea prin picurare. Editura Ceres, Bucuresti.

Ghena N., Braniște N., 2003. *Cultura specială a pomilor*. Editura Matrix Rom, București.

Grumeza, N., Alexandrescu, I. and Ionescu, P. 1979. Tehnica irigarii culturilor hortiviticole. Editura Ceres, 338 pp.

Grumeza, N., Merculiev, O. and Kleps, C. 1989. Prognoza si programarea aplicarii udarilor în sistemele de irigatie. Editura Ceres, 367 pp.

Iancu M., 1988: Influența fertilizărilor chimice , asupra creșterii și fructificării prunului, soiul Anna Șpath, la ICDP Maracineni, Analele ICDP, Vol XIV

Iancu, M., Paltineanu, Cr. and Simota, C. 1999. Cercetari privind consumul de apa prin evaporatie si transpiratie la mar. Conceptii moderne in cercetarea horticola ramaneasca, Bucuresti: 135-144.

Ionescu, P. 1976. Studiu privind efectul irigării piersicului în condițiile din Dobrogea. Ph. D. Thesis – ASAS București.

Nemeskeri E., 2007: "*Water relations of apple influence of fruit quality*" International Journal of Horticultural Science 13, C3: 59 – 63.

Onu N., 1992, Calitatea de irigabilitate; proprietăți fizice și chimice ale apei de irigație, Editura Ceres, București.

Oster, J. D.; Sposito, Garrison (1980). The Gapon coefficient and the exchangeable sodium percentage-sodium adsorption ratio relation. Soil Science Society of America Journal. **44** (2): 258 p.

Păltineanu Cr., 2008. (Editor) Pomicultura durabilă: de la genotip la protecția mediului și sănătatea umană - Ghid. Editura Estfalia, Bucuresti, 414 p.

Păltineanu CR., CHITU E., 2004. An estimation model of the climatic rating in the golden delicious apple cultivar in the southern part of Romania. 7th International Symposium on Modeling in Fruit Research and Orchard Management, Copenhagen, DK. Acta Horticulturae, no. 707: 119 – 125, Belgium, ISHS, I.S.B.N. 90 6605 460 3, ISSN 0567-7572. http://www.actahort.org/books/707/707_14.htm.

Păltineanu Cr., Tănăsescu N., Chițu E., Sumedrea D. (2005). Mapping the photosynthetic active radiation and leaf area index in orchards by using the Sunscan Canopy Analysis System equipment, Chisinau, Moldova. Cercetări în Pomicultură, vol. 4, Realizări, probleme și perspective, Chișinău, 27-28 oct.: 54-60.

Păltineanu, Cr., Chițu, E., Tănăsescu, N., Apostol, G. and Pufu M.N. 2000. Irrigation water requirements for some fruit trees specific to the Arges-Vedea river basin, Romania, Proc. of the 3rd International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, Lisboa, Portugal, Acta Hort. 537, volume 1: 113-119.

Păltineanu Cr., I.F. Mihailescu, I. Seceleanu, Carmen Dragota, Felicia Vasenciuc, 2007. Ariditatea, seceta, evapotranspirația și cerințele de apă ale culturilor agricole în România (Aridity, drought, evapotranspiration and crop water requirements in Romania). Editura Ovidius University Press, Constanța, 319 p.

Păltineanu C., Nicolae S., Tanasescu N., Chitu E., Ancu S. 2016. Investigating Root Density of Plum and Apple Trees Grafted on Low-Vigor Rootstocks to Improve Orchard Management. Erwerbs-Obstbau. DOI: 10.1007/s10341-016-0293-7.

Smith, M. 1992. CROPWAT-A computer program for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage Paper 46, Rome, 126 pp.

Tănăsescu, N. 1999. Studiu comparativ al unor metode de udare in pomicultura. Ph.D. Thesis. Bucharest Univ. of Agronomic Sciences, 135 pp.

Tănăsescu N., Păltineanu Cr., 2004. Fruit yield and tree growth for various irrigation methods at Pitesti-Maracineni in the 'Golden Delicious' Apple Cultivar. Proceedings of the 4th International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, Davis, California, S.U.A., September 1-6, 2003, Acta Horticulturae, vol. 664: 639-645. www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=664_80.

Tanasescu N., ș.a. 2012. *Influența neuniformității distribuției apei la echipamentele de irigare locațizată asupra creșterii și fructificării mărului în livezi de mare densitate*, Lucrări Șt. ale ICDP, VOL XXVIII, ISSN 1584-2231.

## Capitolul 11. Tehnologii specifice prunului și mărului: scheme de plantare, sisteme de întreținere, protecția fio-sanitară, fertilizare și managementul livezilor

### I. Tehnologia culturii prunului

În țara noastră, prunul se cultivă aproape peste tot, de la câmpie până în zona premontană, la altitudini de până la cca. 800 m. Majoritatea plantațiilor comerciale de prun se găsesc în zona joasă a dealurilor, la altitudini de 300-600 m. Fiind o specie rustică, cu o mare plasticitate ecologică și cu o tehnologie de cultură relativ ușoară, prunul a fost și încă este ales de mulți cultivatori pomicoli din România, motiv pentru care a rămas încă specia pomicolă preponderentă în țara noastră.

#### Particularități de creștere și fructificare

*Creşterea*

Prunul este o specie de talie mijlocie, care crește spontan până la 5 – 7 m înălțime, dar a cărui vigoare depinde de soi, portaltoi, agrotehnica aplicată etc.

Rădăcina prunului, începe să crească la temperatura de 2-3°C în sol, atinge intensitatea maximă atunci când temperatura este de 16-20°C și își reduce creșterea la peste 25-30°C. Cunoașterea specificului de creștere a sistemului radicular permite pomicultorului să stabilească adâncimea de execuție a unor lucrări ale solului, aplicarea apei prin irigare, administrarea îngrășămintelor la sol, distanțele de plantare.

Sistemul radicular al prunului altoit pe *franc* este relativ superficial, majoritatea rădăcinilor aflându-se între 20-60 cm adâncime, iar soiurile locale (*Roșior văratic, Gras românesc, Vânăt românesc*) au dezavantajul că drajonează. Prunul poate valorifica bine solurile din regiunile deluroase, chiar și cele mai subțiri și/sau cu textură moderat fină. Altoit pe corcoduș, prunul are rădăcini mai profunde (între 20 și 80 cm), iar în lateral rădăcinile depășesc proiecția coroanei pe sol cu 1,5 - 2 ori (Cepoiu, 2000). Ca portaltoi, corcodușul nu drajonează, dar poate emite lăstari pe trunchi de sub punctul de altoire, necesitând în plantații o lucrare de tăiere în plus.

Introducerea unor portaltoi de vigoare redusă (Saint Joulien, Otești 8,Voinești B, Mirobolan dwarf) în cultura intensivă a prunului face posibilă o reducere evidentă a vigorii de creștere a diferitelor soiuri altoite, iar adâncimea la care cresc rădăcinile unor astfel de portaltoi este în medie cuprinsă între 10-40 cm (Ghena și Braniște, 2003), dar după cercetările noastre adâncimea acestora este mai mare (60-80 cm), așa cum au fost prezentate într-un capitolul anterior.

Cultivat pe soluri mai putin fertile, dar relativ umede, prunul prezintă posibilitatea de a dezvolta ciuperci micoritice pe rădăcini. Hifele miceliene se fixează în zona perișorilor absorbanți și formează asociații simbiotice reciproc avantajoase. Micoriza are un efect pozitiv asupra creșterii pomilor, asigurând o mai bună absorbție a apei și sărurilor minerale din sol.

În ceea ce privește vigoarea de creștere a diferitelor soiuri de prun, există soiuri cu vigoare mare (Tuleu gras, Albatros, Record, Rivers timpuriu), soiuri cu vigoare medie (Anna Späth, Centenar, Diana, Piteștiean, Carpatin), sau soiuri cu vigoare mică (Stanley, Vânăt de Italia, Valor). Portaltoiul poate accentua sau diminua vigoarea naturală a soiului.

De asemenea, mărimea (volumul) coroanei și forma acesteia pot fi diferite în creșterea naturală, existând coroane de formă: globuloasă (Piteștiean, Centenar, Diana, Agen 707), sferic-turtită (Stanley, Vânăt de Italia), piramidală (Tuleu gras, Tuleu timpuriu, Silvia, Minerva), invers piramidală (Anna Späth, Albatros), fusiformă (Record, Tita). Cunoașterea formei și mărimii specifice a coroanelor diferitelor soiuri este importantă în alegerea și proiectarea diferitelor forme de coroană realizate prin tăierile de întreținere și fructificare, și chiar în stabilirea distanțelor de plantare în livezi.

În general, talia pomilor în livadă poate ajunge la 3-3,5 m înălțime când pomii sunt altoiți pe *franc,* la 4-5 m înălțime când sunt altoiți pe corcoduș, respectiv la 2,5-3 m înălțime când sunt altoiți pe portaltoi de vigoare mai mică (Saint Joulien, Otești 8, Mirobolan dwarf). La majoritatea soiurilor trunchiul este drept, uneori torsionat, cu ritidomul neted sau crăpat sub forma de placi poliedrice. Creșterea părții aeriene este dependentă de portaltoi și de agrotehnica aplicată în livadă. Capacitatea de ramificare a soiurilor este diferită, existând soiuri care formează coroane rare, aerisite și ușor de întreținut (Stanley, Anna Späth), sau altele care ramifică mult și își îndesesc coroanele (Tuleu gras, Centenar, Carpatin).

Prunul crește bine în tinerețe, lungimea ramurilor anuale putând depași 1 m lungime, fapt ce permite formarea rapidă a coroanelor prin tăieri în verde. Unele soiuri formează puțini lăstari anticipați (Anna Späth, Stanley), iar altele au o capacitate mai mare de ramificare, uneori îndesind prea mult coroana (Tuleu, Centenar).

*Fructificarea*

Specificul fructificării prunului este diferit, în funcție de soi. Majoritatea soiurilor sunt de tip *standard,* adică rodesc pe ramuri *mijlocii* și *lungi.* La prun, ramurile de rod se pot degarnisi mai repede și necesită tăieri mai ample. Există însă și soiuri ca *Stanley, Centenar, Anna Späth, care* rodesc de regulă pe ramuri scurte, *spini*, *buchete de mai*, pe *ramuri mijlocii* mai groase sau pe *ramuri anticipate.* În tinerețe, prunul rodește preponderant pe buchete ramificate, pe ramuri mijlocii și mai puțin pe ramuri anticipate. În general, ramurile de rod ale prunului evoluează mai lent decât cele ale mărului și au o durată de viață productivă mai lungă.

Fructificarea se realizează la unele soiuri pe ramuri mijlocii, soiurile având o bună capacitate de ramificare formează coroane mai dese (Tuleu, Carpatin, Agen 707, Centenar), sau pe buchete ramificate, când coroanele sunt mai rare și aerisite (Stanley, Anna Späth, Rivers timpuriu).

Înflorirea prunului este relativ timpurie, are loc de regulă la jumătatea lunii aprilie și diferă în funcție de zona de cultură sau de soi. Prunul este mai expus din acest punct de vedere la înghețurile sau brumele târzii, decât alte specii, de ex. mărul. Florile sunt, în general, hermafrodite normale, dar după felul cum se comportă în procesul polenizării și fecundării florilor se deosebesc trei grupe de soiuri: soiuri androsterile (Tuleu gras, Centenar, Tuleu timpuriu, Albatros); soiuri autosterile (Rivers timpuriu, Silvia, Renclod) și soiuri autofertile (Anna Späth, Stanley, Gras ameliorat, Vânăt), prin urmare combinarea soiurilor la plantare poate fi făcută destul de variat. Soiurile parțial sau total sterile fructifică normal numai dacă se asigură o bună polenizare, cultivându-le alături de alte soiuri. Proporția între un soi majoritar și unul polenizator într-o plantație este recomndabil a fi de 1 - 4 sau 1 – 5.

La prun, ca de altfel la toate sâmburoasele, sunt două feluri de muguri; muguri vegetativi, din care se formează lăstari, și muguri floriferi, din care se formează câte 1 - 3 flori.

Pentru o bună polenizare și fructificare, așezarea soiurilor în parcelă trebuie făcută cu atenție, este preferabilă asocierea soiurilor androsterile cu cel puțin două soiuri bune polenizatoare, care să se polenizeze între ele și ambele să-l polenizeze pe cel androsteril. Soiul androsteril nu se amplasează niciodată la marginea unei parcele. Asocierea în plantație a numai două soiuri, din care un soi androsteril și un soi polenizator, nu asigură rezultate bune în primăverile dificile din punct de vedere climatic, cu ploi frecvente și temperaturi scăzute, când producția este foarte slabă. De asemenea, la alegerea polenizatorilor, trebuie avută în vederea și suprapunerea perioadei de înflorire a soiurilor, care de regulă durează 7-10 zile, iar stigmatul unei flori este receptibil pentru polen cca. 3-5 zile, în funcție de temperatura și umiditatea aerului.

Pentru o producție bună de fructe este suficientă polenizarea a circa 15-30% din flori, iar procentul de legare poate ajunge la 40-50% dacă se asigură o bună polenizare, apoi căderea fiziologică este de 20-30%, regăsindu-se pe pom, la maturitate, ca fructe circa 4-5% din numărul total al florilor. Fenomenul de inter-sterilitate la prun este foarte rar întâlnit. Prunul intră de regulă pe rod la 3-5 ani de la plantare, putând produce între 15 și 30 t de fructe / ha și chiar mai mult. Vârsta intrării pe rod a pomilor variază în funcție de soi, portaltoi și agrotehnică și poate fi de 3-4 ani la Agen, Stanley, Centenar și 4-5 ani la Tuleu gras, Anna Späth ș.a. Pe loturi experimentale au fost obținute producții foarte mari, de peste 40 t/ha în cazul soiurilor Anna Späth, Tuleu gras, Centenar, la SCPP Valcea, (Preda, 1995).

**Ciclul anual** de viață al prunului este asemănător cu al celorlalte specii pomicole din climatul temperat și este împărțit în două perioade distincte: perioada de vegetație (din aprilie până în noiembrie) și perioada de repaus, când se pot face plantări de pomi, înființări de plantații, tăieri de formare a coroanei și tăieri de rodire. Prunul desfrunzește cu puțin înaintea mărului, în special în plantațiile tinere.

**Perioada de vegetație** prezintă câteva fenofaze de creștere și de fructificare, de care se recomandă să se țină seama în tehnologia de cultură a acestei specii pomicole.

**a)- fenofazele creșterii***:*

*-dezmugurirea și începutul creșterii lăstarilor*, care începe de obicei la sfârșit de martie și început de aprilie și sfârșește cu formarea primelor 3-4 frunze pe lăstar; este o creștere lentă și se face, în principal, pe seama substanțelor de rezervă existente în pom.

*-creșterea intensă a lăstarilor,* similar speciei măr, se caracterizează prin alungirea lăstarilor, sporirea numărului de frunze și formarea mugurilor pentru anul viitor. Calendaristic, această fază se încheie către sfârșitul lunii iulie.

*-încetinirea și încetarea creșterii lăstarilor* începe când adaosul de creștere de la o zi la alta este în scădere și se termină când în vârful lăstarilor apare mugurele apical (terminal). Pe parcursul acestei fenofaze, internodurile sunt mai scurte, iar suprafața limbului frunzelor devine din ce în ce mai mică.

*-coacerea țesuturilor și pregătirea pentru repaus* începe cu definitivarea mugurelui apical al lăstarilor anuali și se termină cu căderea frunzelor (în luna noiembrie). Procesele de acumulare a substanțelor de rezervă sunt intense, deși consumurile sunt încă destul de mari.

**b)-fenofazele fructificării***:*

- *înfloritul și legarea fructelor* corespund cu dezmuguritul mugurilor vegetativi și începutul creșterii lăstarilor, având loc în principal tot pe seama substanțelor de rezervă existente în țesuturile pomilor.

- *creșterea fructelor* începe odată cu creșterea intensă a lăstarilor, necesitând consum mare de substanțe organice, pe care plantele trebuie să le aibă la dispoziție pentru a forma și hrăni fructelei.

- *diferențierea mugurilor floriferi (prunul nu are muguri mici ca mărul),* pentru producția anului viitor, începe și la prun cu inducția florală, ce are loc la sfârșit de iunie-început de iulie și continuă cu formarea în muguri a primordiilor florilor de anul viitor.

- *Maturarea fructelor* este diferită ca durată și perioadă de la un soi la altul, prunul având soiuri de vară, sau de toamnă. Aceasta începe atunci când fructele nu mai cresc în volum, culoarea pieliței virează în negru-violaceu, iar în pulpă au loc o serie de procese chimice și biochimice de acumulare și transformare a unor componente, care formează gustul și consistența pulpei, specifică soiului respectiv.

Deși fenofazele de creștere și fructificare ale pomilor sunt, în general, aceleași, ele diferă însă de la o specie la alta, sau chiar de la un soi la altul, în primul rând ca momente de declanșare și ca perioadă, iar cunoașterea acestora este deosebit de utilă în aplicarea corectă și la timp a unor lucrări tehnologice care să ajute pomii în formarea recoltelor de fructe.

**Perioada de repaus** începe cu căderea frunzelor, care se produce, de regulă, la mijloc de noiembrie și se încheie în primăvară, când începe demugurirea, așa cum s-a prezentat într-o secțiune anterioară. În această perioadă și în cazul speciei prun se pot face înființări de plantații, tăieri de formare și de rodire, se pot aplica unele tratamente fitosanitare specifice. Repausul vegetativ este împărțit la rândul său în două perioade:

a) - Repausul obligatoriu (profund) cel în care intră pomii către sfârșitul toamnei, când începe căderea frunzelor și temperaturile atmosferice ating frecvent valori de sub 0˚C. Această perioada durează cca. 2-3 luni, de la mijlocul lunii noiembrie până la sfârșitul lunii ianuarie. În acest interval de timp, pomii nu pornesc in vegetație, chiar dacă intervin perioade cu temperaturi pozitive de durată mai lungă.

b) - Repausul facultativ este perioada în care pomii nu pornesc în vegetație datorită menținerii relativ constante a temperaturilor scăzute. Acest repaus cuprinde de obicei perioada februarie-martie. Dacă în acest interval de timp se înregistrează temperaturi ridicate, pomii pot porni în vegetație, fiind expuși unor înghețuri de revenire ulterioare, cu repercusiuni grave în producția de fructe a anului respectiv.

Studiul fenofazelor, de la formarea mugurilor, la lăstari și la fructe mature, arată că ele se desfășoară pe două perioade de viață activă, separate între ele de o perioadă de repaus. În primul ciclu de vegetație se formează muguri vegetativi și de rod, care rămân în repaus pe parcursul iernii, iar în ciclul următor aceștia pornesc în vegetație, înfloresc și leagă fructe care ajung la maturitate. De aici se desprinde concluzia că fenofazele inițiale pentru recolta următoare se desfășoară în paralel cu fenofazele finale pentru recolta din anul respectiv. Este important de precizat pentru agrotehnicieni, faptul că diferențierea mugurilor de rod pentru anul următor este în strânsă relație cu încărcătura de rod din anul în curs, cu nivelul de asimilate disponibile pentru pomi și cu starea de sănătate a acestora (Șuta, 1985).

Durata de viață economică a unei plantații de prun este diferită în funcție de soi, de portaltoi și de intensitatea tehnologiei aplicate. În livezile intensive, de mare densitate, cu pomi altoiți pe portaltoi de mică vigoare (Saint Joulien, Mirobolan dwarf, Otești 8), vârsta economică este de 20-25 de ani; în livezi cu pomi altoiți pe *franc,* livezile de prun pot fi rentabile 25-35 de ani, iar în livezi cu pomi altoiți pe corcoduș, vârsta rentabilă a plantației poate fi de până la 35-45 de ani.

**Particularități tehnologice**

Amenajarea și pregătirea terenului pentru livezile de prun

În general, cultura plantelor perene implică un cost mai ridicat al investițiilor față de culturile anuale, precum și un profit întârziat care intervine după câțiva ani de la înființarea plantației. Decizia cultivării unei specii pomicole și a unor soiuri se ia în funcție de factori de mediu, de indicatori tehnici și economici. Pomicultura este o investiție pe termen lung (cca. 20-25 ani), cu amenajări costisitoare și fără posibilitatea unor schimbări majore în cursul exploatării plantațiilor, dar cu o rată de amortizare foarte ridicată față de celelalte sectoare agricole. Aceste considerente sunt de luat în seamă, inclusiv pentru

cultura prunului. Greșelile făcute la înființarea unei livezi se manifestă abia după 4 - 5 ani de la plantare, atunci când deja este prea târziu pentru remedieri.

1: Alegerea terenului pentru amplasarea plantației

Plantațiile comerciale de prun existente în România sunt amplasate pe suprafețe relativ mari (peste 20-30 ha), în bazine consacrate (Argeș-Vedea, Dâmbovița, Vâlcea, Gorj, Bistrița ș.a.), în zonele considerate favorabile acestei culturi, sau pe suprafețe mai mici (sub 1 ha), în grădini particulare individuale, unde valorificarea fructelor nu este determinantă.

Alegerea terenului pentru inființarea unei plantații trebuie să țină cont în primul rând de favorabilitatea pedoclimatică a zonei pentru specia prun, așa cum s-a arătat la zonare. Apoi, folosirea ca material săditor a anumitor soiuri sau portaltoi este, de asemenea, extrem de importantă, aceștia având cerințe specifice pentru sol sau climă. Deși prunul este considerat o specie pomicolă cu o plasticitate ecologică destul de mare, la alegerea terenului este indicat să se aibă în vedere evitarea zonelor depresionare, cu microclimate umende și reci, solurile cu textură foarte argiloasă, sau cu pante de peste 15%, unde amenajarea terenului este prea costisitoare. În general, criteriile de alegere a unui teren pentru cultura prunului sunt similare cu cele ale mărului.

2: Amenajarea terenului pentru plantare

Lucrările de amenajare a terenului în vederea înființării unei plantații de prun sunt aceleași cu cele descrise la specia măr, mai detaliat, în secțiunea următoare. Acestea au în vedere elemente tehnologice ca: stabilirea și amplasarea rețelei de drumuri și a zonelor de întoarcere, necesarul de construcții anexe, parcelarea terenului ș.a.

3: Pregătirea terenului în vederea plantării

Lucrările de pregătire a terenului nu diferă de lucrările de pregătire enumerate la tehnologia mărului: *defrișarea culturii anterioare*, *nivelarea terenului*, *scarificarea*, *fertilizarea de bază, arătura adâncă, discuirea solului* sunt executate conform acelorași norme evidențiate pentru cultura mărului.

- *Instalarea mijloacelor de susținere a pomilor*. La cultura prunului, sistemele de susținere a pomilor sunt necesare doar pentru plantațiile cu pomi altoiți pe portaltoi de vigoare redusă (Saint Joulien, Mirobolan dwarf), unde se poate recurge la varianta de susținere cu tutori individuali, sau susținere cu rețea de sârme și spalieri din beton armat. În abele cazuri, sistemul de susținere trebuie înstalat înainte de plantarea pomilor. Plantațiile de prun cu pomi altoiți pe portaltoi franc, sau pe corcoduș, nu necesită susținere.

- *Instalarea sistemului de irigare.* Se recomandă irigarea localizată prin picurare sau microaspersiune sub rândurile de pomi. Pentru o irigare uniformă și realizarea unei suprafețe udate mai mare, se pot instala câte două linii de furtunuri de picurare sub fiecare rând e pomi. În cazul irigării localizate, este indicat ca sursa de apă să fie de adâncime (foraje, puțuri), unde calitatea apei este mai bună, asigurând o durabilitate mai mare sistemului de irigare și o uniformitate de udare corespunzătoare. Sistemul de irigare, ca și sistemul de susținere a pomilor, trebuie instalate înainte de plantarea pomilor, pentru a putea sigura udarea imediat după plantare și efectuarea unor lucrări de formare a coroanelor (palisări, legări de lăstari).

