



GHID DE BUNE PRACTICI

ÎNTRU ADAPTAREA LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE
ȘI IMPLEMENTAREA MĂSURILOR DE ATENUARE
A SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ÎN SECTORUL AGRICOL

Autori:

Roxana BOJARIU, doctor în Fizica Globului (România)

Maria NEDEALCOV, membru corespondent al AȘM, doctor habilitat în geografie

Boris BOINCEAN, doctor habilitat în științe agricole

Iurie BEJAN, doctor în geografie

Mihail RURAC, doctor în științe agricole

Maria PÎNTEA, doctor habilitat în biologie

Larisa CAISÎN, doctor habilitat în științe agricole

Valerian CEREMPEI, doctor habilitat în științe inginerești

Iurie HURMUZACHI, doctor în științe economice

Grigore BALTAG, doctor în științe economice

Nicolae ZAHARIA, expert în energia renovabilă

Coordonator publicație:

Iurie HURMUZACHI, liderul echipei de experți, doctor în științe economice,
Federația Agricultorilor din Moldova „FARM”

Recenzenți:

Alexandru STRATAN, membru corespondent al AȘM, doctor habilitat în economie,
profesor universitar

Aurel OVERCENCO, doctor în geografie

Redactor:

Sergiu Ababi

Tiparul executat la: Tipografia „Print-Caro”

Acest ghid a fost elaborat cu suportul financiar al Fondului Internațional pentru Dezvoltare Agricolă (IFAD), în cadrul contractului „Elaborarea măsurilor de adaptare la schimbările climatice și identificarea opțiunilor de atenuare a acestora în ramurile sectorului agricol în vederea integrării în activitatea UCIP IFAD”, implementat de Federația Agricultorilor din Moldova „FARM”, în cadrul Programului Rural de Reziliență Economico-Climatică Incluzivă (IFAD VI), implementat de Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD).

Publicația este distribuită gratuit.

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Ghid de bune practici întru adaptarea la schimbările climatice și implementarea măsurilor de atenuare a schimbărilor climatice în sectorul agricol / Roxana Bojariu, Maria Nedealcov, Boris Boincean [et al.]; coordonator: Iurie Hurmuzachi; Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD). – Chișinău : S. n., 2021 (Tipogr. „Print-Caro”). – 120 p. : fig., tab.

Referințe bibliogr.: p. 116-120. – Apare cu suportul financiar al Fondului Internațional pentru Dezvoltare Agricolă (IFAD). – 400 ex.

ISBN 978-9975-56-856-2.

631.6:551.583(036)

G 49

CUPRINS

INTRODUCERE	5
1. TENDINȚE ACTUALE ALE MODIFICĂRILOR CLIMATICE ȘI SCENARIILE DE EVOLUȚIE PENTRU TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA	7
1.1. Scenarii climatice	7
1.2. Tendințele actuale în modificarea temperaturilor și precipitațiilor în contextul schimbărilor climatice	8
1.3. Scenariile posibile privind evoluția climei pe teritoriul Republicii Moldova	15
2. RISCURILE ASOCIATE SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PENTRU SECTORUL AGRICOL.....	17
2.1. Manifestarea hazardurilor meteo-climatice asociate riscurilor din sectorul agricol pe teritoriul Republicii Moldova	17
2.2. Evaluarea gradului de preabilitate a condițiilor climatice în cultivarea anumitor grupuri de culturi agricole	20
3. IMPACTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA STĂRII RESURSELOR NATURALE	28
3.1. Modificarea resurselor de apă disponibile în contextul schimbărilor climatice	28
3.2. Impactul schimbărilor climatice asupra solului	33
3.3. Recomandări privind optimizarea consumului de apă (pentru irigare și agricultură).....	37
3.4. Exemple de îmbunătățiri funciare în contextul deficitului de apă în agricultură	39
4. ESTIMĂRI ALE IMPACTULUI VIITOR AL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA ZONELOR AGROECOLOGICE ȘI A PRODUCTIVITĂȚII POTENȚIALE A SECTORULUI AGRICOL	42
4.1. Estimarea impacturilor viitoare în condițiile scenariilor climatice	42
4.2. Incertitudinile asociate estimării impacturilor	46
5. OPȚIUNI INTELIGENTE PRIVIND ADAPTAREA PRACTICILOR AGRICOLE LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI BUNE PRACTICI DE ATENUARE A SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PENTRU RAMURILE AGRICOLE.....	47
5.1. Fitotehnie	47
5.2. Horticultură	68
5.3. Zootehnie.....	81
6. ATENUAREA IMPACTULUI SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PRIN VALORIFICAREA SURSELOR DE ENERGIE RENOVABILĂ	94

7. MĂSURI DE GESTIONARE DURABILĂ A RESURSELOR NATURALE (DE APĂ, SOL ETC.)	
ÎN SECTORUL AGRICOL ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE.....	103
7.1. Măsurile de diminuare a impactului schimbărilor climatice asupra solului.....	103
7.2. Măsurile de diminuare a impactului schimbărilor climatice asupra resurselor de apă.....	106
7.3. Măsurile de diminuare a impactului schimbărilor climatice pentru unele culturi agricole	108
7.4. Sinergia măsurilor de adaptare și atenuare în condițiile schimbării climatice din perspectiva dezvoltării durabile	110
CONCLUZII.....	113
BIBLIOGRAFIE.....	116

INTRODUCERE

Sectorul de producere a alimentelor este responsabil, la nivel global, de până la 29% din emisiile de gaze cu efect de seră. În același timp, agricultura este sursa cea mai importantă de gaze cu efect de seră (GES), altele decât dioxidul de carbon (56% din emisiile globale de GES) (FAO, 2015). La nivel global, una din opt persoane suferă de foame cronică și mai mult de un miliard de oameni sunt subnutriți. Pe de altă parte, provocarea securității alimentare va deveni mai dificilă în viitor, când agricultura va trebui să producă cel puțin cu 50% mai multe alimente până în 2050, pentru a hrăni circa 9 miliarde de oameni (FAO, 2015). Amplificarea schimbării climatice aduce provocări semnificative în sectorul agricol, la nivel global.

Uniunea Europeană (UE) este unul dintre principalii producători și exportatori de produse agricole din lume datorită climatului favorabil, a competențelor tehnice din sectorul agricol și a calității produselor sale. În ultimii ani, veniturile agricole din UE au cunoscut o îmbunătățire generală, în principal datorită progresului tehnologic ce a dus la o creștere a productivității. Similar, agricultura este unul din cele mai importante sectoare economice ale Republicii Moldova, având și un impact social important.

În UE, sectorul agricol este un contribuitor important la schimbarea climatică prin emisiile de gaze cu efect de seră (GES) și la poluarea locală prin poluanți atmosferici (de exemplu, amoniac, particule). Sectorul agricol poate contribui în mod semnificativ la eliminarea dioxidului de carbon (CO₂) din atmosferă prin conversia tipurilor de acoperire a solului și gestionarea mai eficientă a acestuia. De asemenea, sectorul agricol are un potențial mare de reducere a nivelurilor de emisii ale GES altele decât CO₂. Deși emisiile de GES non-CO₂, provenite din agricultură, au scăzut din 1990 până în prezent în UE, agricultura are în continuare cea mai importantă contribuție la emisiile totale de GES altele decât CO₂ (aproximativ 10% din totalul GES din UE). Emisiile de metan (CH₄) generate de fermentația enterică reprezintă cea mai mare pondere (38%) din toate emisiile de GES din sectorul agricol (EEA, 2019).

Politicile europene promovează necesitatea unui efort suplimentar semnificativ din partea sectorului agricol pentru a contribui mai mult la sechestrarea carbonului în sectoarele agriculturii și silviculturii, în contextul atingerii nivelului de emisii nete zero în UE, până în 2050 (obiectivul pe termen lung al Pactului verde european (the European Green Deal) ce contribuie și la atingerea țintei Tratatului de la Paris de a limita creșterea temperaturii medii globale la 1,5°C față de nivelul preindustrial). Transformarea globală care ar fi necesară pentru a limita încălzirea la 1,5°C necesită condiții care să permită reflectarea legăturilor dintre atenuare, adaptare și dezvoltare durabilă. Abordarea europeană promovează și ea deplina concordanță între obiectivele și acțiunile de atenuare a efectelor schimbării climatice (prin reducerea emisiilor de GES), adaptare la schimbarea climatică și de conservare a biodiversității, în condiții benefice pentru economie și societate.

Dintre toate sectoarele economice ale UE, agricultura este cea mai dependentă de climă și, prin urmare, foarte vulnerabilă la schimbările climatice (EEA, 2019). Modificările condițiilor meteorologice și climatice influențează deja randamentele culturilor și productivitatea în sectorul creșterii animalelor în Europa. Condițiile meteorologice și climatice afectează, de asemenea, disponibilitatea apei necesare pentru irigații, practicile de udare, creșterea animalelor, prelucrarea produselor agricole și condițiile de transport și depozitare (EEA, 2019). Efectul schimbărilor climatice asupra agriculturii europene ar putea produce o pierdere semnificativă pentru sectorul agricol: până la 16% din veniturile din agricultura UE până în 2050, cu variații regionale mari. Sectorul va trebui să se adapteze în continuare la aceste schimbări pentru a asigura o producție agricolă durabilă (EEA, 2019). În viitor, impacturile climatice asupra agro-ecosistemelor și producției agricole vor afecta veniturile agricole din Europa datorită efectelor asupra prețului, cantității și calității produselor și, în consecință, asupra schimburilor comerciale. În acest context, valoarea economică a terenurilor agricole europene se poate modifica semnificativ datorită combinațiilor acestor efecte în cascadă.

Pentru Republica Moldova, schimbarea climatică reprezintă una dintre marile amenințări la adresa dezvoltării durabile și constituie una dintre cele mai mari probleme de mediu, cu consecințe negative asupra diverselor activități socio-economice. Ritmul accelerat al schimbărilor climatice necesită o capacitate crescută de adaptare rapidă la acestea și impune elaborarea strategiilor sectoriale de atenuare și adaptare la condițiile climatice curente și cele așteptate în viitor. Agricultură are o pondere însemnată în economia națională, și dependența sa puternică de condițiile de vreme și climă face necesară elaborarea unei baze științifico-metodologice complexe, actualizate permanent, care să răspundă în mod operativ și adecvat provocărilor legate de fenomenul schimbării climatice (Nedealcov, 2020).

Societatea trăiește deja schimbarea climatică, o schimbare mult mai rapidă decât cele din istoria geologică a Terrei înainte de Antropogen. În acest context, cercetătorii din domeniul climei și al evaluării impactului și riscului climatic asupra sistemelor naturale și umane au misiunea importantă de a crea și transfera cât mai rapid și eficient cunoașterea științifică, astfel încât societatea să-și poată planifica și asuma o dezvoltare socio-economică durabilă în noile condiții. Un rol important în acțiunile de adaptare la schimbările climatice ale agriculturii și ale mediului rural al Republicii Moldova îl are Unitatea Consolidată pentru Implementarea Proiectelor Fondului Internațional pentru Dezvoltarea Agriculturii UCIP IFAD ce implementează două proiecte în derulare: (i) Programul Rural de Reziliență Economico-Climatică Incluzivă (IFAD VI) și (ii) Proiectul de Reziliență Rurală (IFAD VII). La 26 iunie 2020 a fost semnat Acordul de finanțare dintre Republica Moldova și Fondul Internațional pentru Dezvoltarea Agriculturii în vederea realizării proiectului „Îmbunătățirea capacităților pentru transformarea zonei rurale” (IFAD VIII) pentru o perioadă de 6 ani.

Scopul prezentului ghid constă în identificarea celor mai eficiente și durabile măsuri de adaptare la schimbările climatice și a opțiunilor de atenuare a schimbărilor climatice, în ramurile sectorului agricol din Republica Moldova.

1. TENDINȚE ACTUALE ALE MODIFICĂRILOR CLIMATICE ȘI SCENARIILE DE EVOLUȚIE PENTRU TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

1.1. SCENARIILE CLIMATICE

Modele matematice deterministe ale sistemului climatic, înglobând caracteristicile fizice deduse din datele observaționale, sunt folosite pentru a proiecta experimente numerice care încearcă să clarifice problemele legate de fluctuațiile climatice naturale și de influențele activităților umane. În general, un model climatic descrie, în termeni matematici, având la bază legile fizicii, comportamentul sistemului analizat, pornind de la o stare inițială și constrâns de condițiile externe și de frontieră. Sistemul climatic al Pământului (geosistemul) este configurat de interacțiunea componentelor sale: atmosfera, hidrosfera (oceanul planetar și rețeaua hidrologică continentală), criosfera (zăpadă, ghețari, permafrost, calote glaciare și gheața marină), biosfera și litosfera. Pentru a modela geosistemul nu este suficient să descriem separat componentele sale, este necesar să luăm în considerare și procesele ce cupleză aceste componente. Datorită sinergiei dintre componentele geosistemului, răspunsul său la perturbațiile externe diferă de suma răspunsurilor individuale furnizate de componentele menționate mai sus (Bojariu și colab., 2015).

Modelele climatice globale (GCMs) furnizează condițiile la limită (de obicei, la o rezoluție spațială de la 50 km până la 150 km) pentru modelele climatice regionale (RCMs), care practic proiectează dinamic evoluțiile globale la scări spațiale foarte fine (mai puțin de 50 km). În afară de proiectarea dinamică la scări fine, există și metodele statistice ce pot fi utilizate pentru a modela evoluțiile unei părți a geosistemului la rezoluții spațiale și mai fine, de la aproximativ 1 km la 10 km.

Dinamica schimbării climatice în următoarele decenii și secole depinde în mare măsură de evoluția activităților umane viitoare. De aceea, modelele climatice sunt rulate în condițiile unor scenarii de dezvoltare socio-economică. Factorii externi impuși modelelor climatice – cum ar fi viitoarele concentrații ale GES – sunt derivați din diferite scenarii pentru viitor. Scenarii ale emisiilor/concentrațiilor GES sunt utilizate pentru a evalua impactul unei game de activități umane asupra componentelor sistemului terestru. Scenariile nu prezic viitorul, dar ele ajută la o mai bună înțelegere a incertitudinilor și a căilor de evoluție, în scopul evaluării fezabilității opțiunilor de adaptare la schimbările climatice și a diminuării emisiilor care le provoacă sub un nivel critic de la care capacitatea adaptivă a speciei noastre nu ar mai putea funcționa. Trebuie să luăm în considerare faptul că modificările climatice determină schimbări atât în sistemele naturale, cât și în cele umane (prin schimbările tehnologice, economice, stilul de viață și politică), acestea din urmă, la rândul lor, influențând schimbările climatice (Bojariu și colab., 2015).

Abordarea recentă în construirea scenariilor climatice răspunde necesității unei mai bune integrări între factorii socio-economici, schimbările din sistemul climatic și vulnerabilitatea sistemelor naturale și umane. Astfel, în loc să pornească de la scenarii socio-economice care conduc la diferite niveluri de emisii ale aerosolilor și gazelor cu efect de seră, noile scenarii încep cu concentrațiile viitoare de aerosoli și gaze cu efect de seră. Aceste noi scenarii descrise de Moss și colab. (2008) sunt așa-numitele „căi reprezentative de evoluție a concentrațiilor» (RCPs). Scenariile RCP pot fi folosite simultan, fie de modelele geosistemului (ESM) pentru a explora schimbările viitoare ale răspunsurilor fizice și biogeochimice la schimbarea compoziției atmosferice și a forțajului radiativ, sau de modelele de evaluare integrată (IAMs) pentru a explora condițiile socio-economice alternative care ar rezulta în astfel de modificări viitoare ale compoziției atmosferei (fig. 1.1).

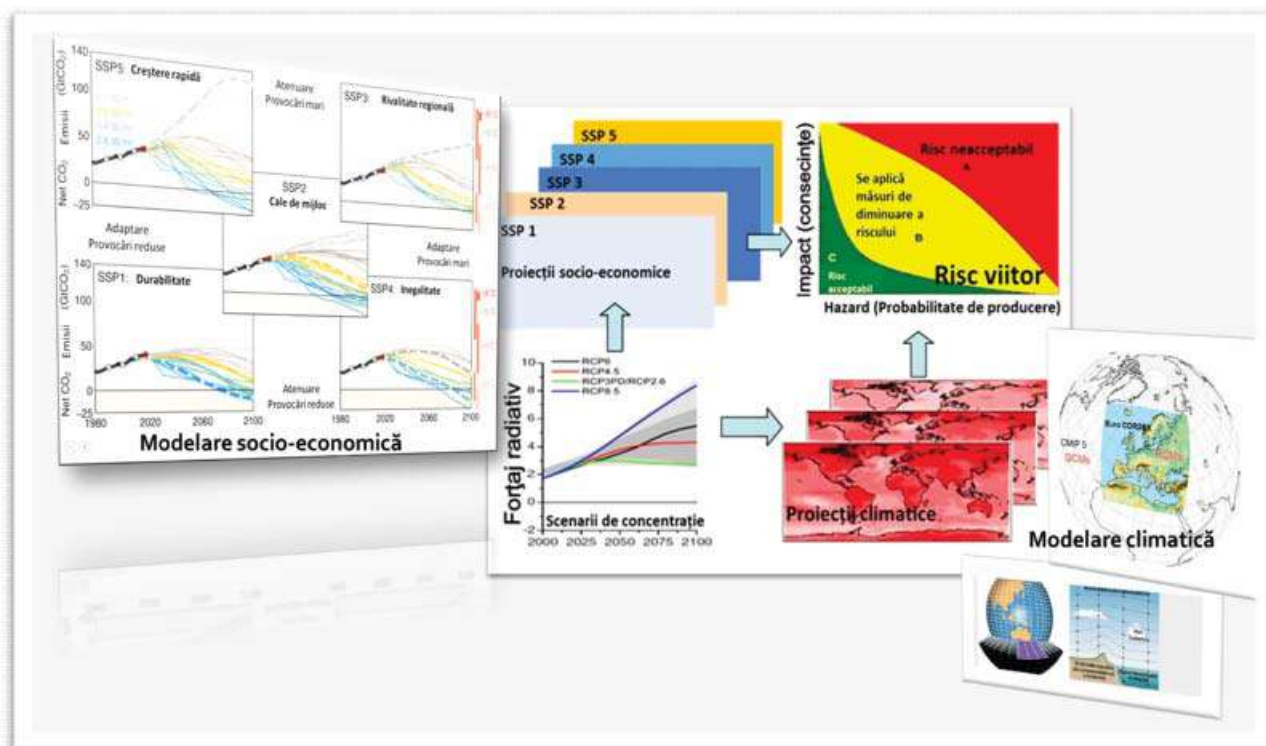


Fig. 1.1. Reprezentarea schematică a procesului de estimare a riscurilor viitoare pe baza scenariilor climatice și a proiecțiilor socio-economice și climatice. Adaptare după Bojariu și colab. (2015)

Scenariile de tip RCP nu sunt legate de niciun scenariu particular socio-economic, dar fiecare dintre ele este în concordanță cu multe tipuri de evoluții socio-economice, deoarece diferite schimbări socio-economice viitoare ar putea conduce la schimbări similare în compoziția atmosferică. Scenariile RCP sunt folosite pentru a construi noi scenarii climatice pentru aplicarea lor în studii ale impactului, adaptării și vulnerabilității (IAV) și IAM. Comunitatea IAV combină aceste rezultate cu cele obținute de comunitatea celor ce modelează geosistemul (ESM), având la bază scenarii de tip RCP, pentru a analiza impactul schimbărilor climatice, opțiunile la adaptare și vulnerabilitatea la schimbările climatice (Bojariu și colab., 2015).

Pentru elaborarea politicilor privind schimbările climatice este necesar să se prezinte informații cu privire la: (1) ce acțiuni de atenuare ar putea fi necesare pentru a produce un rezultat climatic; (2) care va fi potențialul de adaptare; (3) ce impact inevitabil s-ar putea să apară pentru o serie de proiecții ale schimbărilor climatice. Procesul de elaborare a politicilor necesită realizarea unui compromis între costurile relative, beneficiile și riscurile asociate. În contextul evaluării riscurilor climatice, distincția între necesitățile pe termen lung și scurt pentru a răspunde impactului climei nu este de obicei foarte clară. Variabilitatea climatică este importantă pentru intervalele scurte de timp (de obicei, pe scări intra- și interanuale), în timp ce schimbările climatice acționează pe termen lung, dincolo de scara decenală.

1.2. TENDINȚELE ACTUALE ÎN MODIFICAREA TEMPERATURILOR ȘI PRECIPITAȚIILOR ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

Clima Republicii Moldova, influențată de poziția la latitudinile medii pe glob și cu localizarea sa estică pe continent, se caracterizează printr-un caracter temperat continental, persistând diferențieri mai mari între sudul și nordul țării (tab. 1.1). Normele climatice ale temperaturii medii anuale, obținute prin medierea pe perioade de referință egale – indicator al procesului de încălzire – demonstrează că acestea înregistrează o creștere semnificativă în ultimele decenii față de cele precedente. Astfel,

dacă în anii 1971-2000 media multianuală în partea de nord a țării a fost 8,0°C, în perioada 1991-2019 ea se majorează și devine de 9,1°C. În partea de sud, dacă norma climatică pentru prima perioadă de referință (1971-2000) a fost 9,9°C, atunci în ultimele decenii (1991-2019), aceasta se majorează cu un grad și devine 10,9°C.

Tabelul 1.1. Temperatura medie anuală în diferite perioade de referință

Perioade de referință	Briceni		Chișinău		Cahul	
	X	σ	X	σ	X	σ
1961-2019	8,4	1,1	10,2	1,0	10,4	1,0
1961-1990	7,8	0,8	9,6	0,8	9,8	0,8
1971-2000	8,0	0,9	9,7	0,9	9,9	0,8
1981-2010	8,5	0,9	10,1	0,9	10,3	1,0
1991-2019	9,1	0,8	10,7	0,9	10,9	0,9

Regimul termic din partea centrală este caracterizat de o temperatură medie multianuală cu doar 0,2°C mai puțin decât valorile termice atestate în partea de sud a țării și a fost 9,7°C în perioada 1971-2000, devenind 10,7°C în perioada 1991-2019.

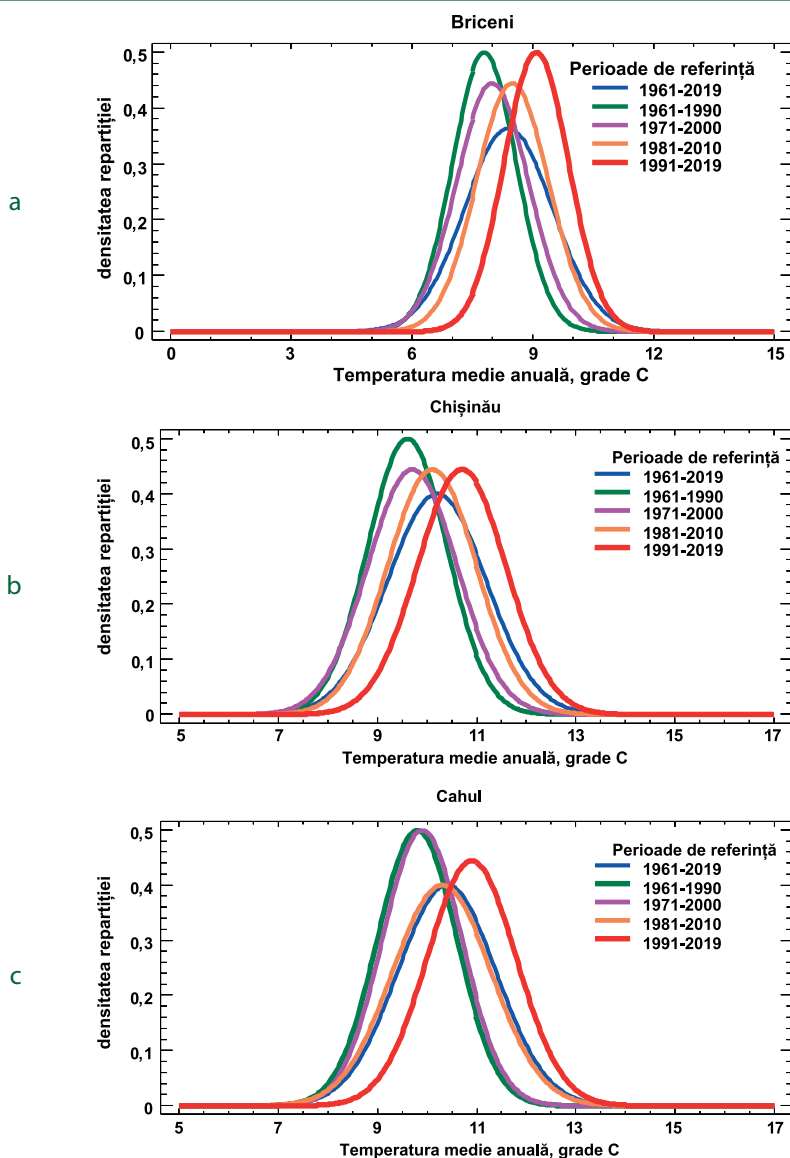


Fig. 1.2. Creșterea temperaturilor medii anuale în Republica Moldova evidențiată prin distribuția valorilor termice în diferite perioade de referință)

Procesul de încălzire a climei pe teritoriul Republicii Moldova este evidențiat și în figura 1.2. Modificările în regimul mediu sunt asociate cu modificări ale valorilor extreme (tab. 1.2). În ultima perioadă de timp, maximele absolute au ajuns la limita de 42,4°C, iar minimele absolute au trecut și ele sub pragul de manifestare de -32,0°C, înregistrând astfel cele mai mari amplitudini termice (74,4°C). Menționăm că anual, practic, maximele termice au avut valori de peste 39,0°C, ceea ce permite să se concluzioneze faptul, că ne aflăm în pragul unor schimbări climatice esențiale.

Tabelul 1.2. Evaluarea modificării (°C) extremelor și amplitudinilor lor termice în procesul de evoluție a climei actuale de pe teritoriul Republicii Moldova

Etapele de evoluție a climei	T min.abs.	T max.abs.	At
1961-1990	-35,4	37,6	73,0
1971-2000	-30,2	40,0	70,2
1981-2010	-31,0	41,5	72,5
1991-2019	-32,0	42,4	74,4

Cei mai calzi 6 ani înregistrați vreodată au fost ultimii, din 2015 până în prezent. Poziționarea anilor 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 cu valori de 12,0°C (și mai mult) printre cei mai calzi ani atestați în seria observațiilor instrumentale (1871-2020), relevă accelerarea încălzirii la nivelul Republicii Moldova. Acest fapt ne indică importanța actualizării continue a cercetărilor privind schimbările climatice.

Tabelul 1.3. Topul celor mai reci și mai calzi ani înregistrați în perioada 1887-2020

1887-2010 [65]				1887-2020			
cei mai reci ani		cei mai calzi ani		cei mai reci ani		cei mai calzi ani	
1933	7,2	2007	12,1	1933	7,2	2020	12,7
1929	7,9	2009	11,4	1929	7,9	2007	12,1
1934	8,0	1990	11,3	1934	8,0	2015	12,0
1985	8,0	1994	11,3	1985	8,0	2016	12,0
1912	8,1	2008	11,3	1912	8,1	2017	12,0
1940	8,1	2000	11,2	1940	8,1	2018	12,0
1987	8,1	1999	11,0	1987	8,1	2019	12,0

Procesul de încălzire în Republica Moldova, reflectat în creșterea temperaturii medii anuale, se evidențiază și în figura 3, unde se observă accelerarea sa, în ultimele decenii (1981-2010), comparată cu cele precedente (1961-1990). Amplitudinea mai mare a acestei încălziri se observă în zonele sudice ale Republicii Moldova.

În figura 1.3 sunt prezentate tendințele acestui fenomen la nivel național, comparativ pentru perioadele 1961-1990 și, respectiv, 1981-2010. Dacă în partea de nord tendința de creștere are valori cuprinse în plaja de 1,5...1,6°C, în extremitatea sudică, temperaturile cresc mai accelerat cu 0,7°C, ajungând până la o valoare de 2,3°C. Sunt în creștere și temperaturile medii sezoniere, care iarna înregistrează o majorare cu 0,0164°C/an. Valori pozitive, adică cele mai calde ierni s-au înregistrat în anii 1989, 2007, 2015, 2019, când normele climatice au constituit 2,2...1,0°C, față de -1,8°C media multianuală a perioadei 1887-2019.

Temperaturile medii sezoniere din anotimpul de primăvară înregistrează o scădere cu 0,0395°C/an. Dar, în același timp, valori pozitive, adică cele mai calde primăveri s-au înregistrat în anii 1989, 2007, 2015, 2019, când normele climatice au constituit 25,3...24,0°C, față de 18,3°C media multianuală a perioadei 1887-2019. Temperaturile medii sezoniere din anotimpul de vară înregistrează o majorare cu 0,0144°C/an. Valori pozitive, adică cele mai calde veri s-au înregistrat în anii 2007, 2012, 2015, 2010, 2019, când normele climatice au constituit 24,3...23,1°C, față de 20,8°C media multianuală a perioadei 1887-2019. Temperaturile medii sezoniere din anotimpul de toamnă înregistrează o majorare cu 0,0088°C/an. Valori pozitive, adică cele mai calde toamne s-au înregistrat în anii 1923, 2019, 2012, 2015, când normele climatice au constituit 13,4...12,3°C față de 10,2°C media multianuală a perioadei 1887-

2019. Așadar, cu excepția primăverii în aspect anual, lunar și sezonier se atestă o majorare a fondului termic, iar în cazul primăverilor, acestea, în ultimii ani, însumează valori pozitive destul de semnificative, ceea ce probabil, în viitorii ani apropiați va modifica esențial direcția de schimbare a temperaturii medii sezoniere din cadrul acestui anotimp. Se observă și o declanșare mai timpurie și a anotimpurilor.

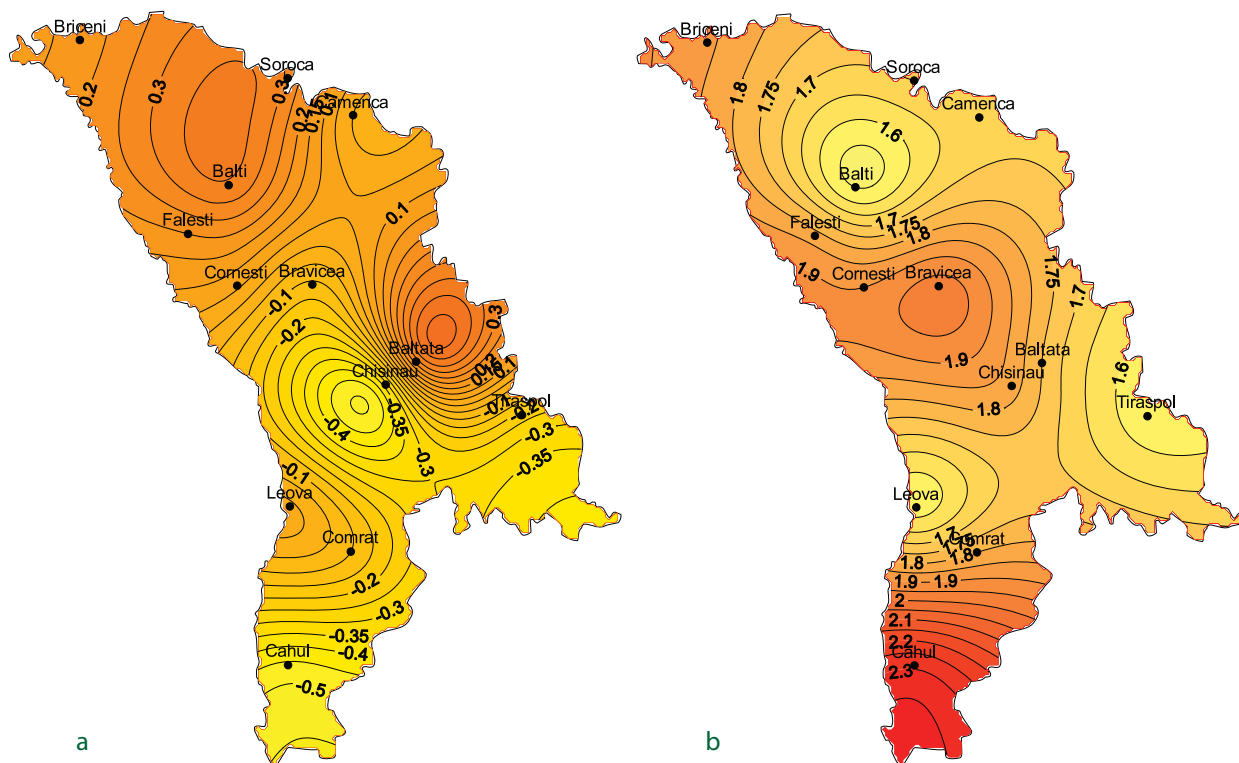


Fig. 1.3. Tendințele de creștere a temperaturii anuale pentru două perioade de referință: (a – 1961-1990; b – 1981-2010) (după Nedeačov, 2020)

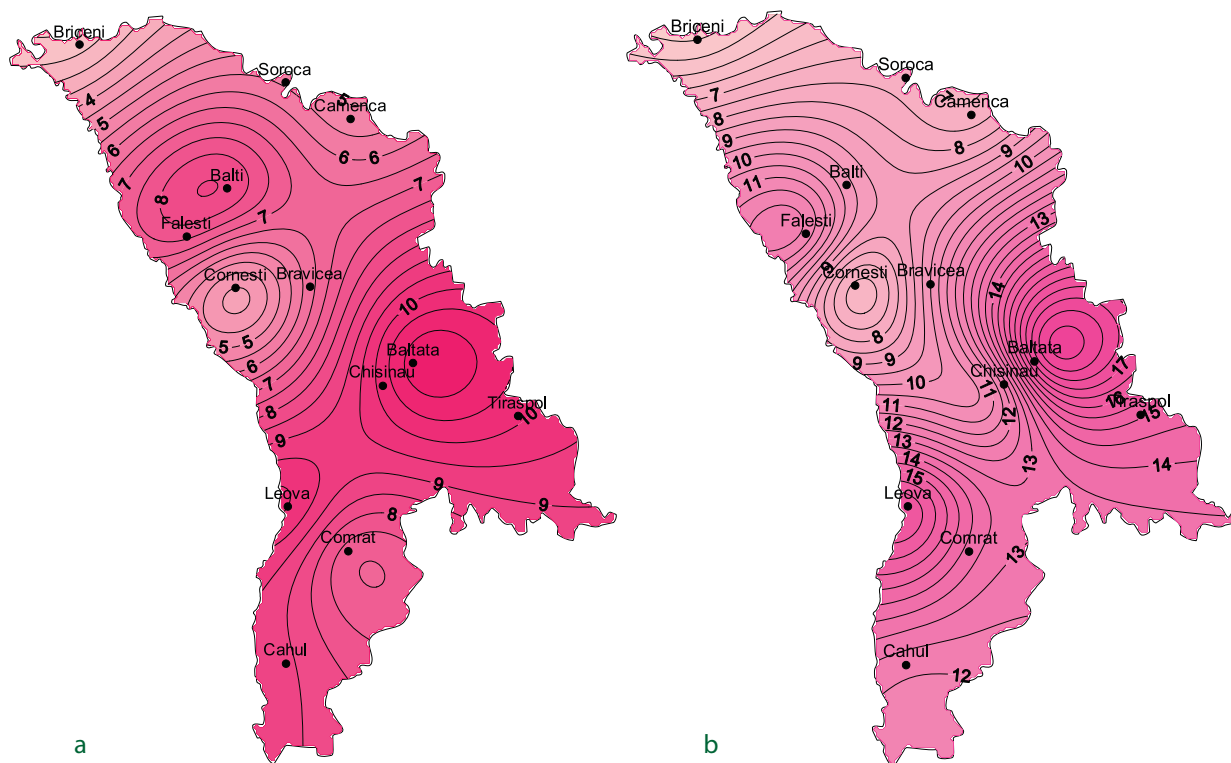


Fig. 1.4. Fenomenul de uscăciune și arșiță pentru două perioade de referință: a – 1961-1990; b – 1981-2010

Tendința de creștere a temperaturii a intensificat și fenomenul de uscăciune și arșiță, cel din urmă, fiind evaluat pentru anotimpul de vară (iunie-august). Se observă că în perioada 1961-1990 fenomenul de „uscăciune și arșiță” se manifestă cu o intensitate redusă (3-7 zile), în cea mai mare parte a țării, ceea ce semnifică faptul că, în general, culturile agricole nu sunt afectate frecvent de stresul termic generat de temperaturile din aer situate peste pragul de 25°C și umiditatea relativă a aerului sub 30%. Local, în sudul țării, fenomenul de „arșiță” prezintă o intensitate mai ridicată (10 zile). În perioada 1981-2010, suprafața afectată de arșiță se extinde, apărând câte un „pol” în centrul, în vestul țării și sud-vestul teritoriului (fig. 1.4), determinate în mare măsură de magnitudinea proceselor sinoptice care generează aceste fenomene. În anumiți ani concreți (de exemplu, 2015), fenomenul de uscăciune și secetă poate întrece de 7-8 ori valorile medii multianuale, având repartiții spațiale relative diferite. În ceea ce privește variabilitatea termică, latitudinea geografică și altitudinea absolută influențează esențial repartiția spațială a acestui indice. Sudul, sud-estul și unele areale din partea centrală a țării se caracterizează prin variabilitate termică moderată și medie. Pe măsura deplasării spre nord și nord-est, gradul de variabilitate termică crește până la înalt și semnificativ.

A fost analizat și numărul zilelor uscate pentru perioada de vegetație activă și pentru perioada lunilor mai-august – perioada critică din punct de vedere a aridității și uscăciunii pentru creșterea și dezvoltarea multor grupuri de culturi agricole. Menționăm, că „zilele uscate” sunt considerate acele zile, care au fondul termic ridicat ($T_{\text{aerului}} > 25^{\circ}\text{C}$) și umiditatea relativă a aerului scăzută ($U_r < 30\%$), fiind considerate drept zile cu impact negativ asupra parcurgerii fazelor de ontogeneză. Analiza temporală a zilelor uscate (fig. 5), demonstrează că acestea în ultimii ani s-au dublat comparativ cu primele decenii, ceea ce încă o dată relevă faptul, că încălzirea climatică persistă. Deoarece durata zilelor uscate în perioada mai-august influențează direct parcurgerea principalelor faze de dezvoltare ale culturilor agricole, a fost necesară elaborarea [56] Indicelui perioadelor uscate (Izu), care reprezintă coraportul dintre suma acestora înregistrate în ani concreți și media lor multianuală pentru perioada sus-menționată.

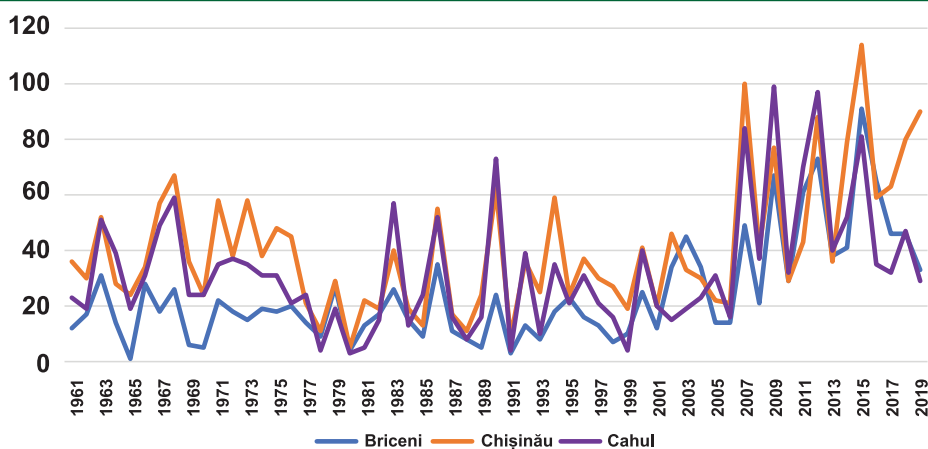


Fig. 1.5. Evoluția numărului de zile uscate pe teritoriul Republicii Moldova

Evoluția Izu pe teritoriul republicii relevă că, deși perioadele uscate excepționale sunt caracteristice mai mult zonei de centru și sud, în cazul părții de nord, în anumiți ani secetoși (2007, 2015), valorile Izu substanțial cresc, fapt confirmat și prin modelarea cartografică a acestui indice în cei mai uscați ani, ceea ce încă o dată demonstrează intensificarea procesului de aridizare. În cazul Indicelui de Ariditate (Ia) propus de UNEP (1992) și UNESCO (1979), care exprimă raportul dintre cantitatea precipitațiilor atmosferice și evaporabilitate – indice, care practic se utilizează în toate țările cu regim de umiditate instabil. În condițiile Republicii Moldova, actualmente, Ia atinge limita care caracterizează clima ca aridă. În perioada de vegetație, în Stepa Bălțului (la nord), în sudul, sud-estul și partea central-estică a țării Ia se află la limita de 0,5, caracterizând clima ca semiaridă și uscat-semiumedă. Valori de peste 0,68 li se atribuie teritoriilor în trepte altitudinale din nordul și partea centrală a țării, dar aceste valori sunt mai scăzute decât cele obținute în cercetările anterioare (Nedealcov și colab., 2018), servind drept dovadă că, actualmente, condițiile climatice devin mai aride în perioada de vegetație.

În cazul precipitațiilor atmosferice, perioada anilor include seria de timp 1891-2019, în care se atestă o majorare a cantității precipitațiilor anuale cu 0,5993 mm/an. Cantitatea de precipitații în aspect sezonier, iarna, pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o creștere cu 0,1911 mm față de 0,2102 mm/an pe parcursul anilor 1891-2010. În ultimele decenii, se observă o alternare frecventă a anomaliilor pozitive cu cele negative, ceea ce demonstrează caracterul extrem de variabil a manifestării atât a anilor cu excese pluviometrice, cât și cu deficit pluviometric. În 1925 cantitatea precipitațiilor atmosferice a constituit doar 15 mm, iar în 1966 au fost înregistrate cele mai semnificative valori de 257 mm. Anul 2010 ocupă locul doi în topul iernilor excesiv de umede. Menționăm că anul 2012 cu 173,8 mm, la fel, plasează iarna în topul iernilor excesiv de umede. Primăvara pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o scădere cu 0,033 mm/an pe parcursul anilor 1891-2019, deci trendul rămânând neschimbat comparativ cu perioada 1891-2010. În ultimele decenii, se observă cele mai semnificative anomalii pozitive și negative, ceea ce demonstrează caracterul extrem de variabil a manifestării atât a anilor cu excese pluviometrice, cât și cu deficit pluviometric. În 1986 cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice a constituit doar 23 mm, iar în 1984 au fost înregistrate cele mai semnificative valori de 265 mm. Anul 2006 ocupă locul trei în topul primăverilor excesiv de umede. Pe locul cinci se plasează anul 2017 cu cantitatea de 207,7 mm. În aspect sezonier, vara pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o creștere cu 0,177 mm, ceea ce este cu 0,0614 mm mai puțin față de 0,2384 mm/an observată pe parcursul anilor 1891-2010. În ultimele decenii se observă o alternare frecventă a anomaliilor pozitive cu cele negative, fapt ce demonstrează caracterul extrem de variabil a manifestării atât a anilor cu excese pluviometrice, cât și cu deficit pluviometric. În anul 1951 cantitatea sezonieră a precipitațiilor atmosferice a constituit doar 42 mm, iar în 1948 au fost înregistrate cele mai semnificative valori de 531 mm. Anul 2007 ocupă locul patru în topul verilor excesiv de uscate. Toamna cantitatea de precipitații pe teritoriul Republicii Moldova înregistrează o creștere cu 0,1749 mm față de 0,2242 mm/an înregistrată pe parcursul anilor 1891-2010. În ultimele decenii, se observă o alternare frecventă a anomaliilor pozitive cu cele negative, ceea ce demonstrează caracterul extrem de variabil a manifestării atât a toamnelor cu excese pluviometrice, cât și cu deficit pluviometric. În 1963 cantitatea sezonieră a precipitațiilor atmosferice a constituit doar 10 mm, iar în anul 2019 cantitatea sezonieră constituie 35,9 mm, aceasta fiind una dintre cele mai uscate toamne. În toamna anului 1905 au fost înregistrate cele mai semnificative valori (de 343,5 mm). Așadar, introducerea ultimului deceniu în studiul regimului pluviometric anual, lunar și sezonier, semnificativ influențează structura și specificul manifestării la nivel regional al acestuia, fapt confirmat de concluziile obținute mai sus.

Pentru toată perioada contemporană în nordul țării cantitatea anuală a precipitațiilor atmosferice (tab. 1.4) constituie 618,4 mm, în partea centrală 550,8 mm și de sud 537,7 mm, respectând, astfel, principiul zonalității. Diferența dintre nordul și sudul țării constituie 80,7 mm. În partea de sud a țării, în ultimii ani (2015-2019) cantitățile de precipitații scad comparativ cu partea centrală și de nord, unde se înregistrează o creștere ne semnificativă a acestora.

Tab. 1.4. Cantitatea anuală de precipitații în diferite perioade de referință

Perioade de referință	Briceni		Chișinău		Cahul	
	X	Cv	X	Cv	X	Cv
1961-2019	618,4	20,3%	550,8	18,2%	537,7	22,2%
1961-1990	619,7	18,8%	548,2	18,3%	556,3	19,1%
1971-2000	609,9	20,6%	550,6	19,8%	544,5	22,4%
1981-2010	622,5	22,9%	548,1	19,7%	509,9	23,9%
1991-2019	617,0	22,1%	553,5	18,4%	518,5	25,3%
2011-2015	538,4	24,5%	502,9	14,8%	551,9	24,5%
2015-2019	553,3	17,7%	544,0	21,6%	495,4	21,3%

Precipitațiile maxime diurne (24 ore) cad în perioada caldă a anului, o particularitate a distribuției teritoriale a acestora este faptul că, în lunile de vară, cantitățile cele mai mari pe teritoriul republicii se pot înregistra în sud-estul ei – regiune influențată și de circulația atmosferică locală generată de masele

de aer deasupra Mării Negre. Așadar, ploile torențiale (aversele de ploaie) se caracterizează prin cantitatea mare de apă căzută într-un timp foarte scurt, fapt care implică o intensitate mare și, eventual, consecințe grave prin spălarea solului de substanțele nutritive, ca și prin procese accelerate de eroziune, adesea determinând o gamă largă de procese de versant, distrugând pășunile și culturile agricole.

Se cunoaște că unele din consecințele extremelor, în speță a exceselor pluviometrice este declanșarea proceselor geomorfologice de eroziune care pot avea ca factor determinant fie o durată îndelungată de cădere a precipitațiilor, fie o intensitate mare a acestora, fiind însoțite de acumularea unui volum mare de apă, care se scurge pe versanți sub formă de șiroaie, favorizând producerea proceselor de șiroire și torențialitate. Un rol important în estimarea acestor procese geomorfologice nefavorabile îl are cunoașterea agresivității pluviale, care în ultima perioadă de timp, devine tot mai frecvent obiectul de cercetare printre specialiști din diferite domenii. Din indicii de bază ce stau la estimarea agresivității pluviale sunt: Indicele Fournier (IF), Indicele Fournier Modificat (IFM) și Indicele Angot (Fournier, 1960). În aspect regional, conform [285], se concluzionează că potrivit datelor multianuale, teritoriul Republicii Moldova se încadrează în clasa de erozivitate „foarte mică”, înregistrând valori de sub 20. În același timp, această valoare nu reflectă gradul de erozivitate real în anii când intensitatea precipitațiilor este semnificativă. Reamintim, că formula de calcul al Indicelui Fournier (IF) reprezintă coraportul dintre cantitatea dublă de precipitații din cea mai ploioasă lună a anului și cantitatea anuală de precipitații. Așadar, pentru ultimele decenii (1981-2019), în aspect spațial, agresivitatea pluvială calculată cu ajutorul Indicelui Fournier este foarte mică pe tot teritoriul țării. Astfel, limitele variabilității în teritoriu pentru perioada de timp sus-menționată este de 10,2-10,7 în partea de sud și sud-est și de 16,0-18,5 în partea de nord și centrală a țării.

În Republica Moldova, anul 2020 a fost cel mai cald în seria observațiilor instrumentale (1887-2020), cu valori ale temperaturii medii anuale de 12,7°C (tab. 1.4, fig. 1.5). Anul 2020 a fost cel mai cald an din înregistrările instrumentale și pe continentul european, depășind recordul precedent din 2019 cu 0,4°C (intervalul de referință fiind 1981-2010), potrivit informațiilor furnizate de Serviciul Copernicus pentru schimbările climatice (C3S) al UE. Europa este definită în această analiză ca regiunea continentală situată între longitudinile 25 Vest și 40 Est și latitudinile 34 Nord și 72 Nord. C3S este un program derulat de Centrul European pentru Prognoza Meteorologică pentru Medie Durată (ECMWF) în numele Comisiei Europene (CE) cu finanțare din partea UE. Creșterea temperaturii în Europa este cu aproximativ 0,9°C mai mare decât creșterea globală corespunzătoare. Europa s-a încălzit mai repede decât orice alt continent în ultimele decenii (CS3, 2019).

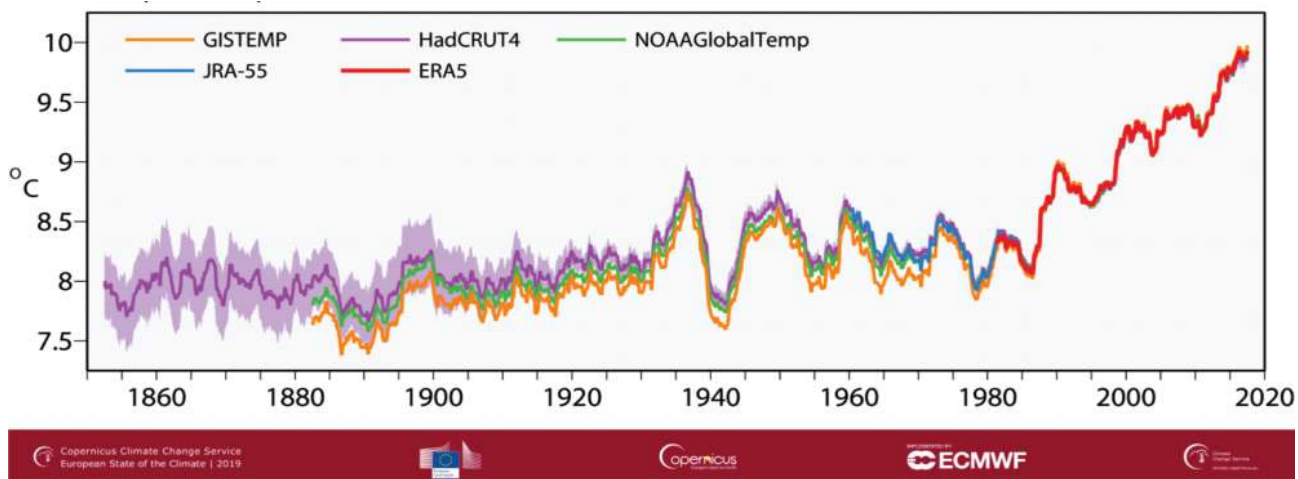


Fig. 1.6. Evoluția mediilor mobile pe 60 de luni ale temperaturii aerului la doi metri pentru zona continentală a Europei (axa din stânga) în conformitate cu diferite seturi de date: ERA5 (Copernicus Climate Change Service – C3S, ECMWF) GISTEMP (NASA); HadCRUT4 (Met Office Hadley Center), NOAA GlobalTemp (NOAA); și JRA-55 (JMA).

După Copernicus Climate Change Service (C3S) / ECMWF. După CS3 (2019)
(<https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2019/surface-temperature>)

În Europa, numărul de zile extrem de calde (cele care depășesc pragul definit de percentila de 90% a perioadei de referință) aproape s-au dublat, începând din 1960. Europa a cunoscut mai multe valuri de căldură extreme, începând din anul 2000 (2003, 2006, 2007, 2010, 2014, 2015, 2018, 2019).

Cantitatea de precipitații pentru întreaga Europă nu prezintă o tendință semnificativă, nici pentru valorile anuale, nici pentru cele sezoniere. Există însă diferențe regionale semnificative ale acestei tendințe (CS3, 2109). Cantitatea anuală de precipitații a crescut în majoritatea regiunilor nordice ale Europei, în special iarna, și a scăzut în majoritatea regiunilor sudice, în special vara. Cantitatea de zăpadă în Europa a avut o tendință de scădere mai rapidă decât media emisferei nordice, dar cu variații interanuale mari. Începând cu anii 1960, s-a observat o tendință crescătoare pentru cantitățile de precipitații extreme în nordul și nord-estul Europei. Seceta a fost și este un fenomen comun climatului european. În perioada 2006–2010, în medie 15% din teritoriul UE și 17% din populația UE a fost afectată de secete meteorologice în fiecare an. Severitatea și frecvența secetelor meteorologice și hidrologice au crescut în anumite părți ale Europei, în special în sud-vestul și centrul Europei. Observațiile privind localizarea, frecvența și intensitatea furtunilor severe și a episoadelor de vânt puternic asociate acestora indică existența unei variabilități considerabile în întreaga Europă, pe durata secolului XX (EEA, 2017).

1.3. SCENARIILE POSIBILE PRIVIND EVOLUȚIA CLIMEI PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

Conform scenariului climatic RCP 4.5 (care este considerat un scenariu moderat), în limitele Republicii Moldova, se proiectează o creștere a temperaturii medii anuale cu aproximativ 1,5...2,0°C. Elaborarea modelului cartografic (*fig. 1.7*) la nivel regional ce relevă repartitia spațială a temperaturii medii anuale în perioada anilor 2016-2035 demonstrează, că în extremitatea de sud și sud-est, temperatura medie anuală ar putea atinge valori peste 12,5°C.

Constatăm faptul, că până la latitudinea Chișinău circa 5 ani consecutivi (2015, 2016, 2017, 2018, 2019) temperatura medie anuală deja a constituit 12,0°C, ceea ce încă o dată confirmă ipoteza că ne aflăm în pragul unor schimbări climatice substanțiale. În partea de nord a țării, temperatura medie anuală în perioada 2016-2035 ar putea atinge valori de 10,5...11,0°C. Remarcăm faptul, că potrivit modelului cartografic elaborat pentru perioada de timp 1986-2005 (*fig. 1.7, a*), în partea de sud și sud-est, temperatura medie anuală a fost de 10,5...11,0°C și numai în partea de nord și la altitudini aceasta a variat în limitele 9,5...10,0°C, fiind aproape de norma climatică (9,6°C) a acesteia. Considerăm, că aceste studii, ce demonstrează un asemenea ritm accelerat de încălzire, diferențiat în spațiu, va putea contribui la selectarea cu atenție a măsurilor privind atenuarea consecințelor schimbărilor climatice și adaptarea la cele deja produse.

Proiecțiile climatice privind regimul pluviometric, elaborate conform aceluiași scenariu climatic (RCP 4.5) demonstrează o scădere cu 10% în partea de sud și centru (cu excepția altitudinilor) și, dimpotrivă, o majorare a lor (cu 10%) în partea de nord a țării. Rolul factorilor fizico-geografici, la fel ca și în cazul regimului termic, își lasă amprenta asupra repartiției lor spațiale. Elaborarea modelului cartografic (*fig. 1.8*) ce relevă repartitia spațială a cantității anuale de precipitații în perioada anilor 2016-2035, indică că în extremitatea de sud și sud-est acestea ar putea constitui 450-500 mm față de 450-550 mm observate în anii 1986-2005 și 750-800 mm în partea de nord și centrală (la altitudini), față de 700 mm și mai puțin – valoare înregistrată în perioada de referință (*fig. 1.8, a*).

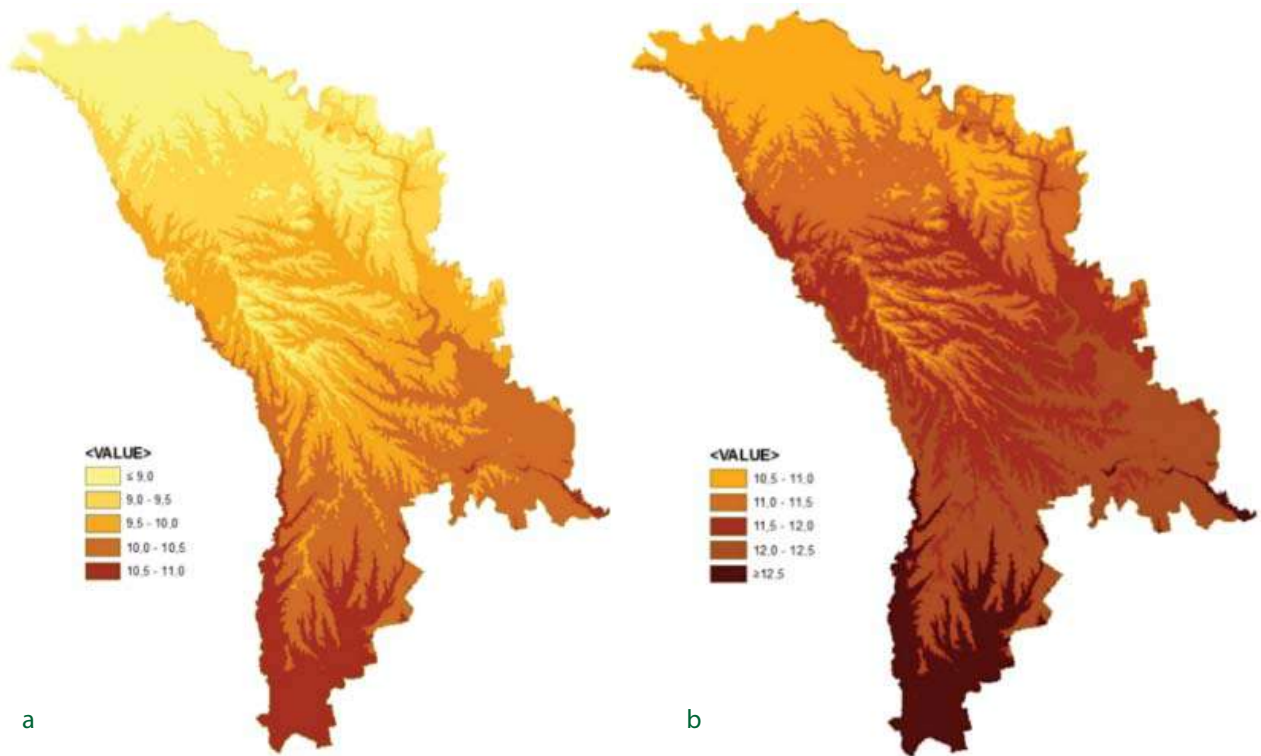


Fig. 1.7. Modelarea cartografică a temperaturii medii anuale (a – 1986-2005; b – prognozată 2016-2035 cu RCP 4.5) pe teritoriul Republicii Moldova

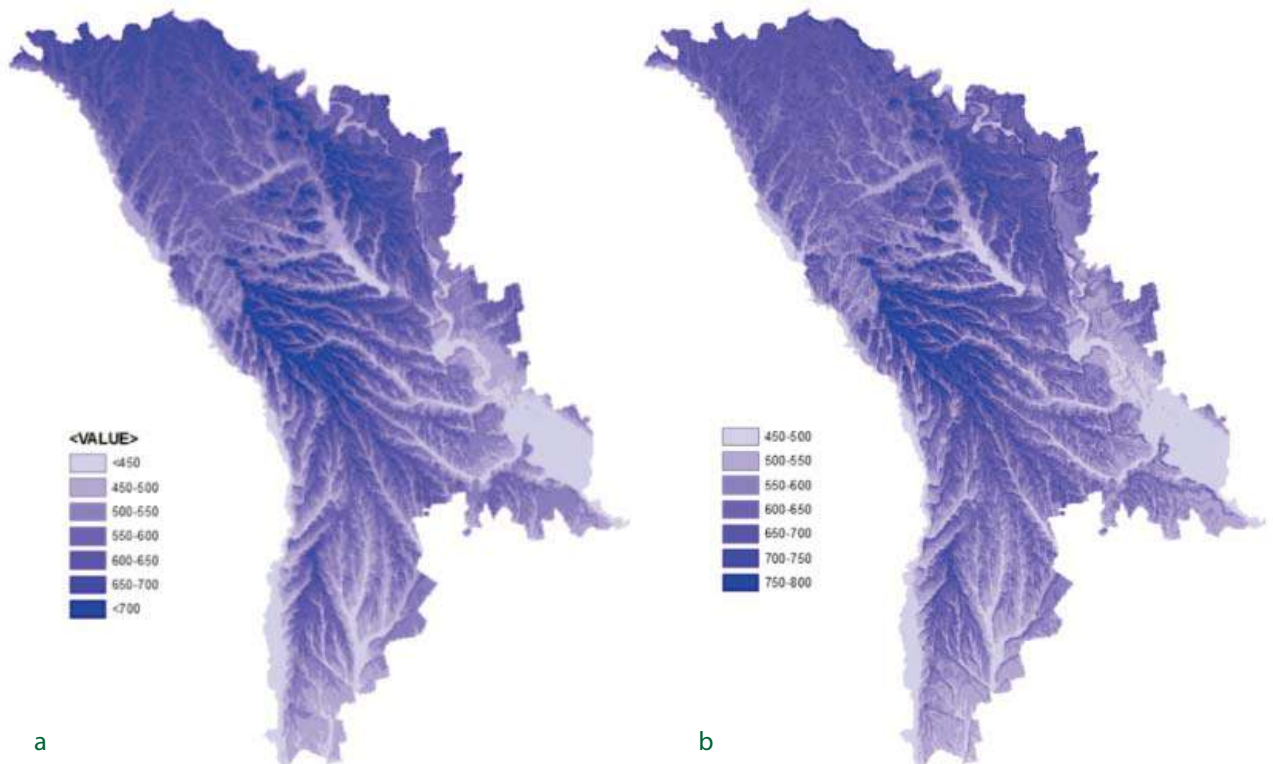


Fig. 1.8. Modelarea cartografică a cantității anuale a precipitațiilor atmosferice (a – 1986-2005; b – prognozată 2016-2035 cu RCP 4.5) pe teritoriul Republicii Moldova

2. RISCURILE ASOCIATE SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PENTRU SECTORUL AGRICOL

2.1. MANIFESTAREA HAZARDURILOR METEO-CLIMATICE ASOCIATE RISCURILOR DIN SECTORUL AGRICOL PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

Experții Programului de Dezvoltare a ONU (UNDP) au definit riscul datorat hazardurilor naturale (Disaster Risk Index, DRI) care fiind definit de probabilitatea de a avea consecințe negative și pierderi ce rezultă din interacțiunea fenomenelor periculoase de proveniență naturală și/sau antropică și a condițiilor de vulnerabilitate a sistemelor umane. Vulnerabilitatea este definită de condițiile naturale, sociale, economice și ecologice și/sau procesele, ce amplifică expunerea unei comunități umane influenței hazardelor (pericolelor) (Reducing Disaster Risk, global report, 2005).

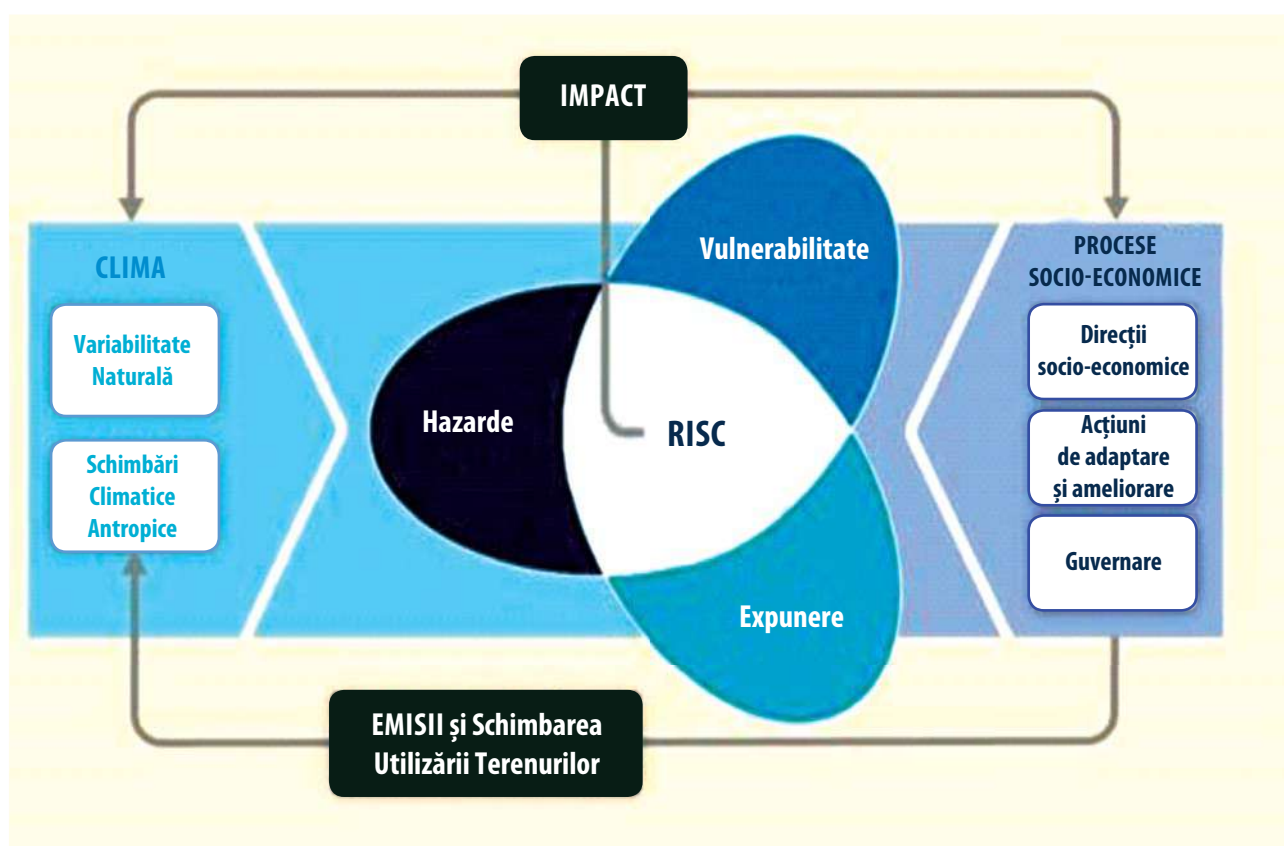


Fig. 2.1. Hazarduri, impacturi și riscuri climatice conform IPCC WGII Summary for Policymakers, 2014.

Experții Grupului Interguvernamental pentru Studiul Schimbării Climatice (IPCC, 2014) au definit riscul climatic ca fiind suprapunerea probabilității de apariție a fenomenelor extreme meteorologice sau climatice cu impactul pe care acestea îl au asupra sistemelor umane. Impactul, la rândul său, are componente de expunere a comunității umane la hazarduri climatice și de vulnerabilitate a lor (fig. 2.1).

La nivel național, conform Serviciului Protecției Civile și Situațiilor Excepționale, identificarea riscurilor din perioada caldă și rece a anului, are loc în baza înregistrării pagubelor materiale și a victimelor omenești. În cadrul acestei organizații există o bază informațională de date elaborată pentru ultimii ani care este prezentă și „online” (Nedealcov și colab., 2018). Reieșind din particularitățile regionale de manifestare a riscurilor meteo-climatice pe teritoriul Republicii Moldova, dar și a defini-

rii acestora ca fenomen de risc, la fel, au fost identificate riscurile meteo-climatice din perioada rece și caldă a anului, care au fost însoțite de mari pagube materiale, victime și sinistrați. Estimarea ponderată a factorilor meteo-climatici de risc după pierderile materiale și a victimelor omenești, conform CRED și a datelor Serviciului Protecției Civile și Situații Excepționale, spre exemplu, demonstrează, că seceta anului 2007 a condus la cele mai semnificative pagube materiale, constituind circa 52% din totalul pierderilor, în timp ce inundațiile din luna august 1994 declanșate pe teritoriul Republicii Moldova, au provocat circa 54% de decese din totalul acestora înregistrate în perioada anilor 1960-2017. Astfel, putem constata, că secetele și inundațiile în condițiile Republicii Moldova sunt factorii de risc cu cel mai mare impact asupra multiplelor activități umane. În perioada caldă a anului, seceta reprezintă cel mai important factor meteo-climatic de risc, care poate conduce la mari pierderi materiale, acestea fiind urmate de ploile torențiale însoțite cu vânt puternic sau grindină.

Din multitudinea riscurilor climatice cu manifestare în perioada rece a anului, în ultima perioadă de timp, se atestă poleiul puternic (fig. 2.2), chiciura (fig. 2.3), ninsorile adundente și întroiierile, depunerile mari de lapoviță și gerurile puternice, ducând la pagube materiale substanțiale.

Estimarea numărului de zile cu chiciură, care se pot manifesta o dată în 10 ani, în iernile mai reci, relevă faptul, că cele mai multe zile se înregistrează în partea de nord, nord-est și la altitudinile din partea centrală și de sud (fig. 2.3). Astfel, văile râurilor mari și mici din sudul și sud-estul țării înregistrează câte 6,5-10,9 zile, iar pe formele altitudinale, acestea ating valori de 19,4-29,0 zile. Valorile multianuale ale zilelor cu chiciură pe teritoriul Republicii Moldova, înregistrează o scădere de la nord spre sud și anume: de la 13,8 zile la nord la 8,2 zile în centru și 7,9 zile la sud. Modelele cartografice scot în evidență redistribuirea în spațiu a acestui fenomen, iar probabilitatea de manifestare o dată în 10 ani indică la valorile posibile pe care le poate însuma acest fenomen nefavorabil.

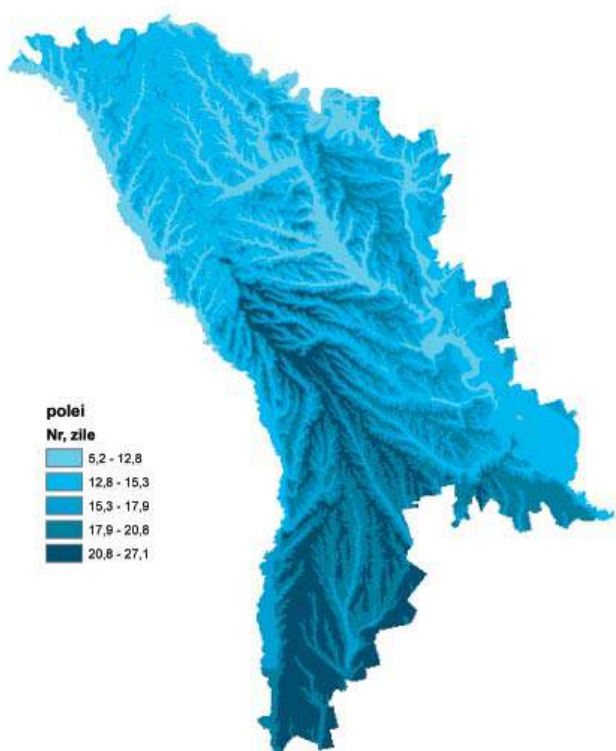


Fig. 2.2. Manifestarea o dată în 10 ani a numărului zilelor cu polei

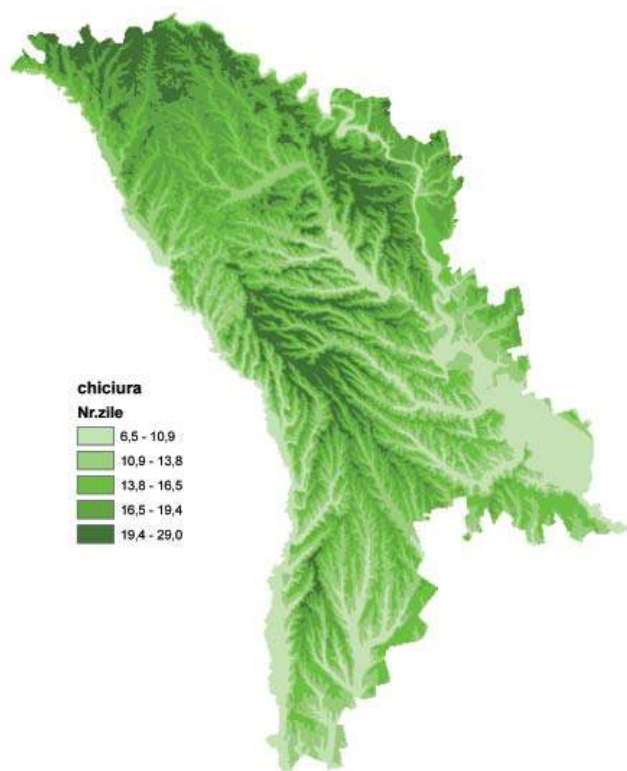


Fig. 2.3. Manifestarea o dată în 10 ani a numărului zilelor cu chiciură

Pentru agricultura Republicii Moldova, înghețurile târzii de primăvară și timpurii de toamnă, prezintă un mare pericol, deoarece ele pot surprinde culturile agricole în primele faze ale dezvoltării sau spre sfârșitul ei, creând astfel degerături, uneori destul de grave, ținând seama de rezistența aces-

tora la îngheț. Cartografierea înghețurilor periculoase pentru tot teritoriul republicii este ilustrată în figura 2.4 a, b.

Data ultimului îngheț periculos (-5°C) de primăvară în sudul Republicii Moldova s-a înregistrat la 25.03.1963, în partea centrală pe 06.04.1965, și la 17.04.1981 în partea de nord. Deci, în nordul republicii ultimele înghețuri intensive pot fi observate cu 3 săptămâni mai târziu decât la sud, ceea ce atestă că are loc afectarea diferențiată în aspect spațial a culturilor agricole. Evaluarea înghețurilor intensive de toamnă permite să constatăm, că nordul republicii mai devreme este afectat de către înghețurile periculoase toamna și anume la 29.09.1977, în partea centrală pe 13.10.1976 și în partea de sud tocmai la 21.10.1979, adică ca și în cazul celor de primăvară, peste 3 săptămâni mai târziu decât în nordul țării.

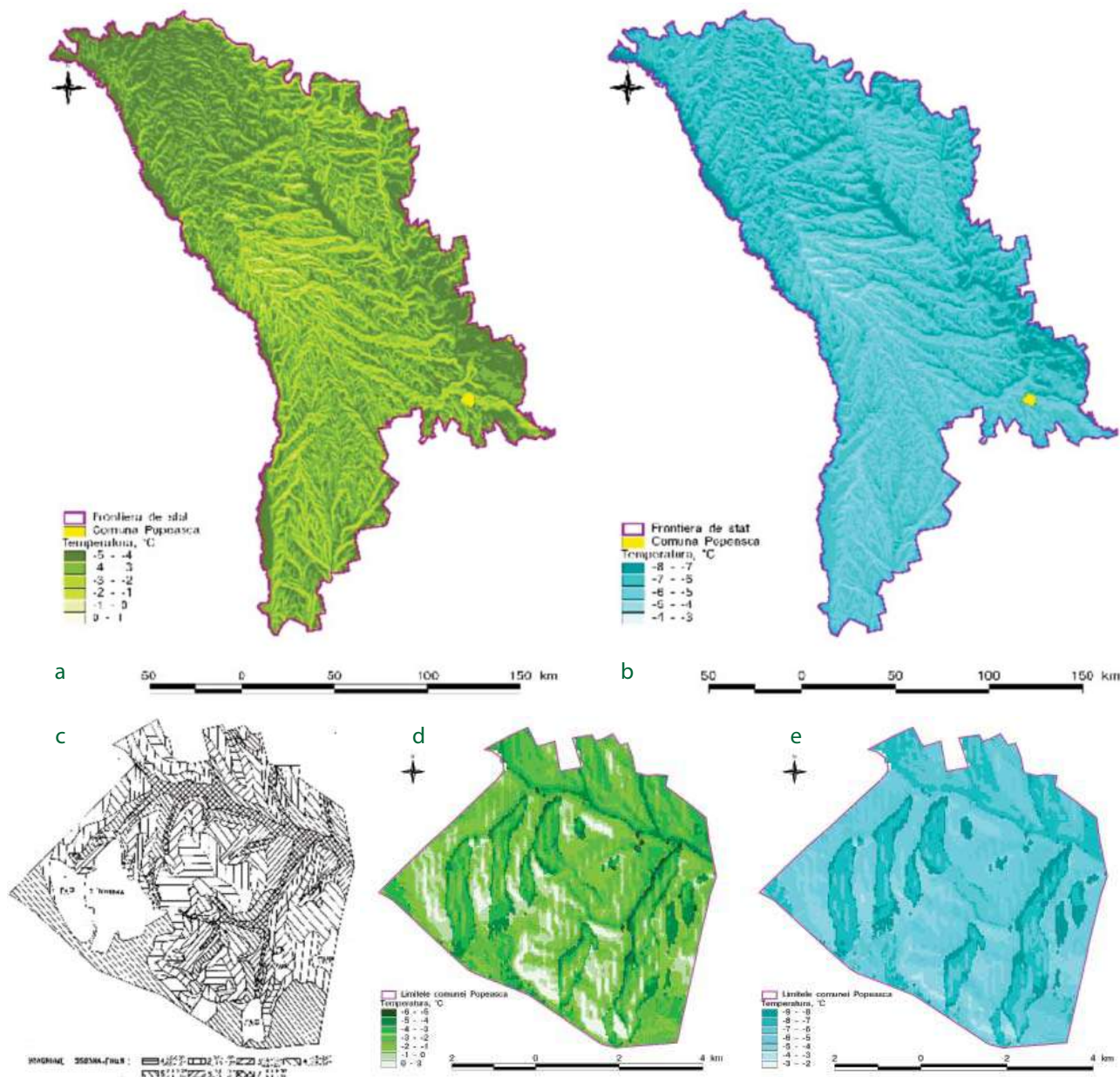


Fig. 2.4. Asigurarea cu 10% a înghețurilor târzii de primăvară și timpurii de toamnă pe teritoriul Republicii Moldova

2.2. EVALUAREA GRADULUI DE PRETABILITATE A CONDIȚIILOR CLIMATICE ÎN CULTIVAREA ANUMITOR GRUPURI DE CULTURI AGRICOLE

În baza hărților digitale obținute suprapuse cu regionarea fizico-geografică actuală, a fost evaluat gradul sumativ de pretabilitate a teritoriului Republicii Moldova din punct de vedere a asigurării cu resurse de căldură. Utilizând metoda din Nedealcov și Gămureac (2019) constatăm, că pe Colinele Tigheciului, Câmpia Cahulului, Câmpia Ialpuului, se stabilesc condiții optime, iar în toate subregiunile Regiunii Podișurilor și Câmpiilor de Silvestepă ale Moldovei de Nord se stabilesc condiții nepretabile din punct de vedere al asigurării teritoriului cu resurse de căldură (fig. 2.5). Rezultatele obținute pot fi utilizate în estimarea potențialului natural în întregime și pot asigura consumatorul de

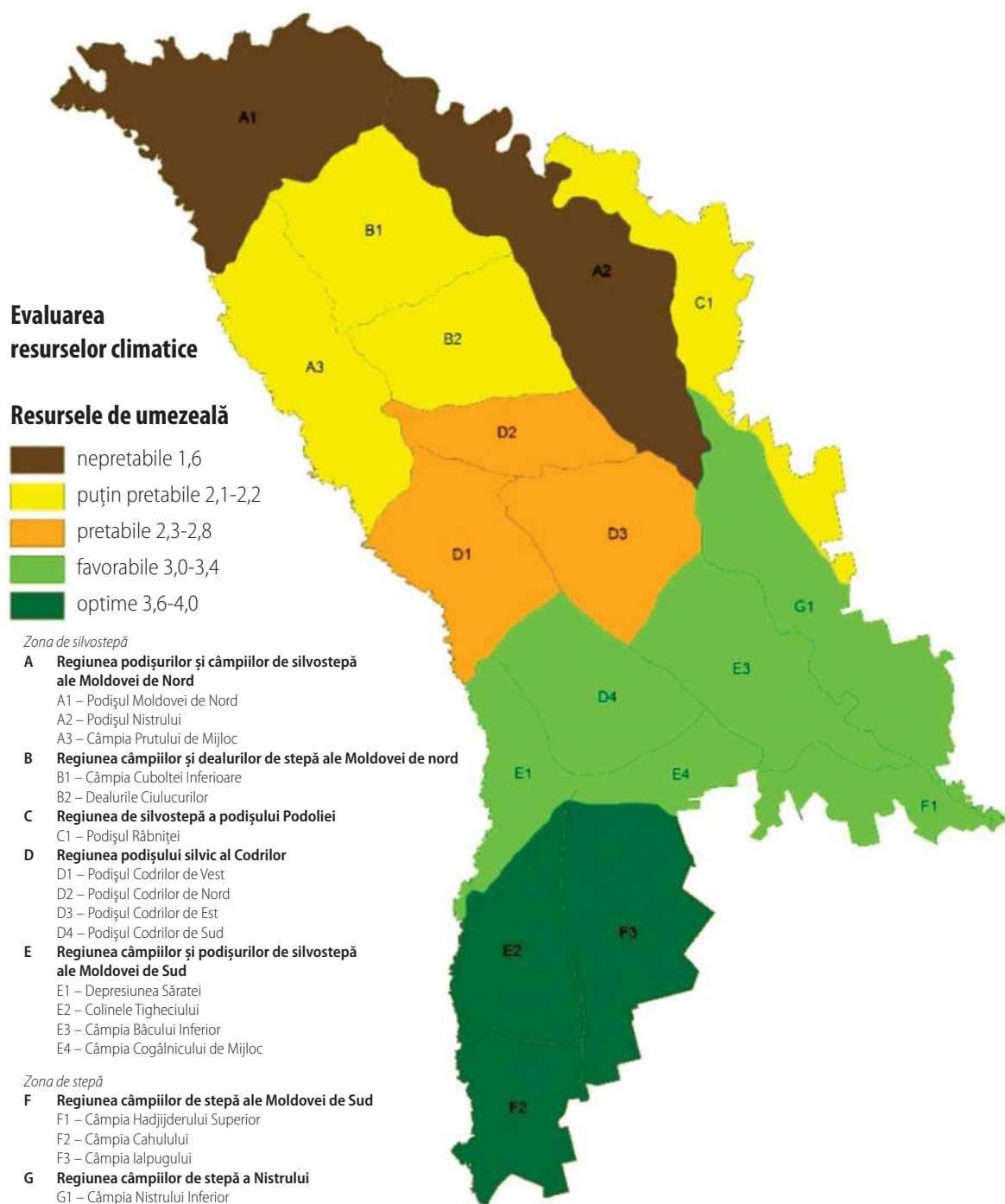


Fig. 2.5. Modelarea cartografică a resurselor de căldură pe regiuni și subregiuni fizico-geografice

informație climatică cu date privind preabilitatea resurselor actuale de căldură în dezvoltarea agriculturii Republicii Moldova. În același timp, evaluările cu caracter predictiv pentru viitoarele decenii demonstrează manifestarea mai devreme a datei de trecere a temperaturilor medii diurne peste anumite gradații. Astfel, data trecerii temperaturilor medii diurne peste 0°C și 10°C va avea loc mai devreme cu 15-16 zile, ceea ce fără îndoială va influența procesul productiv al culturilor agricole. De aceea estimările obținute sunt importante la luarea diferitor decizii cu caracter aplicativ.

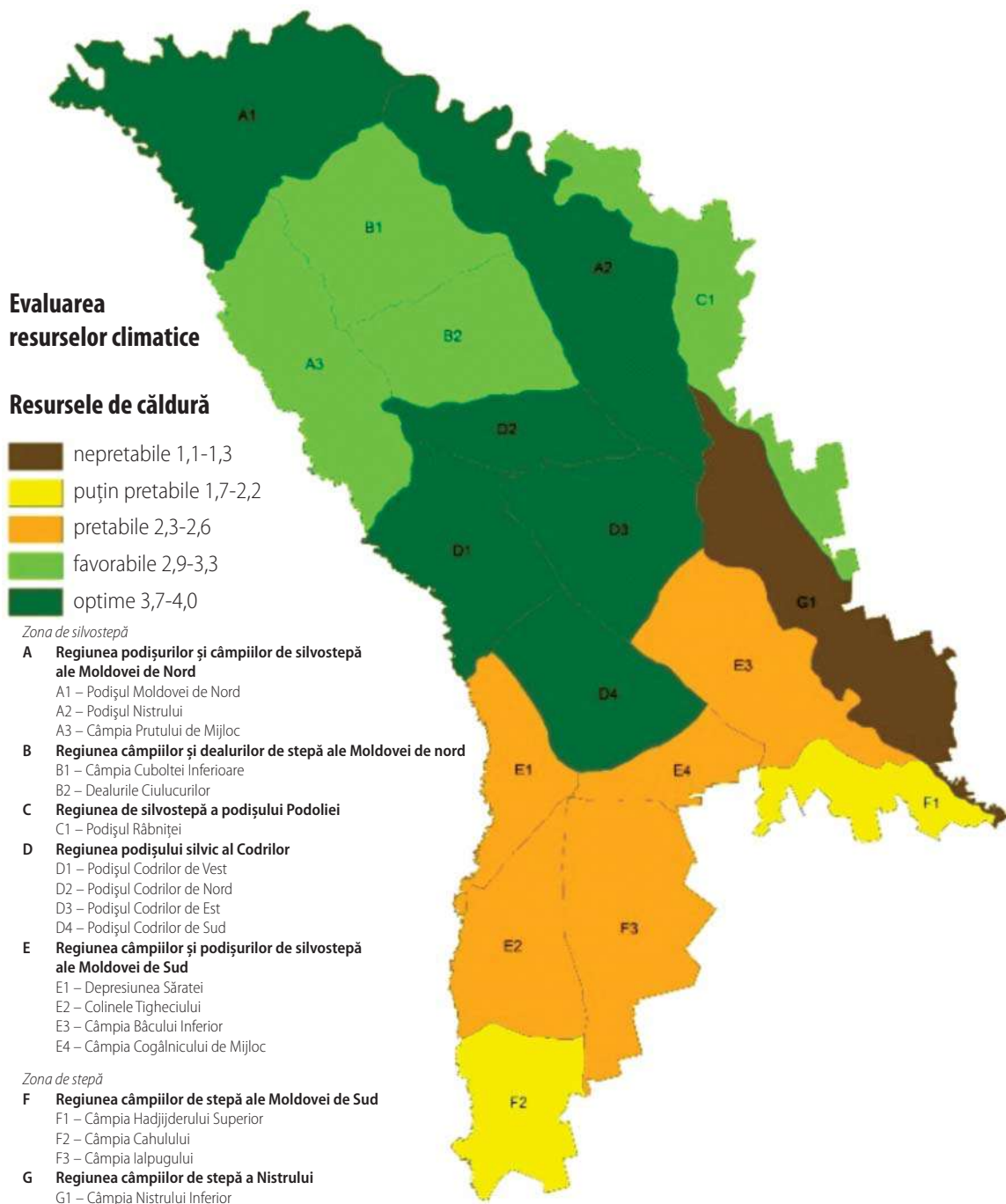


Fig. 2.6. Modelarea cartografică a resurselor de umezeală pe regiuni și subregiuni fizico-geografice

Principala caracteristică a regimului precipitațiilor atmosferice și a repartiției lor spațio-temporale o reprezintă marea variabilitate și discontinuitatea în timp și în spațiu. Regimul precipitațiilor decurge din interacțiunea factorilor genetici generali (la nivel continental) cu factorii locali. Așadar, regimul precipitațiilor atmosferice, se caracterizează prin o mare variabilitate atât spațială, cât și în timp. Toate acestea împreună influențează direct gradul de asigurare cu resurse de umezeală a anu-

mitor grupuri de culturi agricole. Identificarea criteriilor de evaluare a gradului de pretabilitate a resurselor de umezeală pentru agricultura Republicii Moldova se face cu lărgirea spectrului de indici agroclimatici: suma precipitațiilor anuale, în mm; suma precipitațiilor din perioada caldă, în mm; suma precipitațiilor din perioada rece, în mm; coeficientul hidrotermic Seleaninov (CHT); înălțimea stratului de zăpadă, în cm (tab. 2.1).

Tabelul 2.1. Criteriile de evaluare a gradului de pretabilitate a resurselor de umezeală pentru agricultura Republicii Moldova

Sistemul de pontaje	Suma precipitațiilor anuale, mm	Suma precipitațiilor din perioada caldă, mm	Suma precipitațiilor din perioada rece, mm	CHT	Înălțimea stratului de zăpadă, cm
1	450-500	350-400	85-95	≥ 0,7	9-11
2	500-550	400-450	95-105	0,7-0,9	11-15
3	550-650	450-600	105-115	0,9-1,1	15-19
4	> 650	> 600	115-155	1,1-1,8	19-23

Vița-de-vie și pomii fructiferi

Pentru agricultura Republicii Moldova sunt destul de periculoase înghețurile târzii de primăvară și timpurii de toamnă, posibile o dată în 10 ani, care afectează culturile agricole, la începutul perioadei active de vegetație și în perioada de coacere a lor. Menționăm, spre exemplu, că mugurii în floare a viței-de-vie sunt vătămați de înghețurile cu intensitatea de -1°C , iar florile – chiar la 0°C . Mugurii de rod și florile mărului, părului, vișinului, prunului sunt compromise de către înghețurile cu intensitatea de $-2\dots-4$ și -1°C corespunzător. Toamna în timpul coacerii fructelor o dată în 10 ani intensitatea temperaturilor minime observate în timpul înghețurilor în partea de nord la fel este semnificativă (-7°C) comparativ cu sudul Moldovei ($-5,4^{\circ}\text{C}$). Analiza perioadei de vegetație fără îngheț demonstrează, că în aspect spațial durata ei de manifestare la fel este diferită. Aceste diferențe spațiale dintre nord și sud constituie 24 zile în favoarea ultimei regiuni. Temperaturile mai jos de -17°C , -23°C și -25°C servesc drept criterii în evidențierea intensității gerurilor, dar sunt și temperaturile critice de vătămare a culturii viței-de-vie și a culturilor pomicole. Urmând exemplul studiului culturilor multianuale (Constantinov și colab., 2002; Constantinov și colab. 2005), au fost evaluate temperaturile critice de vătămare pentru unele soiuri de viță-de-vie ce urmează a fi testate pentru cultivarea acestora pe viitor.

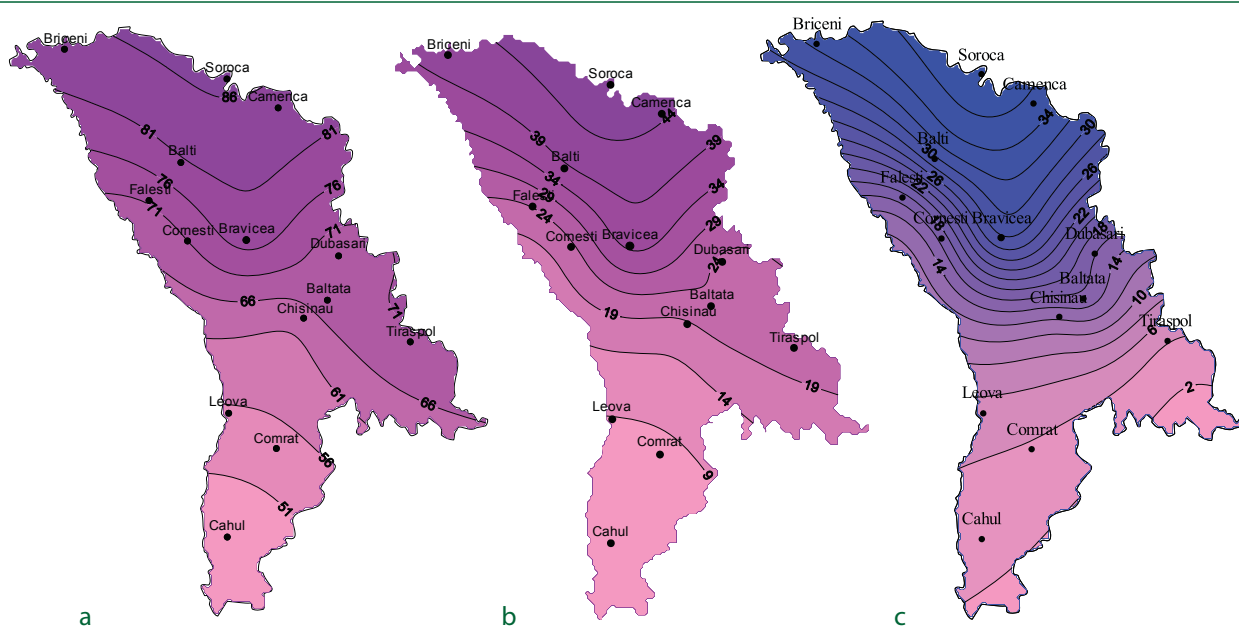


Fig. 2.7. Riscul vătămării soiurilor de viță-de-vie (a) sensibile la ger, relativ rezistente la ger (b) și rezistente (c) la ger pe teritoriul Republicii Moldova

Așadar, soiurile de viță-de-vie sensibile la ger cum ar fi Prima, Ora, Isa, Danlas, Lival, propuse pentru înregistrarea temporară în republică, în scopul cercetării acestora în condițiile de producere, au temperatura critică de vătămare mai mică de -17°C . Analiza probabilității de manifestare a acestora în spațiu denotă, că aceste culturi sensibile la ger pe teritoriul republicii pot fi compromise o dată în doi ani în partea de sud a republicii și aproape în fiecare an în partea de nord și parțial centrală (fig. 2.7, a). Pentru soiurile de viță-de-vie relativ rezistente la ger (Ester, Favorit), temperatura critică este mai mică de -22°C . Modelarea spațială a probabilității de manifestare a acestui fond termic permite să constatăm, că în sudul republicii o dată în 10 ani apare probabilitatea vătămării acestor culturi. Pe măsura deplasării spre nord riscul devine mai frecvent și în partea centrală acest prag termic se manifestă o dată în 5 ani, iar în partea nordică – o dată în 2-3 ani (fig. 2.7, b). Unele soiuri de viță-de-vie rezistente la ger, cum ar fi soiul Talisman propus pentru înregistrarea temporară în condițiile de producere ale republicii, au temperatura critică de vătămare de -25°C .

Manifestarea cu caracter de predictiv ale T mai mici de -25°C denotă că cel mai optim areal de cultivare este sudul și sud-estul republicii, unde acest fond termic scăzut se poate manifesta o dată în 50 ani. Așadar, riscul vătămării acestui soi este foarte scăzut în aceste regiuni, iar arealul favorabil de cultivare a soiului propus este până mai jos de latitudinea municipiului Chișinău (fig. 2.7, c), adică, până la hotarul de manifestare a probabilității de 10% a acestui fond termic.

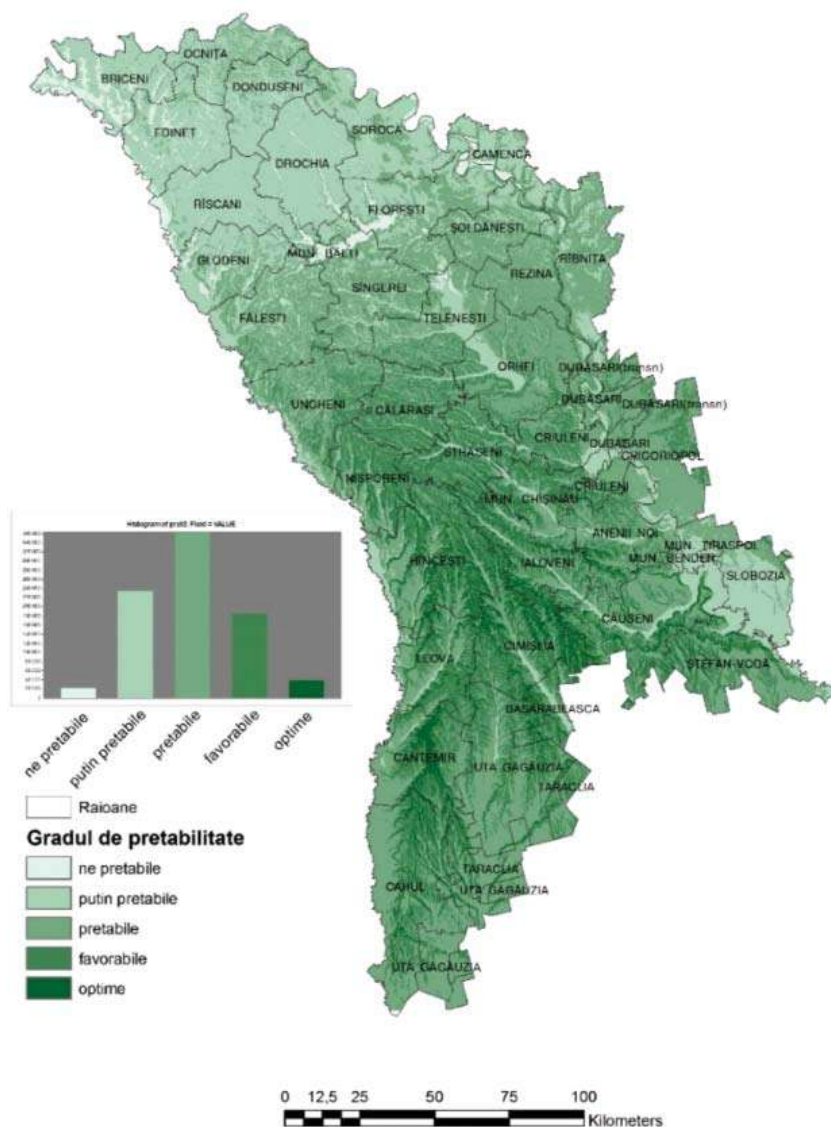


Fig. 2.8. Regionarea agroclimatică după gradul de pretabilitate a climatei pentru dezvoltarea pomiculturii

Rezultatele obținute cu privire la modelarea cartografică a temperaturilor extreme din perioada rece a anului și din perioadele de tranziție ce condiționează apariția înghețurilor periculoase sau a căderilor masive de zăpadă, sunt extrem de importante la omologarea adecvată a unor soiuri de viță-de-vie sau grupuri de culturi pomicole, cu scopul prevenirii sau atenuării influenței factorilor meteorologici nefavorabili în timpul iernării acestora, a intrării și ieșirii corecte din iernare, iar delimitarea arealelor optime favorabile și de stres ar putea contribui esențial la sporirea productivității soiurilor ce urmează a fi omologate în noile condiții climatice.

Deoarece condițiile de iernare servesc ca factor limitativ în cultivarea unor grupuri de specii pomicole, importanță este evaluarea complexă a acestora în condițiile schimbărilor climatice. Reieșind din cele menționate în cercetările anterioare (Constantinov și colab., 2002; Constantinov și colab., 2005) pe exemplul evaluării condițiilor de iernare a caisului și piersicului în Republica Moldova, a fost demonstrată legătura corelativă dintre factorii meteorologici și elementele productive ale acestor culturi. Ritmul rapid de schimbare a climei din ultimele decenii, necesită o evaluare detaliată și periodică privind influența factorilor meteorologici asupra tuturor speciilor de culturi pomicole.

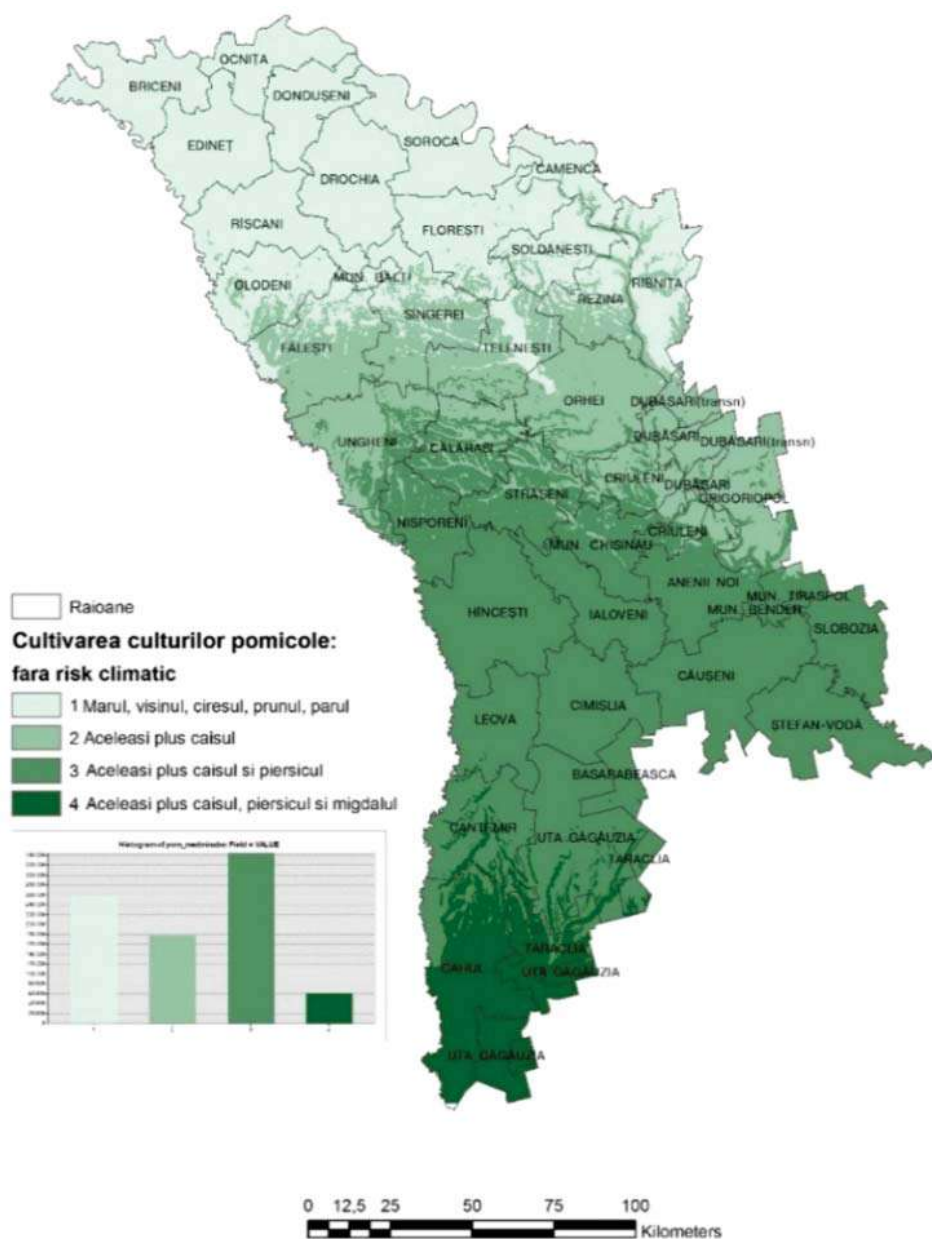


Fig. 2.9. Regionarea teritoriului fără risc climatic în cultivarea speciilor pomicole

Reieșind din faptul, că pentru unele specii pomicele teritoriul Republicii Moldova se află la hotarul de nord al cultivării lor teritoriale, a fost efectuată regionarea teritoriului fără risc climatic în cultivarea acestora (fig. 2.8). Regionarea teritoriului fără risc climatic în cultivarea speciilor pomicele (fig. 2.9) divizează teritoriul țării în 4 clase: prima clasă denotă, că pe întreg teritoriul republicii fără risc climatic se poate cultiva mărul, vișinul, cireșul, prunul, părul. Cea de-a doua clasă cuprinde teritoriul favorabil în creșterea culturilor sus-menționate la care se adaugă și caisul. Clasa a treia este teritoriul favorabil pentru toate culturile indicate mai sus la care se mai adaugă și piersicul. Clasa a patra sunt teritoriile favorabile în cultivarea tuturor speciilor pomicele sus-menționate la care se mai adaugă și migdalul. Aceasta este extremitatea de sud a republicii unde se stabilesc cele mai optime resurse de căldură. Suprapunerea hărții digitale ce indică regionarea teritoriului fără risc climatic în cultivarea speciilor pomicele cu cea a raioanelor administrative va permite îmbunătățirea considerabilă a amenajării teritoriale a acestei ramuri agricole.

Grâul de toamnă

Un rol important în dezvoltarea favorabilă a grâului de toamnă o au condițiile de iernare, deci cunoașterea particularităților de manifestare ale minimumului absolut termic este utilă. Prin rezistența la iernare se subînțelege rezistența pe care o manifestă plantele de grâu de toamnă la acțiunea nefavorabilă a unui complex de factori externi prezenți în cursul iernii. Factorul care produce cele mai mari vătămări grâului în timpul iernării este temperatura scăzută (gerul). Este cunoscut faptul, că în condițiile țării noastre grâul de toamnă care a trecut prima fază de călire poate rezista la temperaturi cuprinse între -12°C și -15°C , iar cel care a parcurs ambele faze, rezistă la temperaturi mult mai scăzute, cuprinse între -20°C și -25°C (Constantinov și colab. 2005; Nedelcov și Gămureac, 2019). Analiza evoluției temperaturilor minime extreme indică, că în 10 din 53 ani, la Briceni, limita de vătămare a grâului de toamnă cu temperaturi sub -25°C a fost atinsă. Astfel, în partea de nord (Briceni) temperatura minimă absolută atinge valori de $-21,1^{\circ}\text{C}$, în partea centrală extremele minime constituie doar $-17,3^{\circ}\text{C}$ (Chișinău), iar în sudul republicii (Cahul) minimumul absolut nu întrece valoarea de $-16,8^{\circ}\text{C}$. Tot în partea de nord, se observă și cea mai mare variabilitate climatică (σ este de 4,2) a acestui indice termic, ceea ce explică și posibilitatea vătămării culturii de către temperaturile extreme în perioada de iernare.

Cele mai scăzute valori înregistrate în cea mai rece iarnă din seria observațiilor instrumentale (1963) au constituit de la nord spre sud $-33,8...-28,4...-24,9^{\circ}\text{C}$ corespunzător. În iernile calde, minimumul absolut este de $-8,8...-9,2...-12,8^{\circ}\text{C}$. Analiza frecvenței și a intensității de manifestare a extremelor termice minime indică, că acestea în nordul republicii în 42 de cazuri se manifestă cu o intensitate cuprinsă în limitele $-17,8...-28,1^{\circ}\text{C}$. Deci, în partea nordică, există pericolul vătămării grâului de toamnă, în cazul intrării incorecte a acestuia în perioada de repaus. Pe măsura deplasării spre sud, estimarea frecvenței și a intensității de manifestare a minimumului absolut demonstrează că acesta în cele mai multe cazuri (40 de cazuri) se manifestă cu o intensitate de $-11,7...-20,3^{\circ}\text{C}$. Fără îndoială, că o asemenea repartiție în timp a intensității și frecvenței temperaturii minime absolute pe teritoriul Republicii Moldova creează condiții diverse de iernare în general, și de cultivare a grâului de toamnă, în particular.

Probabilitatea de 10% minimumul absolut al anului în nordul republicii caracterizează valorile de $-27,1^{\circ}\text{C}$, în partea centrală $-22,2^{\circ}\text{C}$, iar în partea de sud $-21,1^{\circ}\text{C}$, de unde putem conchide că în cazul părții de nord, o dată în 10 ani, valorile absolute trec peste ambele limite de vătămare a grâului de toamnă, în dependență de gradul de pregătire a acestuia către iernare. În partea centrală și de sud, o dată în 10 ani, apare pericolul vătămării în cazul manifestării doar a iernilor reci. Ținând cont că grâul de toamnă se cultivă pretutindeni în republică, aceste rezultate obținute sunt extrem de importante.

Modelarea cartografică indică, că o dată în 10 ani, în iernile reci, mai la nord de latitudinea Cornești (fig. 2.10, a) teritoriul Republicii Moldova devine vulnerabil pentru iernarea grâului de toamnă. Extremitatea de sud-vest în astfel de ierni înregistrează valori de $-21,5^{\circ}\text{C}$, fiind mai favorabilă. În

iernile calde (fig. 2.10, b), doar extremitatea de nord înregistrează valori de $-16,0^{\circ}\text{C}$, în restul teritoriului acesta variază în limitele $-14...-13,3^{\circ}\text{C}$, ceea ce denotă, că în asemenea ierni se stabilesc condiții prielnice de iernare.