**Înființarea plantațiilor de prun**

Pentru înființarea plantațiilor de mare capacitate productivă, cu soiuri și portaltoi valoroși, este obligatorie folosirea unui material săditor certificat, achiziționat din pepiniere pomicole autorizate, care să garanteze calitatea, sănătatea și autenticitatea pomilor. Și pentru specia prun, ca și pentru măr, este de preferat ca pomii la plantare să aibă lăstari anticipați, care aduc precocitate de rodire și rambursarea mai rapidă a cheltuielilor de investiție. Stabilirea soiurilor care se vor planta se face în funcție de preferințele gustative, de destinația producției de fructe, de perioada de coacere și valorificare a producției, de asigurarea polenizării. Pentru specia prun, există un sortiment autohton deosebit de valoros, atât în ceea ce privește soiurile, cât și portaltoii, cu calități deosebite și foarte bine adaptate la condițiile pedo-climatice din România.

- *Pichetarea.* Pichetajul în șah este cel mai recomandat în plantațiile de prun, deoarece coroanele globuloase, majoritar alese pentru această specie, în general ocupă mai efficient spațiul de nutriție și de lumină destinate fiecărui pom.

- *Distanțele de plantare* depind de vigoarea portaltoilor, de specificul genetic de creștere a soiurilor, de fertilitatea naturală a solului, de forma de coroană proiectată (Tabelul 11.1). Și la specia prun, intensivizarea plantațiilor este o prioritate pentru o pomicultură de performanță. Există o tendință evidentă

spre reducerea vigorii pomilor, care aduce o serie de avantaje incontestabile: productivitatea, reducerea cheltuielilor de întreținere, creșterea calității fructelor.

Introducerea în cultură a unor soiuri noi, străine, deosebit de valoroase, cât și a unor portaltoi de mică vigoare pentru cultura prunului, trebuie făcută însă cu foarte mare atenție, având în vedere în special condițiile pedo-climatice locale care, dacă nu sunt favorabile, pot avea consecințe destul de grave asupra creșterii și rodirii pomilor.

**Tabelul** 11.**1. Distanțe de plantare orientative recomandate pentru specia prun**

| **Forma specifică a coroanei / forma de coroana recomandată** | **Condiții locale** | **Portaltoi** | **Distanțe de plantare (m)** | | **Pomi/ha** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Între rânduri | Între pomi/rând | |
| Soiuri cu coroana globuloasă, sferic turtită / Vas, Vas ameliorat | Teren plan, fertilitate naturală bună | | 6 - 6,5 | 4,5 - 5 | 300 - 400 |
| | Teren în pantă, sol subțire | Corcoduș | 5,5 – 6 | 4 - 4,5 | 400 - 500 |
| Soiuri cu coroană piramidală / Piramidă, Piramidă mixtă | Teren plan, fertilitate naturală bună | Generativi - Franc | 5,5 - 6 | 4 – 4,5 | 400 - 500 |
| | Teren în pantă, sol subțire | | 5 – 5,5 | 3 – 3,5 | 500 -700 |
| Soiuri cu coroană fusiformă / Fus, Fus subțire | Teren plan, fertilitate naturală bună | Saint Joulien, Otești 8, | 4,5 – 5 | 2,5 – 3 | 700 - 900 |
| | Teren în pantă, sol subțire | Mirobolan dwarf | 4 – 4,5 | 2 – 2,5 | 900 - 1250 |

***- Plantarea pomilor*** se face conform acelorași recomandări descrise în secțiunea următoare la tehnologia de cultură a mărului. Ca elemente specifice pentru prun, dimensiunile gropilor de plantare se recomandă să fie puțin mai mari decât cele pentru măr. Astfel, în teren plan, pe sol cu textură medie, scarificat, gropile pot fi de 40 cm/40 cm/40 cm; pe un sol cu textură argiloasă, cu pantă de până la 10%, gropile pot fi de 45 cm/45 cm/40 cm, iar pe terenuri cu pante mai mari, unde terenul nu a fost scarificat sau arat, gropile de plantare pot ajunge la dimensiuni de 65 cm/65 cm/40 cm.

**Tăieri, forme de coroană**

La prun se aplică tăieri anuale obligatorii, tăieri în uscat realizate pe toată perioada de repaus vegetativ, completate cu tăieri în verde axate în primul rând pe rărirea creșterilor vegetative, în care pomul investește în mod inutil.

*Tăierile de formare a coroanelor* sunt cele care se aplică în primii 3-4 ani de la plantarea pomilor și reprezintă baza de crestere și fructificare ulterioară a pomilor. Prunul are tendința de a crește excesiv în primii ani după plantare, cu mulți lăstari lacomi care trebuie tăiați, de preferat în verde, pentru a nu întârzia formarea coroanelor proiectate și intrarea pe rod. Tăierile de formare a coroanei în livezile tinere trebuie să țină cont de câteva principii de bază: alegerea celei mai potrivite formă de coroană pentru a pune în valoare potențialul biologic al combinației soi-portaltoi, aplicarea tăierilor care să aibă în vedere grăbirea intrării pe rod și păstrarea echilibrului între creștere și fructificare, facilitarea intrării luminii în coroană și regenerarea periodică a formațiunilor fructifere.

O tăiere corectă de formare a coroanei trebuie să aibă în vedere cunoașterea ramurilor de rod, precum și formarea și evoluția acestora în timp. În perioada de tinerețe, prunul fructifică preponderant pe buchete ramificate, pe ramuri mijlocii, apoi pe ramuri lungi și mai puțin pe ramuri anticipate. Ramuri de rod în devenire specifice prunului sunt pintenul și spinul (Fig. 11.1).

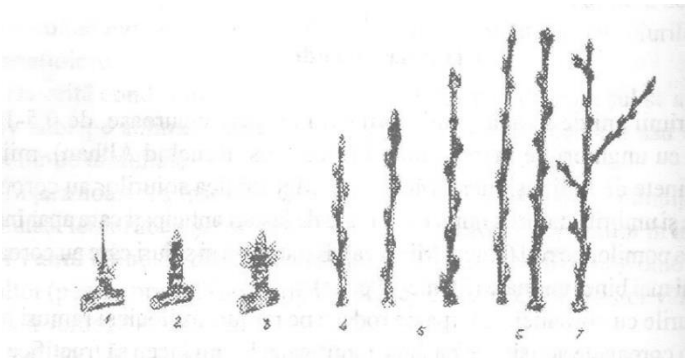


**Fig. 11.1. Ramurile de rod la prun: 1, 2, 3, - ramuri scurte (spin, pinten, buchet); 4, 5, - ramuri mijlocii; 6, - ramură lungă; 7 - ramură cu anticipați (după Cepoiu, 2000).**

Înainte de intrarea pe rod, prunul formează în coroană pinteni și spini, care apoi devin puncte de rodire noi pentru anii următori. *Buchetul de mai* evoluează din muguri vegetativi laterali grupați și un mugure terminal, în pinteni și buchete noi, formând în final ramificații laterale. *Ramura mijlocie ramificată*, este asemănătoare cu mlădița de la măr sau păr: are 30-50 cm lungime, iar pe partea laterală prezintă muguri floriferi și vegetativi, care fructifică și ramifică, evoluînd prin mugurii terminali și axilari și formând apoi noi pinteni și noi buchete de mai. *Ramura lungă* se formează la începutul intrării pe rod a pomului, este poziționată de regulă pe o ramură de schelet (șarpantă), are 50-70 cm lungime și evoluează ca ramura mijlocie, cu deosebirea că pe ea se dezvoltă creșteri terminale mai viguroase. *Ramura anticipată* (crescută pe alt lăstar), așa cum arată numele, prezintă și creșteri anticipate laterale, care devin la rândul lor ramuri noi de rod. Ramura anticipată are 40-60 cm lungime, iar lăstarii anticipați laterali pot ajunge la 20-30 cm lungime; este o ramură complexă, cu mai multe tipuri de formațiuni fructifere și care poate duce la o îndesire a coranelor, dacă nu se aplică tăieri corespunzătoare.

*Tăierile de rodire* sunt cele care mențin în echilibru creșterea și fructificarea pomilor, în vederea realizării unor producții de fructe mari și constante an de an. În primii ani de rodire, prunul are tendința de a crește în continuare viguros, cu îndesire a coroanelor, care poate duce la o rodire exagerată cu fructe mici și dese. Tăierile din această perioadă trebuie să se axeze pe consolidarea ramurilor de schelet (șarpantele), care mențin forma proiectată a coroanei pomilor.

Această structură permanentă a coroanelor este diferită în funcție de specificul de creștere al diferitelor soiuri; astfel pot fi șarpante scurte și groase (Stanley, Vânăt de Italia); șarpante mijlocii și mai dese (Tuleu, Centenar, Carpatin), șarpante lungi și mai subțiri (Anna Späth, Tita, Andreea). Există, de asemenea, soiuri care rodesc de regulă pe ramuri scurte (Stanley, Andreea), sau soiuri care rodesc cu precădere pe ramuri lungi (Tita, Anna Spath, Centenar). Existența acestei diversități de creștere face ca tăierile de rodire să țină cont de tendința de creștere și fructificare a soiului respectiv; astfel se aplică frecvent tăieri de reducere a șarpantelor pentru stimularea de creșteri noi, asociată cu rărirea și reîntinerirea ramurilor de semischelet purtătoare de rod (Fig. 11.2).

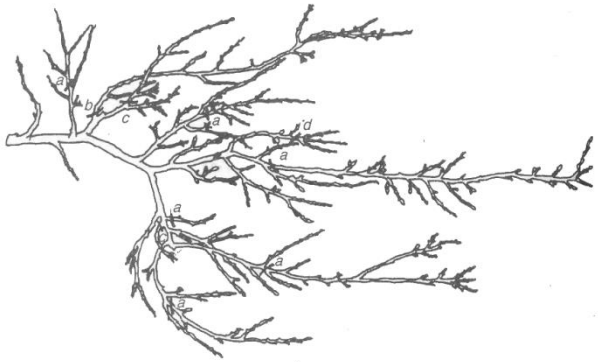



**Fig. 11.2. Tăieri de producție la prun. Punctele: a, b, c, d arată locul de tăiere (după Cepoiu, 2000)**

*Eliminarea drajonilor* porniți din portaltoi este, de asemenea, o lucrare de mare importanță în livezile de prun pentru a înlătura consumarea neproductivă a energiei de către aceștia și dezechilibrul de creștere.

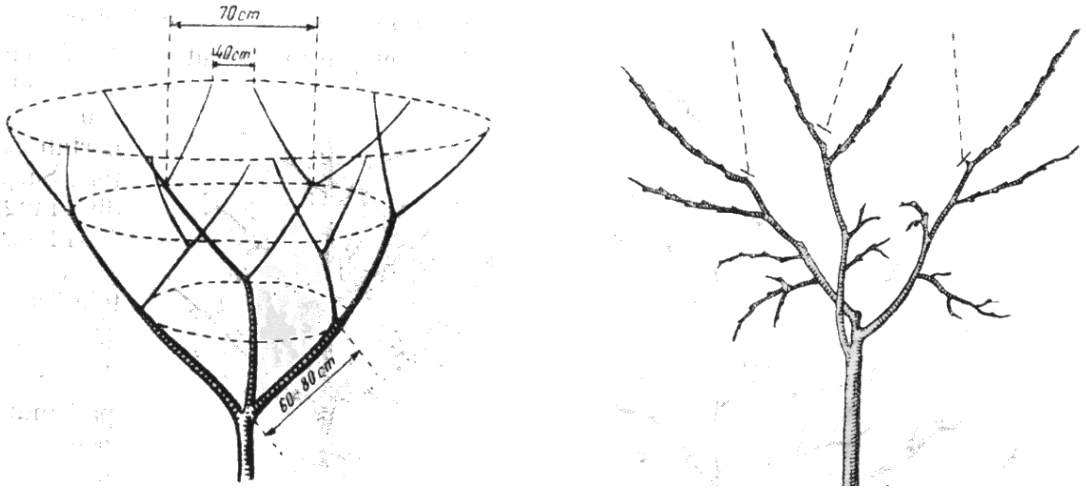
**Forme de coroană recomandate pentru specia prun**

Formele de coroană cele mai potrivite pentru prun se recomandă a fi: *Vasul, Fusul și/sau Piramida*. *Vasul* se pretează pentru plantații cu material saditor mai viguros, în plantații de mică densitate, pentru soiuri care au tendința naturală de creștere globuloasă, plantate pe terenuri în pantă, fără mijloace de susținere a pomilor. *Piramida*, cu mai multe variante constructive, se recomandă pentru soiuri cu creștere piramidală naturală, cu vigoare medie sau mare, în plantații de medie densitate, fără susținere a pomilor. *Fusul* se pretează pentru livezi de mare densitate, cu soiuri mai puțin viguroase și creștere naturală mai compactă, altoite pe portaltoi de mică vigoare, cu mijloace de susținere a pomilor.

*Coroana în formă de vas* imită forma unei cupe, a unui pahar, cu pomi la care axul central se suprimă, creșterea în înălțime a pomului se reduce prin distribuirea creșterii pe 3-5 șarpante laterale, iar lumina poate pătrunde mai ușor în volumul coroanei. Această formă de coroană are două variante constructive folosite mai mult în plantații:

*a) Vasul clasic*, (Fig. 11.3a), are 3-5 ramuri principale (șarpante) formate din muguri succesivi la înălțimea de 30 - 50 cm de la sol, dirijate la un unghi de 45-50° cu verticala. Aceste ramuri de schelet se ramifică la rândul lor de mai multe ori, prin bifurcare anuală repetată la 50-60 cm distanță, până către vârful pomului. Dezavantajul *Vasului clasic* este predispoziția la dezbinare a șarpantelor la locul de inserție cu trunchiul.

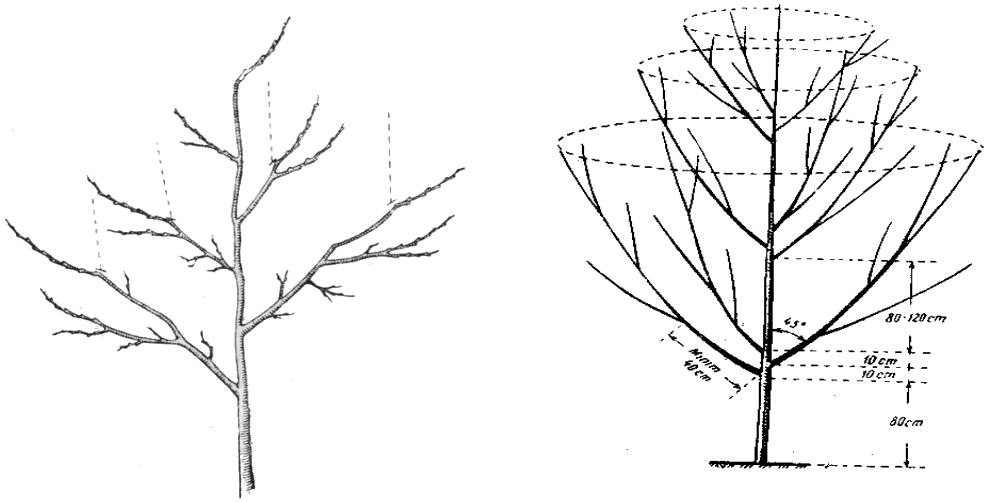
*b)- Vasul ameliorat* diferă de cel clasic prin faptul că cele 3-5 ramuri principale de la baza coroanei nu pornesc din muguri succesivi, ci au o distanță de 10-15 cm între ele, iar ramificarea lor este bilateral alternă (Fig. 11.3b). Astfel, pericolul de dezbinare a acestora este cu mult mai redus și, în plus, datorită unei aerisiri superioare în volumul coroanei, ramurile sunt mai bine garnisite cu formațiuni fructifere. Trunchiul pomilor are o înălțime de 30 cm până la 80 cm, în funcție de specificul de creștere al soiului respectiv.




a) b)

**Fig. 11.3. Schema Vasului clasic, după Negrilă ș.a. (1982) (a), și a Vasului ameliorat, după Ghena și Braniște (2003) (b)**

*Coroana piramidală,* așa cum sugerează și numele, are în ansamblu forma unei piramide cu diferite variante constructive: a) *piramida neetajată* (americană), care prezintă un ax principal pe care sunt inserate 5 - 7 șarpante în spirală, cu punctele lor de inserție distanțate la 20 - 40 cm (Fig. 11.4a*) piramida etajată* (franceză*),* cu un trunchi de 60-80 cm prelungit cu ax central vertical pe care se inserează câte 3 - 5 ramuri laterale pornite din muguri consecutivi, înclinate la aproximativ 45° față de axul vertical, ramuri care formează etaje distanțate între ele la 40 - 50 cm, Fig. 11.4b. Numărul de etaje și înălțimea pomilor variază în funcție de vigoarea soiului și portaltoiului respectiv.



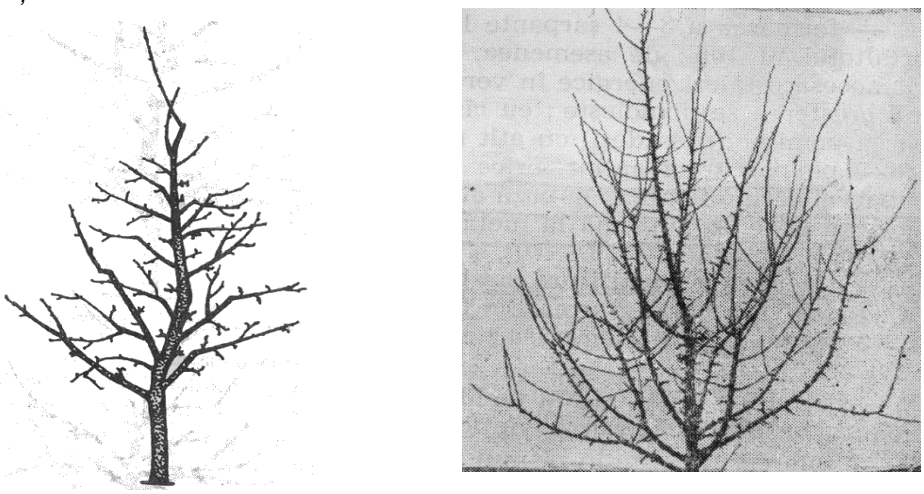

a) b)

**Fig. 11.4. Piramidă neetajată (după Ghena și Braniște, 2003) (a), respectiv piramidă etajată (după Negrilă ș.a., 1982) (b)**

*Coroana tip Fus* se caracterizează, în general, prin existența unui ax vertical în prelungirea trunchiului, cu ramuri de semischelet inserate de jur împrejurul axului, pe direcții diferite și distanțate la 15-25 cm una de alta. Ramurile de semischelet de la baza pomului sunt puțin mai lungi decât cele dinspre vârful pomului, pentru a putea permite patrunderea luminii în toate porțiunile coroanei. Dintre variantele de *Fus*, pentru prun, se recomandă:

*Fusul subțire,* prezentat și pentru specia măr, dar pentru prun se recomandă păstrarea primelor 4-6 ramuri de la baza coroanei, pe mai mulți ani, ca ramuri de schelet tip șarpantă (Fig. 11.5a),

*Fusul liber* este o formă de coroană rezultată din aplicarea parțială a tehnologiei de obținere a fusului subțire, dar pe pomi altoiți pe portaltoi de vigoare mai mare (Fig. 11.5b). Așa cum îi spune și numele, este o formă de coroană conică ce se lasă aproape liberă, cel puțin în primii ani, când nu se fac nici tăieri în verde, nici palisări. Începând cu anul al doilea se înlocuiește axul cu o altă ramură mai slabă și se suprimă numai ramurile cu creștere verticală. Pe ansamblu, pomii formați astfel sunt asemănători cu cei formați în *Fus subțire*.



a) b)

**Fig. 11.5. Fus subțire (schemă) (a), fus liber (b) (după Isac, 2001)**

**Sisteme de cultură a prunului, tendințe, orientări**

Cultura prunului în România, are o conotație specială, datorită faptului că prunul încă se consideră o specie rustică, ce poate fi cultivată aproape în orice zonă a țării, cu o tehnologie de întreținere minimă, în plantații de subzistență. Această stare de fapt se datorează în mare parte valorificării producției de fructe aproape în exclusivitate pentru țuică, unde calitatea fructelor poate fi mai scăzută decât pentru consumul proaspăt. Dacă se dorește însă performanță și profit ridicat, trebuie să se schimbe mentalitatea și să se înființeze plantații intensive de prun, în zonele de favorabilitate mare pentru această specie, unde valorificarea fructelor ar trebui să fie în majoritate pentru consum în stare proaspătă, sau ca fructe deshidratate.

În general, elementele care caracterizează un sistem modern de cultură pomicolă sunt valabile și pentru specia prun: valoarea biologică ridicată a materialului săditor, densitatea mare de plantare pe unitatea de suprafață, echiparea plantației cu sistem de irigare-fertirigare necesare aprovizionării cu apă și elemente nutritive în condiții cât mai aproape de optim, realizarea de protecție antigrindină, aplicarea unui sistem de întreținere a solului cu fertilizare-amendare (dacă este cazul), fitoprotecția integrată pentru asigurarea sănătății pomilor, recoltarea, depozitarea și valorificarea superioară a fructelor.

În ceea ce privește materialul biologic, este bine de remarcat faptul că, în cazul speciei prun, România deține o bogată și valoroasă paletă de soiuri și portaltoi, cu adaptare foarte bună la condițiile locale și cu calități productive și gustative deosebite. Dacă la calitatea materialului biologic plantat se adăugă și o tehnologie intensivă de cultură, unde toate verigile tehnologice sunt aplicate cât mai aproape de optimul de creștere și fructificare a pomilor, se pot obțin performanțe productive remarcabile, ajungând la producții de fructe de peste 25-30 t/ha.

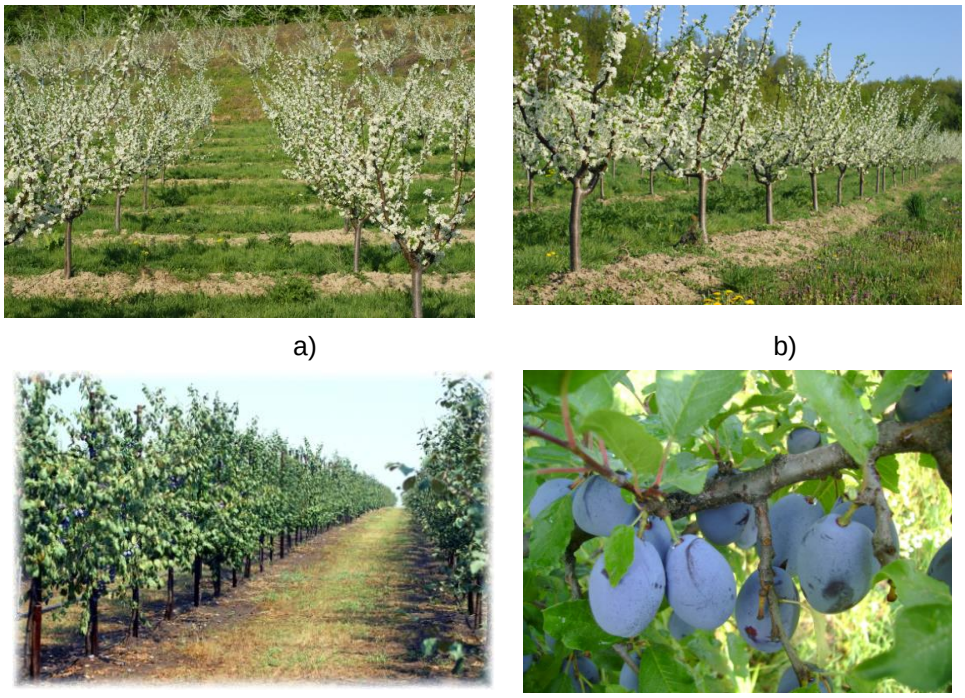
ICDP Pitesti-Mărăcineni deține loturi demonstrative de cultură a prunului, cu nivel tehnologic ridicat, dotate cu echipamente de irigare-fertirigare, unde se cultivă diverse soiuri și portaltoi autohtoni și străini (Fig. 11.6a). De asemenea, livezi intensive există și în ferme private, Fig. 11.6b.