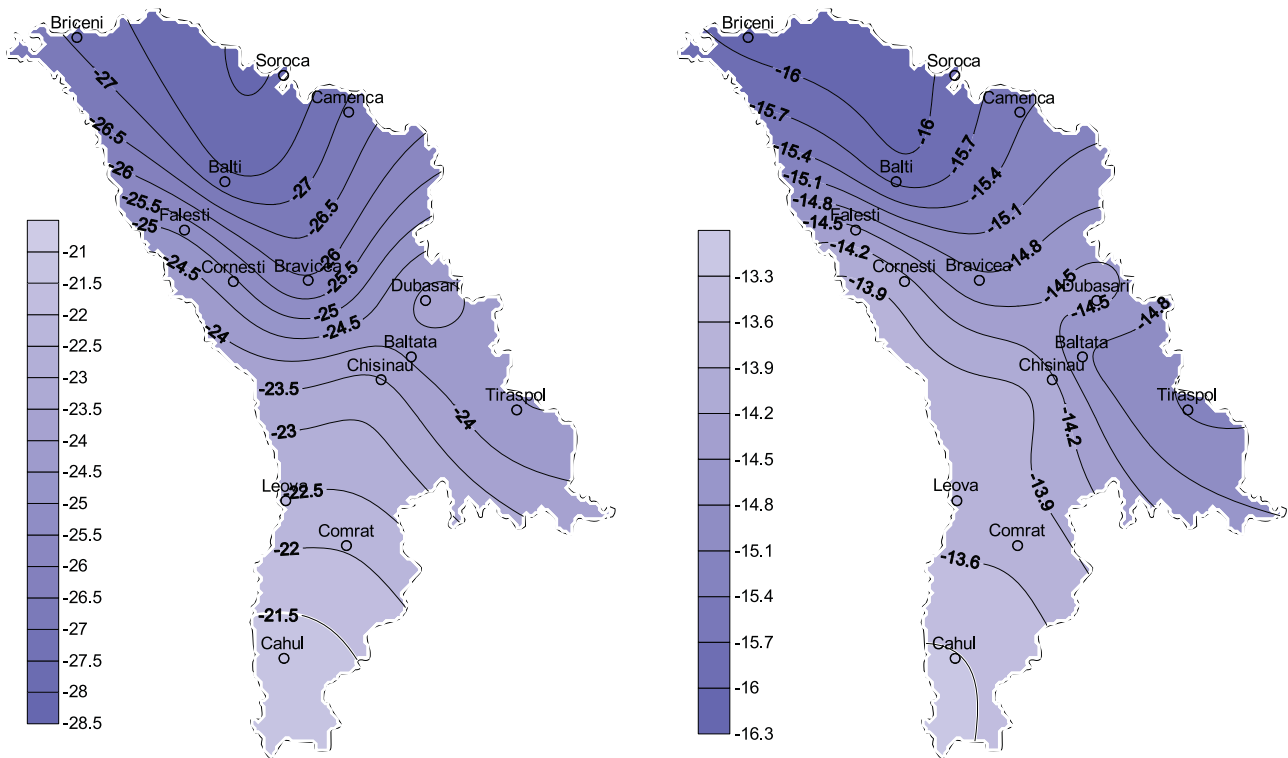


Fig. 2.10. Asigurarea cu 10% a minimului absolut în iernile reci (a) și în iernile calde (b) pe teritoriul Republicii Moldova

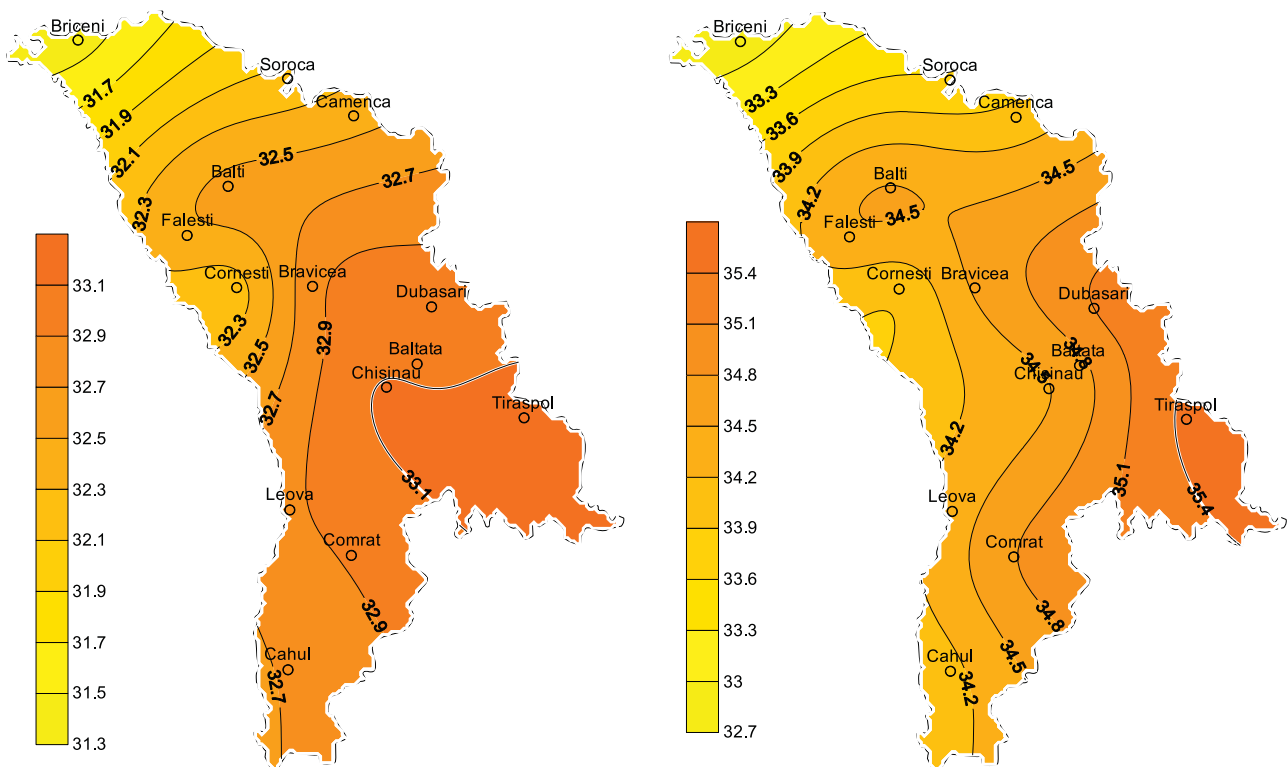


Fig. 2.11. Asigurarea cu 10% a temperaturilor maxime absolute în timpul încălzirii (a – mai) și a înfloririi-umplerii boabelor (b – iunie) pe teritoriul Republicii Moldova

Odată cu încălzirea climei actuale, are loc și manifestarea extremelor termice semnificativ de înalte, care trecând de o anumită limită, devin temperaturi critice în parcurgerea fazelor sus-menționate de o sensibilitate sporită către fondul termic ridicat. Așadar, analiza evoluției temperaturilor maxime în timpul înspecării pe teritoriul Republicii Moldova denotă, că limita de vătămare cu temperaturi de peste 30°C a fost atinsă în 8 cazuri din 53 ani la Briceni. În partea centrală și de sud această limită a fost întrecută de 11 ori. În ultimele decenii, se observă o manifestare mai frecventă a trecerii temperaturilor înalte peste limita critică în faza înspecării grâului de toamnă, în condițiile Republicii Moldova, ceea ce fără îndoială contribuie la intensificarea impactului temperaturilor maxime și deci, a modificării condițiilor agroclimatice.

În timpul înfloririi – umplerea bobului, faze ce se petrec cu precădere în luna iunie, temperaturile maxime critice pe teritoriul Republicii Moldova se observă pretutindeni, constituind peste 26-28 cazuri în perioada supusă studiului. Deci, jumătate din anii cercetați înregistrează valori termice critice pe parcursul manifestării acestor faze de dezvoltare, iar cea mai mare frecvență se atestă în ultimele două decenii. Fără îndoială, că rezultatele obținute sunt destul de utile la luarea diverselor decizii cu caracter aplicativ, în special, privind măsurile efective de adaptare a grâului de toamnă către schimbările climei actuale. La înspecare, o dată în 10 ani, în nordul republicii, maximele ating valoarea de 31,5°C, în partea centrală și de sud acestea constituie 32,7°C, iar în partea de sud-est extremele termice pozitive sunt de 33,1°C. Deci, repartiția extremelor în spațiu indică, că acestea nu numai că sunt critice, dar pun în pericol dezvoltarea de mai departe a grâului de toamnă (fig. 2.11, a). Aceeași legitate se păstrează și în cazul manifestării extremelor termice în timpul înfloririi și a umplerii bobului (fig. 2.11, b) din luna iunie. Așadar, în timpul înfloririi o dată în 10 ani, în nordul republicii maximele ating valoarea de 33,0°C, în partea centrală și de sud acestea constituie 34,2°C, iar în partea de sud-est se înregistrează valori de 35,4°C, ceea ce poate condiționa pericol pentru dezvoltarea de mai departe a grâului de toamnă. Cele relatate mai sus, relevă că schimbarea climei actuale aduce cu sine creșterea vulnerabilității teritoriului la hazardurile climatice. Astfel, în condițiile Republicii Moldova extremitatea de sud-est a republicii o dată în 10 ani devine teritoriul cel mai vulnerabil în parcurgerea fazelor sensibile de dezvoltare a grâului de toamnă, adică în timpul înspecării și înfloririi (Nedealcov și Gămureac, 2019).

Surplusul resurselor termice atestat în ultimii ani, comparat cu cerințele anumitor grupuri de culturi agricole, indică faptul, că odată cu deplasarea spre nord a resurselor de căldură, aceste teritorii devin areale de risc în cultivare pentru grâul de toamnă, floarea-soarelui, porumb. În același timp, pentru unele culturi multianuale are loc deplasarea spre nord a optimului termic de cultivare a acestora. Deci, se creează condiții prielnice pentru soiurile târzii de viță-de-vie, piersic, cireș, cais, vișin. Nu este exclus faptul, că la apariția arealelor care se caracterizează prin suma temperaturilor active de 3700°C din sudul și sud-vestul republicii, să apară premise în cultivarea altor culturi termofile, care până în prezent pe teritoriul republicii nu se practică.

În noile condiții climatice regionalizarea teritoriului fără risc climatic la cultivarea speciilor pomicele are loc în 4 clase: prima clasă reprezintă tot teritoriul republicii fără risc climatic pentru cultivarea mărului, vișinului, cireșului, prunului, părului. Cea de-a doua clasă cuprinde teritoriul favorabil în creșterea culturilor sus-menționate la care se adaugă și caisul. Clasa a treia este teritoriul favorabil pentru toate culturile indicate mai sus la care se mai adaugă și piersicul. Clasa a patra sunt teritoriile favorabile în cultivarea tuturor speciilor pomicele sus-menționate la care se mai adaugă și migdalul.

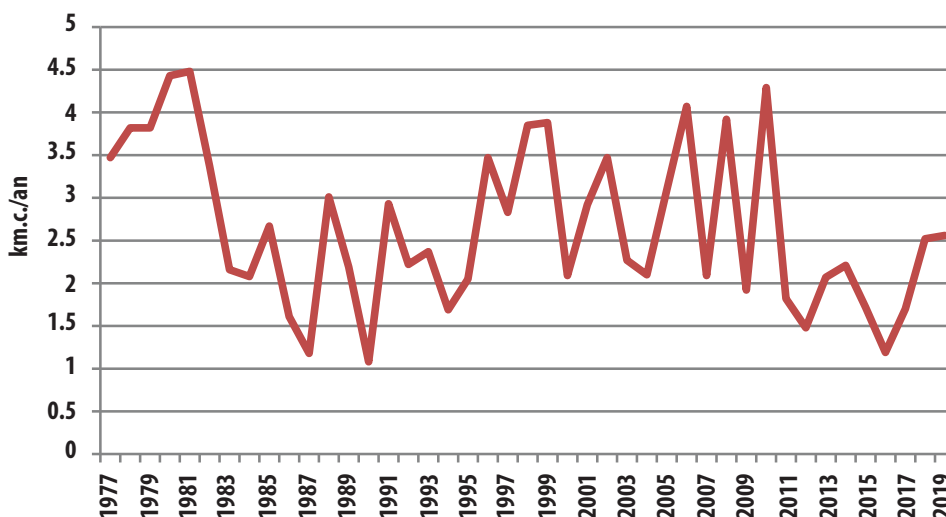
3. IMPACTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA STĂRII RESURSELOR NATURALE

3.1. MODIFICAREA RESURSELOR DE APĂ DISPONIBILE ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

Republica Moldova este o țară cu resurse de ape relativ modeste. Acestea sunt reprezentate de apele de suprafață și apele subterane. Apele de suprafață sunt reprezentate de râuri, lacuri și bălți. Apele subterane, prin natura și poziția sa pe verticală sunt de adâncime (sub presiune) și freatice (libere). Analiza resurselor de apă a fost efectuată în baza rapoartelor multianuale oferite de către Serviciul Hidrometeorologic de Stat (volumul scurgerii), Agenția pentru Geologie și Resurse Minerale (apele subterane), Agenția de Mediu (calitatea apelor de suprafață) și Agenția „Apele Moldovei” (utilizarea apelor).

Resursele apelor de suprafață din spațiul Districtului Bazinului Hidrografic Prut, Dunăre și Marea Neagră (DBH PDMN) sunt reprezentate de râuri, lacuri și bălți care se încadrează în trei bazine hidrografice distincte: bazinul hidrografic al r. Prut, bazinul râurilor mici și medii cu vărsarea în limanurile dunărene (Cahul, Ialpug, Catlabug și Chârghij-Chitai) și bazinul râurilor cu vărsarea în limanurile Mării Negre (Cogâlnic, Sărata, Hagider, Căplani, Alcalia).

Volumul mediu anual al scurgerii râului Prut în perioada anilor 1977-2019 a constituit 2,65 km³ (fig. 3.1). În ultimii ani (perioada 2011-2019) această valoare a coborât mult sub nivelul mediu, ajungând chiar la valori de 1,48 km³ (în 2012) și de 1,19 km³ (în 2016). În genere, în perioada 2011-2017, valoarea medie a scurgerii a fost cu 1/3 decât valoarea medie. Principalele cauze ale acestei diminuări sunt atât schimbările climatice regionale, cât și regularizarea scurgerii în cursul superior al râului. Trebuie de menționat, că râurile Prut și Nistru, își formează până la 80% din volumul scurgerii pe teritoriul Ucrainei.



Elaborat în baza datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Fig. 3.1. Dinamica volumului scurgerii r. Prut

Volumul de apă potențial pentru utilizare constituie 1/3 din volumul scurgerii. Ținând cont că r. Prut este un râu transfrontalier, dar și de faptul că circa 1/3 din volumul scurgerii reprezintă debitul ecologic, Republica Moldova dispune de posibilitatea de a utiliza, în mediu, în jur de 0,88 km³ de apă din această sursă.

Valorile debitelor medii anuale în secțiunea Ungheni (fig. 3.2) ne permite să identificăm, în perioada 1945-2019, alternarea perioadelor cu ape mici (1945-1968; 1983-1995 și 2011-2019), cu valoarea

medie mai mică față de perioada de referință și două perioade cu ape mari (1969-1982 și 1996-2010). Reieșind din aceste date, începând cu anul 2011, reprezintă începutul unei noi perioade de ape mici, care se va prelungi, probabil, până în anii 2022-2023 sau chiar până în 2032-2033.

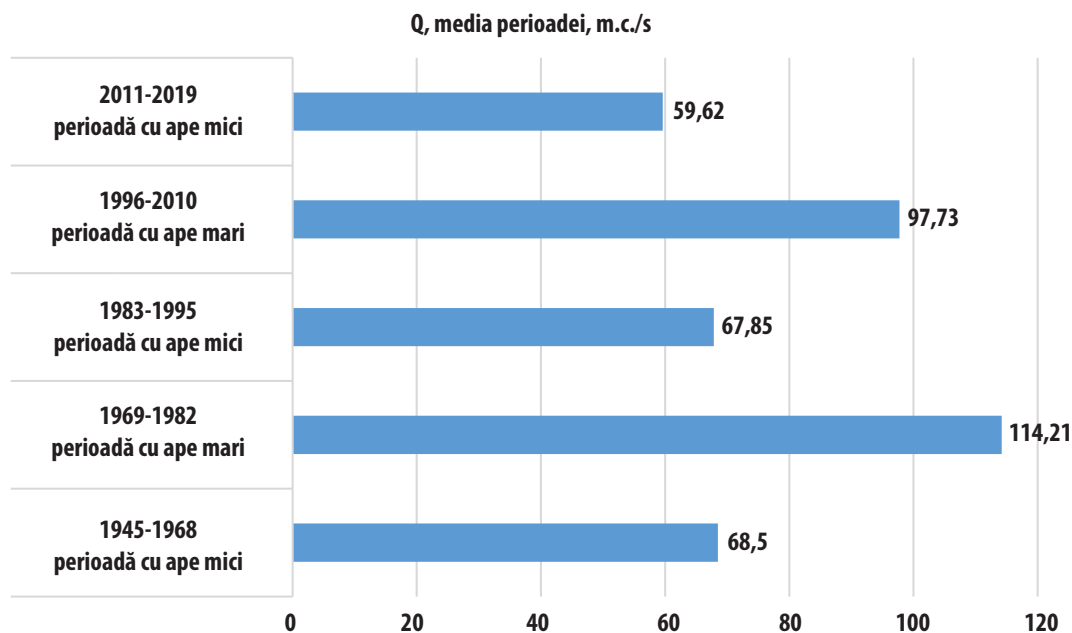


Fig. 3.2. Periodizarea scurgerii apei râului Prut, p.h. Ungheni (1945-2019)

Scurgerea râurilor și resursele de apă de suprafață ale DBH DPMN se formează din două surse principale de alimentare: din alimentarea superficială și cea subterană; ponderea dintre aceste două categorii de alimentare determină, în mare parte, și regimul anual de scurgere al râurilor. Ponderea nesemnificativă a alimentării subterane în râurile din sudul DBH DPMN, paralel cu alți factori, determină și scurgerile modeste sau secarea definitivă a acestora în perioada de vară. **Problema dată se poate acutiza pe viitor, atât din cauza schimbărilor climatice, cât și a creșterii presiunii pe apele subterane.**

Volumul scurgerii râurilor variază foarte mult pe parcursul anului, fiind în funcție de aportul de precipitații, contribuția alimentării nivale (din topirea zăpezii) și celei subterane în alimentarea râului. În cazul r. Prut (fig. 3.3), observăm că în perioada lunilor aprilie-iulie se înregistrează cel mai mare volum de scurgere. **În procesul de captare a resurselor de apă, în special în scopuri agricole, trebuie de ținut cont de fluctuațiile sezoniere ale debitului.**

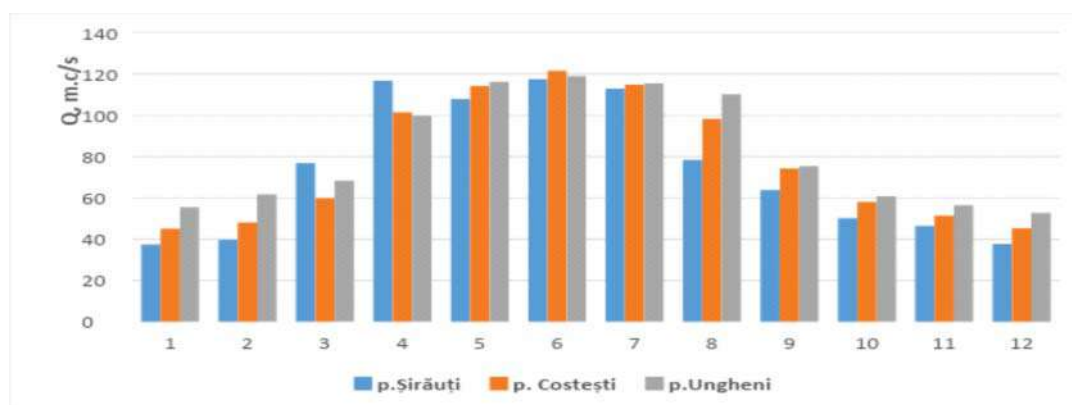


Fig. 3.3. Regimul scurgerii lichide anuale pe r. Prut

Râurile mici, lacurile de acumulare (cu excepția l. Costești-Stânca) și majoritatea iazurilor au o importanță redusă pentru asigurarea cu apă a agriculturii (inclusiv pentru irigare). Conform rapoar-

telor Serviciului Hidrometeorologic de Stat și al Agenției de Mediu, **calitatea apelor de suprafață (conform parametrilor hidrochimici) în perioada 2016-2018 a fost poluată (clasa a IV-a) și foarte poluată (clasa a V-a). În plus, apa multor lacuri din sudul districtului se caracterizează printr-un grad de mineralizare, care poate depăși 2,0-5,0 g/l, fapt ce nu permite utilizarea apei în irigare, activitate atât de necesară în aceste regiuni cu umiditate insuficientă.**

Astfel, resursele proprii anuale ale apelor râurilor DBH DPMN alcătuiesc în total 1 736 720 mii m³, inclusiv 1 660 milioane m³ reprezintă resursele r. Prut și 76,72 milioane m³ sunt resursele râurilor cu vărsarea în limanurile dunărene și în cele ale Mării Negre.

Apele subterane ale DBH DPMN. În urma prospecțiunilor hidrogeologice rezervele totale de apă subterană, la 01.01.2014, au fost apreciate a fi de 3478,9 m³/zi.

Majoritatea rezervelor de ape subterane sunt concentrate în regiunea centrală a republicii. Bazinul râului Prut dispune de resurse de ape subterane relativ reduse, care însă depășesc cerințele actuale.

Resursele de exploatare totale ale apelor subterane din DBH DPMN alcătuiesc 694,08 milioane m³/zi, din care 275,70 milioane m³/zi sunt aprobate de Comisia de Stat pentru Rezerve. Resursele apelor subterane se repartizează neuniform în spațiul bazinelor hidrografice, cu valori mai mari în bazinele râurilor Prut, Ialpug și Cogâlnic (fig. 3.4). O repartitie neuniformă se observă și pe acvifere (fig. 3.5), cele mai mari rezerve fiind cantonată în orizontul Badenian-Sarmațian.

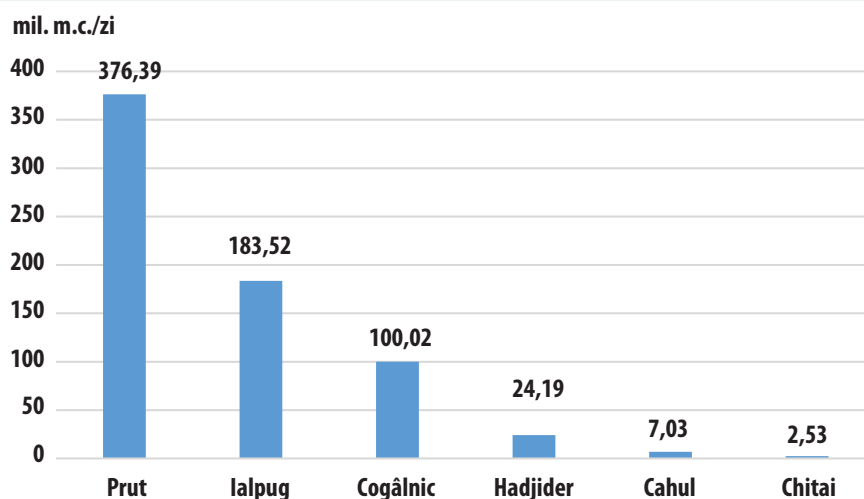


Fig. 3.4. Repartiția resurselor totale de ape subterane pe bazine hidrografice din spațiul DBH DPMN

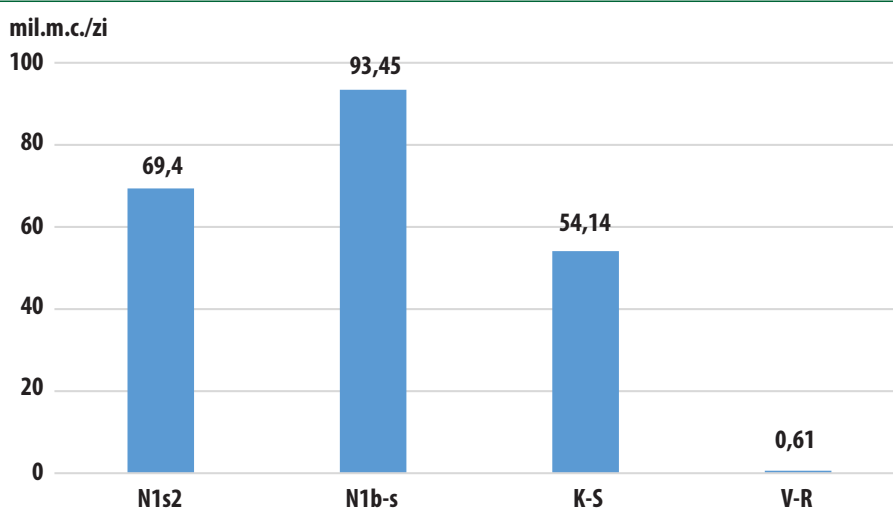


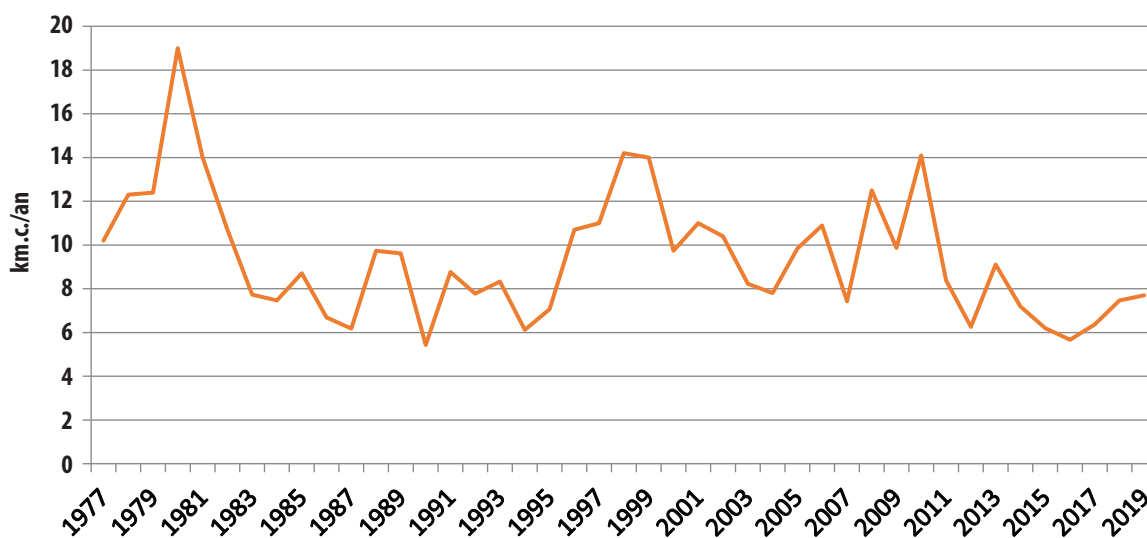
Fig. 3.5. Repartiția valorilor resurselor totale de ape pe complexe acvifere în bazinul hidrografic Prut (milioane m³/zi)

Resursele aprobate de Comisia de Stat pentru Rezerve (CSR) a fost apreciată a fi de 275,70 milioane m³/zi, resursele apelor destinate pentru aprovizionarea cu apă tehnico-potabilă (AATP) – de

222,02 milioane m³/zi, resursele destinate aprovizionării cu apă tehnică a întreprinderilor (AATÎ) – 51,25 milioane m³/zi și resursele pentru aprovizionarea cu ape minerale în scopuri sanitaro-balneare (AAMSB) – de 2,43 milioane m³/zi. **Resursele de apă subterană menționate sunt suficiente pentru asigurarea populației și activităților economice cu volumul necesar de ape subterane.**

Resursele de apă de suprafață ale Districtului Bazinului Hidrografic Nistru (DBHN) sunt reprezentate prin 1591 râuri și pâraie, 51 de lacuri de acumulare cu un volum de peste 1 milioane m³ și circa 1700 iazuri și alte bazine artificiale de apă.

Apele fluviului Nistru reprezintă principala sursă de apă ce poate asigura pe deplin necesitățile, atât a populației, cât și a economiei Republicii Moldova. Debitul mediu multianual de apă este de 292-316 m³/s. Fluviul Nistru are un volum de apă mediu multianual de circa 9,4 km³ (fig. 3.6). Cele mai mari volume de apă, peste 12 km³, s-au înregistrat în anii 1955, 1969, 1970, 1976, 1978, 1979, 1980, 1981, 1998, 1999, 2008, 2010. Cele mai mici volume de apă, sub 6 km³, s-au înregistrat în anii 1954, 1961, 1987, 1990, 1994, 1995 și 2016. În anii cu deficit de umiditate volumele de apă pot înregistra circa 6 km³, pe când în anii cu precipitații abundente, scurgerea anuală a fl. Nistru poate ajunge la 12 km³ sau mai mult.



Elaborat în baza datelor Serviciului Hidrometeorologic de Stat

Fig. 3.6. Dinamica volumului scurgerii fl. Nistru

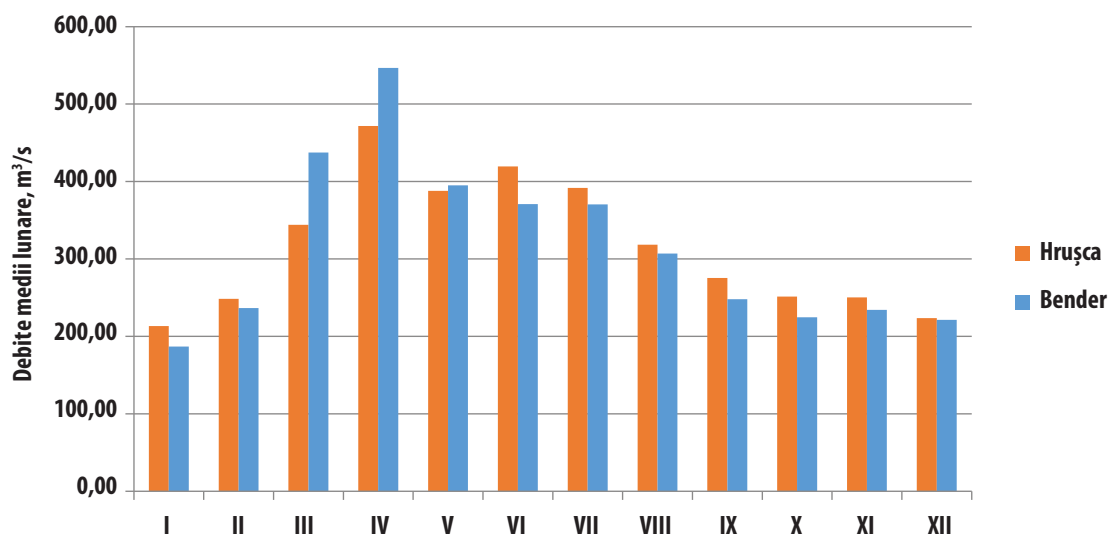


Fig. 3.7. Debitul mediu lunar al fl. Nistru (posturile hidrologice Hrușca și Bender)

Resursele de apă pe parcursul anului se repartizează neuniform. Lunile cele mai bogate în resurse de apă sunt aprilie, mai, iunie și iulie. Debitul mediu maxim se înregistrează în aprilie, când pot depăși 450-500 m³/s; debitul minim este caracteristic lunilor de iarnă, minimele diminuându-se sub 200 m³/s și fiind de 2,5 mai mici în raport cu mediile maxime din perioada de vară (fig. 3.7).

Și în caracteristicile scurgerii temporale a fl. Nistru, ca și în cele ale râului Prut, se înregistrează alternarea perioadelor cu diferite valori ale scurgerii medii anuale (fig. 3.8).

Ultima perioadă cu ape mici, anii 2011-2019, cum se înregistrează și în cazul scurgerii r. Prut, se va prelungi până în anii 2022-2023.

În conformitate cu Acordul Interstatal, resursele de apă ale fluviului Nistru, fluviu transfrontalier, sunt împărțite în mod egal între Ucraina și Republica Moldova, în același mod cum resursele de apă ale r. Prut sunt împărțite egal între Republica Moldova și România.

Resursele de apă ale râurilor mici din cadrul DBHN se repartizează diferit de la Nord la Sud, fiind influențate atât de precipitațiile atmosferice, cât și de sursele apelor subterane care sunt mai bogate în regiunea nordică a districtului și mai sărace în regiunea de sud. Majoritatea acestor râuri, cu excepția r. Răut, nu prezintă mare importanță în asigurarea cu resurse de apă, fie din cauza debitului redus, fie din cauza gradului înalt de poluare.

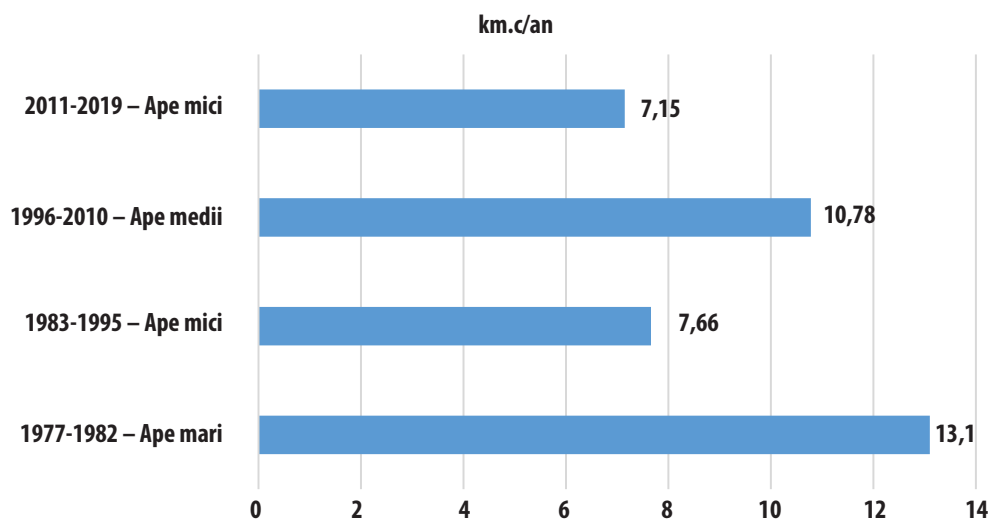


Fig. 3.8. Perioade cu diferite categorii de scurgere anuală a fl. Nistru (1977-2019)

Pentru activități economice este necesar de a cunoaște volumul de apă care poate fi utilizat și volum de apă care trebuie obligatoriu păstrat pentru a asigura o dezvoltare sustenabilă a ecosistemelor riverane, precum și viteze de apă ce nu ar duce la colmatarea albiilor râurilor. Repartizarea resurselor actuale de apă ale DBHN conform clasificării propuse este prezentată în figura 3.9.

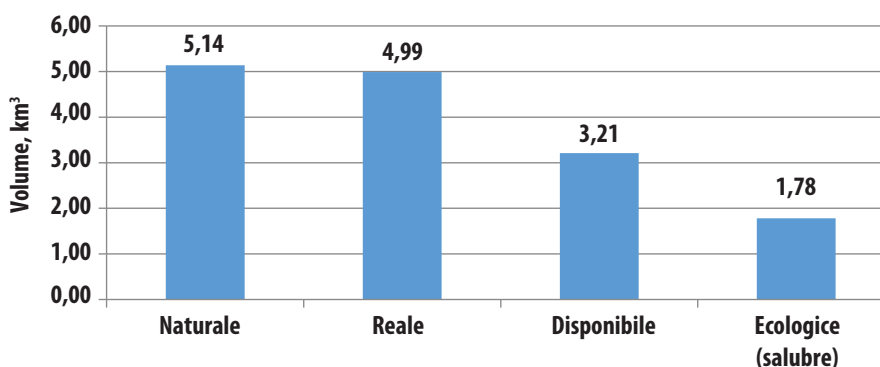


Fig. 3.9. Repartiția resurselor proprii de apă ale fl. Nistru

Se observă că volumul disponibil de apă din anii umezi (ani cu ape mari) este de 3 ori mai mare comparativ cu volumul disponibil în anii secetoși (ani cu ape mici). În perioada secetoasă volumul

disponibil de apă atinge valori de 1,14-1,48 km³, fenomen ce prezintă un risc de insuficiență severă a resurselor de apă.

Resursele anuale disponibile de apă de suprafață ale DBHN alcătuiesc în mediu 4,60 km³, inclusiv 3,21 km³ reprezintă resursele medii multianuale ale fl. Nistru, 0,96 – resursele afluenților de dreapta ai Nistrului și 0,43 km³ – resursele lacurilor de acumulare și ale iazurilor. În anii secetoși resursele fl. Nistru se reduc considerabil. În aceste condiții, cu scăderi apreciabile ale debitelor în perioada caldă a anului și în condițiile de exploatare ineficientă a complexului hidroenergetic de la Novodnestrovsk, pot apărea perioade critice în alimentarea cu apă a populației și activităților economice.

Apel subterane ale DBHN. Rezervele totale de resurse de exploatare din DBHN alcătuiesc 2 748,718 mii m³/zi și 1 003 282,07 mii m³/an, ce reprezintă aproximativ 80% din resursele exploatabile a apelor subterane din Republica Moldova.

Resursele apelor subterane se repartizează neuniform în spațiul bazinelor hidrografice, cât și pe acvifere (fig. 3.10), cele mai mari rezerve fiind, de asemenea, cantonate în orizontul Badenian-Sarmațian.

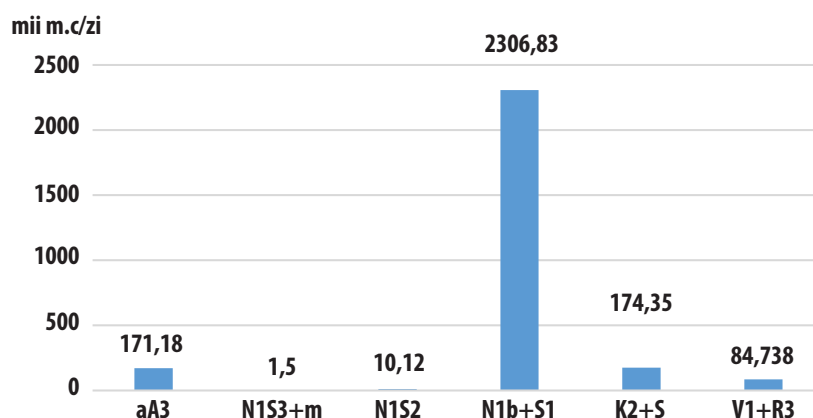


Fig. 3.10. Repartiția resurselor de ape subterane pe complexe acvifere din spațiul DBHN

Cele mai multe resurse de apă sunt concentrate în complexul Badenian-Sarmațian (N₁b+S₁+S₂), rezervele căruia alcătuiesc 2306,830 mii m³/zi, (67% din resursele totale de exploatare din aria DBHN). Dacă comparăm rezervele și cerințele în ape subterane observăm că rezervele confirmate și cele prognozate ale apelor subterane în DBHN depășesc cerințele în ape subterane.

3.2. IMPACTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA SOLULUI

Solul poate servi ca sursă de emanare a gazelor cu efect de seră (GES), dar concomitent poate reduce considerabil încălzirea globală. Situația depinde de managementul corect al materiei organice a solului prin aplicarea diferitor procedee tehnologice (lucrarea, fertilizarea, irigarea solului, rotația culturilor etc). Impactul schimbărilor climatice asupra solului depinde de:

- acoperirea solului cu mulci mort sau viu;
- disturbanța minimă prin evitarea lucrărilor mecanice ale solului;
- diversitatea mai mare de specii de plante, atât culturi de bază, cât și culturi succesive în cadrul asolamentului;
- asigurarea unui circuit cât mai închis de nutrienți și de energie la nivel de landșaft și fiecare gospodărie în parte prin integrarea fitotehnicii și zootehnicii.

Respectarea principiilor enumerate mai sus contribuie la menținerea calității (sănătății) solului și astfel, contribuie la reducerea încălzirii globale. Odată cu degradarea agrofizică, agrochimică și biologică a solului are loc intensificarea emisiilor de gaze cu efect de seră, care contribuie la intensificarea încălzirii globale.

Doar un sol sănătos poate acorda servicii ecosistemice și sociale, adică poate contribui la:

- purificarea apei;

- reducerea încălzirii globale prin reducerea emanației de CO₂ în atmosferă;
- detoxicarea substanțelor toxice;
- producerea produselor alimentare benefice pentru sănătatea omului.

Monitorizarea bilanțului de materie organică a solului favorizează posibilitățile intervenției omului în ameliorarea calității solului. Cu regret, la moment bilanțul materiei organice a solului este profund negativ. Calculele bilanțului materiei organice a solului (după carbon) la structura suprafețelor de însămânțare existente în 2015 în Republica Moldova, au constatat un deficit necompensat de carbon în mărime de 586 kg carbon la 1 ha. Pentru azot deficitul necompensat a alcătuit 47,4 kg N/ha. Situația creată nu este surprinzătoare ținând cont de structura suprafețelor de însămânțare supra-saturată cu culturi prășitoare, inclusiv cu culturi tehnice și dozele foarte mici echivalente practic cu lipsa aplicării îngrășămintelor organice. Dacă în 1990 se introduceau în medie la un hectar a structurii suprafețelor de însămânțare 5,6 tone gunoi de grajd, apoi în 2015 se foloseau doar 0,07 t/ha.

Situația este agravată de așa practici agricole folosite pe larg ca: aplicarea îngrășămintelor minerale, arătura cu plug cu cormană, folosirea nediferențiată a procedeelelor agrotehnice pe pantă; înlăturarea și arderea resturilor vegetale, tăierea fâșiilor de păduri, irigarea etc.

Menționăm repetat impactul negativ al structurii suprafețelor de însămânțare cu dominarea culturilor anuale preponderent prășitoare, care dispun de un sistem radicular net inferior ierburilor perene. Ultimele au fost excluse din asolament odată cu ruina ramurii zootehnice.

Mineralizarea materiei organice a solului crește considerabil la aplicarea arăturii cu plug cu cormană. Restituirea insuficientă a materiei organice a solului, de rând cu intensificarea mineralizării materiei organice a solului contribuie la degradarea ulterioară a calității solului și corespunzător la emanația dioxidului de carbon din sol.

În agricultură s-a stabilit un dezechilibru nu doar pe terenurile arabile, cu dominarea mineralizării asupra proceselor de sinteză (humificare) a materiei organice a solului, dar și la nivel de landșaft, exprimată prin reducerea bruscă a suprafețelor ocupate de păduri și pajiști în favoarea terenurilor arabile. Toate aceste schimbări au contribuit în ansamblu la dominarea proceselor de emanație a gazelor cu efect de seră prin mineralizarea materiei organice a solului.

Materia organică a solului reprezintă indicele integral al fertilității solului. Creșterea anuală a deficitului necompensat de materie organică a solului a dus la înrăutățirea proprietăților agrofizice, agrochimice și biologice ale solului. O problemă foarte acută pentru agricultura Republicii Moldova a devenit compactarea excesivă a solului, care contribuie atât la agravarea consecințelor negative a secetelor, cât și a eroziunii solului. Un sol compactat nu permite penetrarea, acumularea și folosirea apei din precipitațiile atmosferice și din sol, astfel favorizând secetele și eroziunea solului.

Seceta și eroziunea solului sunt două părți ale aceleiași monede. Provoacă îndoiele argumentul că impactul secetei poate fi redus prin aplicarea irigației pe un sol compactat, cu atât mai mult că în condițiile alternării lipsei și excesului de precipitații atmosferice, în perioada de vegetație a culturilor, aceste soluri pot fi afectate de pierderi erozionale enorme. Soluția este în refacerea structurii solului, care va favoriza regimul hidric al solului, dar concomitent va ameliora calitatea solului în întregime.

Astfel, tendințele stabilite de reducere a nivelului de producție la toate culturile, nu doar în Republica Moldova, dar și la nivel global, sunt cauzate atât de secetele frecvente din ultimele decenii, cât și de scăderea fertilității solului.

Constatăm cu îngrijorare că modelul dominant de intensificare a agriculturii cunoscut sub denumirea „revoluție verde”, bazat pe folosirea preponderentă a surselor energetice neregenerabile și derivatele lor, a neglijat totalmente rolul primordial al fertilității solului în formarea nivelului de producție și acordarea unui șir întreg de alte servicii ecosistemice și sociale, inclusiv atenuarea și adaptarea la schimbările climatice.

Folosirea îngrășămintelor minerale este cunoscută ca o practică obișnuită și obligatorie în tehnologiile de cultivare a culturilor. Deseori folosirea îngrășămintelor minerale este asociată cu majorarea nivelului de producție, fără a ține cont de consecințele negative a aplicării lor asupra mediului ambiant.

Rezultatele obținute în experiențele de câmp de lungă durată cu aplicarea diferitor sisteme de fertilizare a solului de cernoziom din stepa Bălți, pe parcursul ultimilor 50 ani, în cadrul Institutului de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Secția” (ICCC „Secția”), pot servi ca mărturie științifică a influenței îngrășămintelor minerale și organice atât asupra producției diferitor culturi din asolament, precum și asupra fertilității solului (*tab. 3.1*).

Tabelul 3.1. Eficiența folosirii azotului din îngrășămintele minerale în experiențele de câmp de lungă durată cu diferite sisteme de fertilizare la cultura grâului de toamnă în asolament, media pentru 1970-2020, ICC „Secția”

Sistem de fertilizare în asolament	Spor de producție, t/ha	N extras cu sporul de producție, kg/ha	N introdus cu îngrășăminte minerale, kg/ha	Coeficientul de folosire a azotului, %	Compensarea extrasului total de N din îngrășăminte minerale, %	Pondere fertilității solului în formarea producției, %
Martor (nefertilizat)	-	-	-	-	0	100.0
NPK ₁	0.72	18.58	60.0	31.0	14.8	85.2
NPK ₂	0.91	23.48	90.0	26.1	18.2	82.0
NPK ₃	1.16	29.93	13.0	24.9	21.9	78.1
15 t/ha gunoi de grajd + NPK ₁	1.15	29.67	60.0	49.5	21.7	78.3
15 t/ha gunoi de grajd + NPK ₂	1.16	29.93	90.0	33.3	21.9	78.1
15 t/ha gunoi de grajd + NPK ₃	1.24	31.99	120.0	26.7	23.1	77.0
15 t/ha gunoi de grajd	1.09	28.12	0	-	-	79.2

Datele din tabelul 3.1 la cultura grâului de toamnă indică la sporul de producție obținut de la aplicarea dozelor în creștere de îngrășăminte minerale, în particular de azot, folosite separat și pe fondul a 15 tone gunoi de grajd la un hectar suprafață de asolament, coeficientul de folosire a azotului din îngrășămintele minerale a constituit 31,0-24,9%. Aplicarea îngrășămintelor minerale pe fondul îngrășămintelor organice a contribuit la majorarea coeficientului de folosire a azotului constituind pe fondul NPK₁; NPK₂ și NPK₃ – 49,5; 33,3 și 26,7%, corespunzător.

Astfel, la aplicarea separată a îngrășămintelor minerale, se folosește de plante doar 1/3 din cantitatea de azot folosită. Alte 2/3 sunt pierdute prin emanare în atmosferă în formă de oxizi de azot, care sunt cu mult mai toxici asupra încălzirii globale comparativ cu dioxidul de carbon. Nu este exclusă pierderea azotului din îngrășămintele minerale prin levigare cu poluarea apelor subterane cu nitrați, consumați ulterior de populație cu apa potabilă.

Încât este de justificată această practică obișnuită de aplicare a îngrășămintelor minerale rămâne de a fi conștientizat de producătorii și consumatorii produselor agricole. Este evident că aplicarea îngrășămintelor minerale de azot nu este benefică, dar dăunătoare pentru mediul ambiant, sănătatea omului și nejustificată din punct de vedere economic.

Cantitatea de azot introdusă și folosită de plante din îngrășămintele minerale acoperă doar 14,8-21,9% din cantitatea totală de azot extrasă cu producția obținută la cultura grâului de toamnă. Situația rămâne aceeași la aplicarea dozelor similare de îngrășăminte minerale pe fondul a 15 tone gunoi de grajd la 1 ha suprafață de asolament. Corespunzător, ponderea fertilității solului în formarea nivelului de producție a grâului de toamnă constituie 78,1-85,2%, indiferent de sistemele de fertilizare aplicate în asolament (*tab. 3.1*). De menționat faptul că aplicarea separată a sistemului de fertilizare a solului cu îngrășăminte organice a asigurat aceeași pondere a fertilității solului în formarea nivelului de producție (79,2%). Este evident că conceptul dominant de nutriție a plantelor necesită înlocuit cu conceptul de nutriție a solului, care are un rol dominant în nutriția plantelor.

Dacă analizăm efectul diferitor sisteme de fertilizare la alte culturi în asolament, apoi găsim o situație similară. Ba chiar efectul fertilizării cu îngrășăminte minerale scade considerabil la așa culturi ca floarea-soarelui și porumb la boabe cu creșterea concomitentă a ponderii fertilității solului în formarea nivelului de producție.

Prezintă interes ce se întâmplă cu azotul nefolosit din îngrășămintele minerale. Poate el este fixat în formă de materie organică? Din aceste considerente am comparat rezervele inițiale de materie organică (după carbon) și azot total la inițierea experimentului de lungă durată (în 1970) și în anul 2009. Am constatat că cele mai mari pierderi de azot pe întreg profilul solului (0-100 cm) au fost determinate la aplicarea sistemului mineral de fertilizare în asolament (kg N/ha):

- NPK_1 – 3660
- NPK_2 – 4350
- NPK_3 – 4240

Cantitatea suplimentară de azot folosită cu îngrășămintele minerale de azot comparativ cu cantitatea de azot real extrasă cu sporul de producție a constituit (kg N/ha):

- NPK_1 – 299,0
- NPK_2 – 736,5
- NPK_3 – 1331,8

Cantitatea totală de azot pierdută din sol și de la aplicarea îngrășămintelor minerale a constituit (kg N/ha):

- NPK_1 – 3959,0
- NPK_2 – 5086,5
- NPK_3 – 5571,8

Pierderile totale de azot se reduc considerabil la aplicarea îngrășămintelor organice împreună cu cele minerale (kg N/ha):

- $15t/ha + NPK_1 - (2339,4 - 700,0) = 1639,4$
- $15t/ha + NPK_2 - (2884,7 + 80,0) = 2964,7$
- $15t/ha + NPK_3 - (3535,9 - 1350,0) = 2185,0$

Pierderile totale de azot la aplicarea separată a gunoii de grajd au constituit -270,0 kg N/ha.

Astfel, putem afirma despre impactul negativ al îngrășămintelor minerale asupra intensificării proceselor de descompunere a materiei organice a solului și corespunzător intensificarea efectului de încălzire globală sub influența aplicării lor exprimată nu doar prin emanarea dioxidului de carbon la descompunerea materiei organice a solului, dar și cantitatea enormă de oxizi de azot emanați în atmosferă.

Trebuie să ținem cont la fel de faptul, că la sinteza îngrășămintelor minerale, în special ale celor de azot, se arde o cantitate enormă de surse energetice neregenerabile (petrol, gaz), care la fel contribuie la încălzirea globală.

O altă practică pe larg discutată la toate nivelele în condițiile manifestării tot mai frecvente a secetelor este irigarea. Datele obținute în experiențele de câmp de lungă durată a ICCC „Selecția” mărturisesc la fel despre intensificarea proceselor de descompunere a materiei organice a solului sub influența irigației (tab. 3.2).

Tab. 3.2. Schimbările în rezerva de materie organică a solului (după carbon) sub influența irigației și fertilizării în experiență de lungă durată a ICCC „Selecția”

Stratul de sol, 0-100	Rezerva inițială 1968, t/ha	Fără irigare						Cu irigare					
		control (fără fertilizare)			NPK + gunoi de grajd			control (fără fertilizare)			NPK + gunoi de grajd		
		2019	± t/ha	% față de inițial	2019	± t/ha	% față de inițial	2019	± t/ha	% față de inițial	2019	± t/ha	% față de inițial
Total, 0-100 cm	224.2	200.9	-23.3	10.4	256.9	+32.7	14.6	176.7	-47.5	21.2	190.7	-33.5	14.9
Pierderi sau adaos anual, kg/ha			-456.9			+641.2			-931.4			-656.9	
Pierderi sau adaos din stratul 0-40 cm, kg/ha			-306.3			+14.1			-421.6			-223.1	
% din stratul 0-40 cm față de 0-100 cm			67.0			2.2			45.3			34.2	

Necătând la prezența a 50% din suprafața asolamentului cu lucernă și aplicarea anuală a câte 13,3 t gunoi de grajd la 1 ha asolament, pierderile anuale de materie organică (după carbon) din stratul 0-100 cm au constituit 656,6 kg/ha, iar pe fond nefertilizat – 931,4 kg/ha.

O situație îngrijorătoare prezintă faptul, că doar 1/3 din pierderile totale de materie organică sunt din stratul 0-40 cm, iar altele 2/3 din stratul de sol 40-100 cm. Pierderile sporite de materie organică la irigare din straturile mai profunde ale solului prezintă un pericol pentru adaptarea la schimbările climatice din cauza reducerii capacității de acumulare a apei în straturile mai adânci ale solului.

De rând cu influența măsurilor agrotehnice menționate mai sus (asolamentele, lucrarea, fertilizarea și irigarea solului) asupra proceselor de mineralizare și humificare a materiei organice a solului, care în final determină emanarea sau reducerea gazelor cu efect de seră din sol, persistă pericolul real de intensificare a descompunerii materiei organice a solului sub influența temperaturilor ridicate și precipitațiilor abundente.

Există concomitent și pericolul acidifierii și salinizării solurilor, afectării de incendiile de vegetație, inclusiv de păduri, inundații etc.

Prin ameliorarea calității (sănătății) solului agricultorul dispune de pârghii reale de atenuare și adaptare la schimbările climatice. În mare măsură ele se reflectă prin prisma respectării unor principii fundamentale de management rațional și rezilient al solurilor:

- disturbanța minimă a solului;
- acoperirea permanentă a solului cu mulci viu sau mort;
- diversitatea maximă de culturi de bază și succesive în asolament, inclusiv cu prezența culturilor leguminoase perene pentru întreaga perioadă a anului;
- integrarea ramurii fitotehnicii și zootehnicii în cadrul fiecărei exploatare agricole.

3.3. RECOMANDĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA CONSUMULUI DE APĂ (PENTRU IRIGARE ȘI AGRICULTURĂ)

Conform datelor Agenției „Apele Moldovei”, în perioada 2003-2019, volumul total de ape captate a fost, în medie, de 850 milioane m³/an. Volumul de ape captate și utilizate este condiționat de proximitatea față de albia râurilor Nistru și Prut, de capacitățile de exploatare a surselor de apă disponibile, în special de suprafață, de numărul și dimensiunile centrelor urbane și industriale, gospodăriilor agricole și suprafețelor irigate monitorizate, localităților rurale cu apeducte funcționale.

Din Districtul Hidrografic Nistru au fost captate, în medie, circa 716 milioane m³ (96%) din apele utilizate sunt captate din fluviul Nistru, inclusiv 217 milioane m³ (26%) – din albia Nistrului. Din râul Prut, au fost captate, în medie, circa 23 milioane m³ (2,7% per total și 14% în partea dreaptă a Nistrului), iar din râul Răut – 15,3 milioane m³ (1,8% per total și circa 10% în partea dreaptă a Nistrului).

Volumul total de ape captate, înregistrează o evoluție oscilantă, marcată în special de evoluția economică și particularitățile meteo-climatice. Se observă o evoluție negativă (cu circa 20%), cauzate de reducerea gradului de asigurare cu apă și capacităților de captare și transportare a apei de către Stațiile Zonale (tehnologice) de Irigare și întreprinderile agricole, de falimentarea și modernizarea multor întreprinderi industriale, de declinul populației.

Agricultura predomină detașat în consumul resurselor de apă (cu excepția municipiului Chișinău și UTA SN). Prin urmare, cantitatea apei utilizate în agricultură condiționează direct volumul total al apei utilizate și distribuția lor spațială.

Volumul de apă utilizată în agricultură, în special pentru irigare, este condiționat de resursele de apă de suprafață disponibile, de densitatea rețelei hidrografice, de lungimea și debitul cursurilor de apă, de numărul, suprafața și starea lacurilor de acumulare, de nivelul de evidență a apelor folosite în agricultură, precum și de posibilitățile tehnico-economice de utilizare a apei de către agricultori. Volumul maxim de ape captate și utilizate se atestă în raioanele și municipiile, care captează masiv apa din albiile râurilor Nistru și Prut.

Consumul maxim de apă se înregistrează la întreprinderile agricole mari cu profil complex, fabricile avicole și complexele de porcine. De asemenea, nu trebuie neglijat consumul de apă pentru creșterea animalelor în gospodăriile casnice, care, de regulă, nu sunt înzestrate cu sisteme de canalizare și produc, per ansamblu, un impact major asupra mediului și organismului uman.

Pentru irigare au fost folosite, în medie, circa 13 milioane m³ sau 11% din volumul total al apelor utilizate. Volumul relativ redus de ape folosite în irigație este condiționat atât de condițiile naturale (debitul redus și insuficiența de precipitații, riscul sporit de salinizare a solurilor), cât și de posibilitățile tehnico-economice de utilizare a apei pentru irigare. Astfel, consumul maxim al apei pentru irigare se atestă în raioanele situate în proximitatea râurilor Nistru și Prut, care dispun de capacități mari de captare, transportare și utilizare a apei în aceste scopuri.

Volumul de apă utilizată în agricultură s-a redus, în medie, cu circa 30% în perioada 2003-2019, iar volumul de ape utilizate pentru irigare s-a redus de 2,8 ori. Cauzele principale sunt depopularea spațiului rural și înrăutățirii situației în agricultura națională, aridizării climei, deteriorării și uzurii avansate a instalațiilor hidrotehnice, majorării consumului necontabilizat al apei în aceste scopuri.

Ca urmare a utilizării predominante în scopuri agricole, folosirii masive a tehnologiilor și apeductelor uzate, volumul pierderilor și consumului neevidențiat al apei este, în medie, de circa ¾ din volumul total al apelor captate, ceea ce este net superior față de ponderea medie în partea dreaptă a Nistrului (52%). Totodată, reducerea semnificativă a apelor de suprafață utilizate în agricultură a condiționat reducerea similară a volumului pierderilor de apă.

Circa 80% reprezintă pierderile tehnologice. Acestea se datorează atât uzurii mai avansate a infrastructurii de aprovizionare cu apă, cât și specificului tehnologic al alimentării cu apă în agricultură, care predomină în structura ramurală a acestui bazin.

38,4% din apa utilizată în Republica Moldova revine sectorului agricol. Agricultură afectează atât cantitatea, cât și calitatea apei disponibile pentru alte utilizări. Poluarea cauzată de pesticidele și îngrășămintele utilizate exclusiv în agricultură rămâne încă una din cauzele principale ale slabei calități a apei.

Schimbările climatice introduc un element suplimentar de incertitudine în ceea ce privește disponibilitatea resurselor de apă. Odată cu schimbarea regimurilor de precipitații, regiunea de sud a Moldovei va dispune în viitor de resurse de apă dulce mai mici. Confrunțați cu cererea crescândă și cu schimbările climatice, mulți utilizatori vor întâmpina greutăți în ceea ce privește acoperirea necesităților de apă. În situația unui deficit de apă, sectorul industrial și gospodăriile pot dezvolta metode de reducere a cantităților de apă utilizate, dar ecosistemele dependente de apă sunt expuse riscului de a suferi distrugerii ireversibile. Aceasta ar afecta nu numai formele de viață din jurul unui anumit corp de apă, ci și populația în ansamblu.

Prin aplicarea practicilor agricole corecte și a soluțiilor de sprijinire a politicilor, putem obține un consum eficientizat al apei în agricultură, ceea ce ar însemna resurse de apă mai mari disponibile pentru alte utilizări și în special pentru natură.

Irigarea culturilor reprezintă un domeniu în care noile practici și politici pot facilita în mod semnificativ consumul eficientizat al apei. Acesta trebuie realizat atât prin eficiența transportului apei (proporția apei captate care este distribuită pe terenul agricol), cât și prin eficiența aplicării irigațiilor pe terenul agricol (cantitatea de apă utilizată de o cultură în raport cu apa distribuită acelei culturi).

Politicile joacă un rol crucial în determinarea sectorului agricol de a adopta mai multe practici eficiente de irigație. De exemplu, politicile de tarifare a apei ar putea solicita ca agricultorii să utilizeze apa în mod eficient, astfel că aceștia ar fi nevoiți să plătească prețul real al apei care reflectă costurile de mediu și ale resurselor. O structură de tarifare a apei care favorizează utilizatorii eficienți și eliminarea subvențiilor agricole adverse vor conduce probabil la reduceri semnificative ale cantității apei irigate utilizate în agricultură.

Pe lângă tehnicile de irigație modificate se pot realiza economii de apă și costuri mai reduse prin programe de instruire și schimb de cunoștințe care să educe agricultorii cu privire la practicile mai eficiente de utilizare a apei. De exemplu, utilizarea unui serviciu de consiliere privind irigațiile, care îi informează pe agricultori prin telefon cu privire la momentul și modul în care trebuie să distribuie apă culturilor pe baza unor estimări zilnice ale condițiilor care afectează culturile.

Modificarea practicilor agricole poate îmbunătăți, de asemenea, calitatea apei disponibile pentru alți utilizatori de apă într-un mod eficient din punct de vedere al costurilor. Utilizarea îngrășămintelor și pesticidelor organice și anorganice, de exemplu, poate aborda multe dintre problemele privind poluarea apei cauzată de agricultură. În plus, există un potențial important de îmbunătățire a calității apei cu impact foarte limitat sau inexistent asupra profitabilității sau productivității prin, de exemplu, reducerea utilizării pesticidelor, modificarea rotației culturilor și stabilirea unor porțiuni de îndiguire de-a lungul cursurilor de apă.

Prin **utilizarea apelor uzate în agricultură**, se pot pune la dispoziție mai multe resurse de apă dulce pentru alte necesități, inclusiv pentru natură și gospodării individuale. Dacă calitatea apei recolate este administrată în mod corespunzător, apa uzată tratată poate reprezenta o alternativă eficientă pentru acoperirea cererii de apă a sectorului agricol.

Folosirea mai rațională a resurselor de apă în agricultură este numai unul din pașii pe care trebuie să-i parcurgem pentru a reduce impactul pe care îl exercităm asupra mediului. Fără acest pas, nu putem să dezvoltăm o economie eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor sau să construim un viitor durabil.

3.4. EXEMPLE DE ÎMBUNĂȚĂRI FUNCiare ÎN CONTEXTUL DEFICITULUI DE APĂ ÎN AGRICULTURĂ

Cele mai recomandate măsuri de îmbunătățiri funciare sunt **irigațiile** și construcția de noi **acumulări de apă**.

Cele mai pe larg răspândite sisteme de **irigare** în Republica Moldova sunt cele prin canale, prin stropire și prin picurare. Aceste sisteme sunt utilizate pentru culturile de câmp, legume, livezi și vii.

În perioada sovietică, existau circa 100 de sisteme centralizate de irigare, care erau folosite pentru irigarea a 310 000 hectare de terenuri. Râurile Nistru și Prut erau utilizate ca resurse de apă pentru aceste sisteme de irigare. Totodată, unele sisteme erau ineficiente, din cauza consumului foarte mare de energie și erau proiectate pentru a satisface nevoile doar ale gospodăriilor colective mari. Conform evaluărilor recente, unele sisteme de irigare (circa 50 000-55 000 ha) nu mai pot fi restabilite din cauza costurilor înalte pentru pomparea apei și a localizării lor îndepărtate. Suprafața totală a terenurilor în Republica Moldova, pe care într-un mod eficient pot fi restabilite sistemele de irigație, constituie circa 145 000 hectare. În același timp, circa 400 de lacuri și iazuri naturale pot fi folosite în scopuri de irigare, însă, doar la o scară limitată, din cauza calității proaste a apei. Aceste surse pot asigura apa pentru a iriga circa 36 000 ha. În anul 2019 suprafața terenurilor irigate a fost de 22 500 ha.

Potențialul de extindere a terenurilor irigate este destul de redus. În primul rând extinderea trebuie efectuată în apropiere de surse sigure de apă, cum ar fi râurile Prut și Nistru. De asemenea, este foarte importantă eficientizarea rețelelor de irigare existente, promovând forma de irigare prin picurare.

Principala soluție locală de majorare a rezervelor de apă și extindere a terenurilor irigate este **colectarea apelor pluvale (din precipitații)**. Cele mai uzuale sisteme de colectare a apei de ploaie sunt descrise amănunțit în ghidul practic pentru producătorii agricoli „Colectarea apei de ploaie în agricultură pentru adaptarea la schimbările climatice”.

Restabilirea fertilității solului poate fi atinsă prin crearea unei carcase de fâșii de păduri și acumulări de apă în conformitate cu particularitățile peisagistice ale terenului, la nivel de comună și gospodărie agricolă. Principalele surse de apă pentru irigare la moment sunt râurile Prut și Nistru. Pe măsură ce ne îndepărtăm de aceste surse, posibilitatea de a le utiliza se diminuează mult. Astfel, principala soluție este construcția unor iazuri mici, destinate acumulării apelor din precipitații. De asemenea, în scopul majorării resurselor de apă disponibile pentru agricultură este necesar de efectuat lucrări de curățare și decolmatare a lacurilor.

Iazurile pluviale (fig. 3.11-3.12) sunt destinate colectării scurgerii de suprafață de pe arii mici, de regulă, de pe versanți înclinați. Dimensiunea iazurilor variază de la câțiva metri pătrați până la 1 ha, iar adâncimea acestora poate fi între 1-5 m. De obicei, iazurile sunt dotate cu câteva straturi imper-

meabile, iar pentru a spori încălzirea apei, poate fi utilizată pelicula neagră în calitate de strat impermeabil. Apa acumulată în aceste iazuri poate fi utilizată pentru irigarea unor suprafețe de până la 100 ha. Un alt mare avantaj al acestora este costul relativ redus de întreținere.



Fig. 3.11-3.12. Construcția unui iaz pluvial

Pe terenurile agricole cu pante până la 5° pot fi utilizate **brazdele orizontale** pentru a spori capacitatea de retenție a apei după ploaie sau pentru irigare (fig. 3.13). Înălțimea fiecărei brazde variază în funcție de panta versantului și adâncimea preconizată de acumulare a scurgerii. Crearea brazdelor reprezintă una din metodele simple, care poate fi utilizată de fermieri.

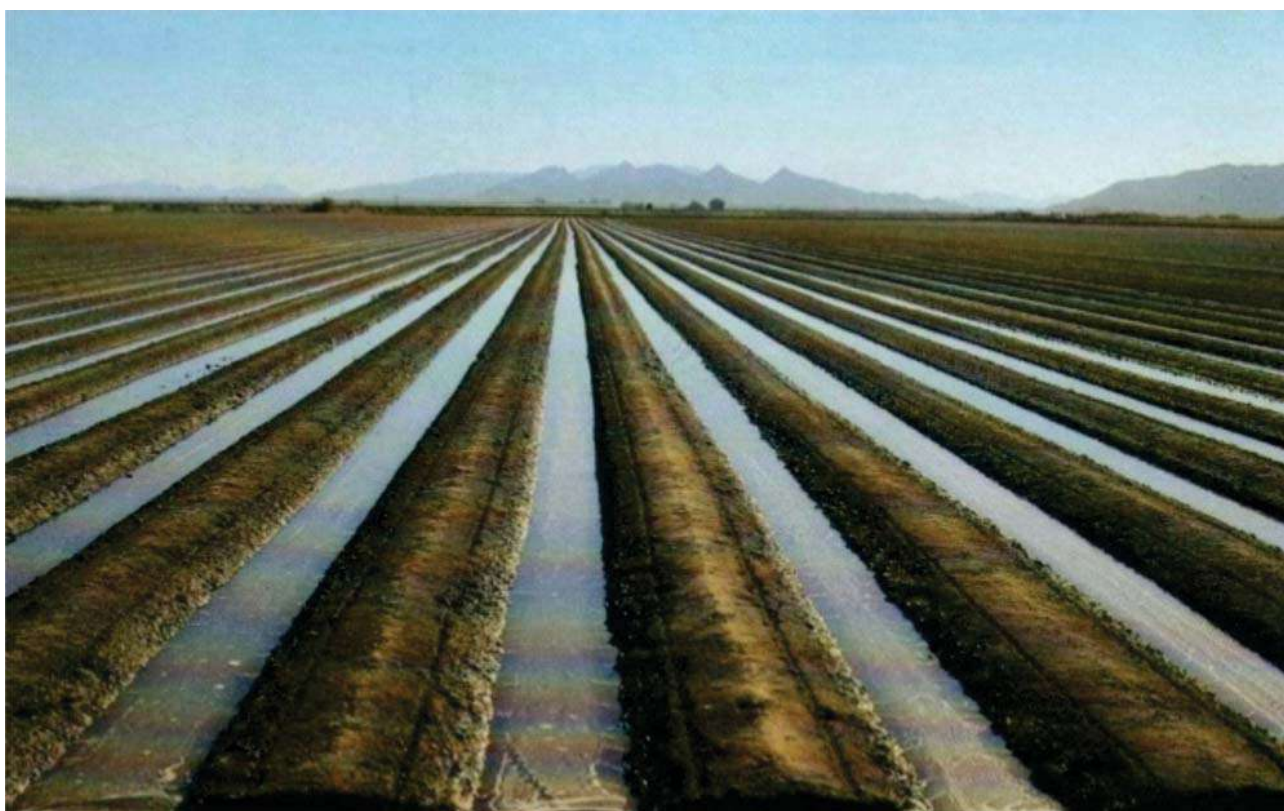


Fig. 3.13. Irigarea prin brazde orizontale

4. ESTIMĂRI ALE IMPACTULUI VIITOR AL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA ZONELOR AGROECOLOGICE ȘI A PRODUCTIVITĂȚII POTENȚIALE A SECTORULUI AGRICOL

4.1. ESTIMAREA IMPACTURILOR VIITOARE ÎN CONDIȚIILE SCENARIILOR CLIMATICE

Efectele schimbării climatice se fac deja simțite în tendințele recoltelor de grâu de toamnă, obținute în Republica Moldova. Conform datelor Biroului Național de Statistică al Republicii Moldova anul 2020 reprezintă un an clasic în care productivitatea culturilor agricole a fost direct influențată de condițiile meteorologice nefavorabile atestate pe parcursul anului. Astfel, media recoltei grâului de toamnă a constituit în republică circa 17,5 q/ha, fiind cu 12,5 q/ha mai scăzută decât roada medie din ultimii 10 ani; a porumbului – 12 q/ha, fiind cu 23 q/ha mai scăzută față de roada medie recoltată din ultimii 10 ani; a florii-soarelui – 13 q/ha, fiind cu 5 q/ha mai scăzută decât roada medie recoltată în ultimii 10 ani. Analiza impactului schimbărilor climatice asupra productivității grâului de toamnă conform diverselor scenarii climatice și proiecțiile viitoarei recolte pentru diferite intervale de timp, demonstrează că, la nivelul Republicii Moldova, recolta grâului de toamnă în intervalul de timp 2000-2020, s-a realizat în realitate, conform scenariului de emisie SRES B2A, care a simulat o scădere a recoltei acestei culturi cu -30...-20%, față de media multianuală calculată pentru perioada de bază 1970-2000 (*tab. 4.1, fig. 4.1*). Spre deosebire de scenariile climatice ale evoluției concentrațiilor globale ale GES în atmosferă (scenariile RCP), scenariile de tip SRES (ce le-au precedat) descriu evoluția emisiilor GES la nivel global, urmând mai multe căi de evoluție socio-economică ce dau naștere acestor emisii. De exemplu, linia de evoluție B2 descrie o lume viitoare în care numărul populației scade și crește productivitatea culturilor. O lume de tip B2 își asumă un nivel relativ ridicat de reglementare, inclusiv politici regionale și agricole specifice. În cadrul scenariului B2A, la nivel global, suprafața terenului cultivat ar scădea cu cea mai mare viteză, deoarece numărul populației scade cel mai mult, iar productivitatea ar crește semnificativ. De aceea, pentru orizonturile 2050 și 2080 observăm că proiecțiile recoltelor obișnuite indică o tendință de diminuare mult mai mică față de intervalul de referință, comparative cu orizontul de timp 2020 (*tab. 4.1*).

Tabelul 4.1. Proiecțiile schimbării recoltei grâului de toamnă (%) pe teritoriul Republicii Moldova, conform diverselor scenarii climatice (raportate față de perioada de bază 1970-2000)

	Scenariile propuse	Intervalul de timp		
		2020	2050	2080
1.	SRES A ₁ F	-10...-5	-10...-5	-5...-3
2.	SRES A ₂ B	-10...-5	-10...-5	-5...-3
3.	SRES B ₁ A	-10...-5	-10...-5	-30...-20
4.	SRES A ₁ A	-10...-5	-10...-5	-1...+1
5.	SRES A ₂ C	-5...-3	-10...-5	-5...-3
6.	SRES B ₂ A	-30...-20	-10...-5	-10...-5
7.	SRES B ₂ B	-10...-5	-30...-20	-10...-5

Sursa: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/crop-climate/maps/gallery>

Din păcate, constatăm că în Republica Moldova, rentabilitatea producerii grâului de toamnă în ultimii ani se află în descreștere, în mare parte, cauza principală fiind ritmul accelerat al schimbărilor climatice și incapacitatea ramurii de a se adapta, la fel de rapid, către aceste schimbări. Drept consecință a schimbărilor climatice este și conținutul scăzut de gluten ce nu depășește nivelul de 26%, în timp ce, pe piața mondială se bucură de cerere doar grâul tare, ce conține peste 28% de gluten. Deci, deși grâul de toamnă se caracterizează printr-o plasticitate ecologică ridicată, cu un areal larg de răspândire, totuși, surplusul de căldură, insuficiența precipitațiilor atmosferice și valorile deficitare

semnificative ale umezelii relative a aerului, contribuie la scăderea productivității și a calității grâului de toamnă în ani extremi din punct de vedere meteorologic. Această concluzie se referă și la floarea-soarelui și porumb, dependente esențial de modificarea resurselor termice.

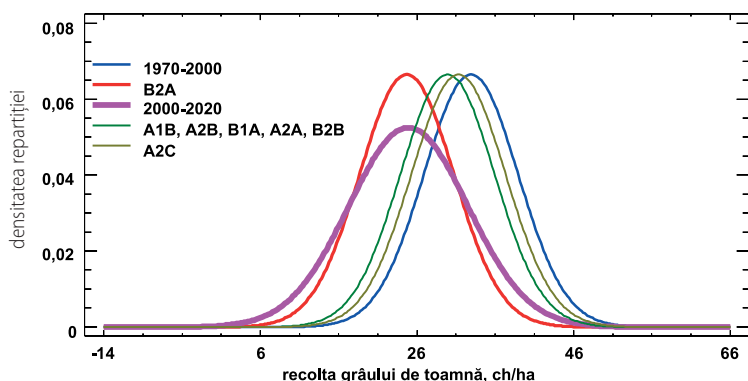


Fig. 4.1. Evaluări cu caracter de prognostic ale recoltei grâului de toamnă pe teritoriul Republicii Moldova, conform diverselor scenarii de emisii

Schimbarea esențială în timp a sumelor temperaturilor active, vine să confirme surplusul resurselor de căldură cu impact negativ pentru culturile agricole sus-menționate. Tendința de majorare a acestora necesită de la practica agricolă revizuirea soiurilor de culturi, deoarece majorarea sumelor temperaturilor active cu 100°C duc la schimbarea soiurilor de culturi agricole, iar creșterea acestora cu 200°C – necesită schimbarea componenței de specie. În omiterea efectelor nedorite apărute în urma impactului încălzirii climei s-a demonstrat, că practic pentru toate gradațiile sumelor temperaturilor diurne peste 0°C, 5°C, 10°C, 15°C, în ultimele decenii, se atestă o majorare a acestora peste 100°C, ceea ce încă o dată confirmă faptul, că în sectorul agricol este necesară o revizuire urgentă a soiurilor de culturi agricole cultivate pe teritoriul Republicii Moldova. În cazul sumelor temperaturilor active (peste 10°C) diferența de 139,56°C reprezintă deja un indicator alarmant pentru cultivarea culturilor agricole, fără a se ține cont de particularitățile climei actuale (tab. 4.2).

Tabelul 4.2. Modificarea sumelor temperaturilor diurne în procesul de evoluție a climei

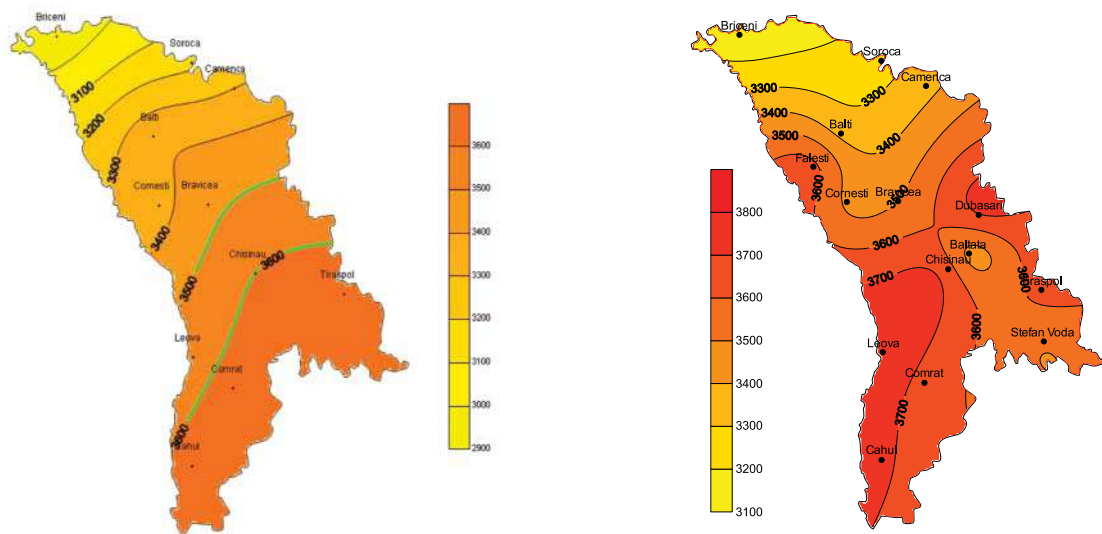
Etapele de evoluție a climei	T > 0°C	T > 5°C	T > 10°C	T > 15°C
1961-2019	3939,39	3780,68	3408,07	2749,26
1991-2019	4106,52	3954,93	3548,26	2884,81
	167,13	174,25	139,56	135,55

Proiecțiile climatice elaborate în cercetările anterioare indicau pentru perioada anilor 2000-2029 (fig. 4.2, a), deplasarea cu mult spre nord (de latitudinea Chișinău) a izotermei de 3500°C către anul 2029, iar sudul și sud-estul țării, potrivit acestor evaluări, ar fi însumat resurse termice cu valori de 3600°C. Ritmul accelerat al schimbărilor climatice însă, deja a contribuit la depășirea semnificativă în spațiu a acestei limite (fig. 4.2, b). Actualmente, adică în perioada anilor 2000-2019, arealele amplasate la nivelul latitudinii mun. Chișinău însumează valori de 3600°C, iar în partea de sud și sud-vest a apărut o nouă izotermă ce caracterizează resursele de căldură cu valori de 3700°C. Exemplul prezentat în figura 4.2 ilustrează felul în care unele scenarii climatice sunt deja depășite de realitate indicând pe de-o parte, starea de urgență climatică în care ne aflăm, iar pe de altă parte, marja de incertitudine asociată rezultatelor obținute pe baza scenariilor climatice construite.

Surplusul resurselor termice atestat în ultimii ani comparat cu cerințele anumitor grupuri de culturi agricole, indică faptul, că odată cu deplasarea spre nord a resurselor de căldură, aceste teritorii devin drept areale de risc în cultivare pentru grâul de toamnă, floarea-soarelui, porumb, această evoluție având o probabilitate relative ridicată de accelerare în viitor, în condițiile schimbării climatice.

În cazul unor culturi pomicole, unele specii (piersic, cais) termofile probabil vor beneficia de condițiile schimbării climatice, influențate favorabil de noile condiții de iernare a acestora, având în vedere că teritoriul Republicii Moldova reprezintă hotarul de nord al amplasării lor teritoriale. Noi

specii pomicele, precum migdalul, își pot extinde arealul, ajungând să beneficieze de condiții optime, în Republica Moldova, în condițiile schimbării climatice.



a: 2000-2029 (Nedealcov, 2000)

b: 2000-2019

Fig. 4.2. Suma temperaturilor diurne > 10°C (a – pronosticată anterior; b – realizată recent)

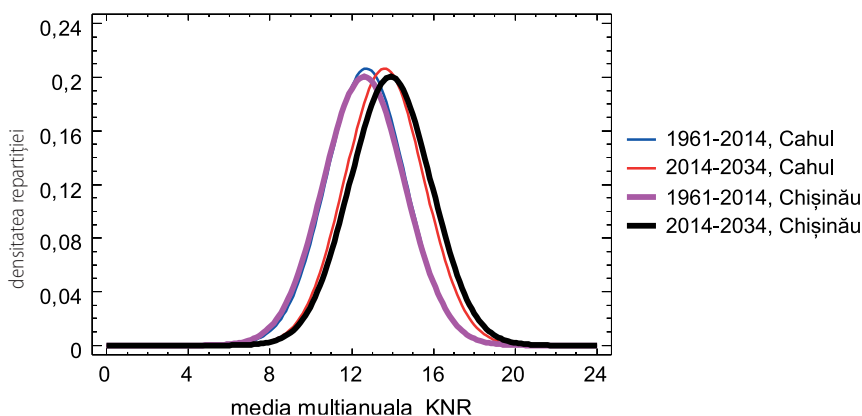


Fig. 4.3. Coeficientul pretabilității climei pentru calitatea strugurilor (CNR), în partea centrală și de sud

Pentru dezvoltarea viticulturii, ca și în cazul culturilor pomicele, schimbările climatice sunt un factor benefic, influențând în bine calitatea vinurilor. Datorită majorării fondului termic diurn din august și septembrie, în condițiile unei umidități relative a aerului de 65-70%, a temperaturii maxime de 28...30°C și a temperaturii minime de nu mai puțin de 14°C, se stabilesc condiții prielnice în obținerea strugurilor de calitate. Începând cu anul 2005, datorită schimbărilor climatice atestate, calitatea strugurilor este constant înaltă în partea centrală și de sud. În perioada contemporană (1961-2019), doar extremitatea de nord-est a țării se află la limita dintre condițiile climatice nefavorabile cu cele favorabile în obținerea unor recolte de calitate. În unii ani luați aparte însă (2007, 2013), aceste condiții din punct de vedere al acumulării zahărului în struguri și deci, și, în asigurarea unei calități înalte a vinurilor, devin favorabile pretutindeni. Simularea coeficientului pretabilității climei pentru calitatea strugurilor relevă că, în viitorii ani și decenii, valorile acestuia vor crește, deci și calitatea strugurilor se va menține foarte bună, în partea centrală și de sud (fig. 4.3).

Provocările legate de impactul schimbării climatice asupra sectorului agricol din Republica Moldova se regăsesc și în alte state europene. Creșterea temperaturilor (ca efect al schimbării climei), favorizează sezoane mai lungi de vegetație în nordul Europei, însă amplifică în continuare reducerea resursei de apă și seceta în alte regiuni. Schimbarea climatică se așteaptă să determine în Europa

creșterea cantităților de precipitații în unele regiuni (mai ales în cele nordice), amplificând riscul de inundații. Reducerea cantităților de precipitații se așteaptă mai ales în regiunile sudice ale Europei, favorizând acolo creșterea frecvenței și intensității secetelor. La aceste modificări se adaugă și impactul crescut al furtunilor. Toate aceste schimbări în regimul climatic și în statistica episoadelor meteorologice extreme vor influența culturile agricole (IPCC, 2014). Dincolo de tendințele pe termen mediu și lung, cauzate de încălzirea globală, se așteaptă ca productivitatea culturilor să varieze din ce în ce mai mult de la an la an, ca urmare a evenimentelor meteorologice extreme.

Impactul schimbării climatice va determina reducerea productivității culturilor agricole în anumite părți din sudul Europei și ar putea îmbunătăți condițiile pentru agricultură în nordul Europei. Pe de altă parte, deși regiunile nordice pot prezenta sezoane de creștere a vegetației mai lungi și condiții de cultivare mai adecvate în viitor, totuși frecvența și intensitatea fenomenelor meteorologice extreme care afectează negativ agricultura vor crește și în această zonă (fig. 4.4). Alți factori, cum ar fi dăunătorii și bolile, amplifică creșterea vulnerabilității sectorului agricol față de impacturile climatice, în lipsa măsurilor de adaptare (IPCC, 2014).



Fig. 4.4. Principalele impacturi ale schimbării climatice în principalele regiuni biogeografice ale Europei. După EEA (2019)

Impactul global al schimbărilor climatice asupra agriculturii din UE ar putea produce o pierdere semnificativă pentru sectorul agricol: până la 16% din veniturile din agricultura UE până în 2050, cu variații regionale mari. Sectorul va trebui să se adapteze în continuare la aceste schimbări pentru a asigura o producție agricolă durabilă (EEA, 2019). În viitor, impacturile climatice asupra agro-ecosistemelor și producției agricole vor afecta veniturile agricole din Europa datorită efectelor asupra prețului, cantității și calității produselor și, în consecință, asupra schimburilor comerciale. În acest context, valoarea economică a terenurilor agricole europene se poate modifica semnificativ datorită combinațiilor acestor efecte în cascadă. Intensificarea activităților agriculturii ar putea avea loc în nordul și vestul Europei, în timp ce în sudul Europei și, în special, în zonele din vecinătatea Mării Mediterane, o reducere a profitabilității relative a agriculturii ar putea duce la extinderea și abandonarea terenurilor (EEA, 2019).

4.2. INCERTITUDINILE ASOCIATE ESTIMĂRII IMPACTURILOR

În pofida progreselor realizate privind simularea proceselor biochimice și fizice în modele climatice, rămân încă destule incertitudini și lucruri de clarificat. Efectul norilor reprezintă încă un factor major de incertitudine pentru modelele climatice. Norii au efecte importante asupra climatului. Unul dintre rolurile pe care norii îl joacă în climă este acela de a răci suprafața terestră prin reflectarea luminii solare înapoi în spațiu; altul este de încălzire a stratului atmosferic din apropierea suprafeței, prin blocarea radiațiilor infraroșii emise de suprafața încălzită către atmosferă. Un exemplu este și cel ce privește evoluția socio-economică viitoare a populației, industriei și tehnologiei, care determină nivelul emisiilor și cel al concentrațiilor atmosferice de gaze cu efect de seră. Estimarea evoluției viitoare a nivelurilor de concentrație a GES și a aerosolilor este necesară pentru realizarea experimentelor numerice pentru proiecțiile viitoare ale climei (Bojariu și colab., 2015).

Există incertitudini în alegerea scenariilor de dezvoltare socio-economică viitoare și ele sunt transmise în scenariile de emisie. Scenariile privind emisiile viitoare ale gazelor cu efect de seră sunt, la rândul lor, introduse ca date de intrare în modelele numerice care simulează evoluția sistemului climatic global. Modelele climatice globale generează, și ele, incertitudini legate de reprezentarea corectă și completă a proceselor fizice. Pe de o parte, avem de-a face cu un sistem complex, care se comportă neliniar – sistemul climatic – iar pe de altă parte, resursele de calcul sunt și ele limitate. Trebuie subliniat că proiectarea la nivel regional a semnalului încălzirii globale, presupune adăugarea unor noi verigi la lanțul de incertitudini deja existent, în situația evaluării schimbării climatice globale. La toate acestea se adaugă incertitudinile generate de sistemul actual de observații. În ultimii ani s-au înregistrat progrese în localizarea, și în unele cazuri, minimizarea incertitudinilor legate de reprezentarea proceselor fizice. Resursele de calcul s-au mărit și ele. Nu suntem însă în situația de a fi eliminat toate incertitudinile în evaluarea semnalului încălzirii globale și evaluările impactului acestuia asupra societății umane trebuie să țină seama de existența lor (Bojariu și colab., 2015).

Modelarea impacturilor provocate de schimbarea climatică aduce o seamă de alte incertitudini ce se adaugă celor legate de modelarea climatică. Din perspectiva adaptării, este important să se evalueze toate schimbările posibile în relație cu incertitudinile asociate acestora. O parte din incertitudinile în proiecțiile climatice viitoare există din cauza limitărilor teoretice în modelarea climei și a interacțiilor sale cu ecosistemele și sistemele umane. Acestea sunt intrinseci științei, deci anumite niveluri de incertitudine vor fi mereu prezente și trebuie să fie incluse în procesele de luare a deciziilor. Date fiind aceste niveluri inevitabile de incertitudine, adaptarea la schimbările climatice ridică provocări în planificarea politicilor pe termen lung (Capela și colab., 2014).

O metodă practică de a face față provocării legate de limitarea incertitudinilor în modelarea climatică este folosirea conceptului de ansamblu de experimente. În acest caz, de interes este evoluția valorii rezultate din medierea variabilelor climatice de fiecare experiment numeric, membru al ansamblului sau valoarea mediană a acestuia, pe perioade comune. Această mediere sau folosirea medianei elimină o parte din „zgomotul” creat de particularitățile de construcție ale fiecărui model și extrage mai eficient semnalul legat de răspunsul comun al ansamblului de experimente la creșterea concentrației atmosferice a gazelor cu efect de seră. Pe de altă parte, medierea ansamblului de experimente îngustează plaja de variabilitate posibilă și aplicarea mediei multimodel, în cazul evaluării fenomenelor extreme, necesită precauție metodologică.

5. OPȚIUNI INTELIGENTE PRIVIND ADAPTAREA PRACTICILOR AGRICOLE LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI BUNE PRACTICI DE ATENUARE A SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PENTRU RAMURILE AGRICOLE

5.1. FITOTEHNIE

5.1.1. Măsurile de adaptare la schimbările climatice și opțiuni de atenuare a schimbărilor climatice pentru sector

Agricultura conservativă (AC) este o opțiune perfectă în vederea adaptării la schimbările climatice ale tehnologiilor de cultivare a plantelor de câmp, totodată contribuind la refacerea solului prin sporirea conținutului de materie organică, inclusiv prin sechestrarea de CO₂ și menținerea nivelului înalt de producție a culturilor de câmp.

Agricultura conservativă (conform definiției FAO) este un sistem de agricultură care promovează o perturbare minimă a solului (adică *no-tillage* sau *no-till*), menținerea unei acoperiri permanente a solului și diversificarea speciilor de plante. Îmbunătățește biodiversitatea și procesele biologice naturale deasupra și sub suprafața solului, care contribuie la creșterea eficienței utilizării apei și a nutrienților, la producția ameliorată și durabilă a plantelor.

Multiple studii au demonstrat că agricultura conservativă posedă un potențial de atenuare a schimbărilor climatice prin sechestrarea de CO₂ în sol.

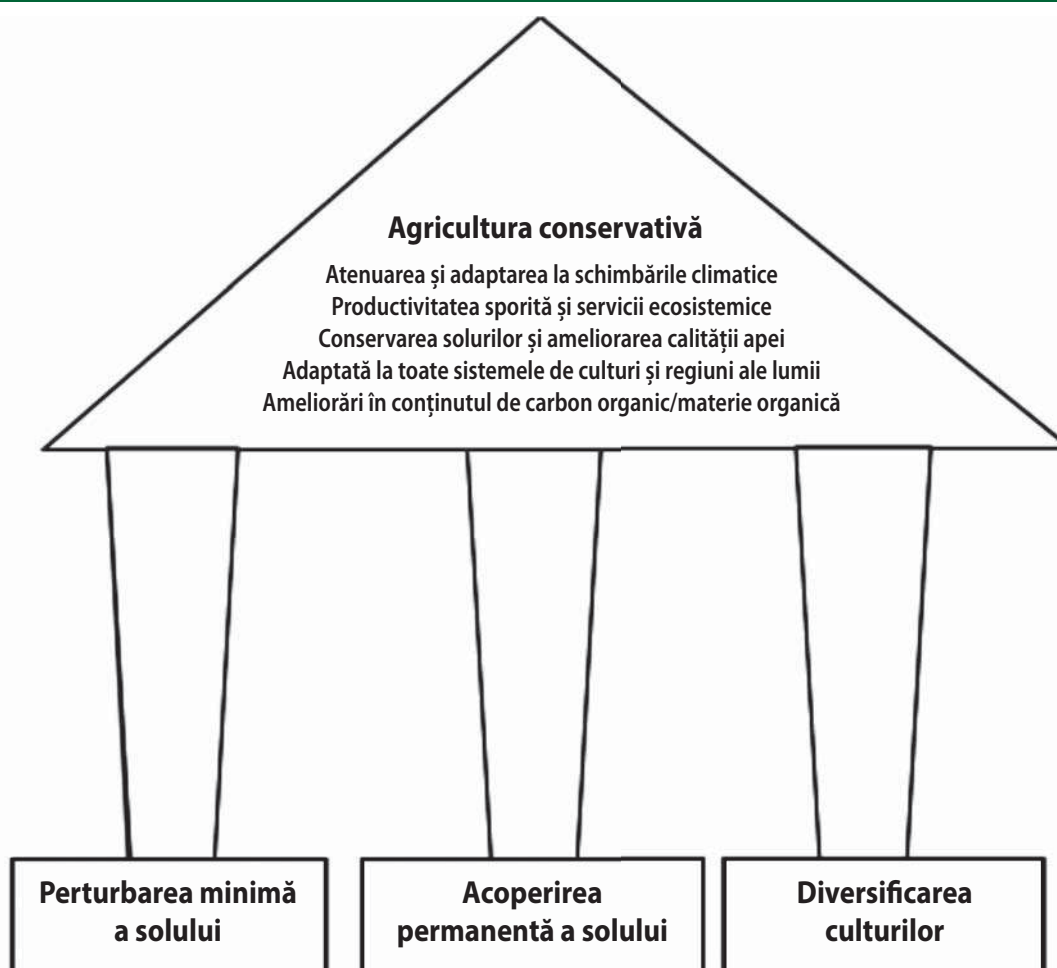


Fig. 5.1. Prezentarea Agriculturii Conservative (sursa Gonzalez-Sanchez et al., 2018)

Actualmente agricultura conservativă este un sistem care poate fi numit global, deoarece se practică pe o suprafață mai mare de 180 milioane de hectare și este în continuă creștere.

Agricultura conservativă (numită și sistemul no-tillage) este unul dintre cele mai cunoscute și studiate sisteme de agricultură din lume. Agricultura conservativă ca sistem de agricultură, foarte mult diferă de agricultura convențională bazată pe lucrarea solului. Agricultura conservativă reprezintă o schimbare completă a paradigmei de producere și se bazează pe aplicarea concomitentă a trei principii interconectate și adaptate la condițiile locale alături de bunele practici agricole integrate de gestionare a plantelor, bolilor, dăunătorilor, buruienilor, nutriției, traficului etc. Principiile agriculturii conservative sunt următoarele:

- 1) perturbarea minimă a solului sau lipsa perturbării prin aplicarea practicii no-tillage;
- 2) menținerea permanentă a suprafeței solului acoperite cu resturi vegetale sau culturi de acoperire;
- 3) diversificarea culturilor.

Perturbarea minimă a solului (semănatul și plasarea semințelor în condiții de no-tillage). Acest principiu este cel mai greu de înțeles și cel care determină într-o oarecare măsură caracterul investiției inițiale la procurarea echipamentului. Principiul „perturbarea minimă a solului” nu trebuie confundat cu termenul „minimizarea lucrării solului” și nici cu termenul „mini-till”. Agricultura conservativă nu încurajează, nu promovează, nu acceptă lucrarea solului ca procedeu pentru realizarea unor obiective. Semănatul în condiții de no-tillage, utilizat ca procedeu singular, fără respectarea tuturor principiilor nu este considerat agricultură conservativă. În practică acest principiu este realizat cu semănători, special construite, pentru a plasa semințele și îngrășămintele, astfel încât să asigure o perturbare minimă a solului. Semănatul în condiții de no-tillage poate fi precedat de mărunțirea resturilor sau terminarea prin cosire, tăvălugire, erbicidarea culturilor de acoperire. Calitatea realizării principiului dat este determinată în mare măsură de construcția semănătorii, construcția brăzdarului, numărul uneltelor active de lucru și starea solului la momentul realizării. Cele mai bune rezultate sunt obținute la utilizarea semănătorilor grele, cu brăzdare cât mai înguste (dublu disc, mono disc și disc – ancoră) pe solurile structurate și afânate. De obicei semănatul se realizează concomitent cu aplicarea îngrășămintelor. Alte perturbări ale solului nu se realizează. Minimizarea pierderilor de materie organică din sol în rezultatul mineralizării sunt asigurate de perturbarea mecanică minimă.



Fig. 5.2. Realizarea principiului „Perturbarea minimă”, semănatul în condiții de no-tillage. SRL Climăușanul-Agro, anul 2020

Menținerea permanentă a suprafeței solului acoperite. Este un principiu fundamental al agriculturii conservative, deoarece solul neacoperit este vulnerabil și este supus mai multor tipuri de degradări. Menținerea permanentă a suprafeței solului acoperite cu cel puțin 30% din suprafață se realizează prin gestionarea reziduurilor vegetale și a culturilor de acoperire.

Tabelul 5.1. Eficiența reziduurilor în conservarea solurilor (sursa Derpsch, R., Cullinan, A., 2006)

% de acoperire a suprafeței solului	Calitatea acoperirii și manifestarea protecției solului
Mai puțin de 5%	Sol neacoperit, cea mai joasă calitate
5-30%	Calitate foarte joasă. Marea majoritate a reziduurilor sunt încorporate
30-60%	Calitate joasă. Insuficientă pentru controlul eroziunii de apă și de vânt
60-80%	Calitate relativă. Controlul efectiv al eroziunii cauzate de vânt
Mai mult de 80%	Calitate superioară. Controlul efectiv al eroziunii de apă și de vânt. Nivel înalt de infiltrare a apei. Micșorarea efectivă a evaporării apei și combaterea buruienilor.

În agricultura conservativă reziduurile de culturi au o importanță enormă. Datorită păstrării lor la suprafața solului se realizează obiectivele de conservare și protecție a solului. Cu cât mai mare este cantitatea de reziduuri, cu atât sunt mai evidente efectele de conservare. Gestionarea eficientă a reziduurilor, pe lângă obiectivele de conservare a solului mai are și obiectivul de creare a condițiilor pentru obținerea unei răsăriri uniforme a culturii care urmează. Agronomia cunoaște mai multe metode de gestionare care permit menținerea solului acoperit și obținerea răsăritului uniform a culturii. Cele mai des întâlnite sunt:

- distribuirea uniformă a reziduurilor pe suprafața terenului cultivat;
- utilizarea headerului special care recoltează numai boabele la culturile cerealiere, astfel dispare riscul distribuirii neuniforme a reziduurilor;
- rotația culturilor cu un raport diferit de C : N, reziduurile culturilor bogate în C se descompun mai greu (cerealele), reziduurile culturilor bogate în N se descompun mai repede (leguminoasele);
- lăsarea reziduurilor în poziție verticală, („în picioare”) pentru acumularea zăpezii sau pentru facilitarea semănatului;
- tăvălugirea reziduurilor pentru a spori contactul cu solul și a accelera descompunerea lor;
- aplicarea îngrășămintelor cu azot pentru a favoriza descompunerea mai rapidă a reziduurilor la culturile cerealiere;
- utilizarea produselor microbiene pentru a favoriza descompunerea;
- ajustarea semănătorilor cu echipamente speciale pentru curățarea rigolei de reziduuri vegetale.



Fig. 5.3. Cultură grâu de toamnă semănat după porumb cu o cantitate mare de reziduuri. SRL „Focaro-Agro”, anul 2020

Cultivarea plantelor de acoperire este necesară pentru a asigura acoperirea solului atunci când nu sunt suficiente reziduuri vegetale și este necesară ameliorarea proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului. În agricultura conservativă, culturile de acoperire sunt lăsate la suprafață și sunt încorporate în sol pe cale biologică, prin descompunere. Culturile de acoperire pot fi cultivate în calitate de cultură pură, în amestec sau în asociație cu cultura de bază. Utilizarea practicilor no-tillage, menținerea suprafeței solului permanent acoperite, practicarea asolamentului rațional și cultivarea culturilor de acoperire contribuie în egală măsură la sustenabilitatea sistemului agricol. Ele favorizează sistemul agricol prin:

- producerea de masă vegetală care asigură acoperirea solului;
- sporirea conținutului de materie organică și refacerea structurii solului;
- combaterea eroziunii;
- asigurarea plantelor cu azot atmosferic fixat;
- micșorarea pierderilor și reciclarea elementelor nutritive;
- reducerea infestării cu dăunători, boli și nematozi;
- reducerea îmburuienării.



Fig. 5.4. Câmp semănat cu muștar în calitate de cultură de acoperire pură. SRL „Focaro-Agro”. Anul 2020

Culturile de acoperire se seamănă îndată după recoltarea culturii de bază (de exemplu, grâul de toamnă). Dacă iarna culturile nu sunt distruse de îngheț, atunci primăvara înainte de semănatul culturii (de exemplu, porumb boabe sau floarea-soarelui), cu 2-3 săptămâni înainte se termină pe cale mecanică sau pe cale chimică (erbicide). Nimicirea culturilor de acoperire și semănatul culturii de bază sunt tehnici care necesită o atenție deosebită pentru a evita compromiterea culturii de bază.

Diversificarea culturilor. Principiul este numit și practicarea asolamentului. Asolamentul reprezintă coloana vertebrală a oricărui sistem de agricultură. Ca propunere generală FAO recomandă ca în asolamentele agriculturii conservative să fie cultivate cel puțin 3 culturi. În condițiile climatice ale Republicii Moldova se recomandă a respecta următoarele principii:

- sporirea diversității culturilor cultivate prin diferite asocieri, culturi mixte, culturi de acoperire pentru a spori reziliența sistemului la schimbările climatice;

- alternarea culturilor cu sistem radicular diferit atât după masă și tip, cât și după adâncimea de penetrare a solului;
- alternarea culturilor din diferite familii botanice și clase de culturi pentru a preveni atacul culturilor de agenți patogeni, boli și buruieni;
- includerea în asolament a culturilor furajere anuale și fixatoare de azot pentru asigurarea plantelor cu azot ieftin;
- includerea în asolament a ierburilor perene în vederea ameliorării solurilor.

Principiile agriculturii conservative, aplicate împreună sau în diverse combinații, contribuie la adaptarea culturilor de câmp la schimbările climatice și sporirea productivității.

Tabelul 5.2. Efectul aplicării simultane a principiilor agriculturii conservative (AC)

Principiul AC Pentru a realiza	Acoperirea cu mulci (reziduuri, culturi de acoperire)	No-tillage (perturbarea minimă sau fără perturbarea solului)	Leguminoasele (ca culturi fixatoare de azot)	Rotația culturilor
Stimularea condițiilor de „pâslă”	✓	✓		
Reducerea pierderilor de umiditate prin evaporare de pe suprafața solului	✓			
Reducerea pierderilor prin evaporare din straturile superficiale ale solului	✓	✓		
Minimizarea oxidării substanței organice, pierderi de CO ₂		✓		
Minimizarea compactării solului de către ploile averse și de trecerile tehnicii grele	✓			
Minimizarea fluctuațiilor de temperatură de la suprafața solului	✓			
Menținerea asigurării cu materie organică ca substrat pentru biota solului	✓			
Sporirea și menținerea conținutului de azot în zona radiculară	✓	✓	✓	✓
Sporirea capacității de schimb a cationilor din zona radiculară	✓	✓	✓	✓
Maximizarea infiltrației precipitațiilor; minimizarea scurgerilor	✓	✓		
Minimizarea pierderilor de sol prin scurgere sau vânt	✓	✓		
Menținerea așezării naturale a orizonturilor prin acțiunea biotei	✓	✓		
Minimizarea buruienilor	✓	✓		✓
Sporirea ratei de producere a masei biologice	✓	✓	✓	✓
Accelerarea recuperării porozității solului de către biota solului	✓	✓	✓	✓
Reducerea cheltuielilor forței de muncă		✓		
Reducerea cheltuielilor de carburanți-energie		✓		
Reciclarea elementelor nutritive	✓	✓	✓	✓
Reducerea dăunătorilor și bolilor				✓
Restabilirea condițiilor de sol deteriorate	✓	✓	✓	✓

Sursa: Friedrich et al., 2009.

Alte practici agricole complementare. Paralel cu aplicarea principiilor agriculturii conservative sunt utilizate și cele mai bune practici de management agronomic pentru a obține o producție în continuă creștere a culturilor agricole. Agricultura conservativă este o agricultură durabilă înalt pro-

ductivă în care sunt încorporate armonios toate realizările științei și cele mai bune practici agricole cunoscute la moment.

Gestionarea integrată a dăunătorilor. Se referă la gestionarea integrată a buruienilor, bolilor și dăunătorilor. Directiva din 2009/128/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 21 octombrie 2009 a stabilit un cadru de acțiune comunitară în vederea utilizării durabile a pesticidelor și sunt enumerate toate procedurile necesare pentru gestionarea organismelor nocive. În agricultura conservativă sunt permise pentru utilizare toate produsele fitosanitare înscrise în Registrul de Stat al produselor de uz fitosanitar și fertilizanților, însă accentul se pune pe metodele preventive și agrotehnice de gestionare. Totodată se recunoaște, că la etapa actuală fără utilizarea pesticidelor este aproape imposibilă gestionarea organismelor dăunătoare. La etapa de trecere la agricultura conservativă utilizarea produselor fitosanitare este în creștere, după stabilizarea sistemului necesarul de produse fitosanitare scade. De asemenea, este în scădere necesarul de produse fitosanitare și odată cu cultivarea culturilor de acoperire. În agricultura conservativă, datorită sporirii activității microbiologice a solului, descompunerea reziduurilor de pesticide este mai accelerată și, astfel, potențial producția obținută este de o calitate mai superioară, decât în agricultura convențională.

Soiuri și hibrizi utilizați. Agricultura conservativă trebuie să utilizeze soiuri și hibrizi cu un potențial înalt de producere și bine adaptați la condițiile locale. Multe dintre soiurile și hibrizii actuali, creați pentru agricultura convențională nu sunt acceptabili pentru agricultura conservativă. La implementarea pe scară largă a agriculturii conservative urmează să fie create soiuri și hibrizi cu un potențial mai mare de adaptare și cu caractere utile pentru cultivarea în sistem.

Managementul nutrienților. Managementul nutrienților este o latură importantă a agriculturii durabile. În agricultura conservativă se realizează prin monitorizarea principalilor indicatori chimici și biologici, conținutului de elemente nutritive accesibile plantelor, prin echilibrarea carenței principalelor macroelemente și aplicarea cantităților de azot luând în calcul și cantitatea de reziduuri. Dozele de îngrășămintă sunt corelate cu cantitatea de elemente accesibile în sol. Multiplele cercetări efectuate în lume demonstrează, că odată cu trecerea la agricultura conservativă și respectarea principiilor fundamentale, datorită ameliorării sănătății solului, crește cantitatea de elemente nutritive accesibile și, respectiv, scade necesarul de aplicare a îngrășămintelor.

Implementarea AC. Agricultura conservativă este un sistem de producere care a apărut relativ recent. Agricultorii de mai mult de 10 000 de ani practică o agricultură bazată pe lucrarea solului și trecerea spre un alt sistem, în care lucrarea mecanică a solului nu-și are loc deloc, nu este un lucru ușor. Pentru a facilita procesul de adoptare a agriculturii conservative au fost elaborate recomandări, pași critici în vederea trecerii de la agricultura convențională la agricultura conservativă (după Derpsch, R., 2008). Succint recomandările sunt prezentate în felul următor:

1. **Îmbogățiți-vă cunoștințele despre sistem.** Odată ce există toate premisele pentru a trece la un alt sistem de producție este necesar de a cunoaște cât mai mult despre acest sistem. Agricultura conservativă este un sistem total diferit față de cel bazat pe lucrarea solului. Sistemul se bazează pe ameliorarea biologiei solului prin nelucrarea lui, menținerea suprafeței solului acoperit cu reziduuri vegetale sau cu masa culturilor de acoperire. Este necesar ca cel puțin cu un an înainte să se înceapă planificarea pentru a trece la sistemul de agricultură conservativă.
2. **Efectuați analiza solului și corecți carențele.** Carența în elementele nutritive trebuie corectată odată cu trecerea la agricultura conservativă. Multe soluri arabile sunt secătuite în elemente nutritive. Odată ce rezultatele analizelor arată o carență acută în fosfor, atunci va fi necesar de aplicat doze mari de îngrășămintă cu fosfor. La fel se va proceda și cu alte elemente nutritive și, respectiv, se va corecta pH, în caz de necesitate. După o perioadă de 5 ani se recomandă repetarea efectuării analizei solurilor.
3. **Evitați solurile cu drenaj scăzut.** Este cunoscut faptul că sistemul de agricultură conservativă duce la scăderi esențiale de recoltă pe solurile cu un drenaj slab. Se recomandă ca înainte de a implementa agricultura conservativă să se construiască un sistem de drenare adecvat, apoi se porcede la implementarea sistemului.