**Fig. 11.6. Plantații intensive de prun (1250 pomi/ha) la ICDP Mărăcineni-Pitești (a), la Însurăței, Braila (b)**

**Întreținerea solului în livezile de prun**

Sistemele de întreținere a solului pentru livezile de prun sunt aceleași cu cele descrise mai jos pentru specia măr. Deosebirea constă poate doar la sistema de mașini folosite, deoarece distanțele dintre rândurile de pomi sunt în general mai mari la cultura prunului decât la cultura mărului. Aici pot fi incluse tocători pentru iarbă, freze cu palpator, grapa cu discuri, unele modele de tractoare etc., care pot fi cu un ecartament mai mare, sau cu lățime de lucru mai mare.

În fig. 11.7 se prezintă imagini cu livezi de prun cu diferite sisteme de întreținere.



a) b)

c) d)

**Fig. 11.7. Imagini din livezile de prun, începând cu înflorirea și terminând cu coacerea deplină; livezi pe biloane înălțate pe direcția rândului de pomi, în cazul solurilor cu exces temporar de umiditate (a și b), sistem înierbat între rândurile de pomi și ogor pe rând (c), detaliu de ramură cu fructe mature (d), ICDP Mărăcineni-Pitești**

**Fertilizarea plantațiilor de prun**

În cultura prunului, fertilizarea este de multe ori neglijată de cultivatorii români, datorită concepției greșite, potrivit căreia prunul este o specie rustică, puțin pretențioasă. În plus, prunul este plantat în mod frecvent pe soluri sărace, subțiri, cu conținut ridicat de argilă, precum și pe versanți cu pante mari. Este bine de știut că prunul răspunde favorabil atât la fertilizarea periodică cu gunoi de grajd, sau de păsări, aplicat pe banda de sol de sub rândurile de pomi și încorporat superficial cu freza cu palpator, cât și la fertilizări chimice aplicate la sol (fertirigare), sau aplicate foliar. Rețetele și dozele de fertilizare se aplică în funcție de cerințele specifice ale prunului, de fertilitatea naturală a solului, de producția de fructe scontată. Este ideal ca toate aceste elemente să fie în optim și corelate și cu diagnoza foliară daterminată la frunzele mature recoltate din pomi la sfârșitul lunii iulie.

În continuare sunt prezentate scheme de fertilizare pentru aplicarea macroelementelor de bază (azot, fosfor și potasiu) pentru cultura prunului, Fig. 11.8 (Borlan și Hera, 1982).

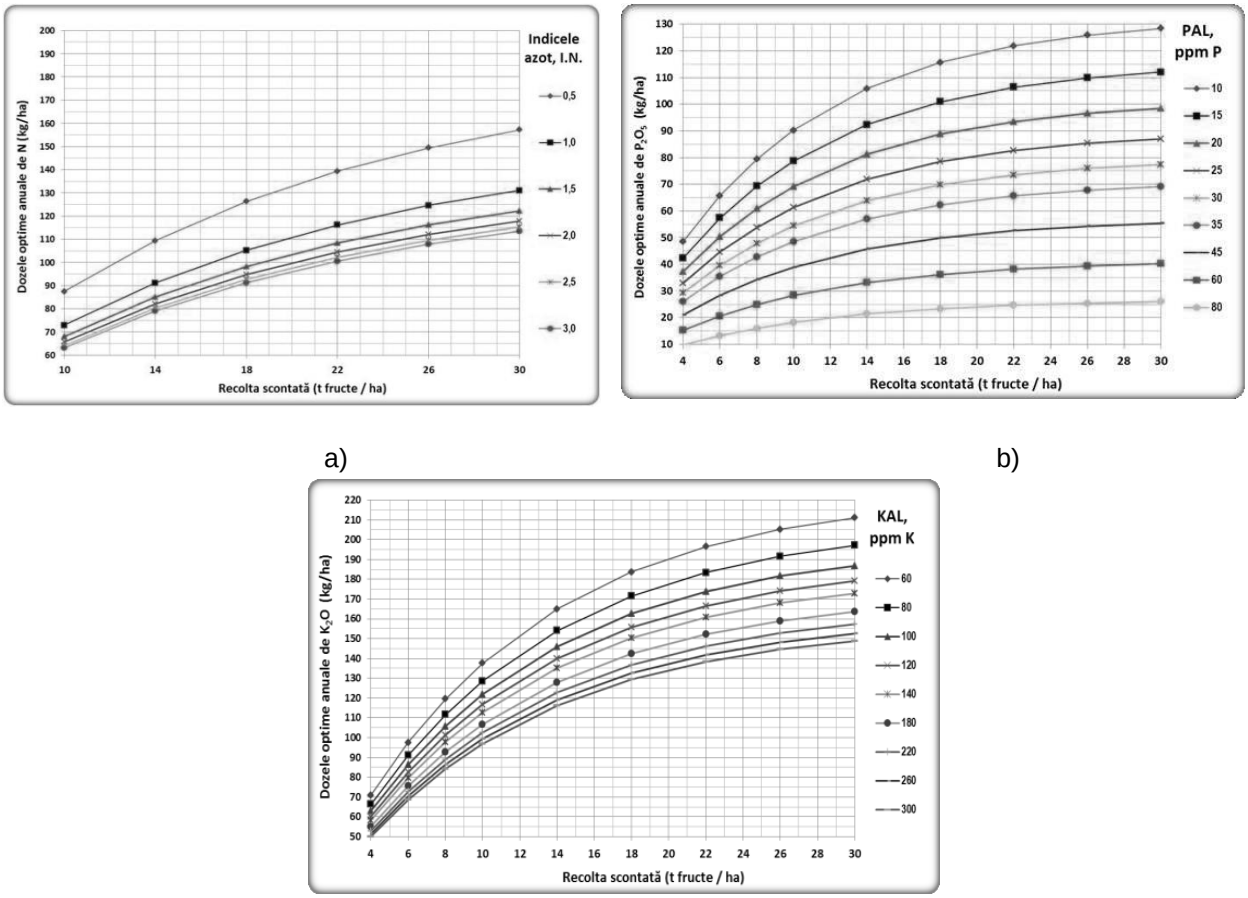



**Fig. 11.8. Dozele optime de azot (a), potasiu (b) și fosfor (c) pentru livezile de prun pe rod în funcție de producția scontată și conținutul din sol (indice azot IN, PAL și KAL, ppm=mg $kg^{-1}$ (după Borlan și Hera, 1982)**

Pentru aplicarea fertilizărilor odată cu apa de irigare (fertirigare), în tabelul 11.2, se prezintă o rețetă orientativă de fertilizare pentru o plantație de prun pe rod, după recomandări din ferme private din Israel. Dozele recomandate se aplică săptămânal, sau cel mult la două săptămâni, corelate cu diagnoza foliară și cu producția de fructe (după Borlan și Hera, 1982). În tehnica aplicării apei prin fertirigație prin picurare, înainte de administrarea dozelor de îngrășăminte, se aplică mai întâi numai apă timp de aproximativ 5 min. pentru spălarea instalației, apoi se aplică apa cu îngrășămintele dizolvate, iar după încheierea administrării îngrășămintelor, se continuă irigarea încă 5-10 min. pentru antrenarea și infiltrarea în sol a ultimelor cantități de soluție nutritivă, care ar putea rămâne pe conducte și la suprafața solului.

La fertilizarea foliară, aplicarea diferitelor produse se poate face odată cu soluțiile de tratamente fitosanitare, cu care majoritatea îngrășămintelor foliare sunt compatibile.

**Tabelul 11.2. Rețetă de fertilizare (fertirigare) orientativă pentru plantații intensive de prun pe rod (după http://www.haifa-group.com/knowledge_center/recommendations/fruit_trees/deciduous_trees_a_fertilization_recommendation_for_bearing_orchards.aspx)**

| Luna | Cerințe în elemente minerale (kg/ha) | | | | Fertilizări recomandate (kg/ha) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | MgO | Azotat de potasiu | Mono fosfat de amoniu | Azotat de amoniu | Azotat de magneziu |
| Martie | 5 | 5 | 5 | 0 | 10 | 10 | 5 | 0 |
| Aprilie | 10 | 15 | 25 | 5 | 60 | 20 | 0 | 30 |
| Mai | 25 | 15 | 40 | 5 | 85 | 25 | 10 | 30 |
| Iunie | 30 | 15 | 50 | 15 | 120 | 25 | 5 | 100 |
| Iulie | 30 | 5 | 50 | 15 | 130 | 10 | 5 | 100 |
| August | 25 | 5 | 45 | 10 | 100 | 5 | 25 | 60 |
| Septembrie | 5 | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 0 | 25 |
| Total anual | 130 | 65 | 225 | 55 | 515 | 100 | 50 | 345 |

**Normarea rodului la prun**

Din punct de vederea al încărcăturii de fructe, în cultura actuală a prunului în România, problema numărul unu este aceea a alternanței de rodire, care se manifestă evident în cele mai multe plantații unde tehnologia este necorespunzătoare (tăieri superficiale, neaplicarea irigației, fertilizare slabă etc.). Astfel, există frecvent plantații unde există alternanță (un an cu producție foarte mare, dar cu fructe mici, de calitate slabă, alternează cu unu sau chiar doi ani cu producție foarte mică, cu fructe mari și neuniforme). Pentru plantațiile de prun unde tehnologia de întreținere este corespunzătoare, folosirea unor produse chimice de rărire a fructelor (etrel, de exemplu), nu a dat rezultate constante, în special datorită condițiilor climatice deosebit de variate din perioada de înflorire și postflorale din România. Frecvent, temperatura și umiditatea aerului, care variază în limite foarte largi în perioada dintre înflorire și creștere a fructelor până la 6-8 mm (interval în care se pot aplica tratamente chimice de rărire la prun), au dus la inconstanța rezultatelor obținute.

Un rol extrem de important pentru normarea încărcăturii de fructe la specia prun îl reprezintă tăierile anuale aplicate corect, asociate cu fertilizare, irigare și fitoprotecție intensive (Fig. 11.9).

a) b)

**Fig. 11.9. Producție excesivă cu fructe, dese și neuniforme (a), respectiv cu fructe mari și uniforme (b)**

**Boli și dăunători ai prunului, tratamente fitosanitare specifice**

Prunul poate fi atacat de boli și dăunători specifici care provoacă mari pagube în plantații, dacă nu se fac tratamente corespunzătoare de protecție fitosanitară. În general, într-o plantație de prun se fac 10-12 tratamente fitosanitare, depinzând și de condițiile climatice ale anului. În continuare sunt prezentate câteva dintre bolile și dăunătorii cel mai des întâlniți în plantațiile de prun.

**Boli**

*Monilioza* (*Monilinia laxa*), este una dintre cele mai păgubitoare boli din livezile de prun (Fig. 11.10a). Sunt atacate florile, frunzele, lăstarii și fructele care se brunifică și se mumifică, rămânând pe pom. Organele atacate de ciupercă se ofilesc, se brunifică și apoi se usucă. Pe fructele atacate apar pete

circulare cafenii, pulpa fructelor devine moale, putrezește, iar în final se usucă (mumifică). *Monilioza* apare masiv în anii ploioși și cu temperaturi mai scăzute.

*Pătarea roșie* a frunzelor (*Polystigma rubrum*) este produsă de o ciupercă și se manifestă pe frunză ca niște pete roșii, sferice, care apoi necrozează țesutul diminuând procesul de fotosinteză și alte procese metabolice, determinând căderea prematură a frunzelor (Fig. 11.10b). Boala apare frecvent în livezi, în special în anii ploioși. Fructele pomilor atacați și netratați rămân mici, nehrănite, fără gust.

*Ciuruirea micotică* a frunzelor (*Stigmina carpophyla*) este produsă de o micoză care atacă la început frunzele, producând pătarea și apoi ciuruirea acestora datorită căderii țesutului atacat. Netratată, boala trece pe lăstari și ramuri tinere, provocând răni ce debilitează întreg pomul.

*Hurlupi* (*Taphrina pruni*), boală care atacă fructele, apărând în lunile aprilie-mai, imediat după fecundare. Ovarele florilor infectate, se alungesc exagerat, se lățesc, căpătând forma de secere (Fig. 11.10c). Mezocarpul fructului este hipertrofiat, endocarpul nedezvoltat, iar sămânța este atrofiată, reducând producția de fructe.

**Dăunători**

*Viespea neagră a prunelor* (*Hoplocampa minuta*) este frecvent întâlnită în livezi și la pomii izolați din grădini. Dăunătorul depune câte un ou în sepalele florilor nedeschise, din care apare larva la scuturatul florii, intră în fruct și se hrănește cu sâmburele în formare, provocând căderea prematură a fructului.

*Viespea sâmburilor de prun* (*Eurytoma schreineri*) este un dăunător care poate compromite aproape integral recolta. Insectele depun ouă în fructele abia formate, iar larvele care apar din ouă se hrănesc cu sămânța din fruct, provocându-i încetinirea creșterii și căderea prematură (Fig. 11.11a). La pomi izolați se recomandă așezarea în coroană, după scuturarea florilor, a unor pungi cu naftalină, care au efect total în combaterea insectei.

*Viermele prunelor* (*Cydia funebrana*) este un dăunător periculos reprezentat de un fluture care, pe fructele tinere (de mărimea unei măsline) depune ouă din care ies larve, ce pătrund în fruct hrănindu-se cu pulpa acestuia (Fig. 11.11b). Poate avea 2 - 3 generații pe an.

*Păiajenul roșu* (*Panonicus ulmi*) este un dăunător mic ce se hrănește cu seva din frunzele pomilor pe care se instalează în număr mare, stânjenind fotosinteza. Poate avea multe generații într-un an și atacă mai mult în anii secetoși.

*Afidele* (*Aphis pomi*) sunt insecte moi care se folosesc de trompa lor să se hrănească cu seva plantelor (Fig. 11.11c). Ele apar de obicei în colonii pe partea inferioară a zonelor de creștere a plantelor. Frunzele, lăstarii sau fructele puternic infestate pot să se ofilească, se îngălbenesc, sau se răsucesc și rămân mai mici și deformate. Afidele pot avea mai multe generații pe an.

a) b) c)

**Fig. 11.10. Boli ale prunului: Monilia (a), Polystigma (b) și Hurlupi (c)**

a) b) c)

**Fig. 11.11. Dăunători ai prunului: Euritoma (a), Cydia (b), Aphis (c)**

În continuare se prezintă o schemă orientativă pentru aplicarea tratamentelor fitosanitare specific plantațiilor de prun (Tabelul 11.3).

**Tabelul 11.3. Program orientativ de combatere a bolilor și dăunătorilor la prun (Lab. Protecție ICDP Maracineni)**

| Tr. | Poziționare | Patogenul/ dăunătorul | Produse de protecția plantelor recomandate |
|---|---|---|---|
| 1. | Umflarea mugurilor | Păduchele din San–José, păduchi țestoși, acarieni, afide etc. (forme hibernante) | - acetamiprid (*Mospilan 20 SG* - doza 0,45 Kg/ha + ulei vegetal (*Toil* - conc. 0,5%) |
| 2. | Până la deschiderea primei flori | Boli micotice și bacteriene | - fungicide pe bază de: cupru: *Alcupral 50PU* - conc. 0,3%; *Champ 77WG* - conc. 0,3%; *Triumf 40WG* - conc. 0,3%, *Kocide 2000* - conc. 0,3%; *Funguran OH 50WP* - conc. 0,3%; *Super Champ 250 EC* - conc. 0,3%; ***Zeamă bordeleză*** - conc. 0,5% |
| 3. | Începutul scuturării petalelor | Monilioze, pătarea roșie a frunzelor, ciuruirea frunzelor | - fungicide pe bază de: boscalid + piraclostrobin (*Signum* - conc. 0,05%), tebuconazol (*Folicur Solo* - conc. 0,1%; *Orius 25WG* - conc. 0,1%, *Mystic 250 EC* - conc. 0,1%), miclobutanil (*Systhane 12E* - conc. 0,05%), clorotalonil (*Bravo 500 SC* - conc. 0,15%), mancozeb (*Dithane M45*- conc. 0,2%, *Vondozeb*- conc. 0,2%), captan (*Captan 80 WDG*- conc. 0,15%, *Merpan 80 WDG*- conc. 0,15%), tiofanat metil (*Topsin 70 WDG* conc. 0,1%) |
| | | Viespile prunului, afide, insecte defoliatoare, etc. | - insecticide pe bază de: tiacloprid (*Calypso 480SC* - conc. 0,02%), acetamiprid (*Mospilan 20 SGP* - conc. 0,02%), tau-fluvalinat (*Mavrik 2F* - conc. 0,05%) |
| 4. | La 7-10 zile de la Tratamentul 3 | Viespea sâmburilor de prun, afide, insecte defoliatoare, etc. | - insecticide pe bază de: tiacloprid (*Calypso 480SC* - conc. 0,02%), clorpirifos + cipermetrin*Nurelle D 50/500* - conc. 0,075%), deltametrin (*Decis Mega* - conc. 0,015%), alfa cipermetrin (*Fastac 10 EC* - conc. 0,02%), spirotetramat (*Movento 100 SC* - conc. 0,1875%), lambda cihalotrin (*Karate Zeon* - conc. 0,015%), clorpirifos + deltametrin (*Pyrinex Quick* - conc. 0,1%) |
| 5.- | Fruct în | Boli | - unul din *fungicidele* recomandate la Tratamentul 3. |
| 6. | creștere (mai) | Viermele prunelor (G1), viespea sâmburilor de prun, afide, etc. | - insecticide pe bază de: tiacloprid (*Calypso 480 SC* - conc. 0,02%), fenoxicarb (*Insegar 25WP* - conc. 0,03%), clorantraniliprol(*Coragen* - conc. 0,01%), lambda cihalotrin (*Karate Zeon* - conc. 0,015%), dimetoat (*Novadim progress* - conc. 0,1%), deltametrin (*Decis Mega* - conc. 0,015%), alfa cipermetrin (*Fastac 10 EC* - conc. 0,02%) |
| 7- | Fruct în | Patogeni micotici | - unul din *fungicidele* recomandate la Tratamentul 3. |
| 8. | creștere (iunie) | Păduchele din San - José (G1), afide, etc. Acarieni | - insecticide pe bază de: clorpirifos + deltametrin (*Pyrinex Quick* - conc. 0,1%), clorpirifos (*Reldan 22* - doza 2-2,2 l/ha)<br>- acaricide pe bază de: *pyridaben* (*Sanmite 20 WP* - conc. 0,075%), *milbemectin* (*Milbeknock* - conc. 0,05%) |
| 9.- | Fruct în | Viermele prunelor(G2) | - unul din *insecticidele* recomandate la Tratamentele 5-6. |
| 10. | creștere (iulie) | | |
| 11. | Fructe în pârgă la unele soiuri (august) | Monilioze | -insecticide pe bază de: iprodione (*Rovral 500 SC* - conc. 0,1%: timp de pauză înaintea recoltării = 7 zile), fenhexamid (*Teldor 500 SC* - conc. 0,08%: timp de pauză înaintea recoltării = 1-3 zile) |
| | | Păduchele din San - José (G2), viermele prunelor | - insecticide pe bază de: deltametrin (*Decis Mega* - conc. 0,015%: timp de pauză = 7 zile) |
| 12. | La căderea frunzelor | Patogeni bacterieni și micotici | - fungicide pe bază de cupru |

**Recoltarea, păstrarea și valorificarea prunelor**

*Recoltarea*. Ca regulă generală, prunele se recoltează atunci când întrunesc maximum de însușiri care definesc soiul respectiv: mărime, culoare, gust, conținut în zahăr și aciditate. Diversitatea soiurilor de prun face ca recoltarea să se eșaloneze începând din luna iulie, pentru soiurile timpurii, și se încheie cu luna octombrie, pentru soiurile cu coacere târzie.

Atunci când fructele sunt destinate consumului în stare proaspătă, recoltarea se face manual, cu codiță, fără să se zdrobească pulpa sau să se rupă ramurile și fără a șterge pe cât posibil pruina. Recoltarea, de preferat, se face direct în ambalajele în care fructele se vând pe piață (lădițe), sau în ambalaje mai mari, din care apoi fructele se resortează pentru diferite destinații. Spre deosebire de alte fructe, prunele de regulă nu își continuă coacerea după cules, astfel că pentru a avea maximum de calități gustative și cormerciale, fructele se culeg doar cu câteva zile înaintea coacerii depline, pe care prunele o pot căpăta în depozit, evitându-se astfel pierderi importante din cauza supracoacerii. Este, de asemenea, indicat ca recoltarea să se facă eșalonat, în 2-3 treceri, recoltând prunele pe măsura maturării lor și câștigând astfel un plus de mărime și caliate la fructele rămase pe pomi pentru recoltarea următoare.

Prunele pentru uscat (deshidratare) se recoltează în aceleași condiții cu cele pentru consum în stare proaspătă. Pentru uniformitatea deshidratării este foarte important ca prunele să aibă aceeași consistență a pulpei (să nu fie deja moi), să fie în același stadiu de coacere, mai exact să fie recoltate cu câteva zile înainte de coacerea deplină.

Prunele destinate altor prelucrări (gem, dulceață, marmeladă, țuică) se recoltează la maturitatea deplină (pulpă moale), pentru a acumula cât mai mult zahăr. În astfel de situații, prunele se recoltează prin scuturarea mecanică sau manuală a pomilor, pe prelate sau folii așezate sub corană. Nu se recomandă baterea pomilor cu prăjina sau alte obiecte dure care pot rupe frunze sau ramuri, afectând fiziologic pomii și producția de fructe a anului următor

*Păstrarea și valorificarea.* Atunci când prunele se valorifică în maxim 2-3 zile de la recoltare nu este necesară decât depozitarea temporară în condiții de temperatură de maxim 15 - 20ºC, în șoproane acoperite, magazii. Pentru o valorificare mai târzie (1-2 săptămâni de la recoltare), prunele se pot păstra în depozite frigorifice la 3-5ºC. Sunt soiuri de prun (Stanley, Jojo), care se pot recolta cu 1-2 săptămâni înainte de coacerea deplină, deoarece acestea capătă culoarea specifică maturării cu mult înainte, conferind astfel o perioadă mai lungă de păstrare.

Pentru asigurarea rentabilității culturii prunului, este necesar ca valorificarea fructelor să fie cu precădere pentru consum în stare proaspătă, sau deshidratate, când se pot obține prețuri avantajoase pe piață. Cultivarea prunului doar pentru produs distilat (țuică) nu este rentabilă, deoarece valorificarea acesui produs este foarte slabă, cu prețuri care nu acoperă de multe ori nici costul de producție.

## II. Tehnologia culturii mărului

Dintre speciile pomicole caracteristice climatului temperat, la nivel mondial, mărul deține unul dintre primele locuri, atât ca suprafață, cât și sub aspectul producției de fructe (vezi primul capitol). Posibilitatea consumului de mere, practic pe tot parcursul unui an, cât și deosebita varietate de soiuri ale acestei specii, sunt două dintre argumentele pentru care cultivatorii pomicoli aleg să cultive măr. Pentru a pune în valoare capacitatea biologică a diferitelor soiuri și portaltoi ai mărului, este necesar să se cunoască câteva noțiuni de bază privind caracteristicile de creștere și fructificare ale acestei specii, precum și elementele tehnologice care contribuie esențial la formarea producției de fructe.

### Particularități de creștere și fructificare

*Creșterea*

Combinația dintre soi și portaltoi realizează pomi cu caracteristici morfologice foarte diferite. Sistemul radicular al mărului diferă în special în funcție de portaltoi. Portaltoii franc și cei vegetativi mai viguroși dezvoltă o rădăcină ramificată și profundă (80-90% din masa rădăcinilor se află între 20 și 60 cm (Ghena și Braniște, 2003). Portaltoii vegetativi de mică vigoare (M 27, M 9, M 26) își plasează majoritatea rădăcinilor între 10 și 50 cm adâncime (Ghena și Braniște, 2003). Mărul poate avea, însă, câteva ramificații ale rădăcinii care pătrund mult mai adânc în sol, în funcție de textura și gradul de compactare a solului (Păltineanu ș.a., 2016).

Rădăcina mărului începe să crească la 1,5-2ºC, creșterea este maximă la 18-25ºC și se blochează la peste 30-32ºC în sol. Absorbția și respirația rădăcinilor urmează și ele aproximativ aceleași praguri termice. În lateral, rădăcina mărului depășește proiecția coroanei pe sol de 1,5-2 ori (Ghena și Braniște, 2003).