4. **Nivelați suprafața solului.** Există mai multe cauze în rezultatul cărora suprafața solului nu este nivelată. Recoltarea câmpului pe timp umed, cultivatul între rânduri a culturii prășitoare, eroziunea solului – toate acestea pot lăsa după sine un câmp neuniform. Oricare ar fi motivul, nivelarea suprafeței este un procedeu obligatoriu la implementarea sistemului. Nicio semănătoare no-tillage nu poate garanta obținerea răsăririi uniforme în cazul semănatului unui teren denivelat.
5. **Eliminați compactarea solului.** Lucrarea îndelungată cu unul și același echipament și la aceeași adâncime duce la formarea „tălpii plugului”. Unele soluri, în condiții de pedogeneză, au format un strat impermeabil „hardpan”. Indiferent de cauzele formării unui strat compact de sol, compactarea trebuie eliminată. Eliminarea compactării solului se efectuează, de obicei, cu plugul subsolier sau plugul paraplow. Implementarea sistemului pe solurile compactate, evident, va conduce la reducerea recoltei și la compromiterea sistemului.
6. **Produceți cea mai mare cantitate de reziduuri vegetale posibilă.** Aproape toate avantajele sistemului reies din menținerea permanentă a solului acoperit și doar câteva – din nelucrarea solului. Practicarea sistemului de agricultură conservativă cu cantități insuficiente de reziduuri vegetale nu va permite beneficierea pe deplin de acest sistem. Fermierii ar trebui să-și îndrepte eforturile spre producerea unei cantități maxime de masă vegetală. Dacă condițiile climatice permit, la începutul sistemului de agricultură conservativă, fermierii ar trebui să aibă ca scop producerea unei cantități mai mari de 6 t/ha de reziduuri vegetale, iar mai târziu și mai mult de 10 t/ha de masă uscată pe an. Acest scop poate fi realizat prin introducerea și valorificarea unor asolamente argumentate care include, de asemenea, culturi de acoperire.
7. **Procurarea unei mașini de semănat pentru no-tillage.** Odată ce au fost realizați toți pașii precedenți, fermierul va trebui să procure o mașină specială pentru semănatul în condiții no-tillage. Sunt frecvente cazurile când fermierii sunt entuziasmați de sistemul no-tillage și procură semănători fără a respecta toate condițiile și, ca urmare, rezultatele așteptărilor sunt modeste și blamează sistemul ca unul care nu corespunde condițiilor locale. Fermierii trebuie să cunoască prealabil ce culturi vor cultiva, de câte semănători vor avea nevoie. De obicei este nevoie da a procura două semănători: una pentru culturi prășitoare și alta pentru culturi cerealiere.
8. **Începeți cu 10% din gospodărie.** Agricultură conservativă este un sistem completamente nou. Lucrarea solului nu se mai realizează, speciile de buruieni sunt altele, tratările chimice diferă și trebuie înfăptuite cu o acuratețe mai mare; diferă: semănatul, asolamentul, bolile și dăunătorii, și respectiv, managementul etc. Odată cu schimbarea sistemului de la agricultură convențională spre cea conservativă o mulțime de decizii noi trebuie luate. Pentru a nu supune riscului întreaga gospodărie se recomandă de a începe implementarea sistemului nou pe o porțiune de 10% din gospodărie.
9. **Introduceți, valorificați un asolament rațional cu culturi de acoperire.** După ce pașii precedenți au fost înfăptuiți, fermierii ar trebui să-și axeze atenția spre introducerea și valorificarea unui asolament optim din punct de vedere al recoltelor scontate, oprimării buruienilor, cantității de reziduuri vegetale lăsate la suprafața solului, eficienței economice și managementului riscului. Cu cât este mai mare diversitatea culturilor, cu atât este mai bine. Trebuie să fie o diversitate mare și economic avantajoasă și să poată fi realizată la utilizarea culturilor de acoperire. Culturile de acoperire, în combinație cu no-tillage în asolamente argumentate, asigură sustenabilitatea sistemului de producere.
10. **Studiați permanent.** Implementarea sistemului de agricultură conservativă este un proces continuu. Chiar și fermierii cu o experiență de 20-30 de ani în aplicarea sistemului recunosc că în fiecare an descoperă ceva nou. Cunoștințele sunt recunoscute ca fiind principalul obstacol în implementarea agriculturii conservative, chiar și când sistemul se aplică pe milioane de hectare. Fermierii trebuie să fie gata pentru a învăța continuu și a fi la curent cu toate realizările în domeniu. Sursele de cunoștințe pot fi foarte diverse: începând cu fermierii din vecinătate care aplică acest sistem și terminând cu cele mai avansate lucrări științifice.

5.1.2. Măsuri de adaptare la schimbările climatice și opțiuni de atenuare a schimbărilor climatice pentru domeniul ingineriei agrare în fitotehnie

Conform datelor statistice ale Agenției United States Census Bureau, în anul 1950, populația globului pământesc a fost de 2,5 miliarde, în anul 1999 – de 5,98 miliarde, iar în anul 2020 populația Terrei este estimată la 7,7 miliarde. Tot de Agenția sus-menționată se prognozează ca populația globală să crească până la circa 8,9-9,55 miliarde în 2050. Concomitent cu creșterea numărului populației a sporit și consumul total de energie. Dacă pe parcursul ultimilor 50 de ani populația planetei s-a dublat, datele Agenției Energetice Internaționale EIA demonstrează că paralel consumul energiei a crescut de 4 ori. Totodată, în perioada menționată a crescut de 3 ori volumul de producție al cerealelor, indicii dezvoltării economice s-au majorat de 5 ori. Așadar, există tendința de sporire a numărului populației și de îmbunătățire a calității vieții umane.

Însă pentru rezultatele obținute este plătit un preț mare, și anume, este dereglat echilibrul gazelor cu efect de seră GES (CO_2 , NO_x și altele) în atmosferă, care alcătuiesc, în mod normal, doar 1% din atmosferă și acționează ca un înveliș al pământului, făcând posibilă menținerea temperaturii planetei cu aproximativ 30°C mai mare, decât ar fi în lipsa acestora. În perioada preindustrială (secolul XVIII) concentrația CO_2 în atmosferă a fost la nivel de 280 ppm, la momentul actual – 380 ppm, în 2085 sunt prognozate 735 ppm dacă nu vor fi luate măsuri de salvare a speciei umane (Cline W., 2007). Drept urmare a procesului menționat valoarea medie a temperaturii pe suprafața Terrei deja s-a majorat cu $0,5-1^\circ\text{C}$, iar către 2080 este posibilă majorarea cu circa 30°C .

Conform World Resources Institute (WRI), în economia mondială la emisiile GES contribuie cel mai mult sectorul termoenergetic (30,6%) din cauza arderii combustibililor fosili. În volumul anual al gazelor GES circa 21% îi revin „agriculturii, silviculturii și altor activități de folosire a terenurilor de pământ”. Structura surselor GES în agricultură este prezentată cu valoarea medie în felul următor: fermentarea intestinală la rumegătoare contribuie cu 40%; gunoi de grajd – 26%; îngrășăminte minerale – 12%; plantații de orez – 10%; altele – 12% (Materialele sesiunii FAO, 2017). Tot aici este menționat că la cele 21% de gaze emise direct în procesele agricole este necesar de adăugat și emisiile care au loc la etape de pregătire a producției agricole (de exemplu, producția îngrășămintelor minerale), de exploatare agricolă a mijloacelor tehnice alimentate cu combustibili fosili, de transportare a recoltei și lucrări postrecoltare. Toate emisiile GES luate împreună în agricultură se ridică până la 28%. De menționat, că în ultimii 40-50 de ani a avut loc degradarea solului, având un efect negativ dublu, contribuind la majorarea emisiilor GES și micșorând recolta culturilor agricole.

Așadar, în situația schimbărilor climatice negative sectorul agricol poate să aducă un aport considerabil în atenuarea acestor schimbări prin diminuarea emisiilor GES și majorarea volumului de sechestrare-stocare a carbonului. Drept rezultat va fi reducerea intensității emisiilor GES pe o unitate de producție și crearea landșafturilor bogate în carbon, ceea ce permite și de majorat fertilitatea solurilor. Pentru atingerea scopului menționat experții FAO recomandă realizarea unui complex de măsuri, printre care sunt: lucrarea zero a solului (engl., zero tillage); valorificarea agriculturii de precizie; eficientizarea proceselor de protecție a plantelor și de irigație; utilizarea mașinilor și utilajelor cu consum specific redus de energie.

Experții FAO atenționează și la necesitatea reducerii pierderilor materiei prime agricole și ale produselor alimentare, care la momentul actual constituie circa $1/3$ din producție sau 1,3 mlrd t/an. Diminuarea acestor pierderi va permite de ameliorat situația ecologică și de soluționat problemele socio-economice în economia mondială, precum și cea națională.

Adaptarea sectorului agricol la schimbările climatice și atenuarea acestora este posibilă prin perfecționarea mașinilor și utilajelor agricole exploatate în acest sector.

Adaptarea la schimbările climatice și atenuarea acestora a devenit un imperativ pentru domeniul ingineriei agrare, obiectivele de bază fiind perfecționarea construcției mijloacelor tehnice agricole, precum și a metodelor de organizare a exploatării lor.

Măsuri organizatorice. Cu suportul politic și științific, practic, în toate țările lumii sunt realizate

măsuri de atenuare a schimbărilor climatice: implementate tehnologii și mijloace tehnice cu consum specific redus de energie și cu un grad majorat de protecție a solului pentru producerea produselor agricole.

În procesul de exploatare a tractoarelor și mașinilor autopropulsate valorile minime ale consumului specific de combustibil (kg/ha) și, respectiv, a emisiilor gazelor nocive se obțin atunci când sarcina motorului este în limita 80-90% din puterea nominală. Pentru a obține această performanță este necesar de realizat unele **măsuri de management tehnic**:

1. Optimizarea structurii parcului de mașini și tractoare pentru gospodării de diferite dimensiuni și specializări. Completarea rațională a mijloacelor energetice (tractoarelor, combinelor și altor mijloace autopropulsate) cu mașini agricole și echipament, respectând raportul costurilor lor cu valoare nu mai mică de 1 : 2 (în țările dezvoltate raportul acesta se ridică până la 1 : 3).
2. Exploatarea mașinilor agricole combinate pe cadrul cărora sunt montate organe de lucru pentru efectuarea la o singură trecere a mai multor operații, ceea ce asigură reducerea consumului specific de combustibil și micșorarea numărului de treceri a mijloacelor tehnice pe câmp.

Concomitent cu măsuri specifice sunt necesare și **măsuri de ordin general**:

1. Promovarea și subvenționarea mașinilor și utilajelor agricole cu impact ecologic minim.
2. Asigurarea cu servicii de mentenanță tuturor mijloacelor tehnice agricole comercializate.
3. Îmbunătățirea pregătirii cadrelor și perfecționarea specialiștilor care exploatează și deservește mașini agricole.
4. Dotarea sectorului agricol, conform cerințelor ecologice, cu aparataje de estimare a parametrilor fizico-chimici ai solului și aerului atmosferic.
5. Acordarea serviciilor de consultanță și efectuarea acțiunilor de control în realizarea proceselor de exploatare a mijloacelor tehnice agricole, având drept scop respectarea legislației ecologice.
6. Studiul și analiza sistemică a tendințelor în evoluarea tehnologiilor, mașinilor și utilajelor agricole; prezentarea acestor studii părților cointeresate.
7. Utilizarea eficientă a resurselor de energie (motorină, energia electrică) și substituirea surselor de energie fosile cu cele regenerabile.

Mijloace energetice (tractoare, mașini autopropulsate) sub aspectul ecologic și economic au următoarele tendințe în dezvoltare:

- diminuarea influenței negative asupra solului prin utilizarea sistemelor de propulsie cu șenile sau cu 6 roți;
- optimizarea proceselor de lucru este asigurată de sistemele electronice de comandă și control SECC, inclusiv, în: alimentarea combustibilului; poziționarea părții rulante independente; funcționarea sistemului de suspendare al tractoarelor;
- dotarea transmisiilor cu cutii de viteze care permit schimbarea raportului de transmitere sub sarcină din mers;
- utilizarea sistemelor performante de neutralizare a substanțelor nocive în gaze de eșapament;
- alimentarea motoarelor cu combustibilii alternativi (biodiesel, hidrogen etc.);
- lărgirea diapazonului de putere a motoarelor, atingând valori de 880 kW (1200 c.p.).

Motoare cu aprindere prin comprimare (diesel): sisteme de injecție a combustibilului. În cele mai răspândite până nu demult sisteme cu pompă dotată cu plonjori în linie sau cu distribuitor rotativ unii din factorii de influență asupra presiunii combustibilului injectat în camera de ardere ($p \approx 200$ bar) sunt turația arborelui cotit și sarcina motorului, ceea ce îngreunează optimizarea combustiei în fiecare caz. Sistemele de injecție cu rampa comună (*engl.*, Common rail) (*fig. 5.5*) înlătură acest neajuns prin separarea sistemului în 2 părți: a) pompa de înaltă presiune 3 ridică presiunea combustibilului până la nivel optim (> 1400 bar) și o stochează într-un acumulator numit rampă comună 4; b) injectoarele

5 la deschiderea valvelor electromagnetice sunt alimentate de la rampă. Common rail, utilizând SECC 1, 2, 6, 7, 9, permite dirijarea cu injecția combustibilului în fiecare fază a procesului de lucru a motorului și asigură intervalele extrem de mici de pulverizare. Prin urmare se oferă posibilitatea eficientizării combustiei, diminuând consumul specific al combustibilului și concentrația substanțelor nocive mai mult de 15%.

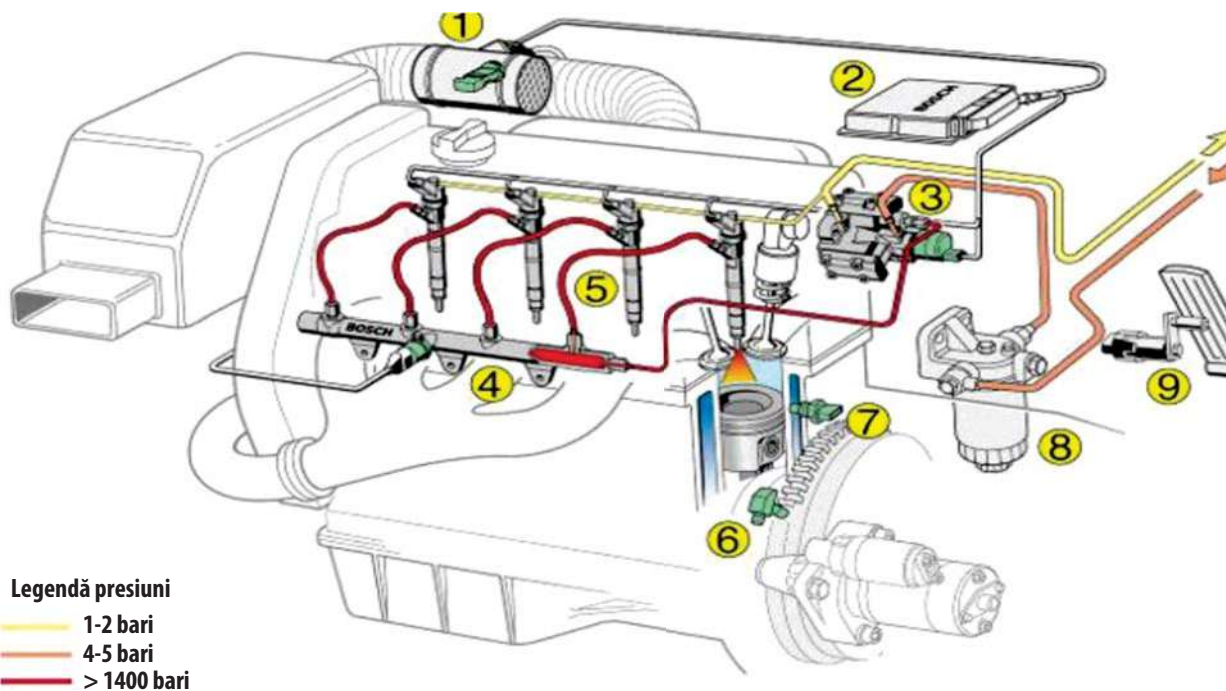


Fig. 5.5. Sistem de injecție cu rampă comună (Virubov D., 2018): 1 – debitmetru de aer; 2 – procesor injecție; 3 – pompă de înaltă presiune; 4 – rampă comună; 5 – injectoare; 6 – senzor turație motor; 7 – senzor temperatură motor; 8 – filtru motorină; 9 – senzor poziție pedală de accelerație

Transmisia tractoarelor. Transmisia Powershift include o cutie cu dublu ambreiaj, care poate opera în mod manual și complet automat. Powershift include (fig. 5.6) două discuri de ambreiaj K1, K2 care funcționează în baie de ulei. Unul din discuri răspunde de cuplarea treptelor impare, iar cel de-al doilea selectează treptele pare. Esența funcționării constă în faptul că, după ce este cuplată prima treaptă, celălalt disc de ambreiaj preselecționează a doua treaptă fără a fi însă cuplată. La necesitate, în 0,03-0,04 s, unul dintre ambreiaje se decuplează, în timp ce celălalt se cuplează. Astfel, schimbarea treptelor de viteză se realizează fără întreruperea forței de tracțiune. Același lucru se întâmplă cu toate celelalte trepte de viteză. Transmisia Powershift dotată cu SECC minimizează pierderile de energie și emisii de gaze până la 15%, majorând productivitatea și confort.

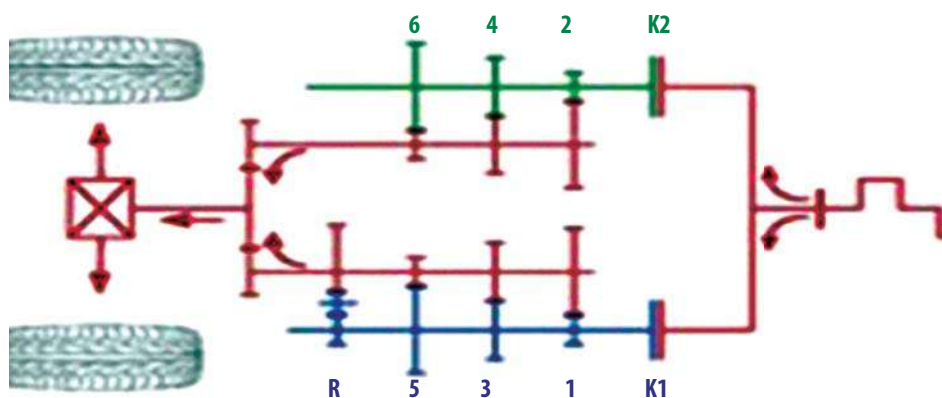


Fig. 5.6. Fluxul de putere în transmisia Powershift (Wimmer, 2016)

Transmisia *Vario Drive* demonstrează aceleași performanțe ca și *Powershift*, însă în structura *Vario* funcționează concomitent transmisia mecanică cu valoarea constantă a momentului pentru fiecare treaptă și transmisia hidrostatică dotată cu o pompă și 2 motoare (pentru puntea din spate și, respectiv, cea din față), cu momentul variabil de la 0 până la valoarea maximă.

Sistem de evacuare a produselor de ardere. Diminuarea cantității de substanțe nocive în gaze de eșapament este asigurată prin utilizarea diferitor soluții tehnice. **EGR** (*engl.*, Exhaust Gas Recirculation) este un sistem care recirculează o parte din gazele de eșapament în camera de ardere a cilindrului, asigurând reglarea cantității oxigenului și, respectiv, a temperaturii optime în aceasta cameră. EGR are un efect benefic asupra procesului de combustie, prin urmare, ajută la reducerea toxicității la evacuare și a consumului de combustibil. Sistemul reducerii catalitice selective **SCR** (*fig. 5.7*) cu lichid **Ad Blue** este folosit pentru a reduce emisiile de substanțe nocive, în primul rând, oxizi de azot NO_x . Lichidul Ad Blue este injectat direct în conducta de evacuare și, în urma reacției chimice, noxele sunt descompuse în azot pur și vapori de apă.

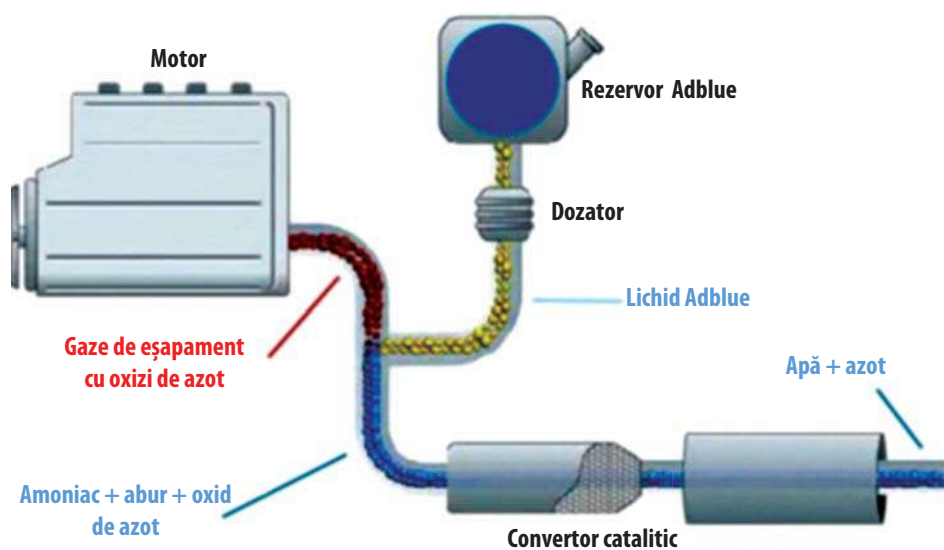


Fig. 5.7. Sistemul cu lichid Adblue de reducere catalitică selectivă a substanțelor nocive

Sisteme electronice de comandă și control SECC. Măsurile sus-menționate de adaptare a mijloacelor tehnice agricole la schimbările climatice și necesitățile socio-economice este posibil de realizat cu SECC (*fig. 5.8*) care a devenit o componentă importantă a acestor mijloace, având în dotare senzorii (peste 100 unități în fiecare mijloc) care măsoară valorile parametrilor fizici din interiorul și exteriorul (în mediul ambiant) al mașinii de lucru, transformă acestea în semnale electrice (traducător) și expediază către procesor, care compară valorile primite cu cele impuse în soft (program) și, la necesitate, trimite comanda către organul de execuție a mașinii de lucru, asigurând în așa mod un regim optim de funcționare a mașinii. Astfel, mașinile și utilajele agricole se transformă din sisteme tehnice în cele cibernetice.

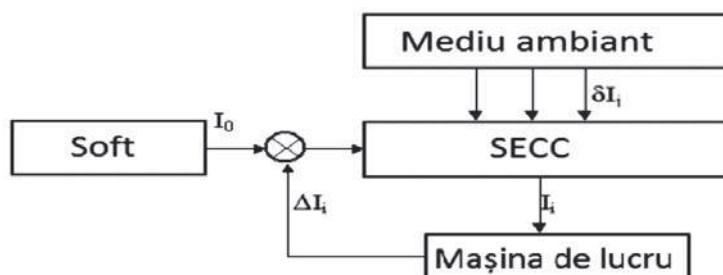


Fig. 5.8. Schema sistemului cibernetic

Sistemele electronice ale tractoarelor moderne asigură dirijarea și cu mașini, unelte agregate (scarificatoare, mașini de semănat, de protecție a plantelor etc.), ceea ce asigură un șir de avantaje: reduce consumul specific al combustibilului și emisiile GES, micșorează consumul materialelor de lucru (materialului săditor, pesticidelor etc.), majorează productivitatea și durabilitatea de funcționare a agregatului, îmbunătățește confortul operatorului.

Unelte pentru afânarea adâncă a solului. Una din cauzele degradării solurilor este utilizarea plugurilor tradiționale care nu numai afânau solul, ci și întorceau brazda. Drept urmare, cu scopul de a proteja solul, arătura este recomandat de înlocuit cu **cizelarea**, adică afânarea adâncă a solului fără întoarcerea (răsturnarea) brazdei, punctul final fiind tehnologia no-till. Soluționarea problemelor de compactare a solului după pluguri tradiționale este un pas important în etapa de trecere la agricultura conservativă. După cizelare partea minimă a resturilor vegetale este introdusă în sol, iar altă parte de resturi formează un strat protector pe suprafață. În procesul afânării se distruge așa-numita „talpa plugului” (stratul compactat la adâncimea de circa 30-35 cm), se îmbunătățesc proprietățile fizice ale solului, inclusiv capacitatea de penetrare și acumulare a apei, de aerisire. Stratul compactat este cauza uzurii neuniforme a trupiștelor (fig. 5.9, d).

La prima etapă de implementare a lucrărilor de cizelare au fost utilizate unelte cu trupiște drepte (fig. 5.9, a), care, respectiv, realizează tăierea dreaptă, necesitând forța majorată de tracțiune. În dependență de designul trupiștelor și adâncimea afânării unelte au următoarele denumiri: scarificator/cizel/subsolier. Cu scopul de a eficientiza procesul de afânare adâncă au fost elaborate trupiște încovoiate (curbate) în spațiu 3D (fig. 5.9, b), care prezintă un compromis constructiv între trupișta dreaptă a cizelului și trupișta plugului tradițional. Prin urmare, trupiștele încovoiate realizează tăierea cu alunecare oblică (glisantă) (fig. 5.9, c), necesitând forța de tracțiune mai mică, de aceea grosimea acestor trupiște, în funcție de adâncimea de lucru, este în limita 8-15 mm, pe când trupiștele drepte au grosimea de 20-40 mm. Concomitent cantitatea resturilor vegetale rămase la suprafața solului după plugul paraplow este mai mare, iar disturbanța solului este mai mică. În literatura de specialitate uneltele cu trupiștele încovoiate se numesc **subsolier, paraplow**.

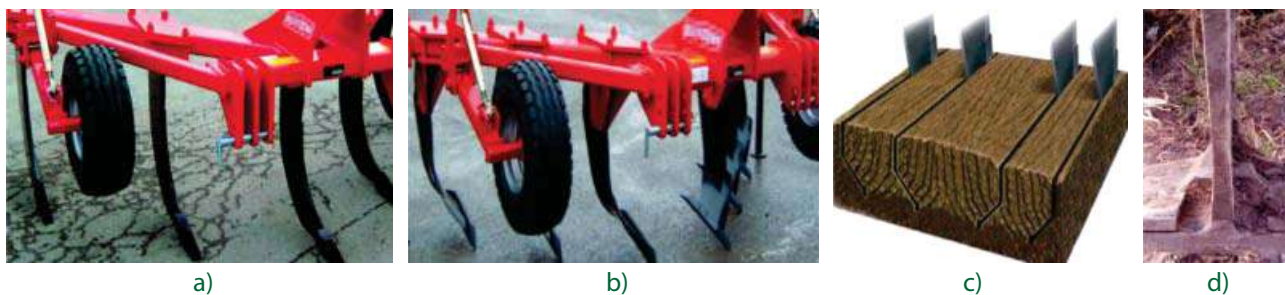


Fig. 5.9. Formele trupiștelor: a) dreaptă; b) încovoiată; c) schema afânării cu paraplow; d) trupișta centrală uzată

Plugul paraplow se utilizează atât în fitotehnie, cât și în horticultură. Conform datelor specialiștilor moldoveni, în majoritatea cazurilor, dotarea paraplow cu tăvălugi îmbunătățește calitatea lucrării, cea mai răspândită formă a tăvălugilor fiind de discuri ondulate amplasate în 2 rânduri după trupiștele paraplow (fig. 5.10). Parametrii tehnici ai plugului paraplow sunt următoarele: adâncimea de lucru – până 0,45m; viteza de lucru – 5-8 km/h; puterea consumată (valoarea medie) – 30-45 c.p./trupișta. Condițiile optime de afânare sunt atunci, când solul are umiditate redusă și se sfărâmă ușor la acțiunea uneltelor fără a se compacta.



Fig. 5.10. Discuri ondulate

Mașini de semănat. Tehnologiile conservative din agricultură înaintază față de semănători cerințe sporite și complexe, care includ în același timp cele acceptate în tehnologiile convenționale, precum și cerințe specifice. Realizarea obiectivului de **disturbanță mecanică minimă a solului**, din punct

de vedere tehnic, este cea mai dificilă sarcină în aplicarea sistemului no-tillage. Din cauza că semănatul se realizează în teren nelucrat, uneori tasat, acoperit cu un strat de resturi vegetale sau de culturi de acoperire, **principalele cerințe** de ordin agrotehnic impuse mașinilor de semănat sunt următoarele:

- să dispună de o masă proprie suficientă pentru administrarea semințelor în sol acoperit cu resturi vegetale și relativ umed, încheind rigola și asigurând un contact optim dintre semințe și sol, totodată, evitând contactul dintre semințe și resturile vegetale. Respectarea acestei cerințe este posibilă prin aplicarea asupra fiecărei secții de semănat a unei sarcini mai mare de 1,6 kN;
- să introducă semințe, îngrășăminte în sol, chiar și cel tasat, la adâncimea optimă, asigurând administrarea unui anumit număr de unități ale materialului semincer pe o unitate de suprafață (unit./ha): abaterea de la normă pentru majoritatea culturilor agricole nu trebuie să depășească 3% max.;
- distribuția boabelor trebuie să fie uniformă pe suprafața prelucrată în diapazonul vitezelor de lucru stipulate în condițiile de exploatare a mașinii: neuniformitatea medie de distribuție între aparatele de dozare a unei mașini nu trebuie să depășească 4% max., iar instabilitatea dozării pe fiecare unitate de lungime a rândurilor – $\leq 5\%$ max., simultan cantitatea specifică a boabelor strivite – $\leq 1\%$ max.;
- dispozitive de dozare a semințelor vor asigura în condițiile adecvate cerințelor agrotehnice și în limitele largi normele de plantare (densitatea culturii) impuse unui număr cât mai mare de specii botanice. Respectarea acestui deziderat majorează probabilitatea obținerii înaltei rentabilități în cultivarea plantelor;
- să asigure o disturbantă minimă a solului, iar resturile vegetale rămase trebuie să micșoreze eroziunea solului, scurgeri și evaporări de umiditate;
- să administreze îngrășăminte (lichide, solide, la solicitare) în procesul de semănat.

Actualmente semănatul culturilor conform cerințelor no-till se efectuează cu variate modele de mașini, însă este evidentă tendința în dezvoltarea constructivă a acestora, unde aparatele de distribuție rămân a fi unul din elementele principale, incluzând **aparate de dozare și brăzdare**.

Aparatele de dozare sunt executate constructiv în 2 feluri: a) aparate cu cilindri canelați/cu pin-teni; b) aparate pneumatice sau mecanice cu discuri cu suprafața interioară de lucru.

Aparatele cu cilindri canelați dozează semințe de diferite dimensiuni și variată structură morfologică (cereale, legume, leguminoase, culturi tehnice), asigurând diferite metode de semănat: în rânduri, benzi și de precizie (fig. 5.11). Ultima metodă a devenit posibil de îndeplinit cu utilizarea SECC. Cilindrii canelați pot fi utilizați pentru fiecare rând, însă la semănători performante cilindrii sunt comuni pentru toate rândurile (sau un grup de rânduri) și împreună cu sistemul pneumatic efectuează dozarea, transportarea și distribuția uniformă a semințelor pentru fiecare rând, distanța între care fiind de 12,5; 15; 16,7 cm (după necesitate). Acționarea cilindrilor poate fi mecanică de la roțile de sprijin sau cu motoare electrice, care asigură dozarea mai precisă.

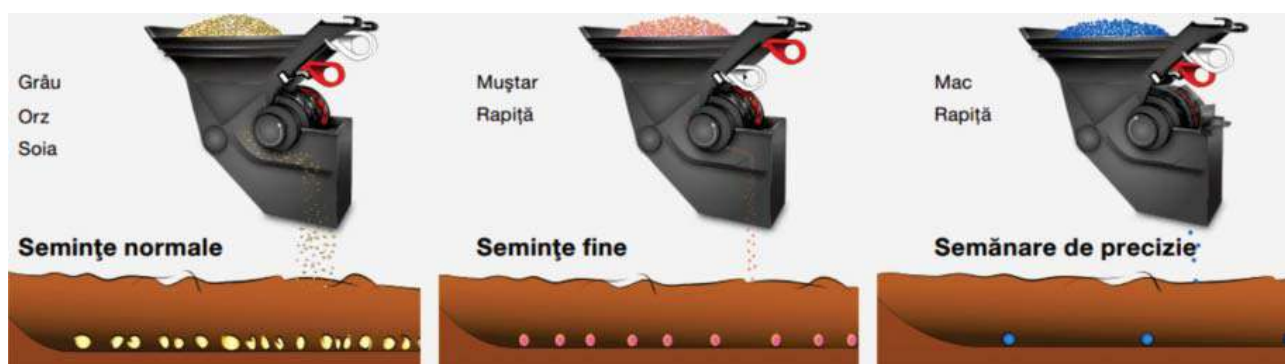


Fig. 5.11. Aparat de dozare multifuncțional 3 x 1 cu cilindrii canelați

Aparatele de dozare cu discuri pneumatice sau mecanice (fig. 5.12) sunt utilizate pentru metoda de semănat cu precizie a culturilor tehnice cu distanța între rânduri 70/76 cm. Elaborarea mașinilor cu schemele constructive noi (Twin Row, Interplant) permite de micșorat distanța în felul următor: 20 + 50/56 cm și, respectiv, 35/38 + 35/38 cm. Aparatele de dozare sus-menționate îndeplinesc cerințe sporite față de uniformitatea fracțiilor de semințe, în special, aceasta se referă la aparatele cu discuri mecanice dotate cu pârgă-lingurițe, care sunt recomandate pentru semințe de porumb. Aparatele pneumatice au un domeniu mai larg de utilizare.

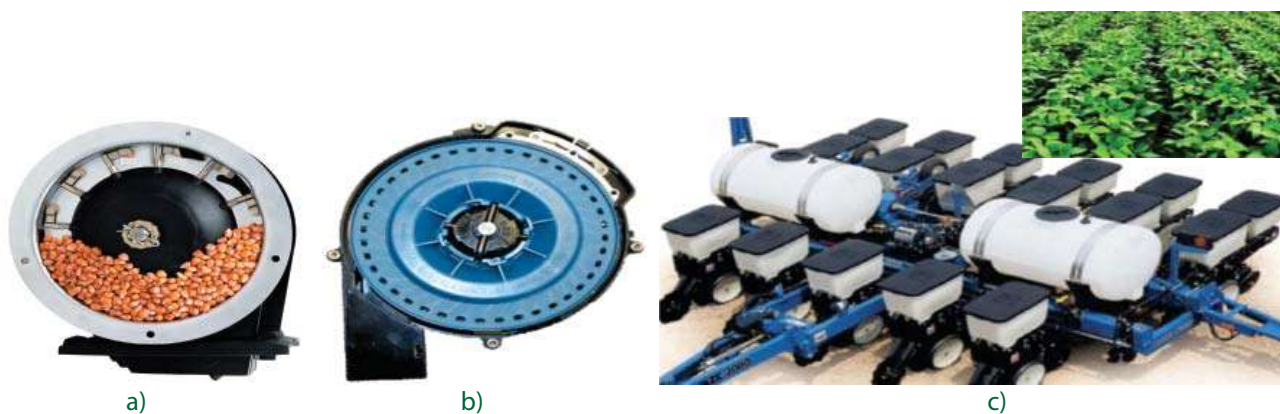


Fig. 5.12. a), b) aparate de dozare mecanic și pneumatic; c) schema Twin Row

Pentru **brăzdare** realizarea sarcinii de bază (pregătirea patului germinativ) în tehnologii no-till este mai dificilă din cauza resturilor vegetale. De aceea în prezent în majoritatea cazurilor sunt folosite brăzdare cu discuri (2 sau 1) care demonstrează capacități înalte de tăiere a resturilor. În ultimul timp au apărut brăzdare cu disc diagonal (fig. 5.13).

Brăzdarele cu 2 discuri se deosebesc prin disturbanta minimă a solului. În brăzdarele cu 2 discuri tip ofset (fig. 5.13, b) axele discurilor sunt puțin deplasate una față de cealaltă (Boincean B. și colab., 2020). Discul din față taie resturile vegetale și solul, astfel îndeplinind funcția discului tăietor, iar cel din spate deschide rigola pentru plasarea seminței. O astfel de construcție poate realiza în unele cazuri semănatul calitativ și fără discul tăietor special (Turbodisc) din dotarea dispozitivului pentru pregătirea solului în rând (fig. 5.13, c).

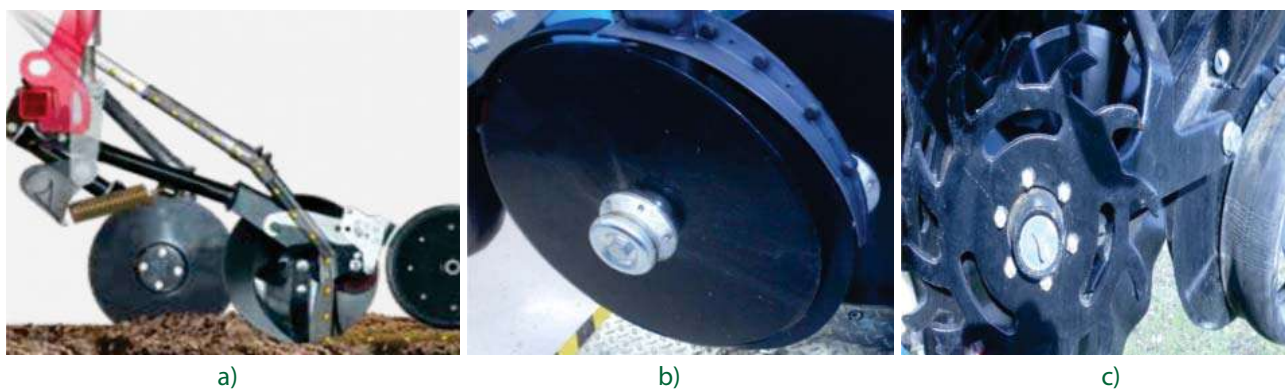


Fig. 5.13. Ansambluri de lucru ale semănătorilor: a) sistem de distribuție cu brăzdar diagonal; b) brăzdar cu 2 discuri tip ofset; c) dispozitiv pentru pregătirea solului în rând

Totuși, pentru realizarea tehnologiei conservative, în special la etapa inițială de asimilare a tehnologiei, semănătorile sunt dotate cu dispozitive montate în fața brăzdarelor pentru a tăia și înlătura din rând resturile vegetale, precum și a afâna solul (fig. 5.13, c). Părțile componente ale fiecărui dispozitiv sunt: un disc tăietor și două roțile. Discurile pot avea formă netedă și ondulată cu variate configurații.

Mașini pentru protecția și fertilizarea plantelor. Mașinile sus-menționate sunt folosite pentru aplicarea pesticidelor, îngrășămintelor lichide (fertilizanților foliari), cât și a unor produse de origine

biologică. În tehnologiile conservative importanța operației de protecție a plantelor crește semnificativ, iar **cerințele agrotehnice generale** rămân aceleași, ca și în cazul tehnologiilor convenționale, fiind următoarele pentru culturile de câmp și cele multianuale:

- Concentrația pesticidului în amestecul de lucru din rezervorul mașinii trebuie să fie uniformă și conformă cerințelor de aplicare, abaterea de la normă nu trebuie să depășească 5%.
- Mărimea picăturilor pentru tratări cu pesticide este în limita 100-250 μm (în cazul utilizării duzelor antiderivă mărimea picăturilor tinde spre limita maximă, care poate fi chiar și depășită).
- Abaterea admisibilă a normei de administrare a soluției de lucru de către fiecare pulverizator nu trebuie să depășească $\pm 5\%$ din valorile recomandate pentru pesticide atât pentru culturile de câmp, cât și pentru plantațiile multianuale.
- Rata suprafeței acoperite cu picături depinde în mare măsură de factorii tehnici, biochimici, însă acoperirea părții superioare a frunzei să fie mai mare de 45%, iar pe partea inferioară – 25%. La evaluarea vizuală pe partea superioară a frunzei sunt necesare cel puțin 20 picături/ cm^2 (culturi de câmp) și 30 picături/ cm^2 (plantații multianuale).
- Micșorarea cantității picăturilor în derivă (*engl.*, drift) este o condiție foarte importantă din punct de vedere ecologic, deoarece picăturile care sunt duse de curenții de aer ascendenți/laterali din zona de tratare sau cele care se evaporă, fără a atinge ținta, prezintă pericol pentru mediul ambiant. De aceea este stabilită limita de derivă de 0,6% la o distanță de 5 m de suprafața cultivată.
- Pentru culturile cu intervale mici între rânduri, de exemplu în vii, în fazele timpurii de dezvoltare, cu frunziș minim, se recomandă de aplicat pesticide cu suport aerian minim.
- Condițiile optime de tratare: temperatura aerului mai puțin de 25°C, iar umiditatea relativă – circa 30%, viteza vântului – 2-5 m/s (funcție de tipul duzei), viteza mașinii de stropit – 6-10 km/h (este obligatoriu ca pesticidele să pătrundă eficient în coroana plantelor, ținând cont de numărul de rânduri tratate).
- Menținerea valorii optime a presiunii pentru fiecare tip de duze (de exemplu, duza cu evantai plat are presiunea de lucru 2,0-3,5 bari, dacă la ea se aplică o presiune crescută (5,0 bari), obținem o ceață fină, iar 30-40% din lichid de lucru va constitui deriva).
- Minimizarea distanței dintre duză și suprafața tratată cu respectarea cerințelor caracteristice pentru fiecare model de duză privind calitatea picăturilor depuse.

Metodele de pulverizare a substanțelor fitosanitare, precum și a fertilizanților lichizi se deosebesc prin modul în care lichidul este antrenat la viteza necesară de anihilare a forțelor interne de coeziune, ce favorizează dispersarea lui:

- pulverizarea hidraulică se obține prin pomparea lichidului printr-un orificiu calibrat cu secțiune mică și proiectare în spațiu;
- pulverizarea pneumatică este realizată prin preluarea și transportul lichidului într-un curent de aer cu o viteză mai mare decât viteza flotației;
- pulverizarea centrifugă se obține prin scurgerea lichidului de pe unul sau mai multe discuri rotative;
- metoda combinată, practic, îmbină procesele de pulverizare hidraulică și cea pneumatică.

În toate metodele sus-menționate (cu excepția metodei centrifuge) dispersarea lichidului de lucru se efectuează cu **duze**, dintre care la momentul actual cele mai des utilizate sunt duzele cu fantă cu jet evantai lenticular (evantai plan, *engl.*, flat fan) cu unghiurile jetului în diapazonul de 25°-120° (cel mai des – 110°). Aceste duze sunt folosite pentru tratarea culturilor de câmp, uniformitatea distribuției obținându-se prin suprapunerea jetului de duze vecine. Tratamentul optim este atunci, când duzele sunt rotite în jurul axei proprii la 7,5°-10° în raport cu axa conductei (*fig. 5.14, a*), ceea ce permite de efectuat lucrul la viteze mai mari ale vântului. Majorarea presiunii de lucru are drept consecință sporirea ponderii picăturilor fine cu potențial ridicat de derivă.

Mentținerea distanței între duze și suprafața tratată este importantă, deoarece înclinarea rampei față de această suprafață dereglează uniformitatea și provoacă formarea zonelor supratratate cu aria care poate ajunge la 25-30% din suprafața tratată (fig. 5.14, b). Dacă distanța optimă este de 0,5 m, atunci în sectorul cu $H = 0,6$ m, cantitatea de pesticide crește cu 40%, ceea ce poate provoca leziunile plantelor, iar în restul suprafeței se reduce cu până la 30% din normă, cu o scădere a efectului tratării.

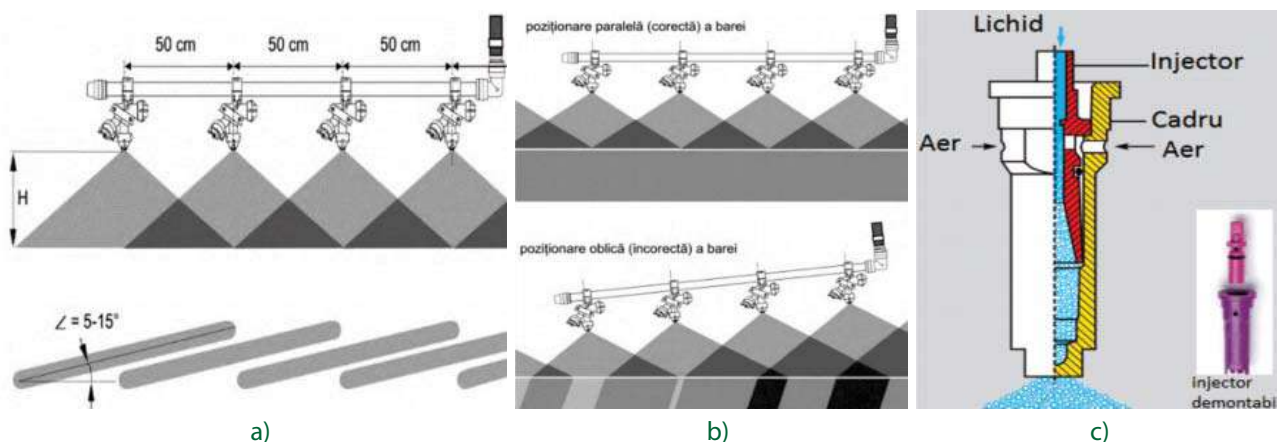


Fig. 5.14. a), b) Scheme de poziționare a duzelor (Stahli W., Bungescu S.T., 2006); c) duza universală antiderivă cu antepulverizator și injecția aerului

Pe suprafața bine nivelată, viteza de lucru a tractorului nu trebuie să depășească 9 km/h, deoarece amplituda oscilațiilor secțiilor marginale ale rampei de 12 m poate ajunge la ± 20 cm. Instalarea stabilizatorilor hidraulici, dirijați de SECC cu senzorii ultrasonici, ajustează substanțial poziția rampei în plan vertical și majorează eficiența tratării cu orice tip al duzelor.

Reducerea pericolului de derivă a impus elaborarea duzelor de tip antiderivă (engl., antidrift) care efectuează tratarea plantelor cu picături amestecate cu un flux de aer (fig. 5.14, c). Construcția acestei duze include la intrare un antepulverizator cu diametrul mai mic decât cel al fantei. Datorită acestui fapt scade turbulența lichidului, iar picăturile formează în jetul aerului bule care sunt mai bine transportate și dezvoltă mai bună aderență cu suprafața tratată. Avantajele atribuite acestor duze sunt următoarele:

- spectrul de mărime al picăturilor foarte restrâns (100-400 μm);
- pierderi mai mici prin scurgerea lichidului de pe plante, prin derivă (drift) și evaporare;
- penetrație și repartizare mai bună în masa vegetală;
- reducerea normei de consum.

În scopul ameliorării situației ecologice prin diminuarea derivei picăturilor sunt utilizate duze cu jet evantai dublu (fig. 5.15, a). Pentru tratarea culturilor de câmp duze sunt instalate pe rampe orizontale, de regulă, cu pasul 0,5 m (fig. 5.15, a), iar pentru tratarea plantațiilor multianuale duze asigură dispersia lichidului în spațiu, de aceea, în cazul acesta, este necesitate de un ventilator.

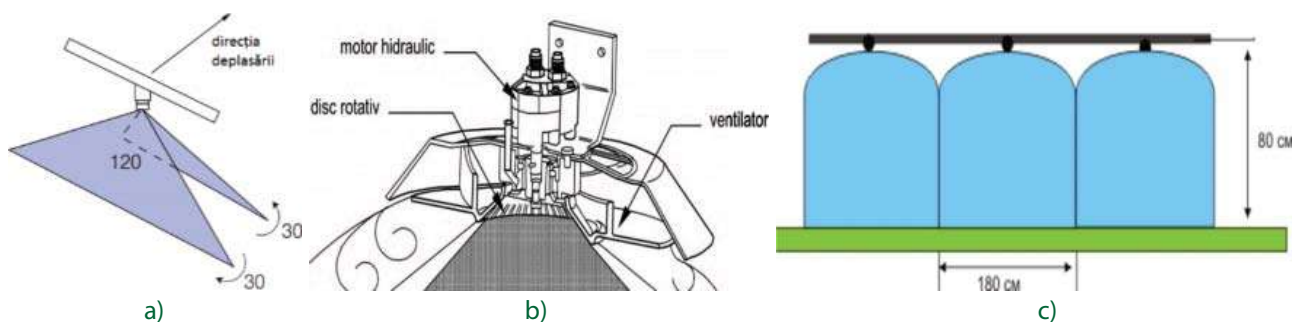


Fig. 5.15. a) Duza cu jet evantai dublu; b), c) schema de lucru a discului rotativ și a rampei cu discuri rotative

Pentru tehnologia Streep-till sunt elaborate echipamente de stropit în rând care pot fi instalate nemijlocit pe semănătoare. Acestea echipamente sunt dotate cu duze cu profil de distribuție pătratică

(tip E-even spray) care stropesc de-a lungul rândului doar o bandă cu lățimea de 0,2-0,3 m. Traiectoria picăturilor ale lichidului de lucru cu duze E (even spray) este identică cu cele obținute cu discuri rotative (fig. 5.15, c), având și o deosebire: picăturile sunt aplicate numai în zona apropiată a rândului. Prin aceasta se reduce consumul de substanță fitosanitară necesară pentru suprafața tratată cu circa 50%.

Stropitoarele cu discuri rotative (centrifuge) includ discuri montate pe bare cu interval de 1,0- 1,5 m, înălțimea de lucru față de suprafața tratată fiind de 0,5-0,8 m (fig. 5.15, b, c). Discurile rotative (duze rotative) pot produce stropi de mărime extrem de mică (circa 50 μm) și se pretează deosebit de bine la tratamentele aeriene cu insecticide cu cantități extrem de reduse de până la 1 l/ha (ultra low volume). La majoritatea pulverizatoarelor cu discuri rotative, pentru acționarea (rotirea) discului se folosesc motoare electrice, mai rar motoare hidraulice alimentate cu ulei de la sistemul hidraulic al tractorului. Experimentele efectuate în câmp cu dozele reduse de până la 30 l/ha soluție nu au reușit să demonstreze superioritatea pulverizatoarelor rotative în comparație cu duzele hidraulice cu jet lenticular.

5.1.3. Argumentările economice ale adaptării ramurii fitotehnice la schimbările climatice

Eficiența încorporării îngrășămintelor organice în sol asupra culturilor cultivate depinde de următorii factori: cantitatea dejecțiilor organice încorporare, coeficientul sau procentul de asimilare a substanței active din elementele nutritive, cantitatea conținutului de macroelemente în calcul la o tonă de dejecții organice. Randamentul îngrășămintelor organice este direct influențat de calitatea îngrășămintelor, care la rândul ei depinde de modul de păstrare, perioada de păstrare și administrare. Administrarea reușită a gunoierului de grajd prin acumularea, păstrarea și încorporarea acestuia va asigura sporuri ale producțiilor agricole antreprenorilor și va contribui la diminuarea costurilor unitare ale recoltei. În tabelul 5.3 vom calcula sporul recoltei la grâu de toamnă după aplicarea dejecțiilor animaliere în funcție de specii și tipul dejecțiilor. Drept bază de calcul s-au luat trei tipuri de dejecții animaliere pentru a diversifica opțiunile de aplicare a îngrășămintelor organice în funcție de ferma zootehnică, regiune și posibilitățile antreprenorilor.

Tabelul 5.3. Calculul sporului recoltei la grâu de toamnă în urma aplicării dejecțiilor animaliere

Tip de dejecții		Dejecții solide de bovine în amestec cu material de așternut	Dejecții lichide de bovine și porcine	Dejecții solide de la găini
Cantitatea medie încorporată la un ha, tone		20	40	10
Gradul de asimilare a substanței active, %	Azot	25%	35%	30%
	Fosfor	30%	30%	40%
	Potasiu	60%	60%	90%
Cantitatea de macroelemente în calcul la o tonă de dejecții organice, kg	Azot	5,0	2	20
	Fosfor	2,5	0,2	15
	Potasiu	6,0	1	10
Cantitatea de macroelemente consumată la o tonă producție grâu de toamnă, kg	Azot	35	35	35
	Fosfor	12	12	12
	Potasiu	20	20	20
Sporul recoltei de grâu de toamnă din contul macroelementelor, tone	Azot	0,71	0,80	1,71
	Fosfor	1,25	0,20	5,00
	Potasiu	3,60	1,20	4,50
Sporul mediu al recoltei la un ha grâu de toamnă după aplicarea îngrășămintelor, tone		1,85	0,73	3,74

Calcululele obținute și prezentate în tabelul 5.3 ne demonstrează spor al recoltei la producția de grâu de toamnă în urma încorporării dejecțiilor organice. Utilizarea dejecțiilor animaliere solide într-o cantitate medie per ha de circa 20 t ar putea asigura circa 1,85 t/ha spor producție, inclusiv 3,6 t din contul influenței potasiului, 1,25 tone din contul influenței fosforului și 0,71 tone din contul îngrășămintelor de azot.

Efectul dejecțiilor animaliere solide în amestec cu material de așternut după încorporarea în sol se menține în decurs de circa 5 ani, ceea ce, spre exemplu, asigură rotația culturilor agricole într-un asolament complet.

Dejecțiile animaliere lichide aplicate cu o cantitate medie de 40 tone per ha asigură spor mediu al recoltei la grâu de toamnă de circa 0,73 tone, inclusiv 1,2 tone din contul îngrășămintelor de potasiu, 0,8 tone din contul celor de azot și 0,2 tone din contul celor de fosfor. Acest tip de îngrășămintă mai este numit și complex de azot și potasiu și se regăsesc într-o cantitate mai mare în dejecțiile organice ale porcilor. Perioada de influență a îngrășămintelor organice lichide asupra conținutului de macroelemente în sol durează 2-3 ani în funcție de calitatea lor și a lucrărilor de încorporare.

Dejecțiile solide de găini asigură cel mai mare randament al producției de grâu de toamnă. Aplicarea a 10 tone dejecții de găini per ha asigură un spor mediu al recoltei de 3,74 tone per ha, inclusiv un spor de 5 tone din contul îngrășămintelor de fosfor, 4,5 tone a celor de potasiu și 1,71 tone din contul celor azot. Durata efectului acestui tip de îngrășămintă este de maxim 2 ani. Specialiștii în domeniu afirmă că dejecțiile organice de la găini au cel mai mare efect în primul an de aplicare.

Din calculele obținute, influența macroelementelor asupra recoltei este diferită, spre exemplu aplicarea dejecțiilor lichide asigură doar 0,2 kg substanță activă de fosfor la o tonă de dejecții, ceea ce este insuficient, și asigură un spor doar de 200 kg producție. Rezultatele prezentate demonstrează că aplicarea îngrășămintelor organice în mod unilateral, deseori, are o influență dezechilibrată asupra rezultatului. Pentru obținerea randamentelor înalte în urma aplicării îngrășămintelor se efectuează echilibrul macroelementelor cu ajutorul îngrășămintelor minerale reieșind din analiza chimică a solului. Prin urmare, încorporarea doar a îngrășămintelor organice poate avea un efect neîmplinit în unele cazuri, fiind necesar echilibrul lor cu ajutorul celor minerale.

Din punct de vedere al eficienței economice utilitatea îngrășămintelor organice este de neprețuit. Sporul producției de grâu de toamnă datorită aplicării poate fi considerat esențial în randamentul recoltei globale a acestei culturi. În Republica Moldova grâul se cultivă pe o suprafață de circa 350 mii hectare și rămâne stabilă în ultimii ani cu mici abateri influențate de structura asolamentelor. Aplicarea îngrășămintelor organice pe suprafețele însămânțate cu grâu va spori producția și, inevitabil, va îmbunătăți conținutul chimic al solului. Sistematizând datele referitoare la șeptelul de animale și tabelul 5.4, vom analiza capacitățile dejecțiilor animaliere aplicate pentru cultura grâu de toamnă. Cantitatea dejecțiilor se referă doar la cea acumulată în întreprinderile agricole.

Tabelul 5.4. Sporul producției globale de grâu de toamnă în urma încorporării dejecțiilor animaliere din cadrul întreprinderilor agricole

Indicator	Dejecții solide în amestec cu paie	Dejecții lichide	Dejecții solide de pasăre
Cantitatea convențional-disponibilă în întreprinderile agricole, mii tone	317	478	3 221
Suprafața convențională de grâu de toamnă pe care se încorporează îngrășămintă organice, ha	15 835	11 949	322 114
Spor al producției globale de grâu de toamnă, tone	29 369	8 763	1 204 093

Rezultatele obținute demonstrează că, convențional, încorporarea dejecțiilor animaliere în cantitățile integrale obținute ar asigura ameliorarea tuturor suprafețelor însămânțate cu grâu de toamnă din țară. Cu alte cuvinte, terenurile însămânțate cu cultura grâului de toamnă pot fi ameliorate cu îngrășămintă organice integral, inclusiv din contul celor lichide și solide. Sporul producției globale de grâu de toamnă în asemenea caz ar putea fi dublat comparativ cu cel al anului 2019, când producția globală de grâu de toamnă a fost de 1,1 milioane tone și poate fi majorată până la circa 2,3 milioane tone aplicând îngrășămintă organice pe toată suprafața. Aceste calcule se referă doar la un singur an și cultură, însă anual dejecțiile organice aplicate fiind depozitate și ulterior încorporate vor îmbunătăți starea solurilor și vor spori randamentul culturilor.

Rezervele de sporire a producției grâului de toamnă din contul resurselor îngrășămintelor organice obținute sunt deosebite. Desigur, că aceste calcule reprezintă abordări teoretice ce pot fi luate în

considerare doar în cazul mobilizării resurselor în mod integral. Calcule referitoare la sporirea randamentului altor culturi pot fi aplicate similar acestei metode.

Aplicarea nutrienților sau a îngrășămintelor pe terenurile agricole a căpătat importanță din momentul descoperirii lor și a conținutului de substanță activă ca factor de influență asupra productivității culturii agricole. Actualmente niciun producător nu își imaginează cultivarea culturilor fără nutrienți. Pentru unii dintre ei a devenit o obișnuință și un instrument indispensabil în procesul de cultivare, astfel încât datorită lor sistemul de producere, distribuție și comercializare la nivel mondial a devenit o industrie complexă și multinațională cu rulaj de sute de miliarde dolari SUA. Republica Moldova nu a rămas izolată în acest sens și ușor a fost încadrată în circuitul mondial al pieței de livrare și comercializare a nutrienților pentru fertilitatea solului și nutriția plantelor.

La moment preocupările agricultorilor față de nutrienți sunt de natură financiară și tehnologică. Altfel spus, administrarea nutrienților cu eficiență maximă la un preț mai redus. Piața nutrienților este destul de variată, iar uneori lipsa cunoștințelor necesare la agricultori și goana după sporirea vânzărilor la comercianți duc la efectul invers – eficiență scăzută și preț înalt.

O preocupare mai recentă în acest context pentru agricultori este depășirea problemelor ce vin odată cu schimbările climatice în agricultură cum ar fi temperaturi sporite, reducerea nivelului de umiditate în sol, ploi averse ș.a. Întrebările ce apar din partea agricultorilor în mod constant sunt de genul: „Cum se poate de majorat fertilitatea în condiții aride?”, „Ce tipuri de nutrienți se recomandă în cazul lucrărilor de menținere a umidității în sol?” ș.a.m.d. Aceste întrebări apar și în contextul trecerii unor fermieri de la agricultura convențională la cea conservativă.

În prezentul capitol vom prezenta prin calcule eficiența comparativă a aplicării nutrienților în agricultura convențională și agricultura conservativă.

Eficiența economică a utilizării nutrienților se caracterizează prin cantitatea de profit net suplimentar la o unitate de greutate (kg, q, t) a îngrășămintelor aplicată la 1 hectar de cultură și la 1 leu costuri utilizate pentru achiziționarea și aplicarea îngrășămintelor. Pentru a calcula acești indicatori, ținând cont de modificările intensității capitalului de producție se determină capacitatea investițiilor de capital obținute prin utilizarea de îngrășămintele.

Nivelul eficienței economice a utilizării îngrășămintelor la diferite culturi depinde de selectarea corectă a tipurilor, dozelor și metodelor de aplicare a acestora.

Pentru a determina eficiența economică a utilizării nutrienților se analizează doi factori: costul creșterii recoltei în calcul la 1 leu costuri suplimentare asociate utilizării îngrășămintelor (indicator de valoare de bază) și cantitatea de producție suplimentară obținută de la aplicarea îngrășămintelor.

Cererea scăzută la producția – marfă nu poate fi o condiție pentru determinarea eficienței economice a utilizării nutrienților, formată prin reducerea costurilor de producție. Soluția la această problemă depinde de calcularea corectă a costului producției, estimarea costului creșterii randamentului obținut din îngrășămintele, erbicide sau alte substanțe chimice aplicate suplimentar.

Agricultura conservativă reprezintă sistemul de lucrare a solului prin care se anulează lucrările mecanice asupra solului (discuitul, aratul, boronitul etc.) în scopul reținerii nivelului înalt al umidității în sol în condițiile succesiunii culturilor ca resursă de acumulare a materiei organice în sol. Resturile organice lăsate după recoltare constituie stratul organic ce acoperă solul pentru a-l proteja de eroziune, încălzire și a menține umiditatea. Actualmente, acoperirea solului cu materie organică este unica soluție identificată de savanți în scopul protecției față de temperaturile înalte și schimbările climatice. În asemenea condiții cultivarea culturilor agricole are loc direct fără lucrări tehnologice premergătoare, tehnologie cunoscută ca *no-tillage* sau *no-till* (tradus din engleză – *fără plug*). Interesul față de agricultura conservativă din partea agricultorilor se explică prin sporirea recoltei la ha după al treilea consecutiv de aplicare a tehnologiei *no-till*.

În agricultura conservativă importanța nutrienților se reduce pe măsură ce durata tehnologiei *no-till* crește. Conform afirmațiilor unor savanți autohtoni, la al șaselea an de implementare a tehnologiei necesarul de nutrienți scade sau chiar poate să se reducă (Rurac, 2019). Mai jos se prezintă

calculele comparative la aplicarea nutrienților dintre agricultura convențională și cea conservativă în funcție de un ha și un q la culturile agricole.

Costurile la nutrienți în valoarea totală pe culturi au pondere diferită în funcție de cultură și metoda de prelucrare a solului. În condițiile tehnologiei no-till de prelucrare a solului costurile au tendința de majorare, care însă nu este clar accentuată. Această afirmație este demonstrată în tabelul 5.5 de mai jos.

Tabelul 5.5. Costurile comparative la nutrienți pentru diferite culturi în funcție de suprafața și cantitatea recoltată

Cultura		Agricultura convențională, lei	Agricultura conservativă, lei	Ritmul de reducere a costurilor în agricultura conservativă față de cea convențională, %
Grâu de toamnă	la ha	1800	1220	-32
	la q	51	24	-53
Orz de toamnă	la ha	1400	1100	-21
	la q	40	23	-43
Porumb boabe	la ha	1600	2500	+56
	la q	40	38	-4
Soia	la ha	1220	950	-22
	la q	81	38	-53
Floarea-soarelui	la ha	1300	1280	-2
	la q	65	40	-38
Rapița	la ha	1250	1250	0
	la q	63	42	-33

Sursa: (Bajura, și colab., 2019) și școlile de câmp pentru fermieri

Conform datelor prezentate în tabelul 5.5 se observă că în cadrul sistemului agriculturii conservative costurile sunt mai reduse decât în cazul celei convenționale la toate culturile analizate.

La grâul de toamnă costul nutrienților în sistemul convențional este mai mare decât în cel conservativ cu 580 lei per ha, ritmul de reducere constituind 32%. În calcul la 1 q producție ritmul de reducere constituie 53%. Prin urmare, se vede că în calcul la o unitate de producție ritmul de reducere a costurilor la nutrienți este mai mare decât în calcul la suprafață. Ritmul de reducere mai mare a costurilor în calcul la o unitate de producție se explică prin recolta mai mare obținută în sistemul agriculturii conservative prin tehnologia no-till.

La orzul de toamnă costul nutrienților în valoarea totală a costurilor în calcul la un ha pentru agricultura convențională constituie 1 400 lei, pentru agricultura conservativă acest indicator este de 1 100 lei. Ritmul de reducere fiind de 21%. La o unitate de producție costurile nutrienților constituie 40 și 23 de lei respectiv. Aici ritmul de reducere constituie până la 43% în sistemul conservativ de lucrare a solului.

La producția porumb boabe avem o altă situație. Costul nutrienților în costul total al producției în calcul la un ha în sistemul conservativ este mai mare decât în cel convențional. Ritmul de majorare este de circa 56%. În mărimi absolute se modifică de la 1 600 lei în sistemul convențional până la 2 500 lei în cel conservativ. Problema la această cultură constă în sporirea cantității nutrienților încorporați la un ha în scopul sporirii nivelului de elemente nutritive. Chiar și în situația respectivă, costurile la un q producție se reduc. În astfel de situații s-ar putea reuși reducerea costurilor la un q la nutrienți din contul sporirii productivității culturii prin aplicarea tehnologiei no-till.

La soia costurile nutrienților la un ha în agricultura conservativă se reduc cu 270 lei față de agricultura convențională. Ritmul de reducere constituie 22%. În calcul la un q costurile la nutrienți se reduc cu un ritm de 53% din contul majorării productivității, dar și a reducerii costurilor la o unitate de suprafață. La un q producție de soia costurile nutrienților au o valoare de 38 lei în sistemul agriculturii conservative, iar în cel convențional ajunge la circa 80 lei per q.

La floarea-soarelui costurile nutrienților în calcul la 1 ha teren însăși sunt aproximativ la același nivel pentru ambele sisteme de lucrare a solului. În calcul la 1 q producție diferența este sem-

nificativă. Nivelul costurilor nutrienților în sistemul convențional ajunge până la 65 lei la q, iar în sistemul conservativ de lucrare a solului acestea se reduc până la 40 lei la q. Această reducere este semnificativă pentru cultura respectivă în condițiile prețurilor instabile de achiziție a semințelor de floarea-soarelui și a prezenței monopolului la procesare.

La rapița costurile substanțelor nutritive încorporate în sol ajung până la 1250 lei în calcul la 1 ha pentru ambele sisteme de prelucrare a solului. Această situație nu poate fi atribuită și la costurile în calcul la un q. Nivelul acestora în tehnologia no-till s-au redus cu circa 33% și constituie 42 lei față de agricultura convențională, care a înregistrat circa 63 lei per q.

O altă particularitate al analizei eficienței nutrienților în sistemele de lucrare a solului este ponderea valorii nutrienților aplicați în costul total al culturii. În tabelul ce urmează datele sunt calculate în baza celor din tabelul 5.5.

Tabelul 5.6. Analiza comparativă a ponderii costurilor la nutrienți pentru diferite culturi

Indicatorul		Agricultura convențională	Agricultura conservativă
Grâu de toamnă	la ha	23%	35%
	la q	21%	35%
Orz de toamnă	la ha	18%	34%
	la q	16%	34%
Porumb boabe	la ha	19%	63%
	la q	18%	63%
Soia	la ha	13%	25%
	la q	13%	25%
Floarea-soarelui	la ha	16%	28%
	la q	8%	28%
Rapița	la ha	23%	35%
	la q	13%	35%

Se observă că ponderea costurilor la nutrienți în sistemul agriculturii convenționale în calcul la un ha variază 32% pentru cultura grâu de toamnă până la 13% la cultura soia (Bajura, și colab., 2019). În calcul la un q producție ponderea costurilor la nutrienți variază de la 21% la grâu de toamnă până la 8% la floarea-soarelui.

În sistemul conservativ de lucrare a solului se observă o sporire a ponderii costului la substanțele nutritive atât la o unitate de suprafață, cât și la o unitate de producție. Ponderea cea mai mare în calcul la un ha teren însămânțat s-a înregistrat la porumb boabe, circa 63%. Cea mai redusă este la soia în mărime de 25%. La nivel de unitate de producție cea mai mare pondere o deține producția porumb boabe, iar cea mai mică soia. Ponderea costurilor la substanțele nutritive în sistemul conservativ de lucrare a solului în ambele dimensiuni sunt la același nivel.

Reieșind din analizele efectuate în baza datelor din tabelul 5.6 putem constata următoarele ipoteze:

- 1) În sistemul convențional:
 - a) cea mai mare pondere a costurilor la substanțele nutritive aplicate în sol se înregistrează la grâul de toamnă;
 - b) cea mai mică pondere a costurilor o deține cultura soia;
- 2) În sistemul conservativ:
 - a) cea mai mare pondere a costurilor la nutrienți se înregistrează la porumb boabe;
 - b) cea mai redusă pondere a costurilor la nutrienți se înregistrează la soia;
 - c) ponderea costurilor la nutrienți este mai înaltă decât la alte sisteme de lucrare a solului.

În sistemul conservativ de lucrare a solului ponderea lor este mai înaltă, deși nominal nivelul costurilor se reduce în calcul la un q producție. În primul rând aceasta se explică prin reducerea numărului de lucrări de bază a solului, fapt ce constituie un element important în favoarea aplicării sistemului conservativ de lucrare a solului. Odată cu aplicarea acestui sistem are loc majorarea productivității culturilor agricole. Prin urmare, reducerea numărului de lucrări de bază a solului (aratul, boronitul,

discuitul, tăvălugitul ș.a.) în condițiile sporirii productivității culturilor creează un efect economic favorabil pentru sporirea rentabilității producției.

Culturile analizate în lucrarea respectivă au fost selectate în baza unor observări în teren, și anume:

- 1) sunt mai des semănate pe loturile demonstrative a școlilor de câmp de fermieri;
- 2) sunt cele mai des recomandate de către savanți ca culturi de inițiere a trecerii de la agricultura convențională la cea conservativă;
- 3) sunt culturile cu un sistem similar a lucrărilor de bază a solului.

În ultimii trei ani evoluția indicatorilor de bază la aceste culturi a fost diferită.

Tabelul 5.7. Dinamica principalilor indicatori la culturile agricole analizate

Cultura	2016		2017		2018	
	Recolta globală, mii tone	Recolta medie, q/ha	Recolta globală, mii tone	Recolta medie, q/ha	Recolta globală, mii tone	Recolta medie, q/ha
Grâu	958	36	915	39	849	32
Orz	176	34	171	34	119	28
Porumb boabe	392	36	584	47	744	59
Soia	33	12	35	15	40	23
Floarea-soarelui	497	20	586	22	551	22
Rapița	40	24	67	25	79	20

Sursa: www.statistica.md

Din datele prezentate în tabelul 5.7 se vede că recolta globală la culturile cerealiere se reduce în dinamică, deși recolta medie la ha rămâne constantă cu unele modificări de la an. Aceasta se explică prin micșorarea suprafețelor însămânțate cu aceste culturi din cauza condițiilor meteorologice nesatisfăcătoare.

La porumb ultimii ani a sporit interesul din cauza prețului de achiziție înalt oferit de către companiile de achiziție a cerealelor. Astfel, cultura respectivă își sporește recolta atât din contul productivității, cât și a suprafețelor însămânțate.

Aceeași situație se referă și la celelalte culturi (tab. 5.7) ce urmează după cultura porumb – oferta înaltă la prețul de achiziție a producției.

Prin urmare, se constată că în Republica Moldova există potențial pentru aplicarea sistemului conservativ de prelucrare a solului luând în considerare culturile analizate și calculele prezentate.

5.2. HORTICULTURĂ

5.2.1. Măsurile de adaptare la schimbările climatice și opțiuni de atenuare a schimbărilor climatice pentru sector

Analiza dezvoltării competitivității întreprinderilor agricole din sectorul horticol reliefează că subvențiile influențează pozitiv asupra acestora și denotă faptul că mărirea cu 1% a subvențiilor acordate întreprinderilor agricole va majora valoarea TFP cu 0,0041%.

De notat că aspectele de asistență la măsurile structurale aplicate în horticultură, contribuie la reducerea sărăciei și fluxului de migrație din zona rurală, la sporirea siguranței și securității alimentare, a vulnerabilității la schimbările climatice și sporesc competitivitatea în sector. Practic are loc sporirea rezilienței la schimbările climatice, datorită investițiilor productive în infrastructura rurală și sistemele horticole în general (fig. 5.16). Horticultura Republicii Moldova necesită în primul rând schimbări de ordin sistemic în vederea adaptării la schimbările climatice în condițiile resurselor naturale limitate și a scăderii calității lor odată cu creșterea concomitentă a populației și cerințelor în produse alimentare de calitate înaltă.

Succesul așteptat poate să vină doar din acțiunile coerente și flexibil orchestrate ale tuturor actorilor implicați în acest proces: fermieri, savanți, consultanți, agenți de dezvoltare etc.

Repartiția teritorială a subvențiilor relevă că discrepanța dintre subvențiile primite per raioane este foarte mare. Prin urmare, pentru a asigura o dezvoltare mai uniformă a spațiului rural și de a

asigura o echitate în acest sens, puterea executivă a statului trebuie să elaboreze politici suplimentare de finanțare primordial a suprafețelor dezavantajate etc.



Fig. 5.16. a – colecție de soiuri (apirene) de struguri, b – soiul de măr Ambrozia, c – cais Big red, d – cireș – condiții controlate

În această ordine de idei crearea clusterelor horticole poate intensifica nivelul de cooperare reciprocă dintre producătorii de producție horticolă; producători și procesatori, dar și dintre producătorii de producție horticolă și instituțiile de stat. Sporirea cooperării dintre producătorii de legume/fructe și procesatori prin crearea clusterelor horticole, ce vor fi „motorul” dezvoltării economice și inovării, reprezentând un mijloc de colaborare între întreprinderi, instituții de cercetare, furnizori, clienți și competitori localizați în aceeași arie geografică (locală, națională, internațională). Contribuția clusterelor la sporirea competitivității întreprinderilor agricole este deosebit de mare, și îmbracă cel puțin trei dimensiuni: productivitatea, inovația și crearea de noi grupări de întreprinderi agricole, cu:

- utilizarea indicatorului global al productivității – „productivitatea totală a factorilor” (TFP) la determinarea competitivității întreprinderilor respective;
- asigurarea păstrării calității producției horticole prin dezvoltarea infrastructurii post-recoltare, în vederea asigurării pieței cu produse horticole în stare proaspătă pe tot parcursul anului;
- diversificarea piețelor de desfacere a produselor horticole prin cooperarea producătorilor de fructe și legume cu MADRM în elaborarea unei strategii de promovare a produselor horticole pe piețele externe;
- crearea asociațiilor consumatorilor de apă și modernizarea sistemelor de irigare ce vor permite producătorilor agricoli să reducă costurile de operare și întreținere a acestora;
- aplicarea modelului lanțului valoric în determinarea competitivității întreprinderilor agricole din sectorul horticol al Republicii Moldova, ce va permite evidențierea rolului fiecărei verigi a lanțului valoric în sporirea competitivității întreprinderilor horticole.

Înșuși aplicarea subvenționării exporturilor de producție horticolă, poate contribui la crearea întreprinderilor orientate spre export, influențând pozitiv la sporirea competitivității producției hor-

ticole și respectiv la creșterea bunăstării populației. Aceasta ar permite consolidarea continuă privind formularea politicilor agricole menite să sprijine micii agricultori și asociațiile de fermieri, să ajute părțile interesate publice și private din sectorul horticola, să sporească producția pe bază sustenabilă a susținerii și modernizării mediului rural în general.

Printre activitățile de adaptare la schimbările climatice în curs de desfășurare se pot menționa:

- implementarea sistemului conservativ de agricultură;
- ameliorarea și implementarea speciilor și culturilor horticoale cu toleranță la secetă și arșiță;
- corelarea/corectarea managementului îngrășămintelor minerale cu condițiile climatice reale;
- folosirea mijloacelor de protecție a plantelor în deplină conformitate cu datele prognosticului de avertizare la boli și dăunători, emis de Direcția Protecție a Plantelor a Agenției Naționale pentru Siguranța Alimentelor;
- schimbarea componenței speciilor/culturilor în conformitate cu aridizarea climei și situațiilor de pe piețele respective;
- perfecționarea sistemelor de asigurare a rezilienței vis-à-vis de riscurile din horticultură;
- extinderea sistemelor de irigare cu un consum redus de apă;
- ameliorarea pajiștilor și fânețelor ca mijloc de sechestrare a carbonului;
- promovarea bunăstării și sănătății animalelor în condițiile schimbărilor climatice;
- prevenirea eroziunii solului prin plantarea speciilor de arbori/plante perene adaptabile la condițiile climatice schimbabile locale.

De notat că instituțiile științifice ramurale în cooperare cu cele academice au elaborat un șir de recomandări ce țin de rotația culturilor, lucrarea, folosirea și irigarea solului, combaterea eroziunii etc. Însă eficacitatea acestor măsuri este redusă din cauza lipsei unui sistem integrat (durabil) de agricultură, orientat atât spre păstrarea și majorarea productivității culturilor, cât și conservarea și folosirea rațională a resurselor naturale locale. Printre barierele și provocările de implementare a măsurilor de adaptare la schimbările climatice se pot menționa:

- lipsa unei platforme unice la nivel guvernamental de interferență a diferitor sectoare ale economiei naționale (agricultură, transport, energie, mediu etc.);
- necesitatea extinderii unui sistem de horticultură rezilientă durabilă, bazat pe respectarea principiilor agroecologice de intensificare inovativă. Aceasta va permite atât reducerea dependenței sectorului de folosirea inputurilor din surse energetice neregenerabile și derivatelor lor, cât și reducerea impactului negativ asupra mediului ambiant și sănătății oamenilor;
- lipsa unui organ statal responsabil de monitorizarea respectării unui sistem de horticultură durabilă în cadrul fiecărei gospodării, indiferent de dimensiuni și forma de proprietate asupra pământului;
- lipsa unui organ guvernamental de asigurare a securității alimentare în condițiile creșterii vulnerabilității sectorului horticola la schimbările climatice;
- necesitatea restabilirii sistemului de producere a genofondului horticola național cu folosirea preponderentă a soiurilor și hibrizilor de proveniență autohtonă, care sunt mai adaptabile la condițiile locale de sol și climă;
- lipsa unui set de indicatori de ordin economic, ecologic și social pentru evaluarea comparativă a nivelului de dezvoltare durabilă a gospodăriilor și stabilirea unui mecanism de stimulare a producătorilor, care acordă servicii pentru mediul ambiant și sănătatea oamenilor;
- necesitatea promovării în rândurile consumatorilor de produse alimentare a cunoștințelor referitor la influența modului de creștere a produselor agricole asupra mediului ambiant și a sănătății oamenilor, care ar permite extinderea piețelor de produse alimentare ecologice, precum și a fortificării sănătății umane în general;
- nerespectarea unui raport optim dintre menținerea terenurilor arabile, pajiștilor și pădurilor în fiecare localitate, ținând cont de particularitățile landșaftului cu asigurarea cotei obligatorii de vegetație naturală în fiecare gospodărie agricolă, care va permite majorarea și lărgirea biodiversității;

- insuficiența de cercetări științifice interdisciplinare cu extinderea imediată a rezultatelor inovative a cercetărilor în condițiile de producere, cu participarea masivă a producătorilor agricoli.

Astfel, măsurile prioritare de adaptare la schimbările climatice cu intervenții/opțiuni de atenuare a schimbărilor climatice pentru sectorul de horticultură sunt indisolubil legate de relansarea obiectivelor prioritare strategice, vizând excelența științifică/cercetări de frontieră, tehnologii viitoare și emergente, utilizarea eficientă a resurselor locale și a materiei prime; provocările societale (sănătate, securitate alimentară, agricultura durabilă, bioeconomie etc.). Ele sunt realizabile odată cu:

1. Crearea și implementarea de soiuri și specii de culturi horticoale locale și străine noi cu adaptabilitate înaltă la condițiile pedoclimatice locale, productivitate sporită, calități deosebite a fructelor, rezistente la factorii stresogeni biotici și abiotici, pretabile și pentru producerea organică.



Fig. 5.17. Soiuri, biotipuri autohtone de specii pomicele cu adaptabilitate bună și plasticitate ecologică largă vis-à-vis de schimbările climatice zonale: bărdace; prune moldovenești; cais; gutuie; mere soiuri vechi; biotip local de nuc; coacăză – biotip local; socul negru – biotip local

2. Implementarea sortimentului nou ca element de bază al redresării și formării ca atare a sectorului horticul în Republica Moldova poate garanta majorarea efectivă a productivității, îmbu-

nătățirea calității producției, precum și micșorarea respectivă a prețului de cost cu sporirea accesului și sporirii profitabilității pe piețele moderne de fructe;

3. Crearea bazei naționale de materiale de producere și certificare a materialului săditor de soiuri noi omologate pe principii moderne cu modernizarea secvențelor tehnologice de producere a materialului săditor (elaborate și adaptate sisteme de tehnologii noi și secvențe specifice tehnologice pentru modernizarea și eficientizarea producerii de material săditor, inclusiv în ceea ce privește materialul liber de viroze) și de procesare a producției horticoale etc.



Fig. 5.18. Soiuri performante introduse, adaptabile la condițiile pedoclimatice din Republica Moldova: cais – Orangered, prun – Prezident, nuc – Fernor; cătină alba – Altaiskaia; cireș – Bigarreau Morro

4. Crearea/inovarea bazei tehnice, implementarea utilajului performant, implementarea tehnologiilor moderne ecologice eficiente de cultivare și procesare, inclusiv a sistemelor noi de irigare eficientă în cadrul activităților unităților de producere și procesare a producției horticoale cu obținerea sustenabilă a unei producții horticoale competitive pe piețele respective.

Însuși marketingul eficient din sectorul horticol ține de reducerea barierelor tarifare pentru exportul de produse horticoale; negocierea cotelor majorate pentru exportul către UE a produselor horticoale în stare proaspătă (prune, struguri de masă) și altor noi specii (cireșe, caise, pomușoare, etc.).

Pentru realizarea cu succes a măsurilor reziliente de adaptare de lungă durată a sectorului horticol la schimbările climatice se pot recomanda conform viziunilor MADRM:

- coordonarea și dezvoltarea continuă a programelor de ocrotire a mediului ambiant în horticoltură (de exemplu: Agri-environmental programs);

- producerea și promovarea producției și a materialului săditor în horticultură predominant de origine autohtonă cu un nivel de adaptare mai înalt la condițiile locale variabile de sol și climă;
- promovarea și Controlul Respectării Legilor Solului, Apei, Pomiculturii, Nuciculturii etc.;
- elaborarea unui sistem de subvenționare în horticultură, bazat pe respectarea de către producători a unui sistem integru de gospodărire prietenos, inclusiv ecologic al mediului ambient, menținerii și fortificării sănătății oamenilor;
- crearea și susținerea financiară a programelor științifice interdisciplinare concertate în bază de concurs în vederea elaborării și perfecționării unei filosofii educaționale și a unui sistem a agriculturii durabile – reziliente, inclusiv ecologice, în Republica Moldova.

Dirrecțiile principale de investiții, necesare pentru dezvoltarea sectorului horticol conform viziunilor MADRM țin de:

1. Înființarea plantațiilor multianuale moderne (23,4 mii ha).
2. Investiții în irigare (192 mii ha).
3. Investiții la procurarea tehnicii agricole.
4. Costuri pentru defrișarea plantațiilor multianuale bătrâne.
5. Investiții modernizare infrastructură producere (drumuri, rețele).
6. Crearea spațiilor protejate pentru producerea legumelor (360 ha).
7. Investiții în infrastructura post-recoltare.
8. Depozite frigorifice noi (360 mii tone).
9. Asamblarea de case pentru ambalare (58,5 mii tone).
10. Modernizarea depozitelor frigorifice vechi (110 mii tone).
11. Crearea depozitelor specializate pentru producția horticolă (151 mii tone).
12. Investiții suplimentare în procesare și diversificarea produselor derivate.

Unele rezultate și prognoze specifice ale MADRM vis-à-vis de subsectoarele componente ale businessului horticol:

1. Schimbări calitative, precum modernizarea tehnologiilor, gamei sortimentale și sporirea gradului de intensitate vor permite sporirea constantă a recoltelor. Se estimează, că volumul producerii de **fructe sămânțoase** va crește până în anul 2026 cu 54,3% (256 mii tone), comparativ cu anul 2019. Important este faptul, că ramura perelor nu este dezvoltată în modul cuvenit, iar piața de comercializare a perelor este una de perspectivă și cu un consum în creștere constant. Măsurile de adaptare la schimbările climatice ce vor contribui la atingerea rezultatelor și prognozelor sunt: modernizarea tehnologiilor de cultivare intensivă și a sortimentelor (în special cele de iarnă cu capacități sporite de păstrare îndelungată) conform diversității cerințelor piețelor de vârf de mere/pere proaspete.
2. În subsectorul de **fructe sâmburoase** suprafața cultivată va continua să se mărească nesemnificativ și până în 2026 va constitui circa 44,3 mii hectare, care este dominat de ramura de producere a prunelor (53%). Fructele sâmburoase se bucură tradițional de o cerere mai sporită pe piețele regionale, iar consumul anual este în creștere constantă. Măsurile de adaptare la schimbările climatice ce vor contribui la atingerea rezultatelor și prognozelor constau în: selectarea judicioasă din punct de vedere pedoclimatic a sectoarelor/livezilor pentru amplasarea migdalului, caisului, cireșilor, cu modernizarea tehnologiilor de cultivare intensivă și a sortimentelor (cu adaptabilitate bună și plasticitate ecologică largă, în special cele destinate consumului proaspăt) conform cerințelor piețelor de vârf europene.
3. Subsectorul de **struguri de masă** – suprafața plantațiilor de struguri de masă va crește neesențial, astfel încât către anul 2026 va constitui circa 21,2 mii hectare. Strugurii de masă autohtoni se bucură de o cerere sporită și consumul anual este în creștere. Dat fiind că în perioada 2012-2018 în Republica Moldova s-au plantat suprafețe considerabile de struguri de masă, acest fapt va facilita creșterea în anul 2026 a producției de struguri de masă cu 73,6% (88

- mii tone), comparativ cu anul 2019. Măsurile de adaptare la schimbările climatice ce vor contribui la atingerea rezultatelor și prognozelor constau în: selectarea judicioasă din punct de vedere pedoclimatic a sectoarelor pentru amplasarea diferitor plantații cu soiuri locale și introduse de struguri (inclusiv a celor destinate producerii Vinurilor cu Denumire de Origine) cu modernizarea continuă a calității producției, bazate pe tehnologii de cultivare intensivă și a sortimentelor conform cerințelor piețelor de vârf de struguri și vinuri europene.
4. Subsectorul **culturilor nucifere** cunoaște o dezvoltare rapidă reieșind din tendințele pe piața mondială, iar suprafața plantațiilor de culturi nucifere crește rapid și către anul 2026 va constitui circa 38,5 mii hectare (inclusiv pe rod 26,27 ha, sau mai mare cu 34,7% decât în anul 2019). Producția de nuci se bucură de o cerere sporită și consumul anual este în creștere. În perioada 2014-2018 în Republica Moldova au fost plantate suprafețe considerabile de culturi nucifere (anual circa o mie de hectare), ceea ce va condiționa creșterea până în anul 2026 a producției de nuci cu 82,3% (16,5 mii tone), în comparație cu anul 2019. Totodată, pe piețe se solicită de asemenea alunul, migdalul, iar Republica Moldova dispune de microzone cu condiții pedoclimatice specifice pentru cultivarea acestora. Măsurile de adaptare la schimbările climatice ce vor contribui la atingerea rezultatelor și prognozelor constau în: selectarea judicioasă din punct de vedere pedoclimatic a sectoarelor pentru amplasarea diferitor plantații cu soiuri locale și introduse de migdal, nuc, alun cu modernizarea continuă a tehnologiilor de cultivare intensivă și a sortimentelor conform cerințelor piețelor de vârf europene.
 5. Subsectorul **culturilor bacifere** – tendințele globale privind piața pomușoarelor au favorizat dezvoltarea rapidă a cultivării arbuștilor fructiferi și căpșunului. Culturile bacifere de bază sunt căpșunul, zmeurul, murul, precum și alte culturi (cățina albă, măceșul, aronia), iar consumul anual este în creștere. Modernizarea sortimentelor, a tehnologiilor și sporirea intensității sunt măsurile necesare a fi implementate în acest subsector, ceea ce va condiționa creșterea, până în anul 2026 a producției de bacifere cu 74,7% (11,6 mii tone), comparativ cu anul 2019. Dezvoltarea sectorului poate fi extinsă și implementată mult mai rapid, cu manipulări post-recoltă eficiente etc. Totodată, este oportună dezvoltarea modelelor de business pentru producerea fructelor moi cu recoltarea mecanizată și congelarea lor, pentru comercializarea acestora la export la preturi avantajoase, astfel reducându-se considerabil costurile de salarizare a forței de muncă și necesarul de brațe de muncă în special la recoltare. Măsurile de adaptare la schimbările climatice ce vor contribui la atingerea rezultatelor și prognozelor constau în: selectarea judicioasă din punct de vedere pedoclimatic a sectoarelor pentru amplasarea diferitor plantații cu soiuri predominant introduse cu modernizarea continuă a tehnologiilor de cultivare intensivă, bazate pe irigare și a capacităților performante pentru procesare industrială.
 6. Subsectorul **legumelor** include două componente de bază: 1) producerea legumelor în câmp deschis, destinat preponderent pentru procesare și comercializare pe piețele locale și 2) spații protejate (retail și export). Legumele se bucură de o cerere sporită și consumul anual este în creștere (piața se dezvoltă dinamic). Totodată, se estimează intensificarea producerii și a roadei la hectar, ceea ce va contribui la creșterea, până în anul 2026 a producției de legume cu 96,1% (509 mii tone), comparativ cu anul 2019. Măsurile de adaptare la schimbările climatice ce vor contribui la atingerea rezultatelor și prognozelor constau în: selectarea judicioasă din punct de vedere pedoclimatic a sectoarelor pentru amplasarea diferitor plantații cu soiuri locale și introduse, ce posedă calități deosebite cu modernizarea continuă a tehnologiilor de cultivare/producere intensive conform cerințelor piețelor locale și accesul la unele de vârf europene.

Asigurarea finanțării și realizării Programului de dezvoltare a horticulturii pentru anii 2021-2025 atât din partea mediului privat, cât și facilitarea investițiilor prin achitarea subvențiilor de către Guvern este una reală și posibil de realizat, deoarece poate fi implementată în comun cu toți actorii

antrenați în dezvoltarea lanțurilor valorice inclusiv UCIP IFAD, iar sursele din FNDAMR vor fi suficiente pentru îndeplinirea obligațiilor de achitare a subvențiilor.

Grupul țintă al Programului sus-numit pot fi fermierii mici și mijlocii, care au terenuri, doresc să cultive culturi agricole de valoare înaltă cu un **grad mai sporit la reziliența climatică**, diversificarea riscurilor posibile și a veniturilor în spațiile rurale.



Fig. 5.19. Specii de plante aromatice și medicinale

Plantele aromatice și medicinale din țara noastră (fig. 5.19) de asemenea se bucură de un interes deosebit. Analiza utilizării subvențiilor pentru ultimii ani atestă o creștere a interesului față de subdomeniul sectorului horticol al plantelor aromatice și medicinale, unde tot mai multe întreprinderi agricole doresc să practice astfel de activități și este binevenit în contextul rezilienței climatice și utilizării mai eficiente a terenurilor agricole și a producătorilor respectivi. Deci, asigurarea finanțării Programului subdomeniului sectorului horticol a plantelor Aromatice și Medicinale pentru anii 2021-2025 atât din partea mediului privat, cât și facilitarea investițiilor prin achitarea subvențiilor de către Guvern este una reală și posibil de realizat, deoarece poate fi implementată în comun cu toți actorii antrenați în dezvoltarea lanțurilor valorice, iar sursele din FNDAMR vor fi suficiente pentru îndeplinirea obligațiilor de achitare a subvențiilor.

De notat că, un aspect important este **promovarea și încurajarea lor în asocierea pe verticală și cooperarea pe orizontală la asigurarea dezvoltării durabile a afacerilor și sectorului dat.**

5.2.2. Măsuri de adaptare la schimbările climatice și opțiuni de atenuare a schimbărilor climatice pentru domeniul ingineriei agrare în horticultură

În subcapitolul privind domeniul ingineriei agrare în fitotehnie s-a demonstrat că utilizarea pesticidelor în agricultură și silvicultură dăunează mediului ambiant. Din cauza înrăutățirii situației ecologice a devenit un imperativ al societății umane reducerea consumului specific de pesticide în agricultură și silvicultură, diminuarea pierderilor și a impactului ambiant cauzat de derivă concomitent cu majorarea eficienței agrotehnice a pulverizărilor. Pentru acest scop au fost concepute și realizate atât în cazul mașinilor pentru protecția culturilor de câmp, cât și la mașinile pentru horticultură diverse procedee și dispozitive mecanice, pneumatice, electrostatic pentru a realiza imperativul sus-mențio-

nat. Este necesar de accentuat că esența biologică a proceselor de tratare a plantelor contra bolilor și dăunătorilor în fitotehnie și horticultură este una identică, de aceea și cerințele agrotehnice impuse operațiilor tehnologice de tratare, precum și parametrii constructivi coincid în mod esențial, fiind reflectate în subcapitolul menționat. În continuare prezentăm parametrii constructivi și tehnologici ai mașinilor pentru protecția plantelor în horticultură.

Tratarea plantațiilor horticole este realizată, cel mai des, cu **duze** cu jet conic plin (*engl.*, full cone) și, mai ales, cu jet conic inelar (*engl.*, hollow cone), dotate cu disc de turbionare. Acestea duze asigură un spectru de picături mai uniform și mai puțin afectat, cu potențialul redus de derivă.

Mașinile cu **rampe cu ventilator axial** (*fig. 5.20, a*) ocupă cel mai mare segment pe piața internațională și cea națională, deosebindu-se prin schema constructivă și exploatarea simplă, înaltă fiabilitate și raport bun preț/calitate. Aceste ventilatoare se deosebesc prin debitul relativ mare și viteza fluxului de aer mică. De exemplu, ventilatorul cu diametrul rotorului de 0,8 m asigură la turații nominale debitul $Q \simeq 13-18 \text{ m}^3/\text{s}$, viteza $V \simeq 5-6,5 \text{ m/s}$ cu puterea consumată $P \simeq 33-38 \text{ kW}$. După apariția problemelor ecologice s-a evidențiat dezavantajul major al rampei cu ventilator axial care constă în imposibilitatea de a uniformiza distribuția spațială a jetului de picături, o mare parte din ele fiind purtate în derivă la distanțe mari de locul tratamentului sau sedimentate la sol. Ventilatoarele axiale sunt binevenite în plantațiile fructifere de talie joasă (vii, arbuști), care pentru o acoperire suficientă a aparatului foliar necesită administrarea unei cantități mai mari de lichid.

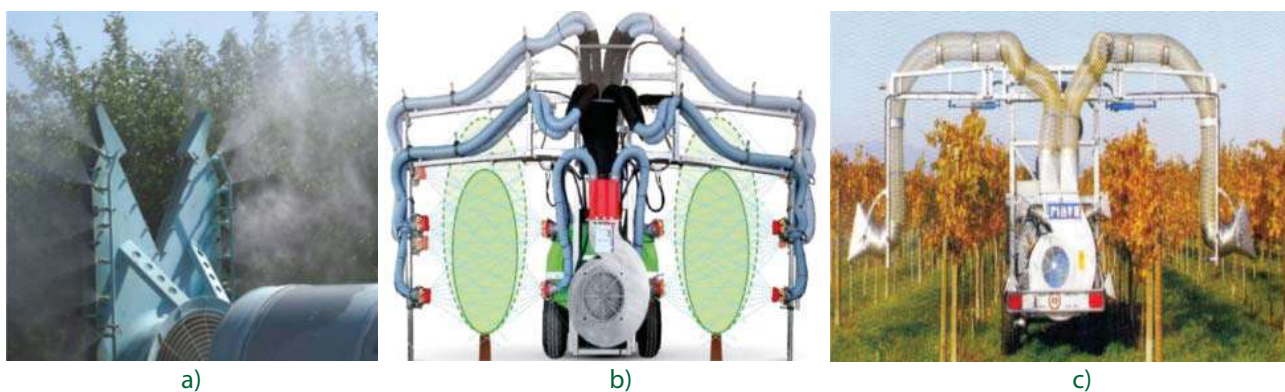


Figura 5.20. Mașini pentru protecția plantațiilor multianuale: a) ventilator axial cu captarea frontală a aerului; b, c) ventilatoare centrifugale cu tratarea locală + cartela hidrofîlă după tratare

Este cunoscut faptul că cea mai bună uniformitate de distribuire a fluxului de aer este realizată de **ventilatoare tangențiale**, urmate de **ventilatoare centrifugale**. Ventilatoarele tangențiale sunt mai pretențioase în confecționare și exploatare în raport cu cele centrifugale, de aceea majoritatea modelelor de mașini cunoscute sunt dotate cu ventilatoare centrifugale care, spre deosebire de cele axiale, sunt în stare să dezvolte viteza mult mai mare a fluxului de aer ($V \simeq 63-65 \text{ ms}^{-1}$), respectiv, crește și



puterea consumată $P \leq 48 \text{ kW}$, însă debitul este mai mic $Q \simeq 5-6,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Rampele echipate cu ventilatoare centrifugale au mai multe capete (palmete, conuri) de pulverizare, a căror poziție poate fi reglată în funcție de aparatul foliar al culturii (*fig. 5.20, b, c*). Aceste rampe permit direcționarea jetului mixt de aer și picături în spațiu: pe verticală de jos în sus și pe orizontală de la periferia spre centrul coroanei, îmbunătățind tratarea părții inferioare a frunzelor, unde se situează majoritatea bolilor și dăunătorilor.

O altă soluție constructivă o constituie **rampele „tunel de reciclare”** (recycling booms). La aceste rampe, jetul de lichid neutilizat de masa vegetală a plantației multianuale, este captat de un dispozitiv poziționat pe partea opusă a segmentului de rampă (*fig. 5.21, a*). Lichidul colectat se scurge la baza dispozitivului, de unde este absorbit cu ajutorul unei pompe, filtrat și returnat în rezervorul de bază al

mașinii de stropit. Cantitatea de pesticide economisite prin utilizarea tunelului de reciclare, depinde de gradul de dezvoltare a masei vegetale. Cea mai mare economie de soluție se realizează în primăvară, până la 70%, atunci când masa vegetală este slab dezvoltată. Mai târziu, în fazele de vegetație mai avansate, economia pesticidului este mai mică ($\leq 30\%$). Rampele cu tunel de reciclare permit concomitent reducerea considerabilă a consumului de pesticide și a pierderilor prin derivă (până la 90%). În raport cu rampe dotate cu ventilatoare axiale, centrifuge rampe tip „tunel de reciclare” au neajunsuri: costul mai ridicat și dificultăți de exploatare. Din cauza dezavantajelor, rampele cu reciclare au răspândire practică insuficientă.

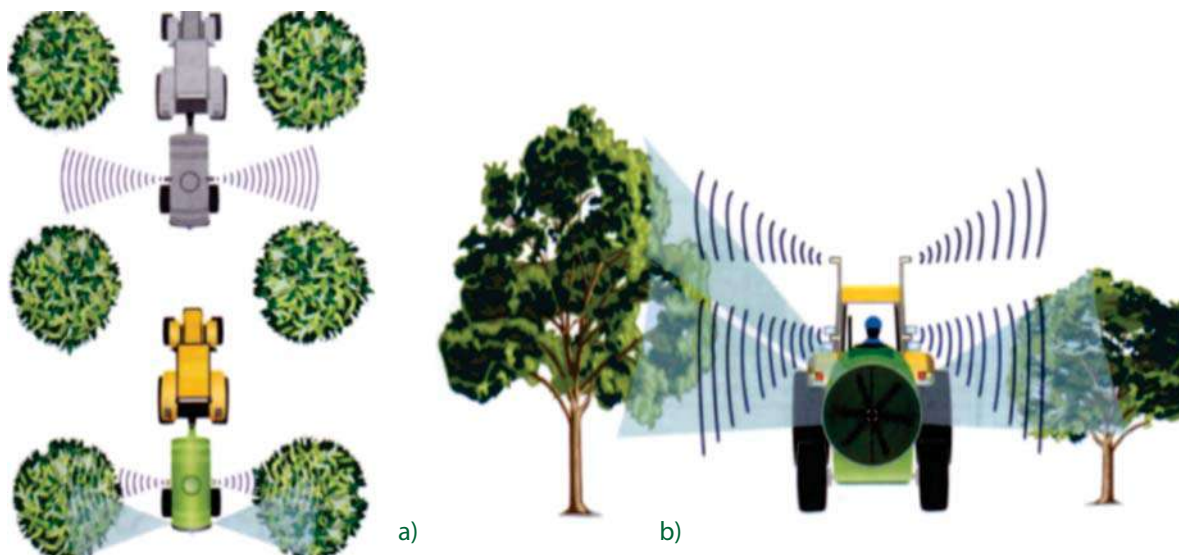


Fig. 5.21. a) rampa cu tunel de reciclare; b) SECC pentru tratarea plantelor în plantații multianuale

Conform modelelor teoretice este posibilă diminuarea derivei prin încărcarea picăturilor în **câmpul electrostatic**, însă cercetările și încercările practice au demonstrat că în cazul plantațiilor multianuale metoda dată nu justifică ipotezele teoretice. Totodată această metodă înaintează cerințe sporite la măsuri de diminuare a riscurilor asupra vieții omenești.

Metode de minimizare a consumului specific de substanțe fitosanitare și a derivei (transportarea picăturilor cu flux de aer pentru tratarea culturilor de câmp, rampe cu încărcarea electrostatică a picăturilor, discuri rotative, tuneluri de reciclare) sunt în dezvoltare continuă, care va permite utilizarea pe larg a acestora în condițiile cerințelor ecologice sporite.

Mașinile de stropit dotate cu SECC deja sunt în ascensiune continuă, realizând principiul sistemului cibernetic (menționate în subcapitolul fitotehnie), asigurând dozarea lichidului de lucru în funcție de viteza și poziția curentă a agregatului (GPS), starea câmpului etc. În plantațiile multianuale este utilizat sistemul, care apreciază cu ajutorul senzorilor poziția coroanei și dă comandă valvei electromagnetice la deschiderea sau închiderea conductei de alimentare a duzelor cu lichid de lucru (fig. 5.21, b). Dotarea mașinii de stropit cu SECC în cazul dat permite de redus consumul lichidului de lucru până la 40%.

Realizarea principiilor lanțului valoric are drept scop obținerea unui profit bazat concomitent pe valori înalte ale recoltelor și ale calității producției agricole cu valori minime ale consumului specific de energie, materiale consumabile, manoperă, precum și ale impactului ecologic. Rezultatele practice de lungă durată demonstrează că cerințele sus-menționate sunt respectate în tehnologiile de cultivare a plantelor în mediul controlat cu realizarea fitomonitoringului (fig. 5.22). În acest caz recolta sporește de 2-6 ori în raport cu tehnologiile de cultivare în sol neprotejat, iar pierderile sunt minime, având efect ecologic benefic.

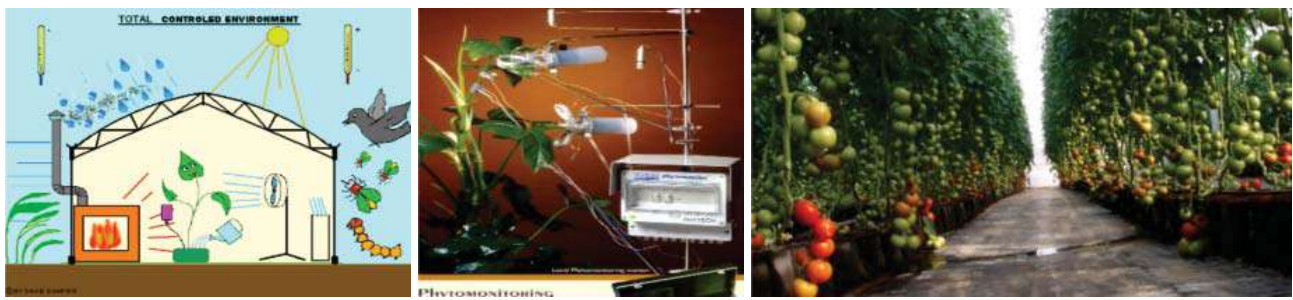


Fig. 5.22. Secvențe din realizarea tehnologiilor de cultivare a plantelor în spații închise

Obținerea unei recolte bune cu eficiență economico-ecologică maximă este prima treaptă a succesului, condiția imediat următoare fiind respectarea cerințelor sus-menționate în efectuarea operațiilor de recoltare-transportare-postrecoltare, care necesită utilaje specifice fiecărei tehnologii. În horticultură s-au identificat platforme de recoltare, acestea fiind tractate sau autopropulsate cu acționare de la un motor cu ardere internă sau cel electric (fig. 5.23). Platforme comune pot fi dotate cu transportoare cu benzi din cauciuc (fig. 5.23, a). Pentru responsabilizarea lucrătorilor sunt implementate mașini individuale de recoltare (fig. 5.23, b, c, d). Este recomandată recoltarea fructelor în lădițe, containere din materialul plastic care are avantaje din punct de vedere sanitar, dar este mai costisitor. Se admite utilizarea și lemnului cu respectarea cerințelor sanitare. Toate elaborările sus-menționate majorează productivitatea și reduc perioada de recoltare, minimizând acțiunea mecanică asupra fructelor și pierderile lor.



Fig. 5.23. Utilaje de recoltat: a) b) – fructe, c) – căpșune; d) – cu acționare electrică

5.2.3. Argumentările economice ale adaptării ramurii horticole la schimbările climatice

În comparație cu culturile de câmp, altfel stau lucrurile la culturile care necesită un regim de umiditate mai înalt. Observăm o tendință a reducerii nivelului producției în perioada de referință. Producția în unități naturale se micșorează drastic în dinamică, una dintre cauzele de bază fiind și condițiile climatice nefavorabile. Sectorul agricol trebuie să se adapteze la schimbările climatice pentru a-și menține nivelul producției și a sectorului la nivel competitiv.

Producția de legume (fig. 5.24) în perioada de referință s-a redus în dinamică, chiar dacă observăm creșteri sporadice care sunt legate de perioadele climatice favorabile. Tendința de reducere a producției globale de legume în țară ține de schimbările climatice prin majorarea temperaturilor medii și a secetelor. Numărul celor care doresc să cultive culturi legumicole este în scădere. Legumele sunt produse cu risc înalt de vulnerabilitate la schimbările climatice. De asemenea, cultivarea legumelor în teren deschis fără includerea în procesul tehnologic a etapei de irigare este riscantă. Lipsa resurselor de apă pentru organizarea cultivării devine tot mai acută.

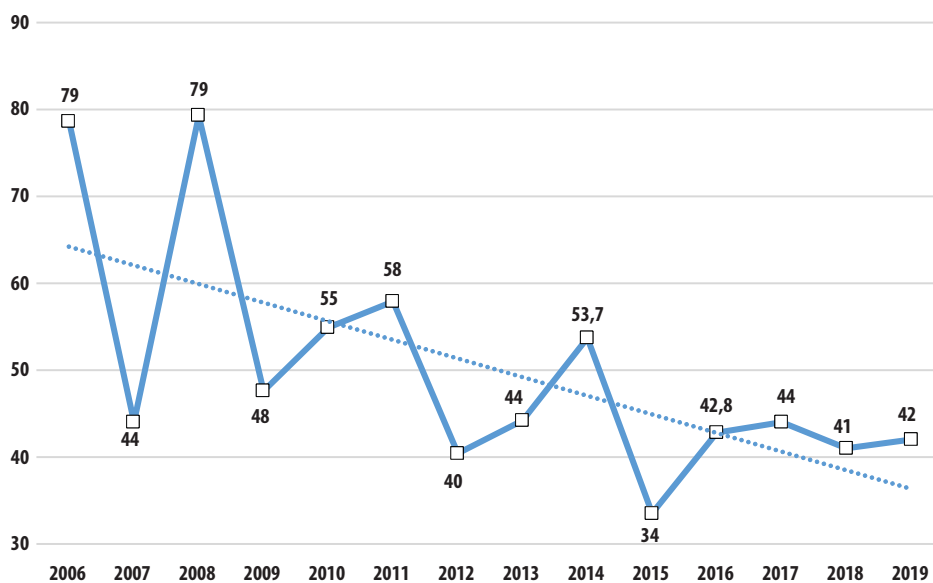


Fig. 5.24. Recolta globală de legume în întreprinderile agricole, mii tone

Afirmațiile de mai sus sunt confirmate și de datele prezentate în figura 5.25.