Tulpina se caracterizează prin forma coroanei, vigoarea ei, gradul de ramificare și tipul de fructificare (ramuri de rod). În creștere naturală, coroana mărului este globuloasă (la soiurile tip *Jonathan, Gala*), piramidală (la Topaz, Ariane) pletoasă (la *Grany Smith, Florina*), sferic-turtită (la Cox *orange, unele soiuri din grupa Red)*, dar prin diferite sisteme de tăiere, la care mărul răspunde foarte bine, se poate da

coroanei o multitudine de forme, care să se coreleze cu vigoarea pomilor, cu distanțele de plantare și nu în ultimul rând, cu tehnologia de cultură aplicată.

Vigoarea trunchiului și a coroanei pomului sunt date în primul rând de vigoarea portaltoiului, dar și a soiului. Pentru același soi, portaltoiul M9, de exemplu, poate reduce vigoarea coroanei de 3-4 ori față de portaltoiul franc, ajungându-se astfel la livezi de mare densitate cu pomi de talie redusă care facilitează lucrările tehnologice de bază (tăieri, tratamente fitosanitare, recoltare) și sporește considerabil performanțele productive și calitatea fructelor.

Ramurile de rod sunt ramificații ale coroanei purtătoare de muguri micști (Fig. 11.12).

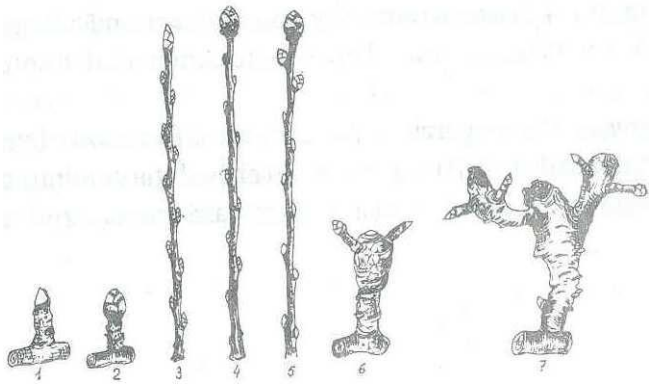



**Fig. 11.12. Ramurile de rod la măr: 1. – pinten, 2. – țepușă, 3. – smicea, 4. – nuielușă, 5. – mlădiță, 6. – bursă, 7. – vatră de rod (după Cepoiu, 2000)**

Ca ramuri de rod în devenire la măr se menționează *smiceaua* și *pintenul*, care nu sunt încă purtătoare de muguri micști.

Suplimentar față de prezentarea din primul capitol, se prezintă mai jos și alte clasificări ale soiurilor de măr, după alte criterii decât cele genetice. De ex., după modul de ramificare și după dominanța unor tipuri de fructificare, soiurile de măr se pot împărți în două grupe:

-*grupa soiurilor spur* (*Golden-spur, Red delicious, Yellow-spur, Wagener, Generos*), cu ramificații scurte, garnisite cu formațiuni fructifere tot scurte, numite *țepușe* (mai rar *nuielușe* sau *mlădițe)*, inserate pe ramurile de schelet sau semischelet, *țepușe* care formează mai întâi *burse* și apoi, după mai mulți ani, *vetre de rod.* Coroana pomilor este mai puțin ramificată, mai strânsă, dar internodurile sunt mai scurte și astfel frunzișul este mai bogat. Această grupă de soiuri este preferată de pomicultori pentru volumul redus de tăieri, fructificare abundentă, cu densitate mai mare de pomi la hectar, eficiență și ușurință în aplicarea tratamentelor fitosanitare.

-*grupa soiurilor standard*, în care se încadrează majoritatea soiurilor de măr, cu ramificații mai lungi, cu mai multe *nuielușe* și *mlădițe* ca ramuri de rod. Volumul coroanei este mai mare și mai dens decât la tipul *spur*, necesitând tăieri mai severe și stropiri mai abundente. În producția pomicolă soiurile *standard* sunt încă dominante.

**Fructificarea**

Mărul are muguri micști din care, primăvara târziu (aprilie-mai), se deschide câte o inflorescență (5 flori, de regulă) și o rozetă de frunze însoțită de un lăstar. Floarea este hermafrodită normală, dar aproape toate soiurile de măr sunt autosterile. Numai câteva soiuri sunt autofertile sau parțial autofertile (*Golden, Jonathan, Parmen, De Kalter, Renette*), dar majoritatea soiurilor sunt interfertile. Având în vedere acest aspect, în plantațiile de măr este esențial sa existe parcele cu 2-3 soiuri care să se polenizeze între ele. În tehnologiile moderne de cultură intensivă a mărului, într-o parcelă se plantează un singur soi, dar la 15-20 de pomi pe rânduri se plantează câte un pom polenizator din diferite varietăți ale speciei *Malus floribunda.*

Pentru o bună polenizare și fecundare este necesar ca soiurile cultivate într-o parcelă să aibă aceeași perioadă de înflorire, perioadă în care temperatura necesară fecundării să fie cuprinsă între 5ºC și 25ºC și să nu se facă stropiri cu pesticide. Polenul este transportat de la o floare la alta cu ajutorul insectelor și mai puțin, al vântului. După polenizare și fecundare (5-8 zile), începe dezvoltarea semințelor și a fructelor. La începutul lunii iunie are loc o cădere fiziologică a fructelor care nu au semințe, care au semințe mai puține, sau pe care pomul nu le poate hrăni. Această cădere este dirijată hormonal,

biochimic, iar după aceasta fructele nu mai cad până la maturitate, decât accidental (boli, dăunători, lipsa tratamentelor fitosanitare, furtună).

Precocitatea (vârsta intrării pe rod), depinde în primul rând de soi, dar este puternic influențată de portaltoi și de tehnologia de cultură. Astfel, merii altoiți pe portaltoi vegetativi de vigoare redusă (M9, M26) fructifică începând cu anul 1-2 de la plantare, anul 3 fiind deja an de rod, dacă și tehnologia de cultură este corespunzătoare. Cu cât vigoarea portaltoilor este mai mare, cu atât intrarea pe rod întârzie, ajungând până la 5 - 6 ani de la plantare.

Productivitatea și calitatea fructelor reprezintă, de asemenea, caracteristici ale combinației soi-portaltoi, la care se adaugă agrotehnica aplicată. Dintre soiurile cele mai productive se amintesc: soiurile din grupa Golden*, Idared, Ariane, Florina*, iar soiuri mai puțin productive sunt: *soiurile din grupa Jonathan, Mutsu, Renette de Canada*. Portaltoii vegetativi de mică vigoare asigură o mai bună calitate fructelor, precum și o productivitate sporită. Potențialul productiv este o însușire complexă, care este determinată genetic de baza ereditară a soiului, dar este mult influențată de condițiile pedoclimatice ale zonei de cultură și, esențial, de nivelul tehnologiei aplicate. Tehnologia de cultură este cea care pune în valoare calitățile și performanțele productive ale pomilor. Alternanța de rodire, care este o tendință a multor soiuri de măr, se atenuează prin efectuarea unei agrotehnici susținute, cu aplicarea fertilizării, irigării, tăierilor de fructificare, normării rodului, tratamentelor fitosanitare etc.

**Ciclul anual al mărului,** cuprinde, ca de altfel la toate speciile pomicole din climatul temperat, două perioade distincte: perioada de vegetație și perioada de repaus.

**Perioada de vegetație** are câteva fenofaze de creștere și de fructificare, de care este bine să se țină seama în tehnologia de cultură a acestei specii pomicole.

**a)- fenofazele creșterii***:*

*-dezmugurirea și începutul creșterii lăstarilor* încep de obicei la sfârșit de aprilie și sfârșesc odată cu formarea primelor 4 - 5 frunze pe lăstar; în această fază creșterea este lentă și se face, în principal, pe seama substanțelor de rezervă existente în pom.

*-creșterea intensă a lăstarilor* se caracterizează prin alungirea lăstarilor, sporirea numărului de frunze și formarea mugurilor pentru anul viitor; planta începând să asimileze mult prin fotosinteză și să extragă intens apa cu sărurile minerale din sol. Bilanțul acumulare-consum de substanțe organice este relativ unitar. Calendaristic, această fază se încheie către sfârșitul lunii iulie.

*-încetinirea și încetarea creșterii lăstarilor* încep când creșterea de la o zi la alta este în scădere și se termină când în vârful lăstarilor apare mugurele apical (terminal). În această fază, internodurile sunt mai scurte, suprafața limbului frunzelor formate este mai mică, iar pe întreg pomul fotosinteza este maximă.

*-coacerea țesuturilor și pregătirea pentru repaus* încep odată cu definitivarea mugurelui apical și se termină cu căderea frunzelor (în luna noiembrie). Procesele de acumulare a substanțelor de rezervă sunt intense, deși consumurile sunt încă relativ mari.

**b)-fenofazele fructificării***:*

*- înfloritul și legarea fructelor;* această fază corespunde cu dezmugurirtul mugurilor vegetativi și începutul creșterii lăstarilor și are loc, în principal, tot pe seama substanțelor de rezervă din pom.

*- creșterea fructelor* începe odată cu creșterea intensă a lăstarilor, necesitând consum mare de substanțe organice pe care plantele trebuie să le aibă la dispoziție pentru a forma fructe multe și mari.

*- diferențierea mugurilor micști* pentru producția anului viitor începe cu inducția floral ce are loc la sfârșit de iunie-început de iulie și continuă cu formarea în muguri a primordiilor florii. De acest proces depinde în bună măsură producția de fructe a anului următor.

*- maturarea fructelor* este diferită ca durată și epocă de la un soi la altul; începe atunci când fructele nu mai cresc în volum, iar în pulpă au loc o serie de procese chimice și biochimice de acumulare și transformare a unor componente.

Procesele de creștere și fructificare sunt în strânsă corelație, cunoașterea acestora fiind utilă în aplicarea corectă și la timp a unor lucrări tehnologice care să ajute pomii în formarea unor recolte mari.

**Perioada de repaus vegetativ** începe la căderea frunzelor, care are loc după cum s-a amintit la sfârșit de noiembrie, și se termină primăvara, când mugurii încep să crească. În această perioadă se pot înființa plantații, se pot face tăieri de formare și de rodire, se pot aplica unele tratamente fitosanitare specifice. Repausul vegetativ se împarte la rândul său în două perioade:

a) -**Repausul obligatoriu** (profund), cel în care intră pomii la sfârșitul toamnei, când începe căderea frunzelor și temperaturile atmosferice ating frecvent valori de sub 0˚C. Această perioadă durează de regulă 2-3 luni, de la sfârșitul lunii noiembrie până la sfârșitul lunii ianuarie. În acest interval de timp,

pomii nu pornesc în vegetație, chiar dacă intervin perioade cu temperature atmosferice positive de mai lungă durată.

b) - **Repausul facultativ**, este cel în care pomii nu pornesc în vegetație datorită menținerii relativ constante a temperaturilor scăzute. Acest repaus cuprinde de regulă perioada februarie-martie. Dacă în acest interval de timp se înregistrează temperaturi ridicate, pomii pot ieși din repaus și sunt expuși unor înghețuri de revenire ulterioare, cu repercusiuni grave în producția de fructe a anului respectiv.

Durata de viață economică a unei plantații de măr este diferită în funcție de portaltoi și de intensitatea tehnologiei aplicate. În livezile intensive, de mare densitate, cu pomi altoiți pe M9, vărsta economică este de 15-20 de ani, uneori chiar mai redusă; în livezi cu pomi altoiți pe portaltoi mai viguroși (de ex. MM106), rentabilitatea plantației poate fi de 25-30 de ani, iar în livezi cu pomi altoiți pe portaltoi generativi, așa numitele livezi clasice vechi, vărsta rentabilă a plantației poate fi chiar de până la 50-60 de ani.

**Particularități tehnologice**

**1. Alegerea terenului pentru amplasarea plantației**

Decizia de a înființa o livadă trebuie să aibă în vedere câteva aspecte esențiale:

- Favorabilitatea pedo-climatică a zonei pentru specia pomicolă respectivă. Simbioza soi-portaltoi a unui pom are o anumită rezistență biologică la climă și sol, putând realiza performanțe productive doar într-un areal favorabil de cultură. Temperatura, precipitațiile, curenții de aer, solul, apa freatică, relieful, expoziția terenului, sunt factori de care trebuie să se țină seama înainte de a înființa o plantație. Este indicat să se evite văile închise, fără un drenaj aerian corespunzător, zonele cu grindină frecventă sau cu pante de peste 15%, cu soluri subțiri și reci și/sau cu conținut prea ridicat în argilă, sau care sunt expuse la băltiri periodice de apă.

Cele mai favorabile expoziții pentru amplasarea plantațiilor pomicole sunt cele sudice, apoi în ordine descrescândă cele sud-estice, sud-vestice, nord-estice și nord-vestice. Este foarte important de știut faptul că nu trebuie să se cultive, pe aceeași suprafață de teren, aceeași specie pomicolă după ea însăși, pentru că apare fenomenul de "oboseală" a solului, care determină creșteri reduse și neuniformitate a plantației, iar dacă totuși se replantează aceeași specie, atunci trebuie să se lase terenul liber cca. 2 - 3 ani după defrișarea vechii livezi, sau să fie cultivat cu specii anuale (leguminoase, graminee).

Solurile cele mai bune pentru cultura mărului sunt cele cu textură mijlocie luto-nisipoasă, lutoase, chiar luto-argiloase, dar permeabile pentru apă, aer și căldură, soluri profunde și cu o compoziție chimică și microbiologică bogată, cu un pH de la slab acid la slab alcalin. Detalii privind favorabilitatea mărului față de proprietățile solului se găsesc într-un capitol anterior al lucrării.

Suprafața terenului destinat unei plantații pomicole poate fi plană, sau cu pante de până la 15%, fără pericolul băltirilor, având apa freatică la cca. 3-4 m, astfel încât să fie posibilă mecanizarea lucrărilor de întreținere. Un indiciu de favorabilitate pentru cultivarea mărului este prezența în flora spontană a unor specii ca stejarul, alunul, fagul, mărul și părul pădureț, cireșul sălbatic, dar și ierburi din familia gramineelor și leguminoaselor. Dimpotrivă, specii ca plopul, salcia, rogozul, indică existența unor soluri prea umede, reci, adesea prea acide, așadar improprii cultivării pomilor în general.

Un alt criteriu de care se ține seama la alegerea terenului pentru plantarea mărului, sau a altor specii pomicole, este și tradiția zonei respective, existența forței de muncă, a căilor de transport, posibilitatea de aprovizionare cu apă pentru irigare și efectuarea tratamentelor fitosanitare și nu în ultimul rând un studiu de piață recomandabil pentru producția de fructe.

**2. Amenajarea terenului pentru plantarea mărului**

Volumul și natura lucrărilor de organizare și amenajare a suprafeței terenului depind de orografie, sol, sistem de cultură, particularități biologice specifice, cultură premergătoare (cereale, pășuni, livezi bătrâne).

Înainte de toate, trebuie stabilit perimetrul suprafeței respective, după care terenul se defrișează și se nivelează (dacă este cazul), se împrejmuiește cu gard în special împotriva rozătoarelor (iepuri, căprioare), apoi se parcelează, se trasează și se amenajează drumurile și aleile dintre parcele, zonele de întoarcere ale utilajelor mecanice cu care se va lucra în livadă, locul clădirilor administrative, al spațiilor de parcare a utilajelor, de depozitare temporară a unor materiale și a producției de fructe recoltate, sursa de apă și sistemul de irigare.

Orice amenajare în vederea înființării unei livezi se face pe baza unui proiect tehnic inițial avizat. Acest proiect constituie o operațiune de răspundere care îmbină cunoștințele tehnice cu experiența și originalitatea.

***- Stabilirea şi amplasarea rețelei de drumuri şi zone de întoarcere*** se realizează în așa fel, încât să se poată circula în orice anotimp și spre orice punct al plantației cu agregatele și utilajele de transport, precum și pentru întreținerea culturii (tractoare, mașini de stropit, remorci, platforme de recoltare – tăiere etc.). Suprafața totală a drumurilor și zonelor de întoarcere nu trebuie să depășească 5-6 % din suprafața totală a fermei.

***- Necesarul de construcții anexe*** ale unei ferme pomicole se stabilește în funcție de:

a) suprafața plantației și volumul estimat al producției de fructe,

b) perioada de recoltare, posibilitățile de livrare imediată sau de depozitare temporară a producției de fructe,

c) gradul de mecanizare a lucrărilor și volumul materialelor (îngrășăminte, pesticide, ambalaje),

d) asigurarea pazei, adăpost temporar al muncitorilor, grup social, sursă de apă etc.

***- Parcelarea terenului***. Parcela este unitatea organizatorică a unei plantații pomicole, caracterizată prin omogenitate orografică, pedologică, de sortiment și densitate. Mărimea unei parcele este determinată de configurația terenului, de pantă, de sol, de posibilitatea mecanizării lucrărilor etc. În funcție de aceste criterii, parcelele pot avea următoarele dimensiuni orientative:

- parcele de 5 - 10 ha, pe teren plan sau cu pantă de până la 5 - 6%, cu sol uniform și profund;
- parcele de 2 - 4 ha pe terenuri cu panta de 6 – 10%,
- parcele de 0,5 - 2 ha, pe terenuri cu pante de 10 - 15%, cu soluri neuniforme și teren frământat.

Rândurile de pomi vor fi orientate cu precădere pe direcția N-S, iar pe terenuri cu pante de peste 10%, rîndurile de pomi vor fi orientate paralel cu direcția curbelor de nivel, pentru reducerea eroziunii de suprafață a solului.

**3. Pregătirea terenului în vederea plantării**

***- Defrișarea*** constă în înlăturarea resturilor vegetale ale altor culturi sau a vegetației forestiere care au existat pe acel teren,

***- Nivelarea terenului*** se face acolo unde este necesar, dacă suprafața solului este neuniformă (denivelată), cu pericol de bălțiri, impietare a traficului tehnologic, sau pentru realizarea unei ușoare pante de scurgere superficială a excesului temporar de apă,

***- Scarificarea*** este lucrarea de afânare profundă a solului (50-60 cm adâncime) fără deranjarea orizonurilor structurale ale acestuia, executată cu utilaje speciale (Fig. 11.13), fiind necesară pentru realizarea unui regim aerohidric corespunzător pentru creșterea pomilor, îndeosebi în cazul solurilor compacte sau mai mai argiloase (luto-argiloase), sau pentru îndepărtarea rădăcinilor plantației anterioare.

**Fig. 11.13. Buldozer cu scarificator și lamă de nivelare folosit la pregătirea terenului pentru plantarea pomilor**

- ***Fertilizarea de bază***, pe toată suprafața terenului ce urmează a fi plantat, pentru aprovizionarea solului cu elemente minerale și/sau pentru alături de amendarea solurilor acide. Orientativ, se pot folosi 30-35 t/ha gunoi de grajd, sau 10-12 t/ha gunoi de păsări, iar după recomandări internaționale (Olanda), chiar 100 t/ha. Doza de amendamente este diferită în funcție de pH-ul și de aciditatea hidrolitică a solului respectiv,

- ***Arătura adâncă***, la adâncimea de 25-35 cm, pentru încorporarea îngrășămintelor sau amendamentelor,

- ***Discuirea*****,** la 10 - 15 cm adâncime prin 2 treceri perpendiculare, pentru mărunțirea solului și nivelare superficială.

Deși nu se recomandă astfel de terenuri pentru înființări de plantații, în unele zone colinare cu orografie specifică, se impun o serie de măsuri de combatere a eroziunii solului și de asigurare a condițiilor de cultură pe întreaga suprafață a parcelelor. Dintre aceste măsuri (lucrări) se amintesc: construirea de canale de coastă pentru prelucrarea și evacuarea apei din precipitații, pozarea de drenuri absorbante și colectoare a apelor subterane (pentru drenarea izvoarelor de coastă), debușee și bazine de colectare și păstrare a apei pentru irigare și tratamente fitosanitare (Neamțu,1985), (Iancu, 1992).

***- Instalarea mijloacelor de susținere a pomilor***. Pentru livezi de mare densitate, cu pomi altoiți pe portaltoi de vigoare redusă (M9, M27), este obligatorie instalarea mijloacelor de susținere cu spalieri cu sârme pe direcția rândului de pomi. La acest sistem se poate adăuga și tutori individuali din bambus, care asigură un plus de siguranță în susținerea și verticalizarea axului pomilor. Dacă plantația respectivă se află într-o zonă cu risc mare pentru căderile de grindină, se impune instalarea unui sistem de susținere diferit, cu dublu rol (susținerea pomilor și a plasei antigrindină).

***- Instalarea sistemului de irigare****.* Pentru cultura mărului, dar nu numai, se recomandă irigarea localizată prin picurare sau microaspersiune sub rândurile de pomi. Este necesar să se instaleze sistemul de irigare inainte de plantare pentru a avea posibilitatea de a uda pomii imediat după plantare. Ca sursă de apă se are în vedere apa de suprafață (lacuri, râuri), sau apa de adâncime (foraje, puțuri).

Pregătirea terenului pentru plantare cu diferite etape se poate urmări în Fig. 11.14.

a) b)

c) d)

**Fig. 11.14. Măsuri recomandate pentru înființarea unei plantații pomicole: a) instalarea sistemului de sustinere înainte de plantare, b) după plantare, c) instalarea plasei antigrindină–antiinsolație, d) instalarea și funcționarea echipamentului de irigare prin picurare cu banda umectată**

**Înființarea plantațiilor de măr**

Pentru înființarea unei livezi, materialul săditor trebuie să fie certificat, obținut în pepiniere pomicole autorizate, care să garanteze calitatea, autenticitatea și sănătatea pomilor. Pomii pot fi cu coroana preformată din pepinieră (pomi knip), cu 8-12 ramuri anticipate, caz în care se poate obține producție de fructe încă din primul an de la plantare, sau pot fi pomi fără ramuri anticipate (vargă), în acest caz sunt necesari încă 1-2 ani pentru formarea coroanei cu întârzierea corespunzătoare a intrării pe rod a pomilor.

Alegerea soiurilor se face în funcție de preferințele gustative, de destinația producției de fructe, de perioada de coacere și valorificare a producției, de asigurarea polenizării. Unul dintre soiuri este soi de bază, cu ponderea cea mai mare în parcelă și încă unul sau două soiuri polenizatoare, cu pondere mai mică. (Exemplu: soi de bază 6 - 8 rânduri, intercalate cu 2 rânduri soi polenizator).

***- Pichetarea*** este lucrarea prin care se marchează pe terenul unei parcele direcția, lungimea și distanțele dintre rândurile de pomi, locul pe care-l va ocupa fiecare șpalier de susținere, sau chiar fiecare pom (Fig. 11.15). Pichetul este un țăruș de regulă din lemn, ascuțit la un capăt, gros de 2 - 4 cm și lung de 50 - 80 cm. În sistemele de cultură pomicolă moderne, pentru pichetare se folosește aparatură GPS, care facilitează lucrarea și asigură precizie.

Pichetarea este o lucrare tehnică ce trebuie executată cu profesionalism atunci când dorim să avem o plantație încheiată corespunzător, în forme rectangulare. Dintre sistemele de pichetaj se amintesc:

- *pichetajul în pătrat*, când distanțele între rânduri sunt egale cu distanțele între pomi pe rând și terenul este plan, sau cu pantă de până la 5-6%;

- *pichetajul în dreptunghi*, când distanțele între rânduri sunt mai mari decât distanțele între pomi pe rând, iar terenul este plan sau chiar cu pantă mai mare, dacă rândurile sunt orientate paralel cu curbele de nivel;

- *pichetajul în șah* se execută atunci când se dorește ca fiecare pom de pe un rând să fie așezat în mijlocul intervalului dintre alți doi pomi de pe rândurile vecine. Astfel, oricare trei pomi alăturați din rânduri vecine ocupă vârful unui triunghi isoscel sau echilateral. Avantajul este că se folosește mai eficient spațiul de creștere pentru coroane și se reduce eroziunea de suprafață a solului;

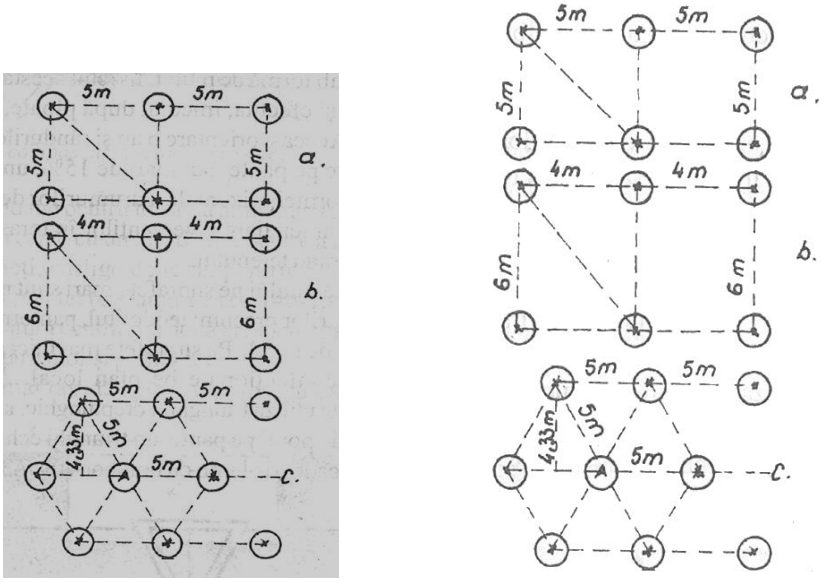



**Fig. 11.15. Scheme diferite de pichetare (după Cepoiu, 2000)**

***- Distanțele de plantare*** depind în primul rând de vigoarea portaltoilor, apoi de fertilitatea naturală a solului, de specificul de creștere al soiurilor, de forma de coroană și de tehnologia de cultură aplicată.

Intensivizarea unei plantații pomicole constă, în general, din folosirea unui material săditor (soi-portaltoi) de înaltă valoare biologică, cu vigoare redusă de creștere, ce permite densități mari (pomi/ha),

unde se aplică o tehnologie intensivă de cultură. Distanțe orientative de plantare pentru o livadă de măr sunt redate în tabelul 11.4.

**Tabelul 11.4. Distanțe orientative de plantare pentru livezi de măr în funcție de vigoarea portaltoiului**

| Grupa de soiuri | Portaltoi | Distanțe de plantare (m) | | Număr de pomi / ha |
|---|---|---|---|---|
| | | Între rânduri | Între pomi pe rând | |
| Spur | M27, M9 | 3 - 3,5 | 0,8 -1,2 | 2400 - 4000 → |
| | M26 | 3,5 - 4 | 1,5-1,8 | 1400 - 2000 |
| | MM106 | 3,5 - 4 | 1,8-2,5 | 1000 -1400 |
| Standard | M27, M9 | 3 - 3,8 | 1,0-1,5 | 2000 -3400 |
| | M26 | 3,8 - 4 | 2 – 2,5 | 1200 -1500 |
| | MM106 | 4 - 4,5 | 2,5 -3 | 800 - 1100 |

**- *Plantarea pomilor*** se recomandă să se facă toamna, imediat după intrarea pomilor în repaus, caz în care se asigură un bun contact al solului cu rădăcinile pomilor până în primăvară, o prindere bună, o mai rapidă pornire in vegetație și creșteri anuale mai mari. Numai în cazul în care nu s-a putut pregăti terenul din toamnă se poate planta primăvara, sau în ferestrele iernii, atunci când solul nu este înghețat, sau atunci cand nu se poate asigura paza pomilor în perioada rece a anului.

În cazul în care plantația va fi amplasată pe un teren cu suprafață relativ plană, pe un sol greu, cu permeabilitate redusă pentru apă și cu exces temporar de umiditate, înainte de plantarea pomilor se vor executa biloane înălțate la 25 - 40 cm pe direcția fiecărui rând de pomi. Bilonarea se va realiza cu un plug cu o singură trupiță, prin câte o trecere, de o parte și de alta a fiecărui rând. Gropile de plantare se fac manual, cu cazmaua, sau mecanic, cu burghie speciale purtate și acționate de tractor. Atunci când gropile sunt făcute manual, acestea trebuie să urmărească aliniamentul picheților care nu vor fi deranjați din poziția inițială. Pichetul rămâne pe peretele nordic al gropii, după acesta vor fi aliniate rândurile de pomi. Dacă gropile sunt săpate cu burghiul mecanic, centrul gropii va fi locul unde a fost înfipt pichetul. Dimensiunile gropilor de plantare sunt diferite, în funcție de vigoarea portaltoiului, de modul în care a fost pregătit terenul pentru plantare, de textura solului, de panta terenului. Astfel, în teren plan, pe sol cu textură medie, scarificat, gropile pot fi de 35 cm × 35 cm × 35 cm, pe un sol cu textură fină, cu pantă de până la 10%, gropile pot fi de 40 cm × 40cm × 40 cm, iar pe terenuri cu pante mai mari, unde terenul nu a fost scarificat sau arat, gropile de plantare pot ajunge la dimensiuni de 60 cm × 60 cm × 40 cm.

În cazul în care se înființează o plantație de mare densitate, cu pomi altoiți pe portaltoi de vigoare redusă (M9, M27), plantarea pomilor se face direct pe aliniamentul pichetat al rândurilor, fără a mai picheta fiecare pom, ci doar cu ajutorul unui cablu (sârmă) marcat corespunzător distanței dintre pomi pe rând, iar gropile de plantare se fac direct în dreptul marcajelor de pe cablu (Fig. 11.16).

Deosebit de importantă este plantarea corectă a pomilor, în general, indiferent de specie. Punctul de altoire trebuie să fie cu cel puțin 10-15 cm deasupra solului și să rămână așa pe toată perioada de întreținere a livezii. Mărul, în special, poate trece foarte ușor pe rădăcini proprii, crescând rădăcini din soi, eliminând astfel portaltoiul și influența pozitivă a acestuia asupra vigorii pomilor. Înainte de plantare se fasonează rădăcinile (se scurtează rădăcinile mai lungi de 15-20 cm, se înlătură cele vătămate și se elimină porțiunile atacate eventual de unele boli), iar mocirlirea este opțională, această operație fiind mai importantă la plantarea de primăvară. Este recomandat ca la fiecare groapă de plantare să se administreze 5-6 kg de gunoi de grajd, sau 80 - 100 g de îngrășăminte chimice cu azot. După acoperirea cu sol a rădăcinilor, se tasează bine solul în groapă pentru un mai bun contact dintre sol și rădăcini și pentru a elimina spațiile goale ce pot acumula exces temporar de apă care provoacă asfixiere radiculară.

**Fig. 11.16. Plantarea pomilor pe bilon cu ajutorul cablului marcat la distanțele dintre pomi / rând**

**Tăieri, forme de coroană**

Noțiuni generale, clasificare

Așa numitele "tăieri" aplicate speciilor pomicole reprezintă ansamblul de lucrări efectuate direct asupra plantelor în vederea controlului creșterii și fructificării acestora. Fără tăieri, pomii ar intra pe rod mai târziu, ar crește haotic, ar rodi mai puțin și ar avea fructe de calitate inferioară. În funcție de forma de coroană pe care dorim să o aplicăm, încă din primul an după plantare se fac tăieri specifice, însoțite de palisări, pliviri, sau ciupiri ale vârfurilor unor lăstari.

Tăierile de formare și rodire sunt lucrări de o complexitate tehnică deosebită, care necesită o gândire în perspectivă asupra dinamicii ramurilor pomilor; aceste tăieri au câteva principii de bază de care trebuie să se țină cont indiferent de specia pomicolă:

- să favorizeze creșterea și definitivarea formei de coroană dorite cât mai repede,
- să grăbească (sau, în cel mai rău caz, să nu întârzie) intrarea pe rod,
- să reducă pe cât posibil procentul de ramuri tăiate din totalul de ramuri al coroanei,
- să structureze o coroană simplă, echilibrată cu sistemul radicular și cât mai apropiată de forma naturală a speciei sau soiului respectiv,
- să păstreze un echilibru anual între creștere și fructificare,
- să favorizeze calitatea fructelor prin normarea rodului, aerisirea coroanei și captarea luminii solare fotosintetizante.

După perioada în care se efectuează, există ***tăieri în uscat***, de detaliu și în volum mai mare aplicate iarna, în repausul vegetativ și ***tăieri în verde***, de rectificare (suplinire), în volum mai mic, aplicate în perioada de vegetație. În ultimii ani se acordă o atenție sporită tăierilor în verde, care aplicate riguros pot reduce mult intervențiile în uscat când vremea este nefavorabilă și ziua de lucru mai scurtă.

Tăierile în verde asociate cu palisări, ciupiri, pliviri de lăstari sunt benefice pentru formarea coroanelor dorite și, în special, pentru sporirea inducției mugurilor de rod, pentru creșterea cantitativă și calitativă a fructelor. Astfel, tăierile în uscat, care se pot aplica în toată perioada de repaus vegetativ, vor fi mai reduse și nu va fi necesară înlăturarea masivă a unor creșteri în care pomul a investit energie și a înmagazinat substanțe de rezervă.

După obiectivele urmărite se deosebesc două feluri de tăieri:

- ***tăieri de proiectare și formare a coroanei***, care se aplică în primii ani de la plantare până la intrarea pe rod și care au ca obiectiv principal formarea tipului de coroană ales și favorizarea formării ramurilor de rod. Se proiectează și se consolidează ramurile de schelet ale pomului. Pentru aceasta se recomandă 2- 3 intervenții în verde pe an. Prima intervenție se efectuează când lăstarii au 8 - 10 cm lungime, suprimând lăstarii concurenți, plasați deasupra sau dedesubtul ramurilor de schelet, precum și pe cei care nu au între ei spații minime de 12 - 15 cm.

A doua operație în verde se face în luna iunie, când se palisează pe pozițiile dorite lăstarii care vor forma scheletul pomului, și se corectează (se măresc) unghiurile de ramificare a lăstarilor pentru stimularea diferențierii pe aceștia a mugurilor de rod. A treia lucrare în verde se face în iulie-august, când se palisează noile creșteri ale lăstarilor și se elimină sau se scurtează creșterile inutile.

Pe lângă aceste intervenții de bază, este bine să se mai aplice, acolo unde este necesar, și alte operații de corectare a creșterii (ciupiri, dresări, înclinări) ale unor lăstari.

**- *tăieri de întreținere și fructificare***, care încep la intrarea pe rod și continuă până la defrișarea livezii, au ca obiectiv păstrarea formei de coroană proiectate, menținerea unui echilibru între creștere și fructificare, evitarea îndesirii coroanei, normarea încărcăturii de muguri de rod, reîntinerirea eșalonată a unor porțiuni din coroană.

Mărul necesită tăieri de fructificare în fiecare an. Tăierile la 2 - 3 ani nu asigură producții constante și chiar accentuează alternanța de rodire. Tăierile de fructificare se vor axa în special pe rărirea ramurilor și nu pe scurtarea lor care ar intensifica și mai mult creșterile vegetative și îndesirea exagerată a coroanei în detrimentul fructificării. După mai mulți ani, ramurile de semischelet se alungesc, se epuizează și atârnă în coroană, iar formațiunile de rod de pe aceste ramuri se îndesesc și îmbătrânesc. Astfel, este necesară scurtarea sau chiar suprimarea la 3 - 4 ani a unora dintre aceste ramuri, pentru a le înlocui treptat cu altele tinere. Nevoia de lumină face ca noile ramuri de rod să apară spre periferia coroanei pomului și în etajul superior, ducând treptat la degarnisirea și debilitarea etajului inferior al coroanei. Pentru a păstra un echilibru de creștere și fructificare în întreaga coroană este necesară asigurarea prin tăieri a pătrunderii luminii spre toate porțiunile din coroană și apropierea formării rodului de axul pomului.

**Norme și operații tehnice**

Cunoașterea modului de execuție a tăierilor și a efectelor acestora reprezintă o condiție esențială pentru o tăiere eficientă. În funcție de modul de creștere și fructificare, tăierile se diferențiază pe specii și uneori chiar pe soiuri.

-*Tăierea ramurilor anuale* constă în tăierea integrală, atunci când sunt dese și trebuie rărite, când împiedică formarea tipului de coroană stabilit, sau când sunt verticale și prea viguroase.

-*Scurtarea ramurilor anuale* este, în general, recomandată, deoarece se garnisesc cu muguri de rod și scurtându-le, se favorizează creșterile vegetative din porțiunea de ramură rămasă, îndesind astfel coroana.

-*Suprimarea (plivirea) lăstarilor* se execută după aceleași reguli ca și tăierea ramurilor anuale, având aceleași efecte, cu deosebirea că se face în verde (în timpul vegetației).

-*Ciupirea lăstarilor*, constă în ruperea (tăierea) vârfurilor de creștere. Dacă ciupirea se face în faza de creștere intensă se oprește temporar creșterea lăstarului respectiv, favorizând creșterea lăstarilor vecini, iar dacă ciupirea se face către sfârșitul fazei de creștere intensă se stimulează formarea de noi lăstari laterali anticipați pe lăstarul ciupit.

-*Înclinarea sau arcuirea ramurilor anuale și a lăstarilor*, însoțită de palisare (legare) pe poziția dorită, mărește unghiul dintre direcția de creștere și verticala locului, stimulând diferențierea mugurilor de rod pe acea ramură, încetinirea creșterii și formarea tipului dorit de coroană.

-*Frângerea parțială sau torsionarea* ramurilor anuale sau a lăstarilor se face în același scop ca și arcuirea, și se aplică atunci când nu se poate palisa.

-*Crestarea și inelarea* ramurilor anuale întrerup temporar vasele conducătoare de sevă, mărind sau micșorând afluxul de hrană. Crestarea este, de fapt, secționarea scoarței (cojii) pe o lățime de 2-3 mm deasupra unei ramuri (mugure) cu scopul de a stimula creșterea acesteia, sau sub ramură (mugure) pentru a frâna creșterea sau pornirea în vegetație. Inelarea constă în decuparea de jur împrejur a unui inel de scoarță lat de 3-5 mm; organele de sub inelarea făcută primăvara cresc mai intens.

-***Tăierea ramurilor de semischelet*** constituie veriga principală a lucrărilor de tăiere. Semischeletul se formează din evoluția ramurilor anuale care se îngroașă și se garnisesc cu formațiuni fructifere și cu alte creșteri laterale, ramificându-se (Fig. 11.17). Ramurile de semischelet se scurtează deasupra unor ramificații laterale atunci când sunt prea lungi, sau supraîncărcate cu rod. În general semischeletul mai vechi de 3-4 ani devine slab productiv și trebuie reîntinerit prin tăieri integrale sau parțiale. Dacă pomul este prea încărcat, ramificat, provocând îndesirea coroanei, aceasta se rărește prin tăieri, astfel încât distanțele dintre două ramuri de semischelet vecine să fie de 20-25 cm. În livezile intensive de mare densitate, cu pomi altoiți pe portaltoi de mică vigoare, la formele de coroană cu ax, orice tăiere a unei ramuri de semischelet de pe ax se face la un cep de 3-5 cm lungime, pentru a stimula creșterea, din acel cep, a altor noi ramuri tinere.

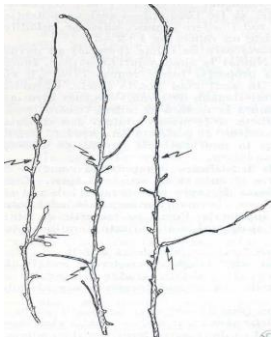


**Fig. 11.17. Scurtarea ramurilor de semischelet; săgețile indică locul de unde se pot face tăierile**

-***Tăierea ramurilor purtătoare de rod*** poate fi parțială sau chiar totală în următoarele cazuri:

- când au o încărcătură prea mare de rod și se consideră că nu poate hrăni fructele în mod corespunzător, ramurile se scurtează, eliminând astfel o parte din rod,
- când ramurile sunt debile, se scurtează pentru stimularea creșterii sau se suprimă pentru a stimula alte creșteri vecine,
- când ramurile sunt prea dese, stânjenind pătrunderea luminii în coroană, atunci se elimină o parte din ele.

Cele mai multe formațiuni fructifere se află pe ramurile de schelet și de semischelet de 3-4 ani; lemnul de 5-6 ani îmbătrânește, produce fructe mai puține și mai mici. Distanțele optime între ramurile de rod sunt de 15-25 cm.

***-Tăierea ramurilor lacome*.** Acestea apar pe pomi atunci când au fost făcute anterior tăieri masive în coroană, din cioturi, din porțiuni de ramuri arcuite excesiv, sau când au fost rupte accidental ramuri groase de schelet, pomul tinzând să-și refacă volumul coroanei.

În general, ramurile lacome sunt nedorite pe pom, deoarece au creșteri mari, care consumă inutil energia și substanțele hrănitoare ale pomului, strică forma coroanei și sporesc înălțimea acesteia. Atunci când aceste ramuri apar pe pom, este recomandabil să fie înlăturate integral, chair de la punctul de creștere. Sunt și cazuri când aceste ramuri nu se taie, ci se scurtează, pentru refacerea unor porțiuni din coroană.

***-Tăierea şarpantelor***, a lemnului vechi, este necesară când acestea au îmbătrânit, s-au alungit și degarnisit, sau când s-au produs diferite accidente care au afectat ramura respectivă (ger, rupere sub greutatea rodului, uscare parțială).

Se evită tăierea ramurilor mai groase de 7-10 cm, iar dacă totuși au fost necesare astfel de tăieri, suprafața tăiată se unge cu mastic (amestec special folosit la altoiri), sau cu vopsea în ulei. Aceste tăieri afectează vizibil întregul pom, stimulând alte creșteri ce trebuie dirijate pentru a nu se crea dezechilibre în coroană. Tăierea șarpantelor este aplicată mai frecvent în vederea regenerării pomilor aflați în declin, în ultimii ani de viață înainte de defrișare.

***-Tăierea mecanizată*** este o tăiere care vine în sprijinul tăierilor manuale. Aceasta se practică de obicei în livezi intensive, de mare densitate si uniformitate a coroanelor. Se aplică înainte de recoltarea fructelor pentru a spori pătrunderea luminii care sporește colorația fructelor, sau se fac taieri mecanice în uscat, pentru reducerea volumului de tăieri manuale de rectificare ulterioară. Tăierea mecanizată este o tăiere de suprafață, care trebuie completată cu o tăiere manuală în profunzime a coroanelor, pentru eliminarea ramurilor degarnisite, zdrobite sau uscate.

Ramurile rezultate la tăierea manuală sau mecanică și rămase pe sol se pot toca (zdrobi) cu o tocătoare mecanică specială purtată de tractor. Materialul vegetal rezultat din tocare se împrăștie pe suprafața solului din livadă, constituind un plus de materie organică.

**Forme de coroană pentru specia măr**

Mărul este specia care răspunde foarte bine la diferite forme de coroană, de la coroane simple, aplicate în livezi comerciale, până la coroane mai complexe, artistice, aplicate în grădini particulare pe suprafețe mici. Din dorința de a produce cât mai multe fructe și de bună calitate, omul a creat o multitudine de forme de coroană care să capteze cât mai multă lumină, să producă fructe mai rapid, să se

poată îngriji și recolta mai ușor. Alegerea unui tip de coroană pentru pătrunderea optimă a luminii solare se face în funcție de vigoarea pomilor, de distanțele de plantare, de sol, de specificul natural de creștere și fructificare al speciei și soiului respectiv. Coroanele pomilor se diferențiază între ele prin volum, înălțime și contur, prin numărul, vigoarea și orientarea spațială a elementelor permanente (ramurile de schelet) și nepermanente (ramurile de semischelet), cât și prin modul de tăiere de formare și/sau de rodire. Structura coroanelor se recomandă să fie preponderent alcătuită din ramuri tinere purtătoare de cât mai multe formațiuni fructifere.

Forma de coroană Fus

Această formă de coroană sugerează prin nume aspectul general al pomilor. Este preponderentă în pomicultura europeană și nu numai, pretându-se pentru livezi de mare densitate, cu pomi altoiți pe portaltoi de mică vigoare (M9, M27). Necesită mijloace de susținere (spalieri cu sârme și tutori individuali din bambus), deoarece pomii s-ar putea frânge sub greutatea fructelor.

La maturitatea livezii, baza coroanei este de 1,0 - 1,2 m în diametru, iar înălțimea pomilor variază de regulă între 2,5 și 3,5 m, în funcție de portaltoi, de soi, și de sistemul de susținere. Sunt două variante de "*fus*" folosite mai mult: *fus tufă* și *fus subțire* sau *fus olandez*:

a*) Fusul-tufă* prezintă un trunchi de 0,5 – 0,6 m, prelungit cu un ax pe care se inserează 10 - 15 șarpante dispuse neregulat, distanțate la 15 - 25 cm, dirijate să crească aproape orizontal (Fig. 11.18a). Nu are subșarpante, șarpantele fiind numeroase, rămânând de mici dimensiuni și schimbându-se periodic prin tăieri speciale,

b*) Fusul subțire sau fusul olandez* este o coroană conică de volum mic, potrivită pentru livezi intensive de mare densitate și productivitate, cu pomi altoiți pe portaltoi de vigoare mică (Fig. 11.18 b). Reprezintă o evoluție a *fusului-tufă* prin faptul că, spre deosebire de acesta, axul pomului se transferă în fiecare an pe o ramură laterală mai puțin viguroasă pentru a-i tempera creșterea. Astfel, axul *fusului subțire* este în zigzag. Trunchiul este de 0,4 – 0,5 m înălțime, cu 3 - 4 șarpante de bază, apoi restul ramurilor sunt scurte și inserate neregulat la 15 - 20 cm distanță intre ele pe ax. Ramurile de semischelet de pe ax se taie eșalonat la un cep de 3-5 cm, când acestea depășesc 1/3 din diametrul axului, sau când depășesc vârsta de 3-4 ani, pentru menținerea unui semischelet permanent tânăr și productiv. Forma de coroană *fus* poate fi folosită și în plantații de medie densitate, cu pomi altoiți pe portaltoi mai viguroși (MM 106), fără mijloace de susținere a pomilor (Fig. 11.18c).

a) b) c)

**Fig. 11.18. Forme de coroană pentru măr: a) schemă fus-tufă, b) fus subțire, măr, soiul Goldrush / M9, c) fus subțire, soiul Idared /MM 106**

Forma de coroană "Ax vertical"

Aceasta este forma care poate înlocui *fusul*; se bazează pe aceleași elemente constructive, cu deosebirea că înălțimea pomilor poate fi mai mare decât la fus, iar lățimea (grosimea) gardului fructifer este mai mică. Această formă de coroană este recomandată, de asemenea, pentru livezi de mare densitate, așa numitele livezi pietonale, unde se pot obține performanțe productive remarcabile. Pomii conduși în acestă formă de coroană trebuie să aibă sistem de susținere colectivă (spalieri cu sârme) și individual (bambus) (Fig. 11.19).