Suprafața cultivată cu culturi legumicole este în descreștere. Dacă în anul 2006 legumele erau cultivate pe o suprafață de 42,4 mii ha, atunci în anul 2016 aceasta s-a redus până la 28,3 mii ha. Reducerea cultivării legumelor de aproape 1,5 ori are la bază mai multe motive. Primul, lipsa resurselor hidrologice pentru irigare care duce la micșorarea recoltei. Al doilea, lipsa resurselor de muncă disponibile în zonele rurale în perioada de vegetație și recoltare. Al treilea, competitivitatea redusă în comparație cu produsele legumicole importate.

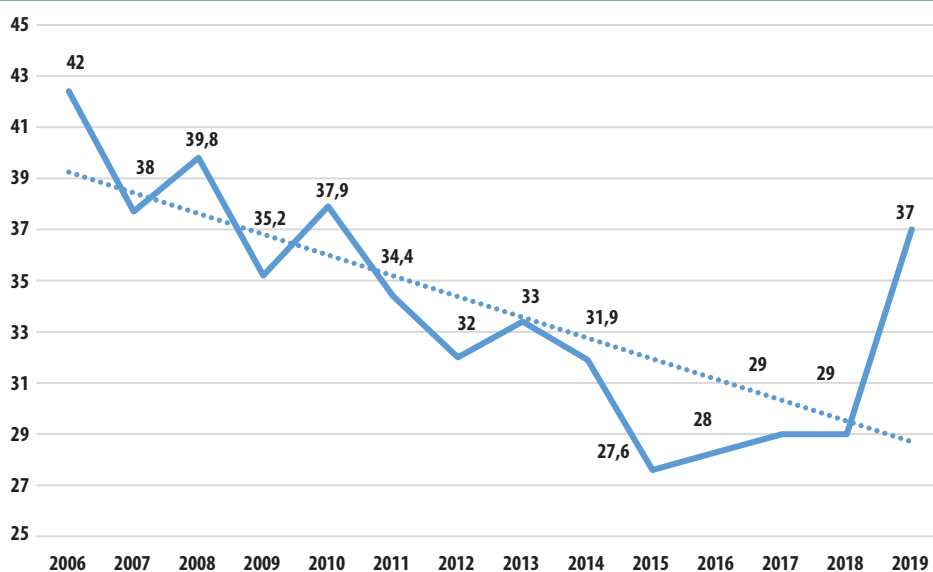


Fig. 5.25. Suprafața însămânțată cu legume în câmp deschis, mii ha

Pentru a dinamiza recolta inevitabil este nevoie de aplicarea irigației. Îmbunătățirea managementului apelor în acest domeniu devine decisiv. Chiar dacă în ultimul timp se atestă precipitații mari, distribuția pe parcursul perioadei de vegetație este neuniformă și cu mari scurgeri. Una dintre soluții ar fi captarea apelor pluviale, păstrarea ei în lacuri amenajate și utilizarea ulterioară în scopul irigației culturilor. O asemenea abordare ar putea crea oportunități pentru dezvoltarea sectorului.

În Republica Moldova sectorul de irigații se află în stare precară și împiedică dezvoltarea sectorului agricol. Suprafața terenurilor amenajate pentru irigare constituie 228,3 mii ha, ce constituie 6,7% din suprafață. Terenurile irigate și cererea asociată de apă s-au redus semnificativ din 1990 (fără

Transnistria), fiind în scădere de la 193 000 ha în 1990 la aproximativ 24 000 ha în 2005. Această reducere a suprafețelor irigate a Moldovei se datorează mai multor factori, printre care:

- uzarea stațiilor de pompare;
- deteriorarea echipamentului;
- costuri mai mari la energie care face pomparea apei inaccesibilă pentru fermierii privați;
- prăbușirea sectorului agricol în 1990 și restructurarea terenurilor agricole, fapt care a dus la neconformarea sistemului de irigare existent cu noile dimensiuni ale parcelelor agricole.

Dacă acești factori vor fi analizați și remediați, există probabilitate mare ca cererea de apă în sectorul de irigare să crească substanțial, având în vedere consecințele schimbărilor climatice asupra agriculturii dependente de umiditate. Scăderea volumului de precipitații și creșterea cererii de apă pentru irigații înseamnă că schimbările climatice vor duce la conflicte privind resursele de apă, lăsând un decalaj mare în cererea de irigare nesatisfăcută, în cazul în care nu sunt aplicate măsuri de adaptare.

Accesul redus la servicii de irigare, urmare a deteriorării sistemelor de irigare de stat, în ultimul deceniu reprezintă un impediment serios în procesul de tranziție la agricultura cu valoare adăugată. Acest lucru s-a întâmplat din cauza lipsei unor investiții publice și reforme instituționale din 1991 și a dus la o situație în care, în 2007, doar aproximativ 16% din terenuri irigabile au fost irigate și doar cu aproximativ 50% din cantitatea de apă necesară. Acest fapt a cauzat reducerea recoltelor de culturi cu mult sub potențialul de productivitate cu aplicarea irigațiilor.

Condiție obligatorie în extinderea suprafețelor de teren irigate este majorarea numărului de asociații ale utilizatorilor de apă și consolidarea terenurilor agricole parcelate.

În ultimii ani se dezvoltă în ritm sporit irigația mică, care poate fi extinsă până la circa 36 mii ha, în baza folosirii resurselor de apă din circa 400 bazine de apă, în care calitatea apei este adecvată pentru irigare.

În „Programul de dezvoltare a gospodăriei apelor și a hidroameliorației în Republica Moldova pentru anii 2011-2020” au fost prevăzute următoarele obiective:

- majorarea suprafețelor de teren irigat până la 300 mii ha, atât din contul celor reabilitate (121,6 mii ha), cât și al celor noi construite (116 mii ha), conform indicilor prezentați în tabelele 5.8 și 5.9;
- majorarea numărului de asociații ale utilizatorilor de apă pentru irigație, inclusiv prin consolidarea terenurilor agricole parcelate până la 32 unități.

Tabelul 5.8. Indicii privind reabilitarea sistemelor de irigare

Indicii	Inclusiv pe ani										Total
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Suprafața, mii ha	2,0	3,0	5,0	5,0	14,6	15,2	17,2	18,2	19,2	20,2	121,6
Costul estimativ al lucrărilor, milioane lei	40	60	100	100	290	310	350	370	390	460	2470

Sursa: calcule elaborate de autor

Extinderea tehnologiei de irigare a culturilor agricole presupune existența echipamentului și accesoriilor utilizate la instalare, dar și servicii specializate de proiectare și montare. În acest sens Republica Moldova nu este limitată geografic, nici economic din perspectiva asigurării cu echipament de irigare. Piața este destul de diversificată, iar ofertele atât de echipament, cât și servicii din cele mai variate, venite din partea reprezentanților oficiali în Republica Moldova a diferitor companii străine. Există și producători locali de țevi, fittinguri din PE, PP pentru irigare.

Tabelul 5.9. Indicii privind construcția sistemelor de irigare

Indicii	Inclusiv pe ani										Total
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Suprafața, mii ha	11,5	33,5	66,0	99,0	11,0	113,0	115,0	117,0	119,0	221,0	116,0
Costul estimativ al lucrărilor, milioane lei	1100	2260	6440	6660	8810	9960	11100	11250	11400	11540	8520

Sursa: calcule elaborate de autor.

În scopul extinderii eficiente a sistemelor de irigare și pentru durabilitate, este necesară dezvoltarea mai intensă a sectorului de producere local. Asigurarea acestui deziderat poate fi realizată prin susținere din partea statului, elaborarea mecanismelor de includere a acestor producători în pachetul tehnic al programelor, de asemenea, prin subvenții majorate în cazul procurării de la aceștia.

5.3. ZOOTEHNIE

5.3.1. Măsuri de adaptare la schimbările climatice și opțiuni de atenuare a schimbărilor climatice pentru sector

Creșterea animalelor în Republica Moldova, este unul dintre sectoarele agricole cu o pondere a producțiilor animaliere în structura producției agricole brute de 36,0%. În alegerea sistemelor de creștere trebuie să fie vizate în mod prioritar managementul habitatelor și prevenirea poluării, respectiv evitarea deteriorării mediului ambiant și respectarea regulilor de protecție a animalelor cu o capacitate mare de adaptare, deoarece condițiile climatice de mediu sunt favorabile dezvoltării tuturor ramurilor zootehnice. În ultimii ani, a existat o tendință importantă și constantă de stabilizare a creșterii numărului și productivității tuturor tipurilor de animale de fermă în sectorul agrar al republicii. Sectorul zootehnic în Republica Moldova la începutul anului 2020 fiind reprezentat de circa 123,713 mii capete bovine, dintre care 81,052 mii capete constituie vaci pentru lapte (fig. 5.26).

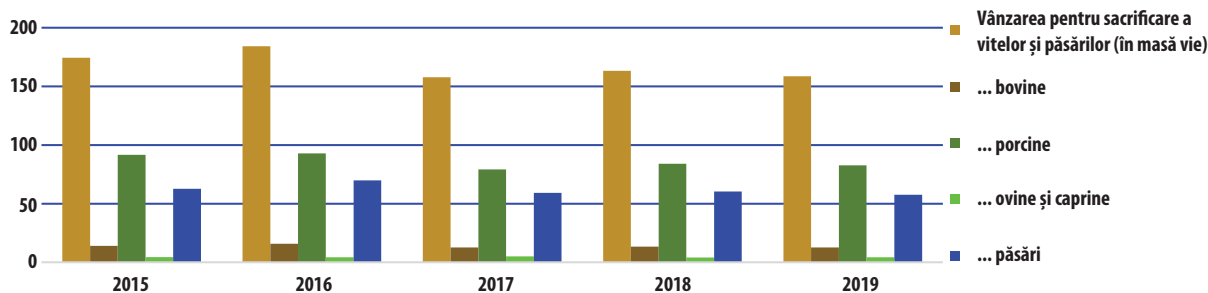


Fig. 5.26. Efectivul de animale, la 01.01.2020 pe specii de animale în Republica Moldova*

*Notă: Informația este prezentată fără datele raioanelor din partea stângă a Nistrului și mun. Bender

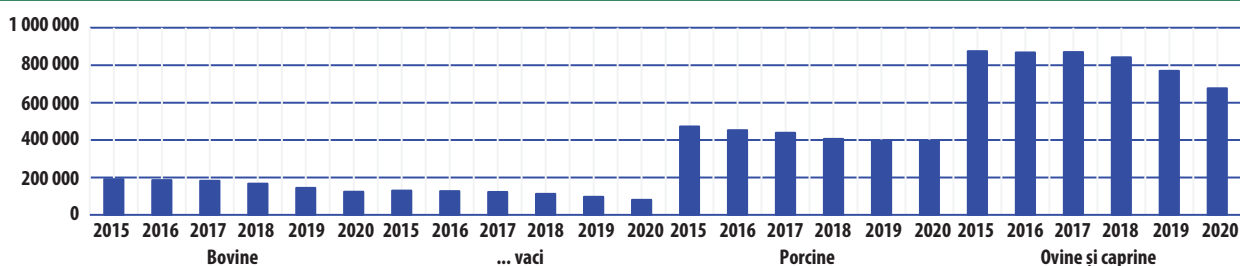


Fig. 5.27. Producția de carne (în masă vie) la 01.01.2020 pe specii de animale în Republica Moldova, mii tone*

*Notă: Informația este prezentată fără datele raioanelor din partea stângă a Nistrului și mun. Bender

Producția agricolă depinde în mare măsură de condițiile meteorologice și climatic, și ca urmare este unul dintre sectoarele cele mai vulnerabile. Schimbările de temperatură și de precipitații, precum și condițiile meteorologice și climatice extreme influențează productivitatea animalelor, care la rândul lor afectează veniturile agricole și cauzează pierderi economice semnificative în multe regiuni europene, precum și producția animalieră din Republica Moldova. Dintre factorii principali ai mediului ambiant clima reprezintă un impact semnificativ asupra elementelor naturii. Consecințele schimbărilor climatice sunt suportate atât de plante și animale, cât și de om. Schimbările climatice sporesc riscurile existente și generează noi tipuri de riscuri, atât pentru sistemele naturale cât și, direct sau indirect, pentru sistemul uman. Adaptarea la schimbările climatice este „procesul de ajustare la schimbări climatice reale sau preconizate și la efectele acestora”.

Măsurile de atenuare a impactului schimbărilor climatice sunt definite ca acțiuni de limitare sau control al emisiilor de gaze cu efect de seră (GES). Prin gestionarea surselor unor astfel de emisii, aceste măsuri contribuie la limitarea acumulării totale de GES în atmosferă. Acțiunile de reducere au în mod inevitabil o dimensiune globală, deoarece măsurile de reducere a emisiilor la nivel local reduc în mod inerent emisiile globale totale și au impact asupra climatului proporțional cu contribuția lor la ținta globală. Aceste beneficii conexe pot fi substanțiale și trebuie incluse în orice analiză a costurilor și beneficiilor unor astfel de acțiuni.

Măsurile de adaptare la efectele schimbărilor climatice reprezintă ajustări ale sistemelor naturale și umane realizate ca răspuns al stimulilor climatici actuali sau estimați sau a efectelor acestora, care moderează sau exploatează oportunitățile benefice.

Creșterea producției de carne și produse lactate în ultimul deceniu a făcut din agricultură o sursă mult mai mare de emisii, dar în timp ce guvernele au vizat energia regenerabilă și transportul în politicile lor climatice, inițiativele de reducere a impactului alimentelor și agriculturii asupra climei au rămas în urmă.

În 2018, ultimul an pentru care sunt disponibile date exacte de la Organizația ONU pentru Alimentație și Agricultură, animalele din fermele UE (inclusiv Marea Britanie) au fost responsabile pentru echivalentul a aproximativ 502 milioane tone de dioxid de carbon pe an, și în principal prin metanul pe care îl eliberează. Acest lucru se compară cu 656 milioane tone de dioxid de carbon provenit de la mașinile și camionetele europene din același an.

Gazele cu efect de seră din sectorul agricol al Republicii Moldova au trei surse de proveniență: fermentarea enterică, managementul deșeurilor și solurile agricole. Pe parcursul anilor structura gazelor provocatoare ale efectului de seră se modifică considerabil, cele de dioxid de carbon având tendința de micșorare, iar celelalte (CH_4 , N_2O , gaze F) – spre majorare. Cea mai importantă pondere a emisiilor de GES îi revine energiei, totodată, valoarea ei fiind în descreștere de la 80% în 1990 până la 62% în 2020.

Reducerea GES poate fi realizată prin îmbunătățirea fondului genetic al animalelor și păsărilor agricole, precum și promovarea politicilor de conservare a solului și utilizarea biogazului din deșeurile animaliere. Politicile de atenuare a emisiilor GES în sectorul deșeurilor sunt orientate spre descurajarea stocării deșeurilor în depozitele respective și încurajarea reciclării lor. Rumegetoarele sunt una dintre cele mai mari surse de emisii antropogene de metan, care este direct dependentă de rasă, tipul de dietă și calitatea furajelor. Astfel, estimarea emisiilor de metan intestinal (CH_4) de la diferite subgrupuri de animale este foarte importantă pentru dezvoltarea strategiilor de adaptare și reducere a emisiilor.

Trebuie reținut că metanul este generat și de animalele neproductive, care au nevoie de energie pentru menținerea funcțiilor vitale. Crescând productivitatea animalelor, crește și raportul dintre energia consumată pentru producție și energia necesară întreținerii funcțiilor vitale a animalelor și în consecință, scad emisiile de metan pe unitate de producție.

Cât privește emisiile de protoxid de azot, este importantă asigurarea proteinelor vitale animalelor în cantități suficiente. Excesul de proteine în dieta animală cauzează o excreție excesivă de azot și emisii crescute de protoxid de azot din sistemele de stocare a gunoiului de grajd, pe când deficitul de proteine produce o utilizare sub-optimală a energiei și emisii crescute de metan din cauza fermentației enterice. În general, cea mai importantă măsură pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră din sectorul creșterii animalelor este utilizarea eficientă a energiei și proteinelor, ce trebuie îmbunătățită prin administrarea rațiilor echilibrate de furajare și gestionarea corespunzătoare a gunoiului de grajd, îndeosebi prin realizarea unui ciclu eficient al azotului la ferme.

În practică, creșterea animalelor este deseori separată de cultivarea plantelor, adesea cele două activități desfășurându-se în ferme diferite sau chiar în regiuni diferite, ceea ce îngreunează circulația eficientă a azotului. În timp ce crescătorii de animale au problema surplusului de azot în fermă, cultivatorii trebuie să folosească un număr mare de îngrășăminte minerale care constituie o sursă importantă de protoxid de azot. De aceea, agricultura trebuie să se desfășoare cât mai mult posibil în structuri complexe ce combină creșterea animalelor și cultivarea plantelor.

Emisia de gaze cu efect de seră din sectorul creșterii animalelor poate fi redusă semnificativ prin îmbunătățirea genetică a cirezilor și turmelor, printr-un **regim alimentar corect (adecvat)** a animalelor domestice, prin construirea unor **adăposturi corespunzătoare și tehnici de depozitare a gunoului de grajd**.

Îmbunătățirea genetică. Reducerea numărului de animale, fără a scădea producția de lapte sau carne, este posibilă dacă se fac eforturi pentru a crește intensitatea producției, adică a producției per animal. Cantitățile cele mai mari de metan pe unitate de producție sunt generate de animalele cele mai puțin productive. Pentru vaci, oi și capre cu lapte, porci și găini ouătoare, trebuie urmărită extinderea perioadei productive, ceea ce reduce atât necesitatea de reinnoire a cirezii sau turmei, cât și emisiile de gaze de seră asociate. Atât specialiștii cât și crescătorii de animale, trebuie să contribuie la îmbunătățirea potențialului genetic pentru a obține animale mai eficiente și mai robuste, adaptate condițiilor naturale locale.

O direcție perfectă pentru fermele de familie sunt rasele mixte de bovine care pot păstra vițelele pentru lapte, în timp ce tăurașii pot fi îngrășați pentru carne, producția de lapte și sporul de îngrășare a cărora sunt diferite în funcție de rasă, potențial genetic, precum și un aport mare în nutriția și întreținerea lor. Rasele de bovine mixte importate în fermele din Republica Moldova au nevoie de o perioadă de acomodare, în timp ce rasele locale sunt mai rezistente și mai puțin pretențioase, însă nu mereu ating performanțe.

Cele mai bune și valoroase rase mixte de bovine cu un grad înalt de adaptabilitate sunt considerate rasele Simmental (fig. 5.28), Montbeliarde, precum și rasa Aberdeen Angus (fig. 5.29) renumită pentru nivelul minim de investiții necesare în întreținerea lor și fătările ușoare asigurând un proces lin, fără complicații.



Fig. 5.28. Rasa de bovine Simmental



Fig. 5.29. Rasa de bovine Aberdeen Angus

Pentru îmbunătățirea potențialului genetic al bovinelor exploatate este necesar de respectat următoarele *măsuri recomandate*:

1. Analizarea potențialului genetic al raselor de animale selectate.
2. Eliminarea animalelor slab productive din cadrul fermei/gospodăriei.
3. Potrivirea perechilor pentru înșămânțări.
4. Pentru unele rase de vaci cu grad scăzut de adaptare la condițiile locale, păstrarea producțiilor extrem de ridicate poate induce o fertilitate și longevitate scăzută, ce duce în final la diminuarea tuturor efectelor pozitive ale producțiilor respective.
5. Evitarea creșterii animalelor cu productivitate scăzută, cu excepția speciilor pe cale de dispariție care trebuie păstrate.

Avantajele aplicării acestor măsuri pentru fermier sunt caracterizate prin scăderea:

- costurilor pentru hrana animalelor pe unitate de producție;
- cheltuielilor legate de adăposturile pentru animale;
- cheltuielilor legate de echipamentul necesar pe unitatea de producție.

Regimul alimentar. Rația furajeră a animalelor din ferme trebuie echilibrată pentru a le optimiza utilizarea capacităților genetice. Realizarea unui echilibru corect între energie și proteine din regimul alimentar, ca și suplimentarea corectă cu minerale și vitamine, are o importanță specială în utilizarea optimă a nutrienților, ceea ce conduce la scăderea emisiilor de metan. Surplusul de proteine în rații cauzează excreții excesive, directe și indirecte, de protoxid de azot. Emisiile crescute sunt generate și de supraalimentație, ce determină acumularea rezervelor excesive de grăsime la animale. În general, dietele cu grad înalt de asimilabilitate generează cantități mai mici de gaze cu efect de seră pe unitate de producție, duc la creșterea lungimii vieții, fapt ce micșorează necesitatea de reinnoire a cirezii în comparație cu dietele cu asimilare scăzută.

Optimizarea aportului de energie și proteină și respectiv reducerea emisiilor mai scăzute de CH₄ din fermentația enterică poate fi efectuată prin utilizarea furajelor grosiere în măsură mai mică și o pondere mai mare de concentrate. Pot apărea conflicte între sănătatea și bunăstarea animalelor legate de cantitatea minimă de furaje grosiere, precum și aportul de carbon din alimentația bazată pe concentrate cu efecte ecologice colaterale. Nutrețurile fibroase și grosiere pot reprezenta 50-60% din valoarea nutritivă a rației, se administrează mărunțite cu dimensiuni sub 1 cm în comun cu nutrețurile suculente, verzi și concentrate. Pentru îmbunătățirea valorii energetice și sporirea ingestiei se practică administrarea fibroaselor și grosierelor în comun cu adausul de melasă, sfeclă furajeră, uree și concentrate. Rezultă că pentru gestionarea și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră din contul regimului alimentar pot fi luate în calcul următoarele *măsuri recomandabile*:

1. Verificarea dietelor furajere prin calculul valorii nutriționale a hranei disponibile și a necesarului în nutrienți a animalelor. Furajele caracterizate printr-o variabilitate ridicată trebuie analizate periodic din punct de vedere nutrițional.
2. Administrarea nutrețurilor de calitate superioară pentru rumegetoarele cu cerințe nutriționale ridicate (vacii, oi și capre în perioada de lactație și tineretul aflat la îngrășare) și a nutrețurilor slab calitative pentru animalele cu cerințe nutriționale scăzute (vacii, oi și capre aflate la sfârșitul lactației).
3. Introducerea fazelor de hrănire la porci și păsări de curte, care să corespundă, pe cât posibil, cerințelor pe categorii de animale.
4. Optimizarea necesarului de aminoacizi pentru porci și păsări domestice, prin adăugarea aminoacizilor sintetici pentru a reduce procentul de proteine din dietă.
5. Suplimentarea rației de bază la rumegetoare cu nutrețuri concentrate după necesitate.
6. Verificarea periodică a corelației dintre producția obținută și modul de furajare (performanța reproductivă, spor în greutate, producția de lapte și ouă).

Pentru fermier implementarea acestor măsuri determină următoarele avantaje:

- scăderea costurilor pentru hrană;
- creșterea potențialul productiv și a performanțelor biologice;
- scăderea problemelor de sănătate ale animalelor.

Introducerea unor sisteme corespunzătoare de pășunat este o altă măsură adecvată ce contribuie mult la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. Gradul de dezvoltare și productivitatea creșterii animalelor depinde de utilizarea corectă și productivitatea pășunilor. Peste 70% din furaje animalele pot să le primească din pășunile furajere naturale.

Pășunatul și adăposturile animalelor. Emisiile directe de gaze cu efect de seră din adăposturile animalelor sunt neglijabile. Totuși, în mod indirect, sistemul de realizare a acestor adăposturi poate influența emisiile în timpul stocării bălegarului, și poate afecta emisiile indirecte de protoxid de azot datorate volatilizării amoniacului. În principiu, se recomandă ținerea animalelor în câmp în perioada de vegetație, astfel încât bălegarul să fie împrăștiat mai mult sau mai puțin uniform pe teren, evitându-se descompunerea anaerobă a materiei organice pe perioada depozitării, ceea ce va duce la scăderea emisiilor de metan.

Prin urmare, una din măsurile principale de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră din adă-

posturile animalelor este creșterea proporției animalelor scoase la pășunat și reducerea emisiilor de amoniac din adăposturi. În plus, pășunatul și durata sezonului său trebuie extinse, ceea ce va reduce drastic emisiile din perioada depozitării bălegarului.

În Republica Moldova pășunile și fânețele constituie rezerva de bază în asigurarea cu masă verde a animalelor în perioada sezonului cald. Suprafața pășunilor și fânețelor cultivate în ultimii ani a fost în intervalul 350-352 mii hectare și conform datelor unor specialiști de ramură, circa 70% din ele fiind populate cu ierburi necomestibile pentru pășunatul bovinelor și ovinelor. Încărcarea excesivă a pășunilor, pășunatul nesistematic, lipsa măsurilor luate pentru îmbunătățirea terenurilor furajere naturale de la an la an duc la deteriorarea plantelor de pășunat. Supraîncărcarea pășunilor cu animale afectează negativ starea lor ecologică, duce la distrugerea gazonului plantelor de pășune și a structurii mecanice a solului, la o scădere a randamentului și, în cele din urmă, la eroziune. În acest sens sunt necesare eforturi conjugate din partea autorităților publice centrale, locale, fermierilor pentru soluționarea acestei probleme (tab. 5.10).

Tabelul 5.10. Dinamica indicatorilor aferenți dezvoltării subsectorului de producere a cărnii de bovine al Republicii Moldova

Indicatorul	2014	2015	2016	2017	2018
Suprafața terenurilor arabile, ha	1 502 800	1 502 600	1 519 500	1 532 900	1 534 500
Suprafața pășunilor și fânețelor, ha	352 600	351 362	349 897	351 120	350 011
Suprafața însămânțată cu culturi furajere, ha	6 300	7 400	6 300	5 100	5 000
Șeptelul de bovine, cap	188 900	191 200	186 100	182 300	167 400
Numărul de bovine la 100 ha terenuri agricole, cap	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
Numărul de bovine la un ha însămânțat cu culturi furajere	30,0	25,8	29,5	35,7	33,5
Numărul de bovine în calcul la un ha pășuni și fânețe	0,54	0,54	0,53	0,52	0,48
Cantitatea de carne obținută în țară, tone	8 220	8 419	9 513	7 609	8 052

Problema actuală a degradării pășunilor poate fi în continuare agravată de impactul schimbărilor climatice. Acest lucru crește relevanța informării și instruirii utilizatorilor de pășuni cu privire la măsurile de adaptare pentru îmbunătățirea lor.

Măsurile de îmbunătățire a pășunilor naturale pot fi diferite, deoarece terenurile sunt foarte diverse, cu productivitate inegală și valori furajere diferite. Îmbunătățirea suprafeței pășunilor naturale și creșterea randamentului acestora este posibilă prin respectarea regimurilor de apă, îngrijirea ierburilor pentru cea mai lungă perioadă de timp cu scopul menținerii terenurilor furajere în starea cu cea mai mare valoare economică. Pentru o utilizare rațională a pajiștilor pășunatul trebuie să se facă cu un număr corespunzător de animale, stabilit în funcție de rata anuală de creștere a plantelor, de hrana suplimentară care se poate administra animalelor și de cerințele nutritive ale fiecărei specii și categorii de animale. Pășunatul se poate organiza pe tarlale, planificarea succesiunii de pășunat a tarlalelor făcându-se astfel încât pajiștea să rămână în limitele productive stabilite cantitativ și calitativ. Sistemul de folosire prin alternanță cosit-pășunat este cel recomandat. Începerea pășunatului se face în funcție de condițiile pedoclimatice și de gradul de dezvoltare a covorului ierbos. Se evită începerea pășunatului timpuriu, care poate afecta perioada de regenerare, sănătatea și supraviețuirea plantelor.

Prin metoda „pășunatul prin rotație” pășunea este păscută doar pentru anumite perioade, intercalate cu pauze care permit creșterea netulburată a pășunii (fig. 5.30). Pășunea este împărțită în padocuri, care sunt utilizate în succesiune, iar perioada de timp utilizată în fiecare padoc este denumită perioadă de pășunat. Aceasta este urmată de perioada de repaus, iar suma din cele două perioade se numește ciclu de pășunat. În pășunatul prin rotație numărul de capete și perioada alocată animalelor sunt importante.

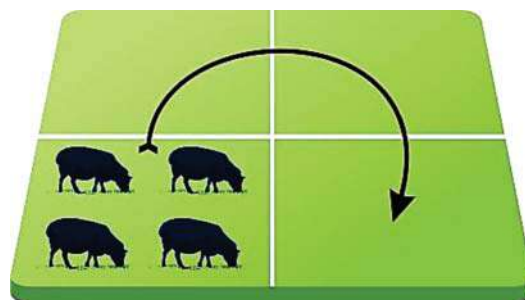


Fig. 5.30. Pășunatul prin rotație

Impactul schimbărilor climatice asupra pășunilor poate duce la creșterea semnificativă a riscurilor de mediu, sociale și economice. Răspunsul ecosistemelor de pășuni la schimbările climatice va fi exprimat prin următoarele: deplasarea centurilor de vegetație; creșterea suprafeței de pășuni deșertice și semideșertice; scăderea productivității pășunilor; reducerea suprafeței de pășuni; o creștere a temperaturii în timpul sezonului de creștere și o creștere a CO₂ va permite să crească productivitatea plantelor cu frunze late și în general, stabilitatea sistemului de pășuni va scădea. Pentru a asigura utilizarea maximă a producției de masă verde, menținând în același timp sustenabilitatea pe termen lung a pajiștii este necesar de respectat numărul de animale (UVM/ha).

Încărcătura optimă de animale (Î.A.) sau capacitatea de pășunat se definește prin numărul de animale care pot fi hrănite pe întreg sezonul de pășunat de pe 1 ha de pajiște, la care se cunoaște producția de furaje disponibilă, și se stabilește conform formulei:

$\text{Î.A.} = P.d. \div (C.i. \times Z.p.)$ în care:

Î.A. – încărcătura cu animale/ha de pajiște, exprimată în UVM/ha;

P.d. – producția disponibilă de masă verde (kg/ha);

Z.p. – număr de zile de pășunat într-un sezon;

C.i. – consum zilnic de iarbă (kg/UVM).

Necesarul zilnic pentru 1 UVM este de 65 kg de masă verde sau aproximativ 13 kg SU.

Măsuri de adaptare la schimbările climatice propuse pentru pășunat sunt:

1. Îmbunătățirea infrastructurii pășunilor de primăvară/toamnă prin creșterea valorii sale datorită sezonului mai lung de pășunat din cauza temperaturilor mai ridicate și a sezonului de iarnă mai scurt, construirea grajdurilor pentru animale și adaptarea adăposturilor pentru păstori.
2. Refacerea zonelor de păduri degradate prin îmbunătățirea acoperirii suprafețelor cu vegetație diversificată cu specii de plante native, rezistente la evenimentele climatice (de exemplu, seceta de vară).
3. Achiziționarea mașinilor agricole pentru producerea / recoltarea / depozitarea furajelor.
4. Creșterea proporției animalelor care pășunează (acolo unde este posibil).
5. Extinderea sezonului de pășunat și direcționat într-un mod în care animalele să rămână o perioadă mai mare în jurul adăpătoarelor, bulgărilor de sare, locurilor de hrănit etc.
6. Îndepărtarea periodică a gunoiului de grajd și a dejecțiilor lichide din grajduri și menținerea așternuturilor curate.
7. Păstrarea uscată a gunoiului de grajd, atât cât este posibil.
8. Menținerea corespunzătoare a așternuturilor din grajduri.
9. Sisteme de creștere a animalelor – stabulație liberă și legată.

Avantajele pentru fermier:

- Pășunatul este mai economic în comparație cu creșterea în sisteme cu adăposturi.
- Reducerea emisiilor în atmosferă a compușilor pe bază de azot economisește achiziționarea de fertilizanți cu azot.

Tehnici de depozitare a gunoiului de grajd. Managementul gunoiului de grajd este un sector ce poate fi descris de o serie de particularități. Emisiile de CH₄ și N₂O sunt eliberate în adăposturile de animale și spațiile destinate depozitării gunoiului de grajd. Emisiile depind de excrețiile animalelor, tipul și durata depozitării gunoiului de grajd etc. Ratele naționale ale emisiilor prin excreție a substanțelor volatile solide (VS) și a azotului pot fi estimate din gradul de infestare sau obținute din studii în teren specific ce necesită informații detaliate cu privire la caracteristicile animalului și la modalitatea în care se realizează managementul gunoiului de grajd.

Sistemele de management a deșeurilor animale iau în considerare factorii care concură la emisii reduse de CH₄ respectiv: pășunatul, compostarea și digestia anaerobă (producția de biogaz). Emisiile ridicate de CH₄ sunt produse de: sistemele lichide (nămoluri), lagune anaerobe, straturi groase de dejecții (pat) colectate pe o perioadă mai mare de o lună.

În perioadele de stocare, descompunerea bălegarului generează cantități considerabile de metan și protoxid de azot, dar și emisii indirecte de protoxid de azot din cauza volatilizării amoniacului. În cazul unei administrări defectuoase, emisii indirecte de protoxid de azot se produc și din cauza filtrării și scurgerii de compuși ai azotului în apele subterane și de suprafață. Nu există prea multe variante pentru reducerea emisiilor directe de gaze cu efect de seră din depozite, deoarece măsurile ce reduc producția de metan favorizează de obicei eliberarea de protoxid de azot și viceversa. Tratamentele anaerobe duc la emisii de metan, iar cele aerobe la emisii de protoxid de azot. De aceea, dejecțiile lichide sunt caracterizate de emisii mai mari de metan, iar cele solide – de emisii mai mari de protoxid de azot. Metoda cea mai convenabilă este producția de biogaz, unde condițiile anaerobe previn eliberarea masivă de protoxid de azot, în timp ce metanul este reținut și folosit ca sursă regenerabilă de energie. Capacitatea de stocare a dejecțiilor este una dintre cele mai importante măsuri de adaptare, deoarece ea depinde de: tipul și mărimea lotului de animale, ținând cont de sistemul utilizat de organizare al fermei și calitatea managementului aplicat; durata perioadei de stocare; tipul de depozit; metoda de manipulare și stocare a dejecțiilor; gradul de diluție a dejecțiilor datorită ploilor sau altor tipuri de ape.

Depozitarea și compostarea gunoiului de grajd. Întrucât gunoiul de grajd rezultă treptat, aplicarea lui nu se face ca atare. Acesta se colectează în *platforme* și se compostează. Compostarea (fermentarea) gunoiului se poate realiza prin mai multe metode.

Metodele frecvent utilizate sunt: *compostare aeroba* (compostare „la cald”) – prin așezarea afânată a gunoiului și asigurarea aerării pe parcursul compostării – acest tip de compostare durează 6-12 luni; *compostarea anaeroba* (compostare „la rece”) prin așezare îndesată de la început – durează 4-5 luni și rezultă gunoi semifermentat; *compostarea mixtă* (este o compostare aeroba la început, urmată de o compostare anaerobă) – durează 3-4 luni.

Cea mai recomandată metodă este cea aerobă, deoarece permite formarea unei cantități mai mari de acizi humici sub influența microorganismelor aerobe. În plus, temperaturile ridicate la care ajunge masa gunoiului în timpul fermentării aerobe duc la distrugerea a o parte din semințele de buruieni din acesta.

Măsuri recomandate:

1. Platformele de stocare a gunoiului de grajd trebuie să fie suficient de mari, etanșizate și dotate corespunzător.
2. Se recomandă depozitarea bălegarului în locuri răcoroase și umbroase, căldura accelerând formarea metanului.
3. Nu este recomandată colectarea și depozitarea dejecțiilor lichide sub pardoseala de lemn a grajdurilor, deoarece temperaturile ridicate și suprafețele mari determină creșterea pierderilor de azot amoniacal în atmosferă.
4. Acoperirea bazinelor de reziduuri lichide cu prelate impermeabile reduce emisiile de amoniac în atmosferă. Crusta naturală formată la suprafața reziduurilor cu o cantitate ridicată de materie uscată este mult mai eficientă în reducerea emisiilor de amoniac.
5. Asigurarea cantităților corespunzătoare de gunoi de grajd în cadrul fermelor specializate în colectarea și prelucrarea acestuia, ceea ce previne răspândirea mirosului și evită pierderea azotului amoniacal în atmosferă.
6. Posibilitatea construirii unor instalații pentru captarea biogazului, care reduc emisiile de metan, energia obținută fiind utilizată în scopul reducerii de combustibili fosili. Spre regret, producția biogazului este prea scumpă pentru fermele mici.

Avantajele pentru fermier:

- Reducerea emisiilor de azot și a compușilor acestuia în atmosferă duce la economii în aplicarea îngrășămintelor pe bază de azot.
- În cazul unor ferme mari, se pot obține venituri suplimentare din energia vândută pe piață, obținută din producțiile de biogaz. În multe țări, energia electrică produsă din biogaz este subvenționată.

Trebuie avut în vedere faptul că sectorul ADR este unul complex, iar integrarea cu succes a acțiunilor legate de climă necesită formularea atentă a unor măsuri care să țină cont de necesitatea și încurajarea unei abordări flexibile și localizate în măsura posibilităților de organizare a seminarelor de instruire cu experți în domeniul schimbărilor climatice; promovarea implementării tehnologiilor noi în agricultură, iar potențialul de ascensiune și inițiativele comunitare nu trebuie subestimate (spre exemplu, utilizarea abordării FAEDR). Elaborarea și revizuirea strategiilor, politicilor și inițiativelor naționale relevante pentru sectorul ADR din Republica Moldova, inclusiv descrierea măsurilor FAEDR legate de acțiunea climatică, identificarea priorităților pentru atenuarea și adaptarea schimbărilor climatice în sectorul ADR.

Sectorul ADR este extrem de vulnerabil la impactul schimbărilor climatice, întrucât capacitatea „spațiului rural” de a furniza o alimentație adecvată; de a deservi ecosistemul; de a sprijini dezvoltarea economică și de a furniza un mediu sigur de locuit pentru comunitățile rurale depind în mod direct de condițiile climatice favorabile. Agricultorii, silvicultorii, întreprinderile rurale de creștere a animalelor și alte persoane fizice locale trebuie, prin urmare, să acorde o mai mare atenție schimbărilor climatice și incertitudinilor în creștere generate asupra vieții de zi cu zi a acestora, precum și a strategiilor pe durată mai lungă în ceea ce privește producția, administrarea, investiția și dezvoltarea comunității.

5.3.2. Măsuri de adaptare la schimbările climatice și opțiuni de atenuare a schimbărilor climatice pentru domeniul ingineriei agrare în zootehnie

Conform datelor specialiștilor în ecologie, sectorul de zootehnie aduce contribuții substanțiale la cantitatea emisiilor GES, sursele principale fiind fermentarea intestinală la rumegetoare; gunoiul de grajd; pierderile neproductive ale furajelor. Prin urmare, diminuarea emisiilor GES și majorarea volumului de sechestrare-stocare a carbonului este obiectivul de bază în zootehnie, menționat și în Strategia de dezvoltare cu emisii reduse a Republicii Moldova până în anul 2030 (HG nr. 1470 din 30.12.2016). Realizarea obiectivului strategic necesită acțiuni concrete și la timp în domeniul ingineriei agrare.

Reducerea pierderilor în sectorul agroalimentar și, în special, în zootehnie este posibilă prin asigurarea condițiilor adecvate de transportare și depozitare atât a materiei prime, cât și producției finale. Condițiile sus-menționate necesită diminuarea gradului de vătămare și strivire a producției agricole prin realizarea următoarelor **măsuri**:

- de micșorat numărul de interacționări ale organelor de lucru din componența diferitor utilaje și mecanisme cu produsele prelucrate;
- de majorat eficiența funcționării a utilajului de condiționare a produselor agricole cu scopul de a exclude executarea operațiilor suplimentare;
- în toate operațiile de manipulare a produselor de utilizat numai regimuri cruțătoare, cu prevedere;
- de utilizat în utilaje și mașini agricole organe de lucru din materiale polimerice și compozite, care micșorează acționarea negativă a suprafețelor de lucru asupra produselor.

Pentru depozitarea și păstrarea pe termen lung a unor cantități mari de produse agricole în condițiile optime sunt recomandate silozuri (*fig. 5.31*), care reprezintă construcții de mari dimensiuni înzestrate cu instalații speciale de uscare, de transport etc.

Manipularea și transportul producției friabile este realizată de elevatoare cu cupe pe verticală, iar pe orizontală și suprafețe înclinate – de jgheaburi și transportoare cu raclete, care aplică o influență minimă asupra producției transportate, spre deosebire de transportoare cu melc. Silozurile sunt dotate cu echipamente care asigură menținerea condițiilor optime de păstrare (temperatura, umiditatea aerului).

Actualmente, problema reducerii pierderilor în agricultură și îmbunătățirii calității furajelor este rezolvată prin crearea complexelor de mașini pentru depozitarea furajelor în **manșoane (mâneci)**

și ambalarea lor în folii din polietilenă (fig. 5.32). Mașinile respective efectuează ambalarea furajelor grosiere (silozului, fânajului, paielor, tulpinilor de porumb tocate etc.), precum și cerealelor (în manșoane).



Fig. 5.31. Utilaj pentru depozitarea producției agricole

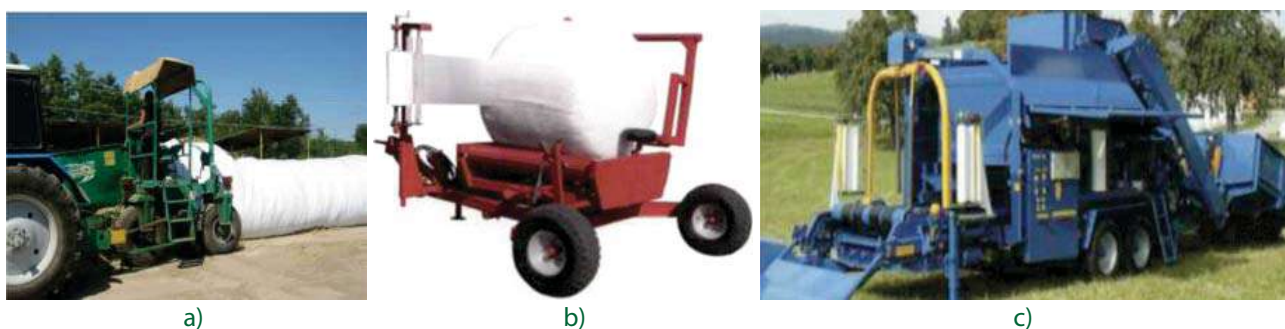


Fig. 5.32. Mijloace tehnice pentru depozitarea furajelor: a) depozitare în măneci; b) mașina de ambalat în rulouri furaje grosiere; c) utilaj de presare și ambalare a furajelor

În Republica Moldova anual se acumulează până la 6 milioane tone de deșuri, care în proporție de 50% sunt deșuri biodegradabile, contribuind prin fermentare la majorarea concentrației GES. De aceea în Strategia de dezvoltare cu emisii reduse a Republicii Moldova până în anul 2030 sunt prevăzute măsuri de rigoare și anume:

- creșterea gradului de colectare și utilizare a materiei prime secundare prin promovarea reciclării și reutilizării deșeurilor;
- dezvoltarea noilor capacități de prelucrare, tratare și a instalațiilor de eliminare a deșeurilor care corespund standardelor internaționale.

Realizarea obiectivelor Strategiei și, respectiv, diminuarea emisiilor GES poate fi obținută prin implementarea tehnologiilor și utilajelor pentru **producerea biocombustibililor** din masa organică biodegradabilă, din care se evidențiază în acest sens utilaje de fermentare a biogazului (fig. 5.33). Procesul de producere a biogazului are următoarele avantaje incontestabile:

- reduce emisiile GES prin valorificarea resturilor agrosilvice, ale reziduurilor din industria de procesare a producției agricole, deșeurilor menajere;
- produce sursa de energie (biogaz);
- asigură cu îngrășăminte organice prețioase.



Fig. 5.33. Utilaje pentru procesarea deșeurilor și administrarea substratului fermentat:
a) fermentator; b) mașini de aplicare a substratului în sol

5.3.3. Argumentările economice ale adaptării ramurii zootehnice la schimbările climatice

Dejecțiile animaliere sau gunoiul de grajd ca valoare economică reprezintă îngrășămintele organice, în conținutul căruia se regăsesc majoritatea elementelor nutritive de bază pentru creșterea culturilor agricole. Datorită acestei particularități gunoiul de grajd mai face parte din îngrășămintele complexe.

Gunoiul de grajd este sursa principală de elemente nutritive pentru plante, iar aplicarea lor are importanță semnificativă în reglarea masei organice în sol, în păstrarea și formarea conținutului de humus. Referitor la importanța gunoiului de grajd în agricultură, savantul Preanișnikov D.N. a menționat: „Oricât de mare ar fi producția de îngrășămintă minerale în țară, gunoiul de grajd nu își va pierde niciodată importanța ca unul dintre cele mai de bază îngrășămintă din agricultură”.

Experiențele numeroase ale instituțiilor de cercetări științifice din lume în domeniu, dar și observările practicienilor în cadrul unor ferme agricole demonstrează că, sporirea productivității culturilor agricole este dependentă de cantitatea și capacitatea aplicării îngrășămintelor organice în sol, și de calitatea păstrării acestora. Conform datelor statistice, aplicarea cantităților medii de gunoi de grajd pe terenurile agricole, circa 20-30 tone per ha, sporește productivitatea culturilor cu 6-7 q per ha la cerealiere, 60-70 q cartof, 150-200 q la rădăcinoase și cele pentru siloz. Aplicarea corectă a îngrășămintelor organice în funcție de cantitate și calitate contribuie în mod obligatoriu la sporirea productivității culturilor agricole indiferent de sol, regiune sau premergător.

De-a lungul ultimilor ani ramura zootehnică a țării și-a redus din capacități și producții considerabil, fiind un fenomen al lipsei investițiilor și atenției din partea statului. Acest fenomen a condus nu doar la distrugerea bazei tehnico-materiale a ramurii, dar și la lipsirea ramurii fitotehnice de unul dintre cele mai necesare elementele nutritive – dejecțiile animaliere. Reducerea numărului de animale în întreprinderile agricole a condus și la reducerea gunoiului de grajd disponibil, dar și la reducerea cantității încorporate în sol. Spre exemplu, numărul de bovine în anul 2019 față de anul 1980 s-a redus cu 98%, de la 934 mii capete până la 18 mii capete, cel al suinilor cu 88% în aceeași perioadă. O asemenea situație este caracteristică și pentru celelalte sectoare ale ramurii.

Conținutul chimic al solurilor a degradat în ultimii ani prin încorporarea doar a îngrășămintelor minerale, utilizarea aditivilor de creștere, a produselor de protecție a plantelor, care pe lângă efectul ecologic dezastruos pe care-l au, mai contribuie la scumpirea producției agricole.

În ultimii ani îngrășămintele minerale au devenit costisitoare, iar ponderea acestora fiind semnificativă în costul unitar al producției. Spre exemplu, în costul 1 q grâu de toamnă ponderea îngrășămintelor organice ajunge la circa 21%, la cel de porumb – 18%, la soia – 13%, la rapiță – 13%, la floarea-soarelui – 8%. Încorporarea îngrășămintelor organice alături cu cele minerale ar reduce costurile producției agricole și ar îmbunătăți solurile cu macroelemente pentru o perioadă mai îndelungată. Avantajele îngrășămintelor organice sunt evidente și necesare în cultura plantelor, dar și pentru agricultura organică.

Prin argumentările de mai sus afirmăm cu siguranță că dejecțiile animaliere trebuie utilizate în calitate de îngrășăminte organice în cultura plantelor în măsura potențialului existent. Determinarea potențialului de resurse ale dejecțiilor animaliere, va permite, în continuare, gestionarea corectă a lor în calitate de îngrășăminte organice. Drept bază pentru calcularea cantității de dejecții organice servesc șeptelul de animale din Republica Moldova și cantitatea de dejecții organice obținute de la un animal. Cantitatea de dejecții organice obținute pe fiecare specie se va calcula reieșind din perioada de stabulație (pentru animalele păscătoare), numărul mediu anual de zile calendaristice la întreținerea animalelor și normele de dejecție animaliere obținute.

În tabelul 5.11 prezentăm rezultatele obținute referitoare la cantitatea de dejecții animaliere acumulate în fermele zootehnice reieșind din șeptelul de animale și normele de dejecții.

Tabelul 5.11. Cantitatea de dejecții animaliere obținute în funcție de specii în anul 2019, mii tone

Categorie	Bovine	Porcine	Ovine	Caprine	Cabaline	Iepuri de casă	Găini	Curci	Total
Toate categoriile	941	1 271	429	101	135	42	3 200	21	6 141
Întreprinderile agricole și gospodăriile țărănești	118	660	13	1	1	1	3 200	21	4 016
Gospodăriile populației	823	612	416	100	134	41	-	-	2 125

Sursa: calcule elaborate de autor.

Calculule efectuate demonstrează că capacitățile dejecțiilor animaliere în Republica Moldova către anul 2019 au ajuns la circa 6 milioane tone. Capacitățile respective ar permite fertilizarea a circa 200 mii ha terenuri agricole în mod convențional cu o cantitate medie de 30 t/ha.

Referitor la modul de administrare a resurselor, circa 4 milioane tone de dejecții animaliere se regăsesc în gospodăriile agricole din țară și circa 2 milioane tone în cele ale populației. Din punct de vedere al posibilităților tehnice, dejecțiile animaliere obținute în fermele de animale ale entităților agricole sunt mai accesibile. Cantitatea respectivă reprezintă sursa principală de îngrășăminte organice încorporate în sol de către fermierii din țară. Resursele respective pot fi depozitate de către fermieri pe platforme speciale în cadrul acestor ferme.

Mai dificilă este situația cu dejecțiile care sunt în gospodăriile casnice. Cantitatea acestora acumulată în decursul unui an este de circa 2 milioane de tone în toată țara. Depozitarea acestora pe teritoriul terenurilor intravilane ale primăriilor înrăutățesc starea ecologică a localităților rurale dar și aspectul social. Deseori, dejecțiile animaliere sunt depozitate pe o perioadă mai mare de un an și împreună cu deșeurile menajere, acțiuni care diminuează din calitatea lor ca și îngrășăminte organice. Totuși, în calitate de resurse ale îngrășămintelor organice, o parte din ele se încorporează pe terenurile agricole proprii sau arendate de către fermierii agricoli care nu au statut de persoană juridică. În țară există încă foarte multe ferme agricole neînregistrate, iar aceasta este o problemă în managementul dejecțiilor animaliere. Ele nu pot fi exploatate la capacitățile maxime și, respectiv, duc la poluarea mediului localităților rurale. Circa 87% din dejecțiile de bovine, 97% ale celor de ovine și iepuri, 99% de caprine și cabaline se regăsesc în gospodăriile casnice. Media ponderii cantității de dejecții animaliere acumulate în gospodăriile casnice pe toate speciile analizate constituie circa 87%. În termeni absoluți aceasta înseamnă că din fiecare 100 kg dejecții animaliere acumulate, 87 kg se formează în gospodăriile casnice și doar 13 kg în întreprinderile agricole. Aceasta face și mai dificilă realizarea unor politici în domeniul managementului dejecțiilor animaliere la nivel de țară.

Platformele de păstrare a dejecțiilor animaliere. Suprafața totală a terenurilor arabile cultivate în Republica Moldova constituie circa 900 mii ha. Cantitatea de dejecții animaliere posibilă de a fi exploatată ar asigura o rotație a încorporării acestora pe suprafața respectivă o dată la 3-4 ani. Utilizarea cantităților de dejecții obținute și în gospodăriile casnice ar reduce perioada de ameliorare până la 2 ani. Pentru o astfel de abordare este necesară o politică în domeniul managementului dejecțiilor animaliere și adusă la cunoștința tuturor producătorilor agricoli. Depozitarea dejecțiilor animaliere se recomandă pe platforme din construcții speciale (betonate) și amenajate conform cerințelor tehnologice, inclusiv pentru dejecțiile lichide.

Platforma de păstrare a gunoiului de grajd reprezintă locul de depozitare a dejecțiilor animaliere până la încorporarea acestora în sol. Platforma de păstrare se amenajează la o distanță minimă de 50 m de ferma zootehnică și la cel puțin 200 m distanță de localitate. Volumul platformei se determină de următorii factori: *numărul de animale, rasa și perioada de păstrare*. De asemenea, un alt factor care poate influența asupra volumului platformei poate fi cantitatea gunoiului de grajd care poate fi transportată direct din fermă la câmp. Determinarea suprafeței platformei de păstrare a gunoiului de grajd pentru o perioadă de 2,5-3,0 luni reiese din rasele de animale întreținute: bovine – 2,0-2,5 m², tineret bovin – 1,0-1,25 m², porcine – 0,4-0,5 m², ovine – 0,2-0,3 m². Suprafața platformei săpate se asfaltează sau betonează, iar înainte de a descărca gunoiul suprafața se acoperă cu un strat de 20-30 cm de paie. Pentru depozitarea dejecțiilor lichide se construiesc fose cu burlane din beton sau bazin impermeabil din purină din beton sau geomembrană. Bazinele de depozitare a dejecțiilor lichide mai sunt cunoscute și ca lagune, iar în decursul perioadei de păstrare dejecțiile sunt amestecate cu apă cu ajutorul unor pompe speciale.

Conform unor studii, investițiile în construcția platformelor și a bazinelor de depozitare a dejecțiilor animaliere sunt diferite și variază în funcție de materialele folosite și capacitățile de depozitare. În baza acestor studii s-au identificat două modele complexe care asigură depozitarea dejecțiilor solide în amestec cu paiele ca material de așternut și a celor lichide. Scopul este de a identifica două modele diferite după materialele utilizate în construcția platformelor și șeptelul de animale. Primul model se referă la ferme mari cu cel puțin 100 vaci mulgătoare, cel de-al doilea la ferme mici, în special poate fi recomandat celor din gospodăriile casnice. Aceste modele ne permit a identifica valoarea reală a investiției, inclusiv pe cap de animal reieșind din capacitatea dejecțiilor și cantitatea de dejecții obținută de la un animal (*tab. 5.12*).