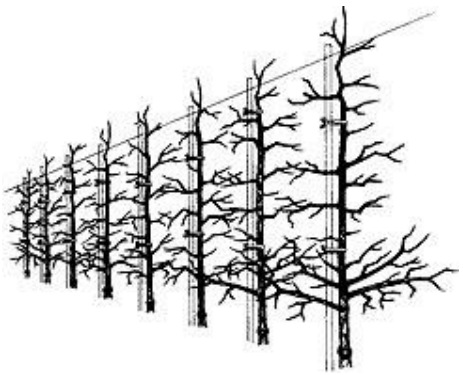


**Fig. 11.19. Forma de coroană *ax vertical* – schemă (după Robinson și Lopez, 2011)**

Forma de coroană *palmetă*

*Palmeta* are, în ansamblu, aspectul palmei omului cu degetele depărtate unele de altele. Inspirată din pomicultura italiană, a fost forma de coroană cel mai des folosită în România, îndeosebi la măr și la păr. Deși în ultimii ani este contestată de pomicultori, este în continuare recomandată pentru soiurile cu formațiuni fructifere mai lungi, formând în plantațiile pomicole așa numitele garduri fructifere, în care un pom are proiecția coroanei pe sol de aproximativ 2,5 – 3,0 m de-a lungul rândului, o lățime de 1,2 - 1,4 m și înălțime de 2,0 - 2,5 m. În general, *palmeta* este recomandată pentru livezi de măr altoite pe portaltoi de vigoare medie (MM106, M26), dar necesită sistem de susținere pentru legarea și formarea brațelor scheletului multianual. În decursul timpului s-au creat diferite variante de palmetă (Fig. 11.20):

**Fig. 20. Palmeta cu brațe orizontale**

a) *Palmeta etajată, cu brațe oblice,* este o coroană aplatizată, cu un trunchi de 40 - 50 cm și un ax vertical pe care se formează 3 - 4 etaje distanțate la 40 - 50 cm, alcătuite din câte două ramuri opuse, dirijate pe direcția rândurilor de pomi. Înclinarea ramurilor este de 45 - 55° față de verticală (Ghena și Braniște, 2003).

b) *Palmeta etajată, cu brațe orizontale,* se diferențiază de palmeta cu brațe oblice doar prin mărirea unghiului de ramificare a șarpentelor de bază la 90° față de verticală, în rest are aceleași caracteristici ca cele descrise mai sus. De specificat este faptul că se formează mai greu, dar permite o mai bună pătrundere a luminii în coroana aplatizată, destinată livezilor intensive de măr de vigoare mijlocie,

c) *Palmeta neetajată, cu brațe oblice,* este o coroană cu un trunchi de 0,3 – 0,4 m, prelungit cu un ax pe care șarpantele sunt dispuse alternativ (nu în etaje), la 20 - 30 cm una de alta, înclinate la 50 - 60°. Se pretează pentru pomi din diferite specii, la soiuri de vigoare mică și cu o capacitate redusă de

ramificare. Atât palmeta etajată cât și cea neetajată necesită spalieri pentru formare și susținere a coroanei pomilor.

*d) Palmeta evantai* este reprezentată prin pomi cu trunchi mic de 0,3 – 0,4 m, din care se formează două șarpante, aplatizate pe direcția rândurilor, din care cresc mai multe ramificații periferice, dirijate prin tăieri anuale repetate.

Coroana piramidală, așa cum sugerează și numele, are în ansamblu forma unei piramide cu diferite variante constructive, care nu necesită, în general, sistem de susținere pentru formare a pomilor. Pomii maturi conduși în formă de piramidă au de regulă o proiecție a coroanei pe sol de 2 - 4 m în diametru și o înălțime cuprinsă între aceleași limite. Această formă de coroană este foarte puțin folosită în livezi comerciale de măr, pretându-se doar pentru grădini particulare, ca hobby.

a) *Piramida neetajată (americană*) prezintă un ax principal pe care sunt inserate în spirală 5 - 7 șarpante, cu punctele lor de inserție distanțate la 20 - 40 cm,

*b) Piramida etajată (franceză*), cu un trunchi de 0,6 – 0,8 m, prelungit cu ax central vertical pe care se inserează câte 3 - 5 ramuri laterale pornite din muguri consecutivi, înclinate la aproximativ 45° față de ax, ramuri care formează etaje distanțate între ele la 40 - 50 cm. Numărul de etaje și înălțimea pomilor variază în funcție de vigoarea speciei sau soiului respectiv.

**Sisteme de cultură a mărului; tendințe, orientări**

Mărul deține un extrem de bogat sortiment de soiuri și portaltoi. În lume există mii de soiuri și clone, cu particularități de creștere și fructificare destul de diferite. Dorința de a realiza performanțe productive remarcabile și profitabilitate a dus, în timp, la evoluția sistemelor de cultură pomicolă, bazate pe biodiversitatea speciei, realizându-se multiple combinații soi-portaltoi, cu specificuri de creștere și fructificare diferite și, în același timp, cu necesități tehnologice din ce în ce mai aproape de cerințele optime ale pomilor. În același timp, tendința de reducere a taliei pomilor a fost și rămîne în continuare un obiectiv major al pomiculturii în general.

Pentru pomicultura din România sunt caracteristice trei perioade de evoluție a sistemelor de cultură pomicolă a mărului în special:

Perioada 1945-1965, în care pomicultura se baza pe soiuri autohtone de măr (*Crețesc, Pătul, Domnești*), altoite pe portaltoi franc, foarte viguroși, cu forme de coroană globuloase, înalte (5-6 m), greu de întreținut, unde distanțele de plantare erau cuprinse între 10-12 m / 7-8 m. Astfel de plantații obțineau primele producții de fructe la 6-7 ani de la plantare, iar rodul era de slabă calitate, cu fructe mici, necolorate uniform și cu o producție alternantă.

Perioada 1965 - 1990, când s-a trecut la sisteme de cultură cu densitate mai mare pe unitatea de suprafață (900 – 1500 pomi/ha), cu reducerea taliei pomilor prin altoire pe portaltoi vegetativi (M4, M7) și pe MM106 în special și introducerea în cultură și a unor soiuri străine (Jonathan, Kalter, Starkrimson, Golden Delicious, Idared), aduse în majoritate pe filiera italiană. În acele sisteme de cultură, formele de coroană majoritare erau cele aplatizate (*palmete*), așa numitele gaduri fructifere, cu sisteme de spalieri și sârme care aveau mai mult rolul de a forma coroanele pomilor și mai puțin de susținere a acestora. Livezi cu pomi de talie redusă, altoiți pe portaltoiul M9, erau foarte puține și ocupau unele zone colinare (zone destinate cu precădere pomiculturii în acea perioadă), pe sisteme de cultură tip pajiște, cultura în benzi cu alei de trafic tehnologic, sau cultura în terase. Pe astfel de livezi se obțineau producții de fructe de maxim 30 - 40 t/ha.

După 1990, deschiderea granițelor către vestul Europei a dus și la o schimbare majoră în pomicultura din România, cel puțin în conceptul de livadă cu adevărat intensivă, unde se poate obține o performanță ridicată și profitabilitate. Astfel, un sistem de cultură intensivă a mărului implică:

- soiuri de mare valoare biologică (productivitate și calitate a fructelor), altoite pe portaltoi vegetativi de mică vigoare (în special M9),
- material săditor certificat, cu pomi *knip* (coroană preformată formată deja din pepinieră),
- densități cuprinse, în general, între 2400-3500 pomi/ha,
- plantare în zonele de favorabilitate pedo-climatică ridicată pentru măr, pe soluri cu textură medie,
- echipare cu sisteme de irigare localizată, cu fertirigare,
- sisteme simple de tăieri-forme de coroană, cu reducerea manoperei și asocierea cu tăieri mecanice, sau de pe platforme autopropulsate,
- echipamente de susținere a pomilor, protecție antigrindină și anti-insolație,
- pachete tehnologice cu rețete, doze, momente de aplicare a fertilizării atât la sol cât și foliar,

- programe cadru de avertizare și control al tratamentelor fitosanitare,
- producții de fructe de 50-80 t/ha, cu peste 80% fructe de calitatea extra,
- management adecvat postrecoltă; sortare - depozitare fructe, marketing,

La înființarea și întreținerea unei livezi moderne și profitabile se conturează câteva principii mai importante: a) captarea la cote maxime a energiei solare, prin corelarea între înălțimea pomilor și distanța dintre rânduri, b) grosimea gardului fructifer, a coroanelor pomilor, să nu depășească 1 m, altfel spus, menținerea pomilor în spațiul de nutriție alocat prin distanțele de plantare realizat prin tăieri în coroană și secționarea sistemului radicular la 0,5 – 0,6 m distanță față de axul rândului și la adâncimea de 30-40 cm, odată la doi ani (recomandată în special de pomicultorii olandezi, dar neverificată încă în țara noastră), c)proiectarea și întreținerea unor forme de coroană cu ax, simple și subțiri, ușor de întreținut, cu posibilitatea aplicării și a tăierilor mecanice parțiale și generalizarea tăierilor în verde, d) intrarea cât mai rapidă pe rod și corelarea producției de fructe cu alocarea factorilor de producție (apă, îngrășăminte, pesticide etc.) până la un punct de maxim tehnic, peste care creșterile de producție nu se mai justifică.

**Întreținerea solului în livezi de măr**

În general, în livezile de măr cel mai indicat sistem de întreținere a solului pe toată suprafața livezii este înierbarea intervalelor dintre rânduri și ogorul combinat sub rândurile de pomi, mai ales când climatul este relativ umed sau în sistem irigat, dar poate fi și ca ogor negru într-un climat semiarid.

**- Înierbarea** intervalelor dintre rândurile de pomi se poate face chiar din primul an după plantarea pomilor, sau din anul 2 după plantare. Speciile de ierburi pentru acest sistem de întreținere a solului trebuie să corespundă următoarelor cerințe: să aibă o înrădăcinare superficială, nu profundă, pentru a nu concura pomii, să reziste atât la secetă cât și la exces temporar de umiditate, la umbrire parțială, la cosirea repetată (Fig. 11.21 a), la traficul tehnologic și să formeze un covor de vegetație uniform (Fig. 11.21 b).

Pentru aceste condiții înierbarea poate fi făcută cu amestec de graminee perene ca: *Lolium, Dactilys, Festuca*, în amestec și cu *Trifolium repens, Lotus corniculatus*. Se recomandă semănarea de primăvară (martie – aprilie), sau de toamnă (octombrie) pentru a avea timp să germineze și să înfrățească până la producerea înghețurilor. După consolidarea covorului înierbat se toacă (cosește) repetat, când înălțimea plantelor ajunge la 25-30 cm, iar materialul vegetal tocat rămâne pe sol sub formă de mulci.

Înierbarea intervalelor dintre rândurile de pomi prezintă următoarele avantaje: împiedică eroziunea solului, atenuează compactarea și îmbunătățește structura solului, contribuie la sporirea conținutului solului în materie organică, se preia o parte din excesul de umiditate în perioadele sau arealele cu precipitații abundente, favorizează accesul agregatelor în plantații, dând posibilitatea aplicării la timp a tratamentelor fitosanitare și transportului recoltei, inclusiv în perioadele ploioase, îmbogățește solul în fosfor și potasiu asimilabil.

În practica pomicolă se mai aplică și înierbarea naturală, spontană, a intervalelor dintre rândurile de pomi, care se înțelenesc și se populează cu diferite specii de plante perene sau anuale, care nu realizează însă un covor vegetal uniform și constant pe tot parcursul sezonului de vegetație.

**- Ogorul negru**, este o altă variantă de întreținere a solului pe intervalele dintre rânduri (Fig. 11.21 c). Această variantă este puțin folosită în pomicultură în climatele umede sau subumede, ea se justifică doar în zonele cu precipitații foarte reduse (de ex., în Dobrogea sau Bărăgan), unde ierburile semănate pe intervalele dintre rânduri nu pot vegeta uniform, având în vedere și că irigarea plantațiilor pomicole este localizată (picurare, microaspersiune), doar sub rînduri. Ogorul negru se întreține prin arături superficiale, discuiri și /sau erbicidări.

**- Banda de sub rândurile de pomi**, cu lățimea de 0,8 – 1,5m, se întreține în general ca ogor negru combinat (erbicidat și frezat superficial). Pe durata unui sezon de vegetație se aplică 3-4 erbicidări mecanice (Fig. 11.21 d), cu erbicide totale, de contact sau de ingestie, iar toamna, înainte de intrarea în repaus a pomilor se aplică o frezare a solului la 8-10 cm adâncime, cu freza cu palpator purtată de tractor. Dintre erbicidele ce se pot folosi se amintesc: Simanex 3 - 4 l/ha , Simadon 6 - 8 l/ha, Caragard 6 - 8 l/ha, care sunt erbicide preemergente, Fusilade 4 kg/ha, sau Chikara duo 2-3 l/ha, sau Roundup 3 - 4 l/ha, sau Glyphotim 3-4 l/ha, care sunt erbicide postemergente totale, de ingestie, sau Basta 3-4 l/ha, erbicid total postemergent de contact, (Perianu, 2004).

a)

b)

c)

d)

**Fig. 11.21. Sisteme de întreținere a solului în livezile de măr: a) ogor pe rând și înierbat pe intervalul dintre rânduri cu tocarea (cosirea) ierburilor, b) idem a, cu iarba tocată c) ogor pe intervalul dintre rânduri și pe rând, d) idem a + erbicidare**

**Fertilizarea plantațiilor de măr**

Considerații generale, moduri de aplicare, rețete, doze recomandate

Fertilizarea este una dintre verigile tehnologice cu consecințe importante asupra cantității, calității și constanței producției de fructe. Rădăcinile pomilor au capacitatea de solubilizare a substanțelor minerale din sol și de absorbție a soluției nutritive pe tot parcursul perioadei de vegetație, dar în ritm diferit, cu un maxim primăvara, la sfârșitul verii și toamna. De asemenea, este important să se aibă în vedere fazele fenologice specifice: creșterea intensă a lăstarilor, legarea fructelor, diferențierea mugurilor de rod, creșterea intensă a fructelor, când pomii au nevoie mai mare de elemente nutritive. Din cantitatea totală de elemente nutritive folosite de pom într-un an, acesta înmagazinează ca rezervă în muguri, ramuri, rădăcini, circa 30 % din azot, 2,5 % din fosfor, 3 % din potasiu (Pasc, 1982). Pomii tineri stochează mai mult azot, iar cei maturi păstrează mai mult fosfor și potasiu.

Aprovizionarea minerală bună dintr-un an se manifestă pozitiv în anii următori, aspect foarte important pentru atenuarea alternanței de rodire și menținerea unui nivel ridicat și constant al producției de fructe.

Mărul răspunde favorabil la fertilizarea periodică suplimentară (la 2-3 ani) cu gunoi de grajd semi-fermentat, în doze de 30-35 t/ha, sau chiar mai mult, aplicat toamna, cu precădere pe banda de sol de sub rândurile de pomi și încorporat superficial cu freza cu palpator. La fel de util este și gunoiul de păsări, cu precizarea că acesta, fiind mai bogat în elemente fertilizante, se administrează în doze de trei ori mai mici decât gunoiul de grajd.

Pentru administrarea dozelor de îngrășăminte minerale se folosesc produse ușor solubile în apă (cele pe bază de azot în special) și produse greu solubile (fosfor, potasiu, calciu). Avînd în vedere acest aspect, azotul, fiind ușor solubil, intră rapid în soluția solului de unde este absorbit de rădăcini, dar poate fi și levigat (spălat), antrenat de apă prin scurgeri de suprafață sau în adâncime, fiind astfel pierdut pentru plante, dacă este administrat o singură dată în cantități mari. De aceea, aplicarea azotului la sol se face în mai multe etape pe parcursul perioadei de vegetație, începând din primăvară și până în toamnă, tocmai pentru a preveni pierderea acestuia din sol și poluarea apelor freatice sau de suprafață. Fosforul, potasiul și calciul, fiind mai greu solubile, se pot administra mai rar și în doze mai mari. Administrarea pe sol, în livezi, a acestor tipuri de îngrășăminte se realizează mecanizat, de ex. cu mașini tip MIC, purtate de tractor, care pot aplica granulele, în doze diferite și direcționate către banda de sub rândurile de pomi. Este recomandat ca după aplicarea îngrășămintelor, acestea să fie încorporate în sol cât mai repede, pentru a nu-și pierde eficacitatea. Doze orientative la fertilizarea chimică pentru specia măr (Șuta, 1985) sunt: în anul I, 100-120 kg s.a. /ha azot, 80-100 kg s.a./ha fosfor și 80-100 kg s.a./ha potasiu; în anul II, 120-150 kg s.a. /ha azot, 100-150 kg .s.a./ha fosfor și 100-120 kg s.a./ha potasiu; în anul III și următorii, 150-250 kg s.a./ha azot, 150 -200 kg s.a./ha fosfor și 120-180 kg s.a./ha potasiu.

Livezile tinere au nevoie mai multă de azot, apoi la intrarea pe rod se consumă în cantități mari și fosforul, potasiul, calciul și alte macroelemente și microelemente. Fertilizările minerale de întreținere a livezilor se aplică în funcție de tipul de sol și de conținutul acestuia în elemente minerale de bază, de cerințele specifice ale culturii respective, de vârsta plantației, de potențialul productiv al livezii.

În consecință, dozele arătate mai sus sunt orientative. Ca o orientare generală asupra importanței fertilizării, cercetările efectuate în acest sens au dovedit că, la măr, pentru producerea a 40 t de fructe la hectar, se consumă circa 95 kg de azot, 40 kg de fosfor, 12 kg de potasiu, 26 kg de calciu, 29 kg de magneziu și alte macro și microelemente (sulf, fier, bor, mangan, zinc, cupru, molibden, clor, sodiu), în cantități mult mai mici (Lazăr, 1982).

În concluzie, o fertilizare corespunzătoare trebuie să aibă în vedere patru elemente esențiale: nivelul de aprovizionare a solului în elemente minerale, cerințele specifice ale culturii respective, producția de fructe scontată a se realiza în plantația respectivă și regimul irigat în optim, în deficit sau neirigat.

În ultimii ani au intrat și pe piața de îngrășăminte chimice din România, îngrășăminte chimice ușor solubile în apă, îngrășăminte complexe, în diferite doze și combinații de elemente minerale. Aceasta face posibilă calcularea unor doze precise și a unor rețete de fertilizare, care pot fi recomandate pentru diferite culturi, în funcție de consumul specific și de diferite nivele de producție. De asemenea, existența în echiparea livezilor a sistemelor de irigare localizată, a schimbat și a automatizat și modul de administrare a soluțiilor nutritive, acestea fiind preponderent aplicate odată cu apa de irigare (fertirigare), cu posibilitatea programării computerizate a momentelor, dozelor și rețetelor de fertilizare faziale, săptămânale sau chiar zilnice.

În funcție de recolta scontată, de conținutul solului în macroelemente și de diagnoza foliară, se recomandă cantitățile de îngrășăminte chimice arătate în figurile de mai jos (Fig. 11.22).

Îngrășămintele se pot administra direct, mecanizat, sub formă solidă (granule, pudră) la sol, pe rândul de pomi cu ajutorul utilajului MIG (Fig. 11.23a), sau dizolvate în apa de irigație - fertirigare (Fig. 11.23b). Îngrășămintele foliare se pot aplica odată cu pesticidele (Fig. 11.23c). În calculul și aplicarea rețetelor de fertilizare trebuie să se țină cont, de asemenea, de compatibilitatea unor îngrășăminte minerale solubile aflate în amestec, în soluțiile concentrate aplicate prin fertirigare, iar dozele și elementele minerale vor fi aplicate și în funcție de diagnoza foliară determinată la frunzele recoltate din livada respectivă în perioada 15-30 iulie, când acestea ajung la încetarea creșterii, iar activitatea fotosintetică este maximă.

O atenție sporită trebuie acordată și fertilizărilor foliare, care pot fi aplicate separat, sau împreună cu tratamentele fitosanitare. Majoritatea fertilizanților foliari sunt compatibili cu pesticidele, au un aport însemnat de elemente minerale care, administrîndu-se direct pe plante (pomi) (Fig. 11.23c), au o eficiență de utilizare sporită. Diagnoza foliară, testul de nutriție aplicat la frunze, relevă o nutriție echilibrată și obținerea unei bune producții de fructe, atunci când se constată un conținut de 2,6 % azot, 0,22 % fosfor, 1,6 % potasiu, 0,3 % magneziu, calculate la substanța uscată (Drăgănescu, 1996).

Pentru plantațiile pomicole echipate cu instalații de fertirigare se recomandă o rețetă de fertilizare prezentată în tabelul 11.4.

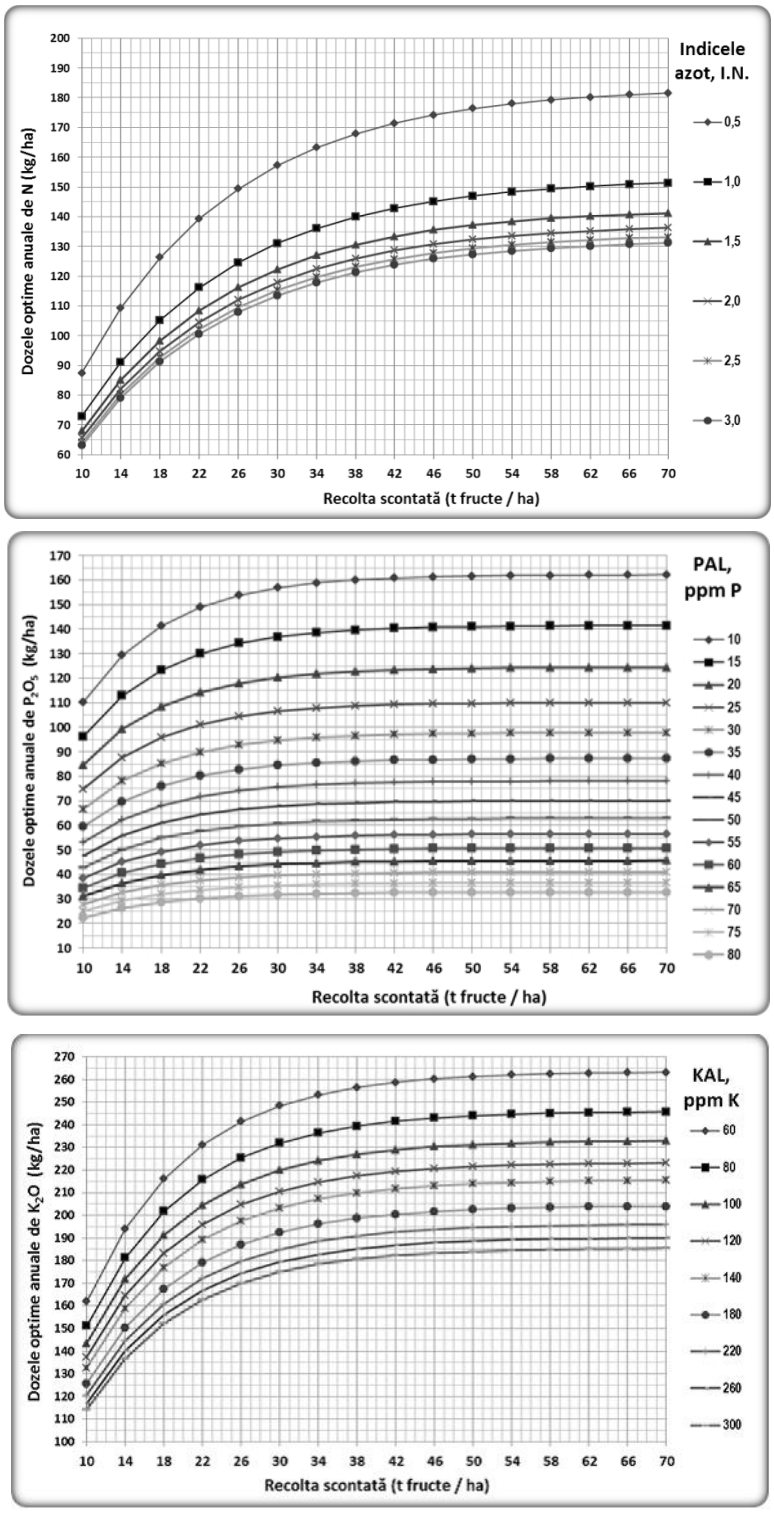



**Fig. 11.22. Dozele optime de N, $P_2O_5$ și $K_2O$ la măr pe rod, în funcție de producția de fructe și de conținutul din sol al acestor macroelemente: indicele azot (IN), fosfor mobil (PAL) și potasiu (KAL, mg/100 g sol) din sol (după Borlan și Hera, 1982)**

**Tabelul 11.4. Plan de fertirigare orientativ, pentru măr pe rod, densitatea de 3000 pomi/ha, producția de fructe scontată - 50 t/ha (după Chițu, 2014)**

| Nr. crt. | Perioada | Forma de aplicare | Elementele chimice | Cantitatea (kg/ha) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1-15 martie | Pe sol umed | Fosfor<br>Potasiu | 40<br>40 |
| 2 | 1-15 aprilie | Fertirigare | Fosfor<br>Azot | 35<br>15 |
| 3 | 16-30 aprilie | Fertirigare | Fosfor<br>azot | 35<br>15 |
| 4 | 1-15 mai | Fertirigare | Azot<br>Magneziu | 35<br>35 |
| 5 | 16-31 mai | Fertirigare | Azot | 50 |
| 6 | 1-15 iunie | Fertirigare | Azot<br>Magneziu | 35<br>35 |
| 7 | 16-30 iunie | Fertirigare | Azot<br>magneziu | 35<br>35 |
| 8 | 1-15 iulie | Fertirigare | Azot<br>Potasiu<br>Magneziu | 20<br>40<br>10 |
| 9 | 15-31 iulie | Fertirigare | Potasiu<br>Azot<br>Magneziu | 35<br>25<br>10 |
| 10 | 11-15 august | Fertirigare | Potasiu<br>Magneziu | 35<br>15 |
| 11 | 16-31 august | Fertirigare | Potasiu<br>Azot<br>magneziu | 35<br>10<br>10 |

a) b) c)

**Fig. 11.23. Aplicare de îngrășăminte chimice pe rândul de pomi: a) cu mijloace mecanizate (MIG), b) prin fertirigare - picurare, c) aplicare de îngrășăminte foliare +pesticide**

**Normarea încărcăturii de rod**

În livezile intensive de mare productivitate, unde se aplică o toate verigile tehnologice de bază pentru formarea producției de fructe, este obligatorie rărirea și normarea rodului. Rărirea fructelor este semnalată în special pentru soiurile care au tendința de a se supraîncărca cu fructe; grupa soiurilor de tip *spur (Golden, Gala, Ariane),* dar nu numai, pentru a preveni epuizarea pomilor, apariția alternanței de rodire și pentru formarea fructelor de calitate. Rărirea poate fi chimică, mecanică, sau manuală.

Rărirea chimică se poate aplica în timpul înfloritului, după înflorit (la 1 – 2 zile), sau când fructele au mărimea de 10 - 15 mm în diametru, în funcție de produsul chimic folosit.

Rărirea mecanică se aplică numai în timpul înfloritului, prin scuturarea-desprinderea unui procent însemnat de flori cu ajutorul unor organe rotative purtate de tractor.

Rărirea manuală, singură sau în completarea răririi chimice sau mecanice, se poate aplica la aproximativ 40 de zile de la deplina înflorire, adică până la inducția florală și după căderea fiziologică (10

- 15 iunie) a fructelor legate, în funcție și de regiune, dar care nu se mai pot dezvolta normal din cauze fiziologice, fructele rămânând mai mici și apoi cazând. La fiecare inflorescență se lasă de regulă fructul central și eventual încă unul care este mai dezvoltat, dar regula ultimei răriri manuale este aceea de a nu avea în coroană fructe la mai puțin de 10-12 cm unul de altul (Fig. 11.24).

**Fig. 11.24. Aspecte dintr-o livadă de măr cu fructe rărite**

**Boli și dăunători ai mărului, tratamente fitosanitare specifice**

Mărul este o specie pomicolă care poate avea multe boli sau dăunători, motiv pentru care în plantațiile pomicole comerciale se fac 15-25 de tratamente, în funcție de specificul climatic în care se află plantația și de sensibilitatea soiurilor cultivate. Echipamentele mecanice de pompare și pulverizare a soluțiilor pentru tratamentele fitosanitare specifice livezilor sunt proiectate pentru diferite densități de plantare și înălțimi ale pomilor, în vederea realizării unei stropiri uniforme pe toată suprafața frunzișului pomilor a dozelor de produse fitosanitare și de apă pentru unitatea de suprafață (hectar). În continuare sunt descrise pe scurt numai câțiva dintre dăunătorii și bolile specifice mărului, considerate ca fiind cele mai frecvente și mai păgubitoare.

*Boli*

**- Rapănul**, sau pătarea cafenie (*Venturia inequalis*), este o ciupercă parazită ce se înmulțește prin spori odată cu intrarea în vegetație a pomilor, fiind cea mai frecvent întâlnită boală pentru măr (Fig. 11.25a), care constă în apariția, cu precădere în anii ploioși, a unor pete cafenii-închise pe limbul frunzelor tinere, diminuând fotosinteza și provocând chiar căderea acestora; fructele afectate de rapăn rămân mai mici, se deformează, crapă și chiar cad prematur dacă nu sunt tratate, compromițând recolta și diminuând drastic producția anului în curs și a celui următor.

**- Făinarea** (*Podosphera leucotricha*) reprezintă o boală întâlnită mai frecvent la soiurile din grupa *Jonathan* (Fig. 11.25b). Această ciupercă se înmulțește și proliferează mai rapid în anii mai puțin ploioși, manifestându-se ca o pâslă albicioasă pulverulentă ce acoperă florile, vârfurile lăstarilor tineri sau fructele abia formate, ca și cum ar fi pudrate cu făină de grâu, putând provoca sterilitatea florilor, uscarea vârfurilor lăstarilor tineri, fructele rămânând mici și deformate, diminuând sever producția de fructe.

**- Arsura (foc) bacteriană** (*Erwinia amylovora* și *Pseudomonas siringae*) este provocată de o bacterie care se instalează pe flori sau pe lăstarii tineri, provocând ofilirea, înnegrirea și apoi uscarea porțiunilor atacate (Fig. 11.25d), putând duce chiar la pierderea întregului pom. Este recomandabil ca porțiunile atacate să se înlăture de pe pom cât mai repede și să fie apoi arse. Soiuri mai sensibile: *Idared, Jonathan, Generos*.

**- Monilioza** (*Monilinia fructigena*) este provocată tot de o ciupercă care atacă frunzele, lăstarii tineri și fructele, începând din primăvară și până la maturarea fructelor (Fig. 11.25f). Organele atacate mor (se brunifică) și rămân pe pom, fiind o sursă de infecție pentru anul următor, dacă acestea nu se înlătură.

- **Putrezirea coletului** (*Phitophtora cactorum*) apare la pomii plantați pe solurile mai umede și reci (cu textură argiloasă sau pe cele afectate de exces de apă de natură freatică sau pluvială) și se manifestă prin apariția, în zona punctului de altoire (colet), a unei pete brună-ciocolatie pe scoarță, unde ciuperca proliferează împiedicând circulația sevei. Pomul atacat se debilitează și în final moare.

*Dăunători*

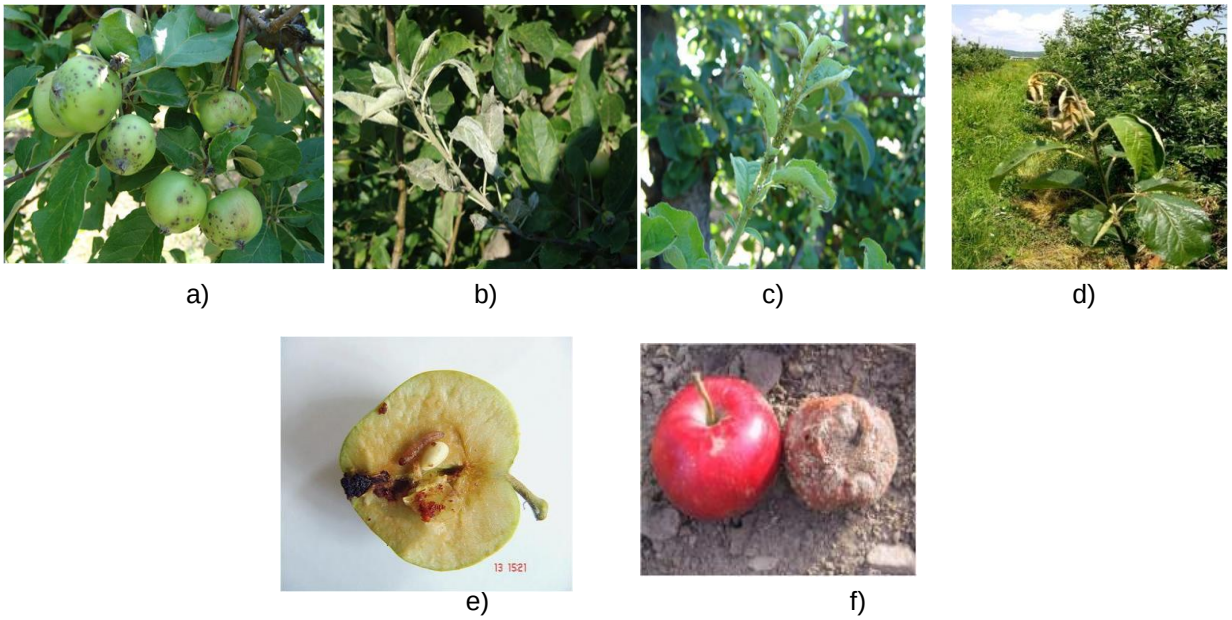
- **Afidele** (*Aphis pomi*) sunt musculițe de 1 – 2 mm lungime, de culoare brună sau verzuie, care iernează ca ouă pe ramuri (Fig. 11.25c), iar la începutul vegetației ajung insecte adulte, care trec pe partea dorsală a frunzelor tinere sau pe vârfurile de lăstari, sugând seva și provocând răsucirea frunzelor și a lăstarilor tineri, reducând creșterea acestora, iar dacă atacul este mai puternic sunt afectate și fructele, care rămân mici și deformate. Afidele au mai multe generații pe an, în funcție de clima anului respectiv.

- **Viermele merelor** (*Carpocapsa pomonela* sau *Cydia pomonela*) este un fluture mic, care iernează ca larvă în crăpăturile scoarței pomilor, iar din primăvară evoluează până la stadiul de adult (fluture), apoi depune ouă din care ies larve ce pătrund în pulpa fructelor cu care se hrănesc, provocând căderea prematură sau scăderea drastică a calității acestora (Fig. 11.25e). Poate avea 2 - 3 generații în perioada de vegetație.

- **Păduchele din San Jose** (*Qudraspidiotus perniciosus*) este un dăunător de carantină cunoscut ca fiind foarte periculos, putând provoca chiar moartea pomilor dacă nu se aplică tratamente corespunzătoare mai mulți ani consecutivi, în cazul atacurilor masive. Are 2 - 3 generații pe an, atacul lui se manifestă mai întâi pe fructe prin apariția unor puncte (pete mici) de culoare gri, înconjurate de inele roșcate. Apoi, atacul se manifestă și pe ramurile tinere și, în final, pe toată scoarța pomului, debilitându-l până la uscare.

- **Păianjenul roșu** (*Panonycus ulmi*) iernează ca ou la baza mugurilor sau a ramurilor pomilor, dezvoltându-se odată cu creșterea temperaturii aerului. Are 6 - 8 generații pe an și se instalează de regulă pe dosul frunzelor, sugând seva și debilitând pomul și fructele acestuia. Insectele abia se văd cu ochiul liber, iar în verile secetoase se înmulțesc rapid (câteva zeci pe o singură frunză). Frunzele infestate de păianjen își schimbă ciloarea din verde deschis, mai întâi spre verde-cenușiu, apoi cenușiu-verzui, iar la un atac virulent frunzele cad.

- **Gărgărița florilor de măr** (*Antonomus pomorum*) apare în livezile neîngrijite. Insectele dezvoltă doar o generație pe an, iernează ca adult, iar primăvara, când pomii încep să vegeteze, se hrănesc cu muguri micști, depun ouă în inflorescențe, care nu se mai deschid și apoi se usucă. Pot provoca pagube de recoltă de până la 80 – 90 %.



a) b) c) d)

e) f)

**Fig. 11.25. Manifestări ale bolilor și dăunătorilor în livezile de măr: a) rapăn, b) făinare, c) afide, d) foc bacterian, e) viermele mărului, f) monilie**

Aspecte despre combaterea bolilor și dăunătorilor în livezile de măr se pot urmări în Fig. 11.26.

a) b) c)

***Fig. 11.26. Combaterea bolilor şi dăunătorilor în livezile de măr: a) capcană feromonală, b) aplicare mecanizată şi c) manuală a tratamentelor fito-sanitare***

În continuare este prezentat un tabel orientativ (Tabelul 11.5) pentru executarea tratamentelor fitosanitare în livezile de măr (Ghid tehnic și economic, ICDP mărăcineni,2014).

**Recoltarea, păstrarea și valorificarea merelor**

***Recoltarea*** se face la momentul optim, caracteristic fiecărui soi, stabilit conform unor indicatori chimici (testul amidonului în soluție de iodură de potasiu, căpătarea gustului caracteristic soiului respectiv), sau unor indicatori morfologici (schimbarea culorii epidermei, a culorii semințelor, ușurința desprinderii de pe ramură). La soiurile de vară momentul recoltării coincide cu cel de consum, iar la soiurile de toamnă sau de iarnă recoltarea precede consumul, cu o perioadă mai scurtă sau mai lungă în funcție de soi și de condițiile de păstrare. Pentru mere în special, există o maturitate de recoltare care precede maturității de consum pe care fructele o capătă în depozitele de păstrare înainte de valorificare. Astfel, merele destinate depozitării și valorificării ulterioare se recoltează înainte de maturitatea de consum, care corespunde coacerii depline. Recoltarea fructelor la maturitatea de consum reprezintă o greșeală fundamentală cu consecințe negative în capacitatea de păstrare.

Merele se culeg cu mâna, având grijă să nu se bată și să nu se lovească între ele, și se așează în saci de recoltare din pânză, sau recipient căptușite cu buret, apoi în containere sau lăzi pentru transport și depozitare. Mărul se desprinde din pom prin ușoară răsucire și ridicare, ca să nu se rupă ramura sau mugurii formați pe ea pentru producția anului următor. La cules se face și sortarea pe soiuri și calități, în funcție de mărimea și de sănătatea fructelor. Fructele destinate depozitării sunt numai cele care au mărimea și culoarea caracteristică soiului respectiv, cu pedicelul întreg, nu au urme de vătămări fizice (lovituri, spărturi ale pieliței), nu sunt deformate și nu au pete de boli (rapăn, monilie). Pentru creșterea calității fructelor recoltate se recomandă recoltarea în două tranșe de 1-2 săptămâni între ele, recoltându-se mai întâi merele ajunse la maturitate (pe ramurile din exteriorul coroanei sau de pe vârful pomilor), deoarece merele rămase pe pom vor mai putea crește în volum, vor căpăta un gust mai bun și o culoare comerială.

***Păstrarea*** merelor se face în depozite speciale, unde sunt cantități mari de fructe, unde perioada de păstrare este mare (câteva luni), sau în beciuri, magazii etc., unde perioada de păstrare este mai redusă. În depozite, fructele se păstrează în lăzi, containere, așezate în celule frigorifice simple, sau în celule cu atmosferă controlată, unde se monitorizează temperatura (1-2˚C pentru soiuri galbene, 2-3˚C pentru soiuri roșii), umiditatea (75-85%) și compoziția aerului din interior, unde se are în vedere scăderea concentrației de oxigen și creșterea bioxidului de carbon care inhibă respirația semințelor și coacerea fructelor. Perioada de păstrare a fructelor poate fi de 2-3 luni, până la 6-8 luni, în funcție de menținerea calității fructelor păstrate, de posibilitatea valorificării rentabile, sau de cerințele pieții.

***Valorificarea*** merelor poate fi foarte profitabilă dacă acestea sunt mari, sănătoase, sortate pe categorii de calitate, cu gustul și culoarea caracteristice soiului respectiv. Din aceste puncte de vedere standardele europene de piață impun parametri bine stabiliți, în care fructele trebuie să se încadreze. Înainte de valorificare, fructele care au valorificare sigură (contractată) se scot eșalonat din celule și se păstrează în continuare în depozite până ajung la maturitatea de consum, apoi se sortează pe calități și se comercializează.

Tabelul 11.5. *Program orientativ de combatere a bolilor şi dăunătorilor la măr*

| Tr. | Poziționare | Patogenul/ dăunătorul | Produse de protecția plantelor recomandate |
|---|---|---|---|
| 1. | Început dezmugurit | Păd. din San-José, afide, acarieni (forme hibern.), gărgărița flori de măr, făinare | - acetamiprid (*Mospilan 20 SG* - doza 0,45 Kg/ha + ulei vegetal (*Toil* - conc. 0,5%)<br>- fungicide pe bază de: propiconazol (*Bumper 250 EC*; *Tilt* - conc. 0,03%, penconazol (*Topas 100 EC* - conc. 0,02%) sau sulf (*Kumulus D*F - conc. 0,3%, *Thiovit Jet 80 WG* - conc. 0,3%) |
| 2. | Înfrunzit | Rapăn,<br>focul bacterian al rozaceelor | - fungicide pe bază de: ciprodinil (*Chorus 75WG* - conc. 0,02%), dodine (*Syllit 400 SC* - conc. 0,13%), cupru (*Zeamă bordeleză* - conc. 0,5% sau *Alcupral 50PU*; *Champ 77WG*; *Triumf 40WG*; *Kocide 2000*; *Funguran OH 50WP*; *Oxicupron 50PU*; *Copac* - conc. 0,3%) |
| 3. | Buton roz – deschiderea primelor flori (aprilie) | Rapăn, făinare<br><br>Afide, insecte minatoare, insecte defoliatoare | - fungicide pe bază de: ciprodinil (*Chorus 75 WG* - conc. 0,02%), pirimetanil (*Pyrus 400 SC* - doza 1,5 l/ha; *Clarinet* - conc. 0,1%), difenoconazol (*Score 250 EC* - conc. 0,015%), clorotalonil (*Bravo 500 SC* - conc. 0,15%; *Rover 500 SC* - conc. 0,15%), captan + trifloxistrobin (*Flint plus* - conc. 0,125%), piraclostrobin + ditianon (*Maccani* - conc. 0,15%), fluopiram + tebuconazol (*Luna experience 400 SC* - doza 0,75 l/ha)<br>- insecticide pe bază de: acetamiprid (*Mospilan 20 SG/SP* - conc. 0,02%), tau-fluvalinat (*Mavrik 2F* - conc. 0,05%), tiacloprid (*Calypso 480 SC* - conc. 0,02%); |
| 4. | Începutul scuturării petalelor (apr.III – mai I) | Rapăn, făinare<br>Viespea merelor, minatoare, viermele merelor (G1) | - isopirazam + difenoconazol (*Embrelia* - doza 1,44 l/ha) sau unul din fungicidele recomandate la Tratam. 3.<br>- tiacloprid (*Calypso 480 SC* - conc. 0,02%), fenoxicarb (*Insegar 25 WG* - conc. 0,03%), diflubenzuron (*Dimilin 25 WP* - conc. 0,03%) |
| 5-<br>6-<br>7. | Fruct în creștere (mai II-III) | Rapăn și făinare<br><br>Viermele merelor (G1), afide, insecte minatoare | - isopirazam + difenoconazol (*Embrelia* - doza 1,44 l/ha) sau unul din fungicidele recomandate la Tratam. 3.<br>- insecticide pe bază de: tiacloprid (*Calypso 480 SC* - conc. 0,02%); tiacloprid + deltametrin ( *Proteus 110 OD* - conc. 0,05%), clorantraniliprol (*Coragen* - conc. 0,01%), abamectin + clorantraniliprol (*Voliam Targo* – doza 1 l/ha), emamectin benzoat (*Affirm* - doza 3-4 Kg/ha), deltametrin (*Decis Mega* - conc. 0,015%), alfa cipermetrin (*Fastac 10 EC* - conc. 0,02%), lambda cihalotrin (*Lamdex 5EC* - conc. 0,015%), cipermetrin (*Faster 10 EC* - conc. 0,025%) |
| 8-<br>9-<br>10 | Fruct în creștere (II iunie -II iulie) | Rapăn<br><br>Păduchele din San - José (G1), păduchele lânos, viermele merelor (G2) | - fungicide pe bază de: captan (*Captan 80 WDG* - conc. 0,15%, *Merpan 80 WDG* - conc. 0,15%), propineb (Antracol 70 WP - conc. 0,2-0,3%), mancozeb (*Dithane M 45* - conc. 0,2%, *Vondozeb* - conc. 0,2%), clorotalonil (*Bravo 500 SC* - conc.0,25%; *Rover 500 SC* - conc.0,25%)<br><br>- insecticide pe bază de: clorpirifos + deltametrin (*Pyrinex Quick* - conc. 0,1%), clorpirifos + cipermetrin (*Nurelle D* - conc. 0,08%), clorpirifos (*Reldan 22* - doza 2-2,2 l/ha, acetamiprid (*Mospilan 20 SG/SP* - conc. 0,025 - 0,03%) |
| 11-<br>12-<br>13. | Fruct în creștere (august I) | Rapăn și făinare<br><br>Păduchele din S-José (G2), minatoare, viermele merelor Acarieni | - fungicide pe bază de: tebuconazol (Folicur Solo - conc. 0,05%, Orius 25 WG - conc. 0,05%, Mystic 250 EC - conc. 0,05%), triadimenol + folpet (Shavit 72 WDG - conc. 0,2%), tiofanat metil (Topsin 70 WDG –cconc. 0,1%)<br>- unul din insecticidele recomandate la Tratamentele 5- 6.<br>- acaricide pe bază de: pyridaben (Sanmite 20 WP - conc. 0,075%), milbemectin (Milbeknock - conc. 0,05%). |
| 14. | Începutul căderii frunze | Patogeni micotici și bacterieni | - fungicide pe bază de cupru. |

**Bibliografie**


Borlan Z., Hera Cr.,1982. *Tabele și nomograme agrochimice*. Editura Ceres, București.

Cepoiu N., 2003: *Pomicultura Aplicată*, Editura Ceres, București

Chițu E., 2014: *Pomi, arbusti pructiferi, căpșun*; *Ghid tehnic și economic*, Editura Invel Multimedia, București

Drăgănescu E., 1996. *Pomologie.* Editura Mirton, Timișoara.

Ghena N., Braniște N., 2003. *Cultura specială a pomilor*. Editura Matrix Rom, București.

Grumeza N., Merculiev O., Klepș Cr., 1989. *Prognoza și programarea aplicării udărilor în sistemele de irigații.* Editura Ceres, București.

Iancu M., 1992. *Influența sistemului de întreținere a solului asupra creșterii unor organe vegetative la soiul de măr Golden spur altoit pe MM 106 și pe franc.* Lucrări științifice I.C.D.P. Pitești Mărăcineni, Vol. XV.

Iancu M., 1993. *Influența sistemului de întreținere a solului și a irigării prin picurare asupra proceselor de fructificare la soiul de măr Golden spur.* Lucrări Științifice I.C.D.P. Pitești Mărăcineni Vol. XVI, pag 179 – 193.

Iancu M., 1988: Influența fertilizărilor chimice , asupra creșterii și fructificării prunului, soiul Anna Șpath, la ICDP Maracineni, Analele ICDP, Vol XIV.

Isac I. 2001. *Ghidul micului pomicultor*. Editura Pământul, Pitești.

Lazăr A., 1982, *Cercetări privind fertilizarea plantațiilor de măr*, Editura Ceres, București

Neamțu I., 1985. *Cercetări privind bilanțul hidrologic și eroziunea solului în plantații intensive de măr.* Lucrări Științifice ICDP Pitești, Vol. X.

Negrila A. 1971. Pomicultura. Editura Didactică și Pedagogică, București, 339 p.

Negrilă A., Isac Il., Lazăr A., 1982. *Pomicultura*. Editura Ceres București.

Nemeskeri E., 2007: "*Water relations of apple influence of fruit quality*" International Journal of Horticultural Science 13, C3 ; 59 – 63

Onu N. 1992, Calitatea de irigabilitate; proprietăți fizice și chimice ale apei de irigație, Editura Ceres, București

Pasc E., 1982: *Studii și cercetări privind creșterea și fructificarea mărului în diferite condiții de fertilizare*, Anale ICDP, Vol.VIII.

Păltineanu C., Nicolae S., Tanasescu N., Chitu E., Ancu S. 2016*. Investigating Root Density of Plum and Apple Trees Grafted on Low-Vigor Rootstocks to Improve Orchard Management.* Erwerbs-Obstbau. DOI: 10.1007/s10341-016-0293-7.

Perianu Adina, 2004. *Combaterea integrată a buruienilor în culturile pomicole.* Editura Medro, București.

Preda Silvia et al., 2012 *Plum Pox Virus impact in Romanian plum production*, Acta Horticulturae, Vol. 968, pag. 181-186.

Robinson T., Lopez L., 2011: *Chemical thinning and summer PGR's for consistent return cropping of Honey crisp apple variety*. Acta Horticulturae, Vol 967.

Șuta A., 1985*: Influența sistemelor de întreținere și de lucrare a solului asupra creșterii și rodirii mărului*. Analele ICDP Pitești, vol. VIII.

Sumedrea D, Chițu E., Tanasescu N., 2014: *Pomi, arbusti fructiferi, căpșun*; *Ghid tehnic și economic*, Editura Invel Multimedia, București. (in loc de Tanasescu 2014)

Tanasescu N., 1999,: *Studiul comparativ al unor metode de irigare în pomicultură*, Teza de doctorat, USAMV București

Tanasescu N., ș.a. 2012. *Influența neuniformității distribuției apei la echipamentele de irigare locațizată asupra creșterii și fructificării mărului în livezi de mare densitate*, Lucrări Științifice ale ICDP Mărăcinei, VOL XXVIII: pag. 104-111.

Tănăsescu N., Păltineanu Cr., 2004: *Root distribution of apple trees under various irrigation systems within the hilly region of Romania*" International Agrophysics. ISSN 0236 8722. 18. 175 – 180

*** Ghid tehnic și economic, 2014. ICDP Mărăcineni.

*** http://www.haifa-group.com/knowledge_center/recommendations/fruit_trees/deciduous_trees_a_fertilization_recommendation_for_bearing_orchards.aspx

## Concluzii și recomandări generale

Cele două specii pomicole, prunul și mărul, sunt larg răspândite pe plan mondial, mărul fiind cultivat pe o suprafață de cca. două ori mai mare decât prunul.

În țara noastră aceste specii sunt primele din punct de vedere al suprafeței livezilor din România, cu 71.471,34 ha pentru prun (45,07% din total), respectiv cu 60.731,34 ha pentru măr (38,3% din total), din suprafața totală de 158.609,74 ha, reprezentând împreună 83,4% din totalul general (Coman și Chițu, 2014). Regiunea deluroasă continuă din partea centrală a Munteniei, aferentă județelor Buzău, Prahova, Dâmbovița, Argeș, Vâlcea și Gorj, deține 65.646 ha de plantații pomicole (41,4% din total în România), din care 42.385 ha de prun și 18.390 ha de măr. Dintre județe, Argeșul ocupă primul loc în această regiune cu 20.370 ha (reprezentând 12,8% din totalul pe țară), Vâlcea, locul al doilea cu 13.145 ha (8,3%), Prahova, locul al treilea cu 9.664 ha (6,1%), Dâmbovița locul al patrulea cu 9.283 ha (5,9%), Buzău locul al cincilea cu 8418 ha (5,3%) și Gorj locul al șaselea cu 4.756 ha (3,0%). Cu alte cuvinte, șase județe ocupă peste 41% din suprafața pomicolă a României, îndeosebi în regiunea deluroasă a acestora.

Prunele se numără printre fructele cu valoarea nutritivă cea mai ridicată, având un conţinut ridicat în hidraţi de carbon, substanţe minerale şi vitamine. Fructele proaspete au un potenţial zaharogen asemănător cu cel al strugurilor, de 16 – 20% glucide uşor asimilabile, în majoritate glucoză şi zaharoză. Prunele deshidratate au cel mai mare conţinut în antioxidanţi, contribuind la neutralizarea radicalilor liberi şi, astfel, la prevenirea cancerului.

Mărul este încadrat sistematic în familia *Rosaceae*, subfamilia *Pomoideae*, genul *Malus*. Deși sortimentul mondial la măr este alcătuit din peste 10.000 soiuri, relativ puține sunt cunoscute și cultivate pe suprafețe mari. De exemplu, în Europa, în plantațiile comerciale, principalele soiuri cultivate rămân 'Golden Delicious', 'Gala', 'Idared', 'Red Delicious', 'Jonagold'.

În ceea ce privește evoluţia climatului din ţara noatră și consecințele asupra culturii prunului și mărului, se poate afirmă că acesta tinde spre încălzire în aproape toate zonele țării, luna cea mai afectată de încălzire fiind noiembrie. Această tendință de încălzire ar putea crea probleme în viitor privind pregătirea speciilor pomicole pentru repausul profund. Astfel, dacă va crește numărul de ore în intervalul 0 - 7°C, cu efect maxim privind necesarul de frig al pomilor din luna menționată, pomii intrați, de regulă, de la 1 noiembrie în perioada repausului profund, ar putea acumula rapid numărul minim de ore de frig pentru parcurgerea repausului profund - perioadă în care pomii nu pornesc în vegetație chiar dacă temperaturile aerului depășesc pragul minim necesar pentru declanșarea umflării mugurilor - și ar deveni foarte vulnerabili la gerurile, sau la oscilațiile bruște de temperatură din timpul iernii. De altfel, această situație s-a întâlnit în cursul ultimelor ierni, în care temperaturi cu mult mai ridicate decât limita de rezistență la ger a speciilor pomicole au provocat pagube importante unor specii mai sensibile, inclusiv prunului, specie foarte bine adaptată particularităților climatului din România.

După favorabilitatea naturală, teritoriul României este favorabil culturii prunului și mărului în aproape toate regiunile țării, cu excepția solurilor cu texturi extreme, sau a celor afectate de eroziune puternică, gleizare-stagnogleizare, alunecări, salinizare/alcalizare, inundabilitate ș.a., unde favorabilitatea descrește de la moderată la nefavorabilă, toate aceste suprafețe având însă pondere redusă. Dar cele mai favorabile areale pentru prun sunt localizate în regiunile colinare din localizate atât în sudul țării, în județele Prahova, Dâmbovița, Argeș, Vâlcea, Gorj și Mehedinți, precum și în partea de nord-est a Podișului Moldovei în județele Neamț și Suceava, precum și în Podișul Transilvaniei, în partea de sud și nord a acestuia, dar și în Maramureș și în Dealurile de Vest. Dintre regiunile de câmpie, Județul Ilfov reprezintă cea mai favorabilă regiune pentru cultura prunului. Pentru măr, foarte favorabile sunt numai câteva areale situate în regiunile deluroase din partea de nord a Transilvaniei și din Dealurile de Vest.

Favorabilitatea potențată pentru regimul aero-hidric se referă numai la favorabilitatea rezultată din aplicarea irigației, astfel încât valoarea precipitațiilor să nu mai penalizeze nota, dar nu se referă la toate tipurile de potențare a solului, care poate urmări și ameliorarea celorlalte proprietăți de sol, de ex. reacția chimică, rezerva de humus, volumul edafic, salinizarea/alcalizarea, drenajul, terasarea terenului, fixarea alunecărilor etc. Prin potențarea regimului aero-hidric, cea mai mare parte din suprafața României devine foarte favorabilă culturii prunului și mărului. Adăugarea celor patru proprietăți de sol la cele trei existente din vechea zonare a permis caracterizarea mai detaliată a solurilor țării noastre, evidențiind arealele cu favorabilitate diferită, contribuind astfel la posibilitatea alegerii mai judicioase a perimetrelor desemnate pentru înființarea de plantații pomicole de prun și măr la nivel național. Prin studiile și proiectele de înființare a plantațiilor de pomi se detaliază toate aceste aspecte și se iau cele mai potrivite măsuri la nivel local.

Solurile din regiunile deluroase din țara noastră, acolo unde pomicultura a fost și este larg răspândită, sunt foarte diverse, nu numai din punct de vedere al tipului genetic, dar și din cel al proprietăților fizice și chimice. Prunul este mai tolerant decât mărul faţă de condiţiile de mediu, ceea ce explică în bună măsură şi răspândirea cea mai mare dintre toate speciile pomicole din România. Alături de măr, livezile de prun ocupă cea mai mare suprafaţă, chiar dacă se manifestă acum o tendință de schimbare în favoarea altor specii.

Terenurile alocate pentru pomicultură trebuie să satisfacă cât mai multe dintre cerințele și/sau preferințele ecologice ale acestor două specii, evitându-se cu precădere terenurile inundabile, cele cu exces de umiditate, solurile afectate de sărăturare /solonețizare, terenurile cu pantă mare și volum edafic redus. Cele mai favorabile sunt terenurile pe relief plan sau slab-înclinat, cu soluri aflate cu textură medie: lutoasă, luto-nisipoasă, nisipo-lutoasă, chiar luto-argiloasă, formate mai ales pe depozite de luturi, loess sau loessoide, soluri profunde, afânate sau slab compacte, având reacție chimică slab-acidă, grad de saturație în baze eubazic, rezervă apreciabilă de humus și macroelemente, și care să fie aproape de surse de apă disponibile. Dintre componentele texturale, fracțiunile extreme (nisipul grosier, argila) prezintă o influenţă negativă clară asupra creşterii pomilor, atât în cazul speciei prun, cât şi al speciei măr. Nisipul fin are însă o influenţă pozitivă pentru măr. Valori ale conţinutului de argilă de peste 40-45% g/g au efect general negativ asupra creşterii pomilor pentru ambele specii investigate şi caracterizate de oricare dintre indicatorii pomicoli prezentaţi. Totuşi, o corelaţie directă între suprafaţa secţiunii transversale a trunchiului pomilor şi conţinutul de argilă al solului a fost observată în cazul prunului cultivat în sistem clasic. O altă însușire fizică - rezistenţa solului la penetrare - determină un efect negativ clar în creşterea ambelor specii pomicole, îndeosebi când aceasta depăşeşte valoarea de 8-10 MPa. Aceasta pare a fi o proprietate de sol foarte reprezentativă în caracterizarea terenurilor pentru înfiinţarea de plantaţii pomicole. pH-ului solului situat în jurul valorii 6 este optim pentru ambele specii. Modul de variaţie al proprietăţilor fizice ale solurilor cu textură nisipo-lutoasă şi luto-nisipoasă este diferit în livezile intensive de prun şi măr faţă de cel din solurile arabile, care suportă lucrări omogene pe suprafeţe mari, arătând astfel dinamica stării fizice a solului. Astfel, principalele proprietăţi fizice ale solurilor: densitatea aparentă, rezistenţa la penetrare, conductivitatea hidraulică saturată şi macroporozitatea sunt mai puţin favorabile în intervalele dintre rândurile de pomi faţă de rândurile de pomi, din cauza traficului tehnologic, chiar şi după o perioadă relativ redusă de exploatare a livezilor. De aceste aspecte trebuie să se țină seama la înființarea de livezi, îndeosebi la stabilirea infrastructurii acestora. Desfundarea şi scarificarea prealabilă înfiinţării livezilor au consecinţe favorabile pentru proprietăţile fizice ale orizonturilor de sol situate pe adâncimea de 0,5 m. Aceste lucrări sunt recomandate la înfiinţarea livezilor pe solurile compacte.

Portaltoii moderni recomandați în livezile intensive, de slabă vigoare pentru prun şi măr, de ex. Saint Julien A, respectiv M.9, prezintă o concentrare intensă de rădăcini lângă trunchi şi nu ocupă întregul volum de sol dintre pomi, în condiţiile experimentale din Câmpia Piteştilor şi Podişul Getic. Există o diferenţă reală între portaltoii standard (generativi), viguroşi și cu dezvoltare mare a sistemului radicular, şi cei de vigoare redusă (vegetativi). În cazul portaltoilor de vigoare redusă, rădăcinile fine, cu diametrul < 1 mm, sunt predominante ca număr comparativ cu rădăcinile de dimensiuni mai mari. Densitatea radiculară este superioară pe rândul de pomi (IR) faţă de intervalele dintre rânduri (ITR), datorită atât deteriorării proprietăţilor fizice ale solului cauzate de traficul tehnologic în ITR, dar şi datorită modului diferenţiat de aplicare a apei şi îngrăşămintelor în IR faţă de ITR, precum şi datorită distanţei inferioare dintre pomi pe rând comparativ cu intervalele dintre rânduri, care permit amestecul rădăcinilor pe rând. Astfel, distanţele dintre rândurile de pomi pot fi reduse în livezile intesive, atât în cazul prunului cât şi al mărului, de la 4,0 m, respectiv de la 3,5 m, la distanţe inferioare determinate de sistemul de întreţinere a solului, de traficul tehnologic şi de managementul general al livezii, de ex. la 3,0 m; în acelaşi timp, deoarece nu s-a observat fenomenul de respingere radiculară la niciunul dintre portaltoii analizaţi, distanţa dintre pomi pe rând poate fi, de asemenea, redusă, până la valori determinate de forma coroanei pomilor, de modul de penetrare a luminii în coroană, de sistemul de întreţinere, mai mult în cazul prunului (1,2-2,0 m) şi mai puţin în cazul mărului (1,0 m). Creșterea densității pomilor în noile plantații reprezintă unul dintre aspectele cele mai importante în pomicultura actuală și în cea de viitor.

Referitor la influența sistemului radicular asupra aplicării irigației, atunci când se folosește regimul de irigare în optim în livezile intensive cu portaltoi de slabă vigoare sau pitici, se recomandă o adâncime de umectare teoretică, pentru calculul cantităţii de apă aplicată (norma de udare), de 0,6-0,8 m, iar pentru irigarea sub stres hidric, 0,4-0,6 m; apa şi îngrăşămintele chimice trebuie aplicate pe suprafaţa care acoperă cele mai multe rădăcini. Atunci când se doreşte un control strict asupra activităţii radiculare

privitor la prognoza şi aplicarea irigaţiei şi a îngrăşămintelor, rădăcinile pomilor pot fi tăiate vertical, paralel cu rândul de pomi, la o distanţă de cca. 0,5-0,8 m faţă de acesta, așa cum recomandă pomicultorii olandezi, dar numai după verificarea experimentală a acestei metode în condițiile țării noastre.

Privitor la metodele de udare, aplicarea irigaţiei în livezile de prun şi măr se poate face atât prin metode clasice – aspersiune, cât mai ales prin metode localizate (picurare, micro-aspersiune cu debite reduse, de ex. de cca. 12 l $h^{-1}$) care au ca avantaj faptul că nu udă tot intervalul dintre rânduri, nu udă nici frunzele pomilor, protejând într-o anumită măsură plantele și permițând efectuarea stropirilor cu pesticide, fără probleme, contribuind și la economisirea apei și a energiei de pompare. Picurarea cu un sigur tub însă nu irigă un volum suficient de sol, implicit nu asigură apă în întregime sistemului radicular, nici chiar pentru portaltoii vegetativi, mult mai puţin viguroşi faţă de cei generativi, fapt care poate avea consecinţe negative asupra producţiei de fructe dacă nu se iau toate măsurile necesare de contracarare (de ex. amplasarea a două tuburi de irigare, utilizarea unui regim diurn de irigare, în absența precipitațiilor). Indiferent de metoda utilizată însă, intensitatea aplicării apei trebuie să fie inferioară vitezei de infiltrație relativ stabilizate a solurilor, adică să nu depășească în general 6-7 mm/h în cazul aspersiunii și micro-aspersiunii, pentru a nu crea bălțiri și/sau scurgeri. Cu cât textura solului este mai argiloasă, cu atât norma de udare și/sau cantitatea de apă aplicată, precum și intensitatea de aplicare a apei, trebuie să fie mai reduse (200-400 $m^3$/ha, respectiv 3-5 mm/h).

În condiţiile solurilor cu textură medie, cum sunt cele de la Mărăcineni-Pitești, numai cca. un sfert din capacitatea totală (CT) pentru apă a solului poate fi utilizată de către pomi. Cea mai mare parte a CT conţine ori apă imobilă (echivalentă a coeficientului de ofilire - CO), fie apă uşor drenabilă (între CT şi capacitatea de câmp - CC). Din intervalul umidităţii accesibile plantelor (IUA), numai jumătate (în cazul de faţă 12,5% din CT) este uşor accesibilă, cealaltă jumătate fiind greu accesibilă plantelor. Potenţialul matricial al apei solului descreşte (sucţiunea creşte) pe măsura scăderii umidităţii solului. În acest fel, accesibilitatea apei descreşte abrupt de la valoarea CC către CO, pentru descreşteri uniforme ale umidităţii solului, iar aplicarea irigaţiei sub stres hidric reduce substanţial accesibilitatea apei pentru plante comparativ cu irigarea în regim optim.

Avertizarea aplicării udărilor se poate face atât prin monitorizarea conţinutului de apă din sol, sau a potențialului apei în sol prin instalarea de profile de senzori specifici la diferite adâncimi, care trebuie să fie, însă, permanentă, pe tot sezonul de vegetație, cât şi prin utilizarea de indicatori de plantă: indicele de stres hidric (CWSI), fluxul sevei, potenţialul apei în frunză, potenţialul apei în tulpină, contracţia trunchiului (sau a fructului) etc. Totuşi, este esenţial ca solul să nu se usuce intens pe o adâncime mare, ca să nu ajungă în apropierea coeficientului de ofilire pe adâncimea cu dezvoltare maximă a sistemului radicular, de 0,8 m, pentru ca stresul hidric să nu fie prea sever, situaţie în care producţia de fructe, mai ales în ani deosebit de secetoşi, extremi, şi chiar existenţa livezilor, să nu fie ameninţată.

Referitor la metodele de avertizare a udărilor cu ajutorul indicelui de stres hidric al culturii (CWSI), în cazul celor două specii studiate: măr și prun, în experiențele noastre s-au obținut corelații foarte semnificative între deficitul de presiune al valorilor de apă din atmosferă (VPD) și diferența de temperatură dintre frunze și aer din același moment (Tc-Ta), în condițiile de mediu de la Mărăcineni-Pitești. Pentru livada de măr cu soiul Idared, în vârstă de 12 ani, valorile indicelui de stres hidric (CWSI) au variat între 0,10 și 0,80, ultima valoare înregistrându-se pentru situațiile de stres hidric puternic. Pentru irigare în regim optim se recomandă utilizarea valorile CWSI de 0,20 când se dorește un plafon minim ridicat al conținutului de apă din sol (CAS) și de maximum 0,50, când se administrează regimul de irigare sub stres hidric. Pentru aceleaşi condiţii de experimentare s-au obținut corelații inverse semnificative între valorile CWSI la măr și CAS, care pot fi folosite în adoptarea regimului de irigare. Totuși, coeficientul de determinație al ecuațiilor de regresie nu prezintă valori ridicate, datorită variabilității spațiale a solului și probabil din cauza unor factori tehnologici. De aceea, se recomandă ca utilizarea CWSI să se facă în asociere cu alte metode de avertizare a udărilor, de ex, cu monitorizarea potențialului apei în sol prin senzori amplasați în cadrul unui profil vertical cu mai multe adâncimi, începând cu orizonturile de sol de la suprafață și până la 0,8 m.

În ciuda climatului temperat, sub-umed al regiunii, irigația în regim optim sau în deficit este necesară în perioada de vară pentru completarea deficitului temporar de apă din sol din livezi, cu deosebire în lunile iulie și august, dar cantitatea de apă aplicată și evapotranspirația culturii diferă, în general, în funcție de metoda de irigație folosită.

Dacă regimul de irigare este în optim, atunci aplicarea apei se poate face atât în întregime ca normă de udare între capacitatea de câmp și plafonul minim al umidității (CAS), considerat la mijlocul IUA, echivalentul potențialului apei în sol fiind în astfel de soluri de cca. 160-170 kPa, pe adâncimea

sistemului radicular de 0,8 m, revenind cu udarea cu normă constantă la aceleași valori ale potențialului apei în sol. Alternativ, se poate aplica zilnic apă de irigație echivalentă cu evapotranspirația culturii, de cca. 4-6 mm de apă (40-60 $m^3$/ha) pe zi în perioada de vară, dar atunci când solul are umiditatea inferioară valorii potențialului apei de 60-70 kPa (la 3/4 din IUA), pentru a nu se crea exces de apă în sol după precipitații abundente. Udările zilnice se pot relua atunci când potențialul apei în sol atinge din nou valorile de avertizare. Cantitatea de apă aplicată, fiind administrată numai de-a lungul rândului de pomi, se reduce astfel, faţă de aspersiune, cu o mărime egală cu raportul suprafeței udate la suprafața totală a livezii – aproximativ cuprinse între 1/2 și 1/4, aplicarea apei sistându-se în perioadele ploioase.

În regimul de irigare în optim, variantele irigate prin micro-aspersiune și aspersiune au prezentat valorile maxime ale producției de fructe, asigurate statistic pe durata de experimentare de șapte ani în experiențele noastre. Producția de fructe s-a corelat pozitiv atât cu norma de irigare, cât și cu evapotranspirația culturii, existând un răspuns puternic al pomilor la aplicarea irigației. Creşterea anuală a secţiunii transversale a trunchiului pomilor (TTCSA, în $cm^2$) s-a diferențiat semnificativ și s-a corelat direct cu norma de irigație. Dintre variantele de irigaţie cercetate, în experiențele noastre, cea mai mare creștere s-a înregistrat în varianta irigată prin micro-aspersiune. Masa fructelor a fost factorul care a diferențiat cel mai puternic producția de mere în cazul soiului Goden Delicios, relevând astfel răspunsul puternic al cantității de apă aplicată prin irigare. Masa fructelor s-a corelat curbiliniu, în general direct, cu evapotranspirația culturii în toate variantele cercetate. Tot în cadrul regimului de irigare în optim, metodele de irigație prin micro-aspersiune și picurare au arătat cele mai mari valori ale eficienței utilizării apei la acest soi de măr (Golden Delicious). În lumina acestor rezultate, irigarea localizată, prin micro-aspersiune cu debite mici sau prin picurare sunt cele mai recomandate a fi extinse în livezi.

La irigarea cu regimuri diferite de udare, în optim și sub stres hidric, în cazul mărului (soiul Idared/M.9), variantele irigate în optim au dat producţii superioare comparativ cu cele irigate în stres hidric, dar acestea nu au fost semnificativ diferite între ele. Prin utilizarea unui regim de irigare sub stres hidric se obține însă o eficiență superioară a apei de irigație și economii la pomparea apei. Nici masa fructelor nu a diferit semnificativ în cazul acestui soi de măr între regimurile de udare în optim și cel sub stres hidric, la irigarea în optim obținându-se însă fructele cele mari. Considerentele rezultate din irigarea sub stres hidric ar putea avea o importanţă majoră în cazul încălzirii globale, atunci când resursele de apă vor fi mai mici, iatr irigarea sub stres hidric se poate extinde. Regimul de irigaţie sub stres hidric poate fi „susţinut” (prin aplicarea de norme reduse de udare permanent, astfel încât solul să nu ajungă neapărat la capacitatea de câmp pentru apă decât prin precipitaţii), sau prin diferite alte forme de regim de irigaţie sub stres hidric: prin irigarea îndeosebi în perioada fazelor de întărire a sâmburilor sau semințelor, cu un risc asumat de reducere a producției, dar realizând economie de apă și fonduri, așa cum s-a menționat mai sus. Economia de apă se poate face inclusiv prin mulcirea aplicată pe rândurile de pomi pentru reducerea evaporaţiei. Tuburile instalaţiei de irigare prin picurare, simple sau duble pe rândurile de pomi, se recomandă a fi amplasate chiar sub stratul (folia) de mulci.

Obţinerea unor producţii satisfăcătoare de fructe nu este posibilă fără respectarea tuturor verigilor tehnologice, cum ar fi: intensivizarea plantaţiilor pomicole prin utilizarea de portaltoi vegetativi. Se mai recomandă aplicarea îngrăşămintelor în doze corespunzătoare stabilite conform cartărilor agrochimice periodice și producțiilor scontate, cât şi a celor foliare, folosirea unei sisteme de mașini adecvate pentru lucrările solului, combaterea buruienilor, aplicarea tratamentelor fito-sanitare, efectuarea tăierilor anuale, normarea fructelor, protecţia anti-grindină ş.a., care au fost doar amintite în prezenta lucrare, neavând drept obiectiv tratarea acestor aspecte.

De asemenea, pe terenurile cu probleme de stagnare a apei trebuie să se ia toate măsurile pentru evacuarea excesului de apă din perioadele foarte ploioase, prin executarea de rigole între rândurile de pomi care vor trebui plantați pe biloane, dar punctul de altoire trebuie să fie deasupra nivelului biloanelor.

Consilier editorial: Valentin-Mihai BOHATEREŢ
Secretar tehnic de redacţie: Delia Margareta GOGU
Operator tipografie: Carmen SEVASTRU

---

Bun de tipar: 10.06.2017
Apărut: 14.06.2017
Format: B5
Tiraj: 350 ex.

---

Editura „Terra Nostra” Iaşi
CP 1344, OP 6, Iaşi, 700503
Tel./fax 0232 235910
Editură acreditată CNCSIS 029/2006, reacreditată 2010

ISBN 978-606-623-073-5

ISBN: 978-606-623-073-5