Tabelul 5.12. Analiza modelelor de platforme pentru depozitarea dejecțiilor animaliere în funcție de capacități și șeptelul optim de animale pe specii

Tip model	Capacitate dejecții solide, tone	Capacitate dejecții lichide, tone	Costul investiției, lei	Șeptelul de animale calculat în funcție de capacitatea dejecțiilor solide				Investiții la un cap convențional, lei
				bovine	ovine și caprine	porcine	găini ouătoare	
Platformă acoperită impermeabilă din beton și bazin de purină din beton	430	170	3 000 000	232	860	403	5 375	5 026
Platformă acoperită și impermeabilă din lemn și bazin din plastic	46	19	81 500	10	93	44	580	137

Primul model prezentat în tabelul 5.12 este proiectat pentru construcția platformei combinate pentru depozitarea separată a dejecțiilor solide cu material de așternut (paie) și a celor lichide. Asemenea proiect, considerăm, că este cel mai oportun și eficient pentru utilizarea complexă a resurselor de dejecții animaliere în cadrul fermei zootehnice. Platforma pentru dejecțiile solide este prevăzută din construcție din beton, inclusiv a pereților pentru depozitarea dejecțiilor solide cu sistem de suport și acoperiș. Bazinul de purină este proiectat sub formă de rezervor batal pe bază de geomembrană cu protecție anti-eroziune dotat cu un plug-raclor cu motor electric. Platforma va fi împrejmuită cu un gard metallic, iar accesul către ea se va face pe un drum din pietriș. Conform calculului estimative ale experților investiția va fi de circa 3 milioane lei. Capacitățile acestei platforme sunt de circa 430 t dejecții solide în amestec cu paie ca material de așternut și circa 170 t dejecții solide ce vor fi acumulate separat. Platformele cu asemenea capacități ar putea asigura depozitarea dejecțiilor a circa 230 bovine, inclusiv tineret bovin și vaci în gestație sau 860 de ovine și/sau caprine, sau circa 40 de porcine, sau circa 5 mii de găini ouătoare. În cazul găinilor ouătoare, se va exploata doar platforma pentru dejecțiile solide, iar bazinul de purină poate fi exclus din proiect.

Cel de-al doilea model este elaborat pentru ferme mai mici, în special pentru gospodăriile casnice și construit din materiale mai ieftine. Platforma pentru dejecțiile solide va fi din pietriș compactat

acoperită cu peliculă, pardoseala și pereții se vor construi din lemn și acoperișul din țiglă metalică. Acumularea dejecțiilor lichide se va face fose septice din beton armat dotată cu plug-raclor cu motor electric. Capacitățile acestei platforme sunt de 46 tone dejecții animaliere și 19 tone dejecții solide, care va putea fi funcțională în fermele zootehnice cu până la 10 bovine sau 93 ovine și/sau caprine, 44 de porcine sau până la 550 de găini.

Conform primului model, costul investițiilor ce revin la un animal convențional vor fi de circa 5 026 lei, iar în cazul celui de-al doilea model – circa 137 lei. Pentru a determina capacitățile fermei în asimilarea acestor proiecte, rezultatele convenționale pot fi raportate la o unitate de producție ca de exemplu un litru de lapte muls, un kilogram de carne în masă vie ș.a.m.d.

Eficiența economică a încorporării îngrășămintelor, precum s-a menționat mai sus, s-a calculat reieșind din nivelul sporului producției, afirmație demonstrată prin exemplul cu cultura grâu de toamnă. Recuperarea investiției este una dintre cele mai arzătoare polemici pentru fermieri dar și, totodată, interes din partea investitorilor și a instituțiilor de stat. În continuare se prezintă calculele referitoare la recuperarea investiției pentru construcția platformelor de depozitare a dejecțiilor animaliere în funcție de suprafețele recoltate (tab. 5.13). Suprafața estimată a fost calculată în baza următorilor indicatori: 1) valoarea investiției; 2) prețul de comercializare a unei tone de grâu (conform prețurilor de achiziție ale anului 2020); 3) sporul mediu al recoltei la un ha grâu de toamnă după aplicarea îngrășămintelor. Suprafețele au fost determinate în funcție de tipurile de dejecții – solide, lichide și cele de găini în mod separat.

Conform primului model, doar aplicând dejecții solide investiția va fi recuperată la o suprafață estimativă de 504 ha însămânțată cu grâu de toamnă sau la o suprafață de 1 274 ha cu încorporarea dejecțiilor lichide, sau la 250 ha cu încorporarea dejecțiilor de găini.

În cel de-al doilea model, suprafețele estimative sunt mai mici în mod semnificativ. Cea mai mare suprafață însămânțată cu grâu de toamnă pentru recuperare va fi în cazul încorporării dejecțiilor lichide, însă trebuie să menționăm că efectul acestor îngrășăminte are o durată de 2 ani. Astfel, abordarea nu poate fi sistemică și uniformă pentru toate tipurile de dejecții animaliere, însă sistemic trebuie să fie abordată problema gestionării dejecțiilor animaliere.

Tabelul 5.13. Analiza recuperării investițiilor platformelor de depozitare din contul sporului producției grâului de toamnă

Tip model	Costul investiției, lei	Prețul de comercializare a 1 tone grâu de toamnă, lei	Suprafața estimată însămânțată pentru recuperarea investiției din contul sporului producției la încorporarea, ha		
			dejecțiilor solide	dejecțiilor lichide	dejecțiilor de găini
Platformă acoperită impermeabilă din beton și bazin de purină din beton	3 000 000	3 210	504	1 274	250
Platformă acoperită și impermeabilă din lemn și bazin din plastic	81 500	3 210	14	35	7

Sursa: elaborată de autor în baza datelor din tabelul 5.12.

Calculule prezentate se bazează doar pe încorporarea îngrășămintelor organice în mod separat, însă încorporarea combinată a dejecțiilor, îndeosebi a celor solide de animale și a celor lichide ar putea modifica suprafața estimată însămânțată. Doar prin obținerea sporului de performanță la culturile agricole în urma aplicării dejecțiilor animaliere va fi posibilă gestionarea eficientă a îngrășămintelor organice și în lanțul tehnologic deplin, de la acumulare și stocare în platforme până la transportare și încorporare pe terenurile agricole.

Desigur că, asemenea cerințe de construcție și întreținere a platformei de depozitare a gunoiului de grajd necesită investiții semnificative, majoritatea dintre fermieri nu dispun de ele. În asemenea caz se propune cooperarea eforturilor producătorilor agricoli în acest sens, și anume, crearea unor platforme comune de depozitare, când distanța dintre ferme este optimă, subvenționarea materialelor de construcție pentru platformele de depozitare a gunoiului de grajd, poate fi o altă soluție.

6. ATENUAREA IMPACTULUI SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PRIN VALORIFICAREA SURSELOR DE ENERGIE RENOVABILĂ

Energia regenerabilă are un potențial sporit de atenuare a efectelor cauzate de schimbările climatice, iar Republica Moldova dispune de un potențial semnificativ de utilizare a surselor renovabile de energie care necesită a fi valorificat. Sursele regenerabile de energie cu cel mai mare potențial de promovare și implementare ar fi, după cum urmează:

Energia eoliană

Este cea mai abundentă sursă de energie regenerabilă din Republica Moldova, aproape întreaga țară având locații adecvate din punct de vedere tehnic pentru investiții în domeniul dat. În plus, conform raportului IRENA, 2017, „Producția de energie electrică din surse regenerabile competitive din punct de vedere al costurilor”, energia eoliană poate furniza până la 21 GWh pe an, mare parte din aceasta putând fi utilizată la costul normalizat al energiei electrice (LCOE) sub 90 EUR/MWh, tarif care este aplicat pentru comercializarea energiei electrice din surse fosile pe piața Republicii Moldova la moment.

Experiența locală. Cu puterea de 45,09 MW instalată în prezent, energia eoliană este una dintre cele mai utilizate tehnologii de generare a energiei regenerabile la scară largă din sectorul energetic din Moldova. Aceasta se bazează la moment exclusiv pe turbine procurate la mâna a doua, importate din țările europene. Alți 100 MW capacitate se preconizează a fi instalați pe parcursul următorilor ani.

Avantajele utilizării energiei eoliene în sectorul agricol

1. Costul de producere al energiei este destul de mic. Potrivit unor estimări, prețul pentru un kWh poate fi mai mic decât 4-6 cenți, cu 30% mai puțin decât tarifele actuale la energia electric.
2. Viteza de pornire a turbinelor eoliene moderne începe de la 3 m/s, fapt care permite instalarea acestora practic pe tot teritoriul țării.
3. Factorul de putere pentru energia eoliană este de 25%, mai mare comparativ cu alte surse.
4. Echipamentul de producere a energiei eoliene are o durată de viață de aproximativ 20 de ani.
5. Turbinele eoliene nu necesită mult spațiu pentru a fi instalate, fiind necesară doar o fundație pentru turn.
6. În conformitate cu legislația în vigoare, sursele regenerabile pot fi generate în regim de generare cu tarif fix pe instalații eoliene nu mai mari de 4 MW. Astfel, producătorii agricoli pot utiliza terenurile degradate și imposibil de a fi utilizate pentru producerea agricolă anume în acest scop.
7. Mixarea surselor de energie regenerabilă crește eficiența de utilizare a ambelor surse.

Constrângeri în utilizarea energiei eoliene

1. Investiție inițială considerabilă la procurarea și instalarea echipamentului.
2. Caracter intermitent al energiei produse, puterea vântului determinând volumul de energie generată. Astfel, puterea vântului va determina volumul de energie produs.
3. Costurile de întreținere a turbinelor eoliene sunt mai ridicate în comparație cu alte surse regenerabile de energie.
4. Număr limitat de companii locale cu experiență, care instalează și deservește turbinele eoliene.



Fig. 6.1. Turbină eoliană cu ax orizontal

Concluzii:

Chiar dacă există potențial mare pentru instalarea turbinelor eoliene, investițiile efectuate în ultimii 10 ani au reușit realizarea doar a 45,09 MW putere instalată în Republica Moldova. Acest lucru se explică prin caracterul dinamic al legislației în vigoare, care la moment pune accente clare pe promovarea surselor renovabile. Totodată, investițiile în energia vântului sunt preponderent mari, fapt care impune investitorii să elaboreze studii de fezabilitate clare și cât mai exacte, astfel încât investiția să se răscumpere în perioade cât mai mici. Astfel, până a lua decizia finanțării unui proiect de acest gen orice investitor trebuie să țină cont de un șir de precondiții, și anume:

1. Potențialul energiei vântului trebuie confirmat de măsurări exacte și date veridice.
2. Amplasarea turbinei se face la recomandarea unor experți, în baza unui proiect tehnic bine justificat.
3. Capacitatea turbinei este dimensionată cererii de energie, potențialului vântului și reprezintă cel mai eficient scenariu posibil.
4. Lucrările de instalare a turbinei și deservirea acesteia sunt efectuate de o companie specializată.

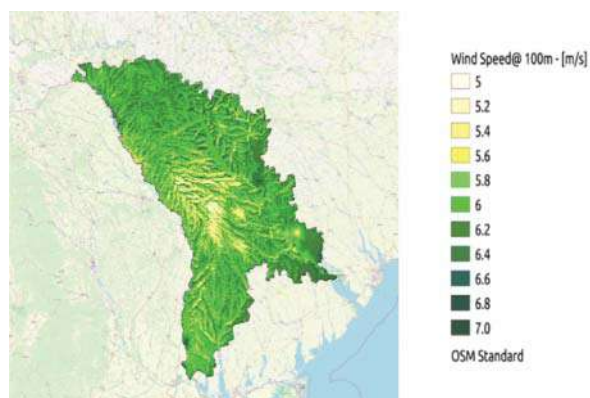


Fig. 6.2. Potențialul de energie eoliană din Republica Moldova

Energia solară fotovoltaică



Fig. 6.3. Panouri fotovoltaice instalate la so

În ultimii ani, Republica Moldova a cunoscut o dezvoltare limitată a energiei fotovoltaice solare. Pe parcursul ultimilor cinci ani au fost implementate doar puțin peste 50 de proiecte mici, în special energie solară pe acoperișuri, cu o capacitate cumulată de aproximativ 5,22 MW. Energia fotovoltaică solară ar putea furniza până la 4,5 GW capacitate, cu toate acestea, peste 20% din aceasta (1 GW) a fost considerată deja competitivă din punct de vedere al costurilor încă în anul 2016. Acest lucru înseamnă că tehnologia înregistra un Cost Normalizat al energiei (LCOE, Levelized Cost of Energy) sub 90 EUR/MWh, doar că erau necesare condiții financiare atractive. Restul, 80% ar deveni competitivi din punct de vedere al costurilor până în 2030 (IRENA et al., 2017).

În condițiile Republicii Moldova utilizarea radiației solare cu scopul producerii energiei electrice ar trebui să fie mai răspândită decât utilizarea energiei eoliene, cu toate acestea capacitatea instalată a panourilor fotovoltaice în țară este de câteva ori mai mică. Sunt mai multe aspecte care determină preferințele consumatorilor de a utiliza energia solară comparativ cu alte surse de energie alternativă, și anume:

Avantaje și oportunități de utilizare a energiei eoliene în sectorul agricol:

1. Zero emisii – reducere netă a gazelor cu efect de seră comparativ cu aceeași energie consumată din surse fosile.
2. Costul energiei – deoarece tehnologiile evoluează rapid, costul de producere a energiei cu ajutorul panourilor fotovoltaice devine tot mai competitiv cu sursele fosile de energie.
3. Funcționează în regim normal până la +4°C (limita de jos).

4. Fără zgomot – transformarea radiației solare în energie are loc fără participarea unor părți mecanice mișcătoare și din acest motiv, nu produce zgomot.
5. Costuri mici de întreținere – pentru funcționarea eficientă a panourilor este suficient ca de 2-3 ori pe parcursul anului panourile să fie curățate de praf.
6. Există posibilitatea obținerii subvențiilor pentru procurarea panourilor fotovoltaice.
7. Se pot ușor instala pe acoperișurile clădirilor, astfel încât nu sunt utilizate terenuri, nu este acces direct la panouri și nu e nevoie de pază.

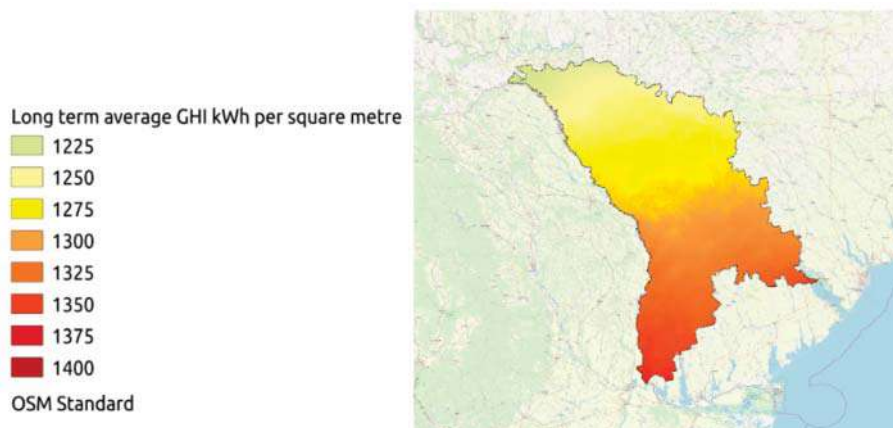


Fig. 6.4. Iradierea orizontală globală din Republica Moldova

Totuși există anumite constrângeri care trebuie luate în considerare atunci când se planifică investiția în domeniul dat.

Dezavantaje

1. Investiție relativ mare la procurarea și instalarea echipamentului.
2. Suprafața relativ mare a panourilor, dar și puterea mică a acestora – pentru a atinge puteri mari este necesară o suprafață considerabilă de teren.

Concluzii:

În comparație cu alte surse alternative de energie, sistemele fotovoltaice se bucură de cea mai mare popularitate atât în rândul administrațiilor publice, gospodăriilor casnice, dar și a întreprinderilor private, inclusiv cele agricole. Acest lucru este datorat în mare parte avantajelor pe care sistemele solare fotovoltaice le prezintă în procesul de exploatare. Totuși, în pofida atractivității acestei soluții, este necesară respectarea unor precondiții, care să asigure implementarea cu succes a proiectului:

1. Suprafață plană cu o expoziție cât mai sudică existentă și pregătită pentru instalarea panourilor.
2. Consum de energie bine dimensionat și corelat cu puterea instalată a sistemului fotovoltaic.
3. Lucrările de instalare a sistemului și deservirea acestuia sunt efectuate de o companie specializată.

Biomasa. Combustibil solid

Biomasa este cea mai veche și mai utilizată sursă de energie regenerabilă. Aceasta este partea biodegradabilă a produselor, deșeurilor și reziduurilor din agricultură, inclusiv substanțele vegetale și animale, silvicultură și industriile conexe, precum și partea biodegradabilă a deșeurilor industriale și urbane.

Energia înglobată în biomasă se eliberează prin metode variate, care însă, în cele din urmă, reprezintă procesul chimic de ardere.

Tipurile cele mai răspândite de biomasă solidă ce servesc ca și materie primă pentru producerea combustibilului, includ:

Reziduuri lemnoase: reziduuri și produse derivate din industria forestieră, coji, rumeguș și așchii, surcele, bucăți și alte resturi de lemn;

Reziduuri agricole:

1. Coceni de porumb, plante oleaginoase (rapiță) și plante leguminoase.
2. Resturi de la recoltare, coji de nuci, resturi de coceni de porumb.
3. Deșeuri și produse derivate din industria de prelucrare.

Plantații energetice:

1. Salcie energetică – se folosește ca plantă energetică, puterea calorică este foarte mare (4 900 kcal/kg), ea are durata de viață 25-30 ani, face parte din familia *Salix*, este numeroasă (circa 300 specii), dar puține soiuri ameliorate corespund condițiilor de a fi o sursă energetică. Tulpina are înălțimea de 7-8 m, se recomandă soluri cu pH 5,5-7,5, dar crește și pe soluri cu pH 3,5-10. Cele mai bune sunt terenurile argiloase.
2. Plop energetic – intră în categoria biomasei lemnoase cultivate, fiind utilizat în mod frecvent pentru calitățile ușoare și maleabile ale lemnului său. Destinația producției: biomasa pentru peleți, sau centrale termice, centrale de cogenerare, industria celulozei și hârtiei, protecție, șosele, diguri. Biomasa obținută din recoltare la 2 ani se utilizează fie sub formă de tocătură pentru alimentarea centralelor termice, fie tocătură mărunțită pentru transformare în peleți.
3. Paulownia – este un arbore de esență tare cu cea mai rapidă creștere din lume. Este un gen de 6-17 specii de plante din familia monogenerică *Paulowniaceae*, înrudită și uneori inclusă în familia *Scrophulariaceae*. Sunt arbori ce își pierd frunzele toamna, au o înălțime de 12-15 m, cu frunze mari sub formă de inimă, cu diametrul de 15-40 cm, frunze ce sunt aranjate în perechi opuse pe creangă.
4. Miscanthus – cu o puterea calorică, raportată la biomasa uscată de 17 MJ/kg sau 4,75 kW/kg, ajungând să crească până la 3-4 m. Plantația de Miscanthus are o durată medie de viață de 20 de ani. Se adaptează perfect la soluri dificile și ierni geroase, arealul de cultură fiind până la altitudinea de 700 m și temperatura medie anuală 7°C. În Republica Moldova este testată de Institutul de Genetică și Fiziologie a Plantelor.



Producerea combustibilului solid

Prin termenul de brichetare se înțelege rezultatul unui proces de comprimare a biomasei, caracterizat de o importantă creștere a densității. Acesta este un produs fibros, presat sub presiune înaltă, susținut fie de propriul material, fie de adezivi. Densitatea brichetelor este mult mai mare decât cea a lemnului de foc. Porozitatea e foarte scăzută și ca urmare flacăra produsă în timpul arderii e mai densă decât cea produsă de arderea lemnului. Prin urmare, acestea rețin căldura pe o perioadă de timp mult mai mare și mențin temperatura ridicată în interiorul focarului din cazan, permițând o ardere graduală.

Brichetele sunt produse din fragmente de deșeuri de cherestea, reziduuri agricole sau plante energetice. Există mai multe tehnologii de compactare a biomasei sub forma de brichete, și anume:

1. Nestro.
2. PinyKay.
3. RUF.



Fig. 6.5. Brichete ambalate

Presele hidraulice cu piston sunt utilizate în mod obișnuit ca mașini de brichetat pentru densificarea biomasei. Energia către piston este transmisă de la un motor electric printr-un sistem hidraulic de înaltă presiune. Producția unei prese hidraulice este mai mică, deoarece mișcarea cilindrului este mai lentă în comparație cu procesele mecanice. Brichetele au o densitate în vrac mai mică de 1000 kg/m^3 , deoarece presiunea este limitată la 40-135 kg/h. Cu toate acestea, aceste mașini pot tolera conținut de umiditate mai mare decât 15%, acceptat de obicei pentru prese mecanice cu piston. Pentru a îmbunătăți capacitatea de producție, unele prese de brichetat continuu sunt disponibile comercial.

Presele mecanice cu piston sunt utilizate în mod obișnuit pentru producția pe scară largă, variind de la 200 la 2 500 kg/h. Presa mecanică este concepută ca o presă excentrică. Un excentric care se rotește continuu, conectat la un piston, presează materia primă printr-o matrită conică. La presele mecanice, contrapresiunea necesară poate fi reglată numai prin montarea unei matrite cu o conicitate diferită (www.cfnielsen.com). Presa mecanică este acționată de motoare electrice în loc de un motor hidraulic. Pierderile de energie din mașină sunt limitate, iar puterea în raport cu consumul de energie este optimă. Durata de viață a presei mecanice este considerabil mai lungă decât a presei hidraulice. În general, o presă mecanică oferă un randament mai bun al investiției decât o presă hidraulică. Fluxul de proces pentru brichetarea continuă utilizând o presă mecanică de tip piston este dat în figura 6.8.



Fig. 6.6. Presa hidraulică de brichetat biomasa

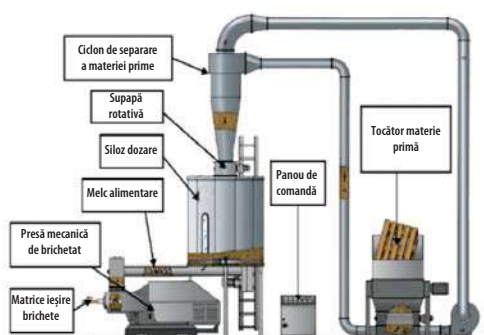


Fig. 6.7. Procesul de presare mecanică a biomasei



Fig. 6.8. Presă mecanică de brichetat biomasa cu piston

Presele mecanice cu melc au la bază conceptul de extrudare. Cu ajutorul melcului se creează o presiune ce este aplicată biomasei, fapt care crește temperatura acesteia și permite ligninei să servească drept adeziv pentru viitoarele brichete.

Peleții. Producerea de granule obținute din reziduuri forestiere sau agricole este în continuă creștere. Peleții se folosesc de mulți ani pentru încălzirea clădirilor publice și a locuințelor, iar industria de producere a peleților este mai avansată în Suedia și Austria care au zone mai împădurite.

Cele mai utilizate deșeuri pentru producerea de peleți sunt rumegușul și surcelele de lemn. Din punct de vedere tehnic este posibil să se obțină peleți și din coji sau scoarță de copac, bucăți de lemn, paie și alte deșeuri agricole.

Presele de peleți sunt de două tipuri: cu matrița inelară sau cu matrița plată. Atât în mașinile cu matrița cu inel, cât și în cele plate, matrița rămâne staționară, iar rolele se rotesc. Sunt disponibile unele instalații rotative, în care rolele rămân staționare în timpul procesului de producție, dar ele sunt mai puțin răspândite.

Unitățile cu productivitate mare sunt de cele mai dese ori instalațiile cu matriță inelară. Aceste unități, de regulă, au capacitatea de a produce câteva tone de combustibil pe oră, dar și costurile acestor unități sunt de asemenea mari. Producătorii locali care sunt antrenați în sectorul de producere a peleiților consideră acest tip de instalații mai fiabile și deci mai atractive din punct de vedere economic.

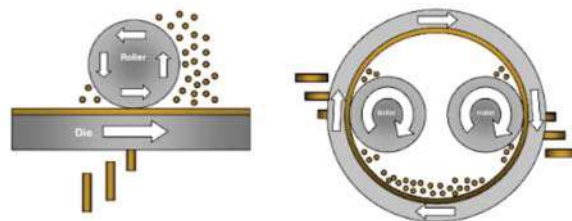


Fig. 6.9. Peletizarea. Reprezentarea schematică a procesului

Biomasa. Arderea biomasei în centrale specializate

Practica europeană în domeniul valorificării energiei din biomasă este determinată de utilizarea cazanelor moderne de înaltă eficiență instalate în gospodării casnice dar și întreprinderi ca și sursă principală de căldură. Sistemele gestionate în țările UE sunt bine stabilite, cu furnizarea constantă de combustibil de calitate, care sunt aproape la fel de automatizate ca și cazanele pe gaz.

Există mai multe tipuri de centrale termice pe biomasă:

- **centrale pe așchii** – utilizează ca combustibil așchii de lemn. Avantajele utilizării unei centrale de acest fel este gradul de autonomie al sistemului. Cazanele de acest tip sunt adesea amplasate în subsoluri, în încăperi special amenajate și amplasate în proximitatea depozitului de combustibil. În procesul de ardere așchiile de lemn sunt transportate la cazan printr-un transportor de tip melc. Mărimea depozitului depinde de condițiile fiecărui proiect în parte și se dimensionează la etapa inițială de proiectare a întregului sistem;
- **centrale pe brichete** – cazanele sunt o construcție sudată din tablă de oțel de calitate superioară (pereții interiori cu grosimea de 5-8 mm), izolată cu vată minerală. Centralele termice de acest tip dispun de reglare automată, admisie de aer pentru ardere cu regulator termostatic de tiraj. Majoritatea soluțiilor similare sunt dotate cu manometru, regulator termostatic de tiraj, supapă de siguranță, serpentină de răcire, serpentină preparare ACM. În comparație cu centralele pe așchii și peleți, centrala termică pe brichete are un grad redus de automatizare și necesită o atenție sporită în procesul de operare;
- **centrale pe peleți** – funcționează după un principiu similar cu centralele pe așchii de lemn, doar că utilizează ca combustibil peleții din lemn, reziduuri agricole sau plante energetice. Acest tip de centrale permite automatizarea proceselor de exploatare, așa încât gestionarea funcționării centralei necesită foarte puțin timp. În Europa de Vest, centralele pe peleți sunt amplasate în proximitatea depozitelor de combustibil, care mecanizat este furnizat către cazan. Suplemen-



Fig. 6.10. Centrală pe așchii de lemn, principiu de funcționare



Fig. 6.11. Centrala pe brichete, vedere frontală



Fig. 6.12. Principiul de funcționare a unui cazan pe biomasă (peleți)

tar, procesul de curățare a cenușii poate fi la fel automatizat, astfel centrala poate ușor concura cu centralele pe gaze naturale.

Concluzii

Eficiența în procesul de valorificare a potențialului de biomasă va putea fi atinsă, dacă se va ține cont de următoarele:

1. Biomasă solidă poate servi drept alternativă pentru încălzire acolo unde nu există surse fosile de energie.
2. Biomasă solidă poate fi utilizată eficient acolo unde combustibilul este produs din reziduurile proprii.
3. Eficiența utilizării trebuie atinsă pe întreg lanțul valoric, începând de la colectarea biomasei, transformarea acesteia în combustibil până la arderea acesteia cu scopul generării energiei.
4. Fiecare proces în parte este în sine o microafacere și deci, necesită mai multe resurse decât ar părea inițial.
5. Implementarea unui proiect investițional în domeniu începe de la materia primă, aceasta determinând tehnologia de procesare și transformare în combustibil și ulterior adoptarea tehnologiei de transformare în energie.

Biogaz. Fermentarea anaerobă (AD) a reziduurilor organice

Producerea biogazului constituie o ramură larg răspândită a tehnologiei de fermentare a deșeurilor organice care a intrat în uz acum mai bine de 30 de ani în țările în curs de dezvoltare.

Ca rezultat al fermentării anaerobe obținem un produs gazos care este format în principal din metan și dioxid de carbon, dar și o masă reziduală, ce nu mai poate fi supusă fermentării. Reziduurile obținute în procesul fermentării sunt de obicei folosite pentru fertilizarea solului. AD este considerată o modalitate eficientă de tratare a deșeurilor organice, a gunoierului de grajd și a reziduurilor agricole, dar și utilizarea optimă a conținutului lor energetic, precum și al conținutului de nutrienți.

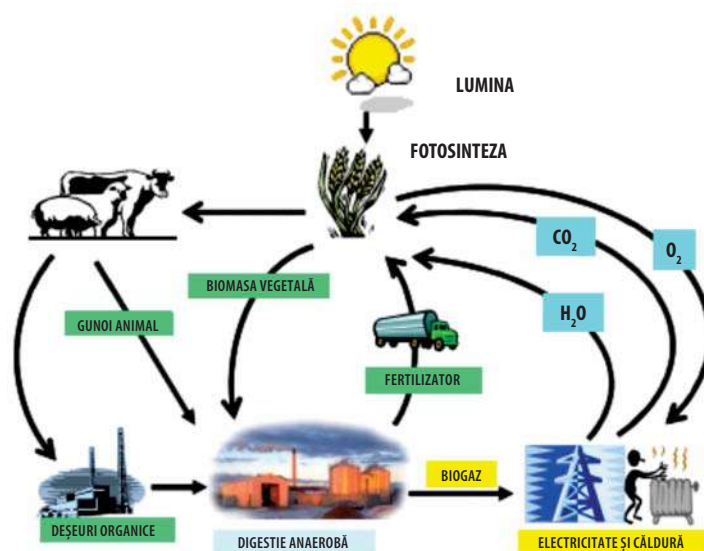


Fig. 6.13. Circuitul sustenabil al biogazului provenit din procesul AD

Deoarece premisele esențiale pentru implementarea unui proiect pentru o fabrică de biogaz sunt existența sursei de materie primă și cantitatea disponibilă a acesteia, investiția ce se dorește efectuată trebuie să fie justificată vis-a-vis de mai multe rigori, iar fermierul/beneficiarul ar trebui să dețină răspunsuri la următoarele întrebări:

1. Care este scopul proiectului de biogaz (utilizarea deșeurilor animale și agricole, producerea de energie electrică și/sau termică, obținerea fertilizanților organici)?

2. Care este capacitatea proprie de realizare a proiectului (capacitatea instalației de cogenerare în kW_{el} și kW_{term})?
3. Cum poate fi asigurată aprovizionarea continuă cu materie primă?
4. Unde poate fi amplasată fabrica de biogaz?
5. Cine sunt consumatorii de energie electrică și termică?

Doar în situația în care există răspunsuri clare la întrebările de mai sus, proiectul poate trece în faza de planificare și estimare a costurilor, care ulterior să poată fi prezentat unui finanțator.

Fezabilitatea implementării proiectelor de producere a biogazului, similar cu celelalte surse de energie renovabilă, este determinată de gradul de pregătire a antreprenorului agricol pentru efectuarea investiției. Astfel, doritorii să realizeze proiecte de biogaz trebuie să evalueze obiectiv, de sine stătător sau asistați de specialiști, dacă sunt avantajați să o facă sau există constrângeri considerabile în calea implementării.

Avantaje

1. Flexibilitatea procesului de AD – în cadrul procesului se pot trata foarte multe categorii de deșeuri organice umede și uscate.
2. Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră – suplimentar reducerii emisiilor de dioxid de carbon, producerea biogazului reduce, de asemenea, și emisiile de metan (CH_4) și de oxid azotos (N_2O), rezultate în urma depozitării și utilizării gunoiului animal ca îngrășământ.
3. Reducerea deșeurilor – prin adoptarea producerii biogazului se contribuie la reducerea volumului de deșeuri, precum și a costurilor determinate de înlăturarea acestora.
4. Venituri suplimentare – activitatea agricolă combinată cu activitatea fabricilor de biogaz, produc efecte benefice asupra sănătății economice a întreprinderilor agricole prin contribuții reale la creșterea veniturilor fermierilor. În plus, odată cu inițierea procesului de producere a energiei din surse renovabile, fermierii obțin funcții noi de importanță socială majoră, precum cele de furnizori de energie și de operatori pentru tratarea deșeurilor.

Dezavantaje

1. Costuri ridicate de construcție, operare și întreținere (dacă procesul este bine optimizat, costurile reușesc să se amortizeze pe parcursul duratei de viață a echipamentului).
2. Risc de explozie – în cazul gestionării incorecte a sistemului acesta poate deveni un risc sporit atât pentru lucrătorii întreprinderii, dar și un risc de mediu.
3. Sunt necesare procese de monitorizare continuă și automatizare a procesului de producere a biogazului – doar prin automatizare și monitorizare centralizată este posibilă producerea biogazului la prețuri atractive, care să contribuie la bunăstarea întreprinderii ce o gestionează.
4. Producția de biogaz se reduce brusc în perioadele reci ale anului.
5. Pentru a crește căldura inferioară de ardere a biogazului, acesta trebuie filtrate.
6. Sistemele anaerobe sunt sensibile la compuși clorinați și sulfurați, pH și la fluctuațiile de temperatură.

Pompe de căldură

Pompele de căldură sunt sisteme alimentate cu energie electrică care asigură încălzire, răcire și apă caldă pentru case de locuit și clădiri comerciale, prin transferarea căldurii (pe timp de iarnă) din aer, apă sau sol, și (pe timp de vară) în aer, apă sau sol. În funcție de climă și necesitățile de încălzire, pompele de căldură pot folosi aerul, solul sau apa drept sursă de căldură. Un frigider este o pompă de căldură. Toate pompele de căldură transferă căldura prin circulația unui agent frigorific print-un circuit și prin comprimarea sau dilatarea agentului frigorific. Atunci când agentul frigorific se dilată (sau se evaporă), acesta preia căldura (din frigider), iar atunci când este comprimat, acesta eliberează căldura (în încăperea). O pompă de căldură geotermală (care folosește drept sursă solul sau roca) pentru o clădire, preia căldura din sol prin dilatarea agentului frigorific și o transferă apoi în clădire, prin comprimarea agentului frigorific.

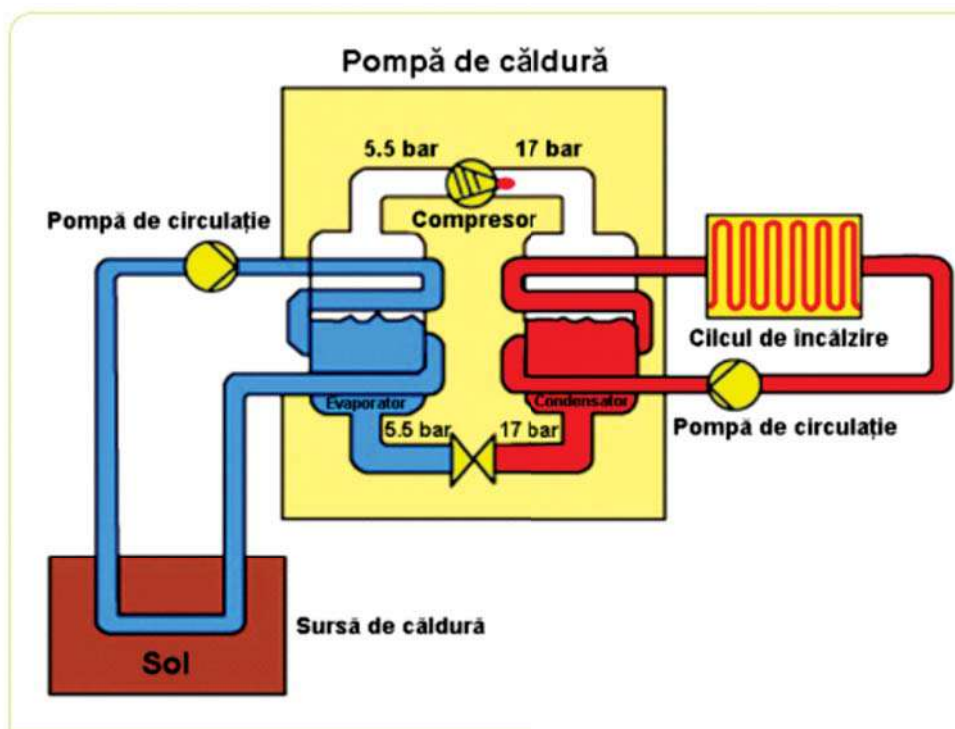


Fig. 6.14. Schema unei pompe geotermale, care folosește solul drept sursă de căldură iarna și drept loc de depozitare a căldurii vara (sursa: www.geoprodesign.com)

La o temperatură a solului de circa 12°C și prin intermediul unui agent frigorific corespunzător, solul poate fi utilizat atât ca sursă de căldură, cât și în calitate de acumulator de căldură. Astfel, o pompă de căldură geotermală poate de asemenea să răcească clădirea, prin transferarea căldurii din clădire în sol.

Pompele de căldură geotermale tipice pentru încălzirea clădirilor pot furniza 100 kWh de căldură cu doar 20-40 kWh de energie electrică utilizați de pompe și compresor. Există, de asemenea, pompe de căldură industriale ce pot furniza 100 kWh de căldură, cu utilizarea a doar 3-10 kWh de energie electrică.

Spre regret, potențialul surselor de energie geotermală a fost cercetat în mod necorespunzător în Republica Moldova, fără a exista vreo estimare cuantificată și exhaustivă. Cu toate acestea, țara dispune de un potențial semnificativ de energie geotermală cu entalpie redusă, în special în partea sudică a țării.

Avantajele pompelor de căldură:

1. Domeniile de utilizare a energiei termice produse este divers – încălzire prin pardoseală, încălzire clasică prin radiatoare, încălzirea și răcirea aerului în spații, etc.
2. Poate servi drept sistem de bază pentru climatizarea spațiilor de producere.
3. Au un grad înalt de automatizare, fapt care exclude eforturi cu operarea sistemului.
4. Sistemele sunt foarte flexibile și silențioase în operare.

Constrângerile utilizării pompelor de căldură

1. Întreruperea furnizării curentului electric din rețea va periclita funcționarea sistemului.
2. Instalarea sistemului trebuie efectuată după investigarea potențialului geotermal din zonă.
3. Pentru a asigura funcționarea neîntreruptă a sistemului, este necesară o soluție backup.

7. MĂSURI DE GESTIONARE DURABILĂ A RESURSELOR NATURALE (DE APĂ, SOL ETC.) ÎN SECTORUL AGRICOL ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

7.1. MĂSURI DE DIMINUARE A IMPACTULUI SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA SOLULUI

Principalele consecințe ale schimbărilor climatice la nivel regional, cu impact major asupra resurselor de sol, sunt activizarea fenomenelor climatice extreme. Printre acestea cele mai severe se consideră valurile de căldură, perioadele de secetă și de inundații. Impact major asupra solului au și aversele (precipitațiile de intensitate sporită) ce pot cauza formarea inundațiilor locale, creșterea intensității vânturilor, creșterea frecvenței secetelor etc.

Unele din aceste fenomene (aversele, rafalele de vânt) reprezintă principalele cauze ce accelerează procesul de **eroziune a solului**. Acest proces poate fi stopat, sau cel puțin diminuat, prin extinderea și amplasarea corectă a fâșiilor forestiere de protecție a terenurilor agricole.

În prezent sunt supuse pericolului eroziunii circa 55% din suprafața totală a republicii. Conform datelor din Cadastrul funciar pentru perioada 2008-2019, suprafața terenurilor erodate s-a majorat cu 16% (de la 877 644 ha la 1 015 693 ha) sau o creștere anuală de circa 11,5 mii ha. Eroziunea solului (sub diferită formă de intensitate) se întâlnește pe tot teritoriul Republicii Moldova, însă cele mai afectate sunt terenurile din Regiunea Centrală. Relieful accidentat, ploile torențiale și gradul redus de împădurire contribuie la erodarea intensivă a solurilor și la intensificarea alunecărilor de teren.

Concomitent cu degradarea solurilor, procesul de eroziune contribuie ca particulele erodate să fie transportate și acumulate în bazinele acvatice, contribuind la **colmatarea** acestora. Astfel, gradul de colmatare a lacurilor de acumulare pe teritoriul Republicii Moldova variază între 22% (l. Costești-Stânca) și 70% (l. Comrat), diminuând esențial volumul efectiv de apă.

Se semnalează că în ultima perioadă a crescut frecvența **secetelor** puternice și foarte puternice, consecința cărora este reducerea substanțială a producției agricole. Republica Moldova este situată într-o regiune cu umiditate insuficientă. Aceasta condiționează apariția secetelor frecvente, în special pe timp de vară. Cantitatea mică de precipitații constituie principalul factor natural care contribuie la insuficiența umidității. Cel mai mare impact negativ, pe care secetele l-au avut asupra agriculturii s-a înregistrat în anii 2000, 2003, 2012, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020.

Secetele sărăcesc și pulverizează solul, ceea ce provoacă distrugerea structurii lui, apariția eroziunii eoliene și procesului de deșertificare. Actualmente, studierea secetelor și prognozarea lor, analiza genezei și gradului de repetare a fenomenului de secetă au o importanță majoră.

Optimizarea regimului de umiditate a solurilor prin aplicarea irigației reprezintă o necesitate în obținerea recoltelor mari și stabile a plantelor de cultură. Schimbările climatice vor contribui pe viitor la diminuarea și chiar epuizarea rezervelor de apă (în unele regiuni) în straturile mai adânci ale solului pe parcursul perioadei de vegetație. Reducerea rezervelor de apă din sol vor intensifica evapotranspirația și diminuarea rezervelor de apă accesibilă plantelor și, ca rezultat, vor contribui la reducerea productivității culturilor agricole, în special a celor cerealiere.

Extinderea suprafețelor cu **fâșii forestiere de protecție** trebuie efectuată pe tot teritoriul țării, însă cele mai recomandate sunt terenurile în pantă (pentru a stopa procesele de eroziune și alunecare). Fâșiile forestiere de protecție dețin în prezent o suprafață de 30,5 mii ha. Suprafața acestora a rămas practic nemodificată în ultimii 20 de ani. Pe lângă importanța lor ecologică, perdelele forestiere au și un rol economic deosebit. Îmbunătățind condițiile de dezvoltare ale plantelor, ele contribuie la creșterea productivității terenurilor agricole. Perdelele forestiere au un rol benefic și pentru alte categorii de terenuri. Pe lângă aceea că ele contribuie la stabilizarea și refacerea terenurilor degradate, ele influențează pozitiv și asupra așezărilor umane, căilor de comunicație, terenurilor irigate ș.a. Ele le protejează

de vânturile aride de vară și cele reci de iarnă, servesc ca rezervoare de aer curat și în calitate de loc de recreere pentru populație, împiedică spulberarea zăpezii în perioada de iarnă, dezvoltarea proceselor erozionale și de alunecare și, de asemenea, au o funcție estetică. Lățimea optimă a perdelelor de protecție este între 100-150 m, iar efectul lor se resimte pe o rază de 200 m.



Fig. 7.1. Fâșii forestiere de protecție a terenurilor agricole

În cadrul Programului de îmbunătățiri funciare pentru anii 2021-2025 pentru prevenirea și combaterea eroziunii solului sunt planificate circa 38 milioane lei. Acești bani ar fi util de a-i utiliza în primul rând pentru extinderea fâșiilor forestiere de protecție.

Există câteva recomandări privind amplasarea corectă a fâșiilor forestiere de protecție a terenurilor agricole (fig. 7.1).

Împăduririle pe cumpene de apă se realizează sub forma unor perdele ce se întind de-a lungul acestora, în lățimi ce variază de la 30 la 60 m. Rolul acestor păduri este acela de a asigura infiltrarea apei în sol, stopându-se procesul de formare a șiroaielor, care provoacă eroziunea terenurilor din aval. Iarna, aceste păduri împiedică procesul de spulberare a zăpezii, reglând depunerea și topirea acesteia, iar vara micșorează puternic evapotranspirația vegetației, reduc variația zilnică a temperaturii aerului în straturile superioare ale solului și sporește umiditatea aerului în proximitatea solului. Datorită vânturilor puternice, se preferă plantarea de arbori ce dezvoltă sisteme radiculare puternice (stejar, gorun, ulm, paltin, pin ș.a.). Pădurile de amestec, foioase-rășinoase constituie un veritabil obstacol în calea vântului și prelungesc timpul de topire a zăpezilor.

Împăduririle de pe versanții din zona mijlocie superioară și inferioară, constau în realizarea de perdele forestiere antierozionale, în lungul curbilor de nivel, cu lățimi ce variază între 20 și 60 m. Distanța dintre aceste perdele forestiere este de circa 5 ori față de lățimea acestora. Între aceste perdele forestiere se intercalează terenuri agricole, cu destinație diversă. Este recomandabil ca în cadrul utilităților agricole dintre perdelele de protecție să se intercaleze și culturi de plante furajere.

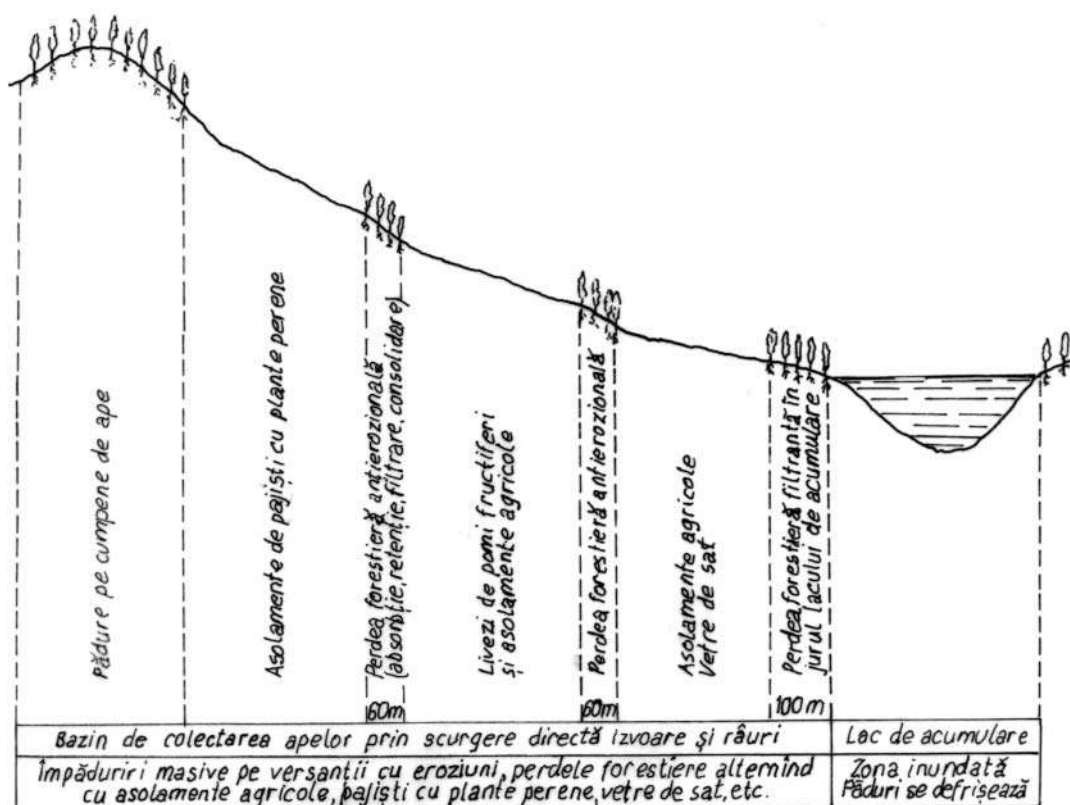


Fig. 7.2. Amplasarea corectă a fâșiilor forestiere pe un versant

În albia majoră se realizează, de regulă, lucrări de drenaj pentru eliminarea surplusului de apă ori plantații forestiere hidrofile, ce au drept scop utilizarea eficientă a excesului de umiditate din sol. Se plantează cel mai frecvent plop și salcie.

În lungul albiei minore, malurile expuse eroziunii laterale se fixează prin plantații de specii salcia, arinul și cătina albă, după care, la un interval de 3-5 ani se plantează speciile ce alcătuiesc arboretele permanente (plop, stejar, frasin ș.a.), rezultând în final un perete arborecol compact ce se desfășoară paralel cu cursul de apă.

Protecția antierozională sporește prin instalarea pe cale naturală a vegetației ierboase la baza arboretelor ce constituie fâșia de protecție.

În lungul lacurilor de acumulare se instalează perdele forestiere ce urmăresc fidel conturul acestora. Rolul lor este de a reține particulele solide provenite din apele de șiroire de pe versanți și de protecție a malurilor.

În alegerea speciilor se vor avea în vedere condițiile locale de ordin pedoclimatic, precum și efectele economice secundare, legate de exploatarea selectivă a masei lemnoase și a produselor accesorii. Se vor evita speciile pe care se dezvoltă paraziți vegetali sau insecte dăunătoare culturilor agricole (astfel dracila și pațachina, deși sunt foarte buni ca arbuști, nu se vor întrebuița deoarece ajută la înmulțirea ruginii grâului), precum și cultivarea la un loc a unor specii lemnoase ce își adăpostesc reciproc dăunătorii (laricile cu mesteacănul, pinul cu coacăzul, pinul silvestru cu plopul).

Respectarea asolamentului, care prevede amplasarea corectă a culturilor cerealiere de toamnă după premergători timpurii, comparativ cu premergătorii târzii, permite acumularea unei cantități suficiente de apă pentru formarea nivelului scontat de producție, fără aplicarea irigațiilor în anii secetoși. Spre exemplu, în anul 2020, cu secetă extremă, la amplasarea grâului de toamnă după mazăre la boabe, în una din gospodăriile raionului Cahul, producția grâului de toamnă a constituit 5,6 t/ha, iar în gospodăria vecină, la amplasarea grâului de toamnă după floarea-soarelui, producția obținută a constituit doar 0,7 t/ha.

Este important nu doar respectarea premergătorilor în asolament, dar și respectarea termenului de reîntoarcere în asolament a culturilor cu sistem radicular adânc, care trebuie să fie nu mai mic de doi ani pentru culturile, care folosesc apa din straturile de 2-3 m. Cu regret, o verigă a asolamentului foarte des întâlnită în producere, dar inadmisibilă, este amplasarea grâului de toamnă după floarea-soarelui cu semănatul ulterior din nou a florii-soarelui. Astfel, suferă ambele culturi din cauza necompensării rezervelor de apă în stratul de 100-200 cm, îndeosebi în anii secetoși. O astfel de situație este tipică pentru Republica Moldova, reieșind din faptul că secetele de doi și trei ani la rând au devenit tipice pentru condițiile noastre. Este cunoscut că grâul de toamnă folosește 50% din consumul total de apă pentru formarea producției din stratul 0-100 cm și celelalte 50% din stratul 100-200 cm. În cazul deficitului necompensat de apă din stratul 100-200 cm în anul secetos, cultura reduce brusc nivelul de producție.

Același lucru se întâmplă și la cultura florii-soarelui, care de rând cu sensibilitatea înaltă la atacul cu boli în cazul revenirii peste un an pe același câmp, suferă și din cauza deficitului necompensat de apă în stratul de 100-200 cm timp de doi ani. Din același motiv diferența în timp dintre cultura sfeclei de zahăr și floarea-soarelui în zona de nord a Republicii Moldova nu poate fi mai mica decât doi ani.

O însemnătate principală o are sistemul de fertilizare a solului pentru ameliorarea regimului hidric. Spre exemplu, în condițiile anului secetos 2007, producția grâului de toamnă în gospodăria agricolă din satul Ciuciulea, raionul Glodeni, la amplasarea lui după porumb la boabe a constituit 1,5 t/ha. În aceleași condiții, dar la aplicarea gunoiului de grajd, pe un câmp din apropierea nemijlocită cu ferma de bovine, producția grâului de toamnă a constituit 4,5 t/ha.

Pe câmpurile experimentale ale ICCC „Selecția” producții stabile și înalte de grâu de toamnă sunt obținute la amplasarea grâului de toamnă după lucernă, anul trei de viață, după prima coasă. Folosirea suplimentară a irigației după lucernă nu este justificată nici din punct de vedere agronomic și nici economic. Concomitent pot fi reduse esențial cheltuielile la aplicarea îngrășămintelor minerale de azot.

Includerea ierburilor leguminoase perene în asolament contribuie la acumularea unei cantități mai mari de apă în straturile mai adânci ale solului, care sunt cruciale în anii secetoși. În legătură cu încălzirea globală și manifestarea tot mai frecventă a secetelor, rolul rezervelor de apă în straturile mai profunde de sol va crește. Astfel, apare necesitatea de reevaluare a rolului ierburilor leguminoase perene în asolament.

În anii secetoși lucrarea solului fără întoarcerea brazdei la cultura grâului de toamnă asigură un spor de producție ca minim de 1,0 t/ha comparativ cu lucrarea solului cu plug cu cormană.

Prin îmbinarea sistemelor de lucrare și fertilizare a solului în cadrul asolamentului este posibil de a acumula și a folosi mai rațional apa din sol, care este factorul limitativ în obținerea unor producții mai înalte în zona de stepă.

7.2. MĂSURI DE DIMINUARE A IMPACTULUI SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA RESURSELOR DE APĂ

Schimbările climatice reprezintă una dintre cele mai mari amenințări asupra mediului, cadrului social și economic, cu consecințe și impact direct asupra resurselor de apă. Astfel, a apărut necesitatea în elaborarea unui set de măsuri de atenuare și utilizare rațională a resurselor de apă. Prin implementarea acestor măsuri se urmărește reducerea consumului de apă și eliminarea pierderilor de apă.

Printre măsurile de atenuare și prevenire a consecințelor secetei cu efect de durată, cel mai important este complexul de măsuri de reținere naturală a apei. În linii mari acest complex de măsuri include:

Refacerea zonelor inundabile și al zonelor umede. O zonă umedă reprezintă un teritoriu plan extins, complet sau parțial inundat, unde apa este principalul factor care controlează mediul natural, viața animală și vegetală asociată. Ea apare acolo unde pânza freatică este aproape de suprafață. Zonele umede au o importanță dublă în gestionarea resurselor de apă. În perioada inundațiilor, acestea sunt în stare să absoarbe un surplus de apă, iar în perioada de secetă ele servesc ca principala sursă

de alimentare a râului. Extinderea și refacerea zonelor umede se impune atât în lunca râurilor Prut și Nistru, cât și pe unele râuri mici (Răut, Cogâlnic, Botna, Camenca, Ialpug etc.). Principalele condiții de care trebuie de ținut cont la crearea zonelor umede sunt zonă de luncă cu o lățime apreciabilă (de la 150-200 m), prezența numeroaselor izvoare sau aflarea pânzei freatice lângă suprafață, dar și prezența unui substrat impermeabil sau puțin permeabil (argila).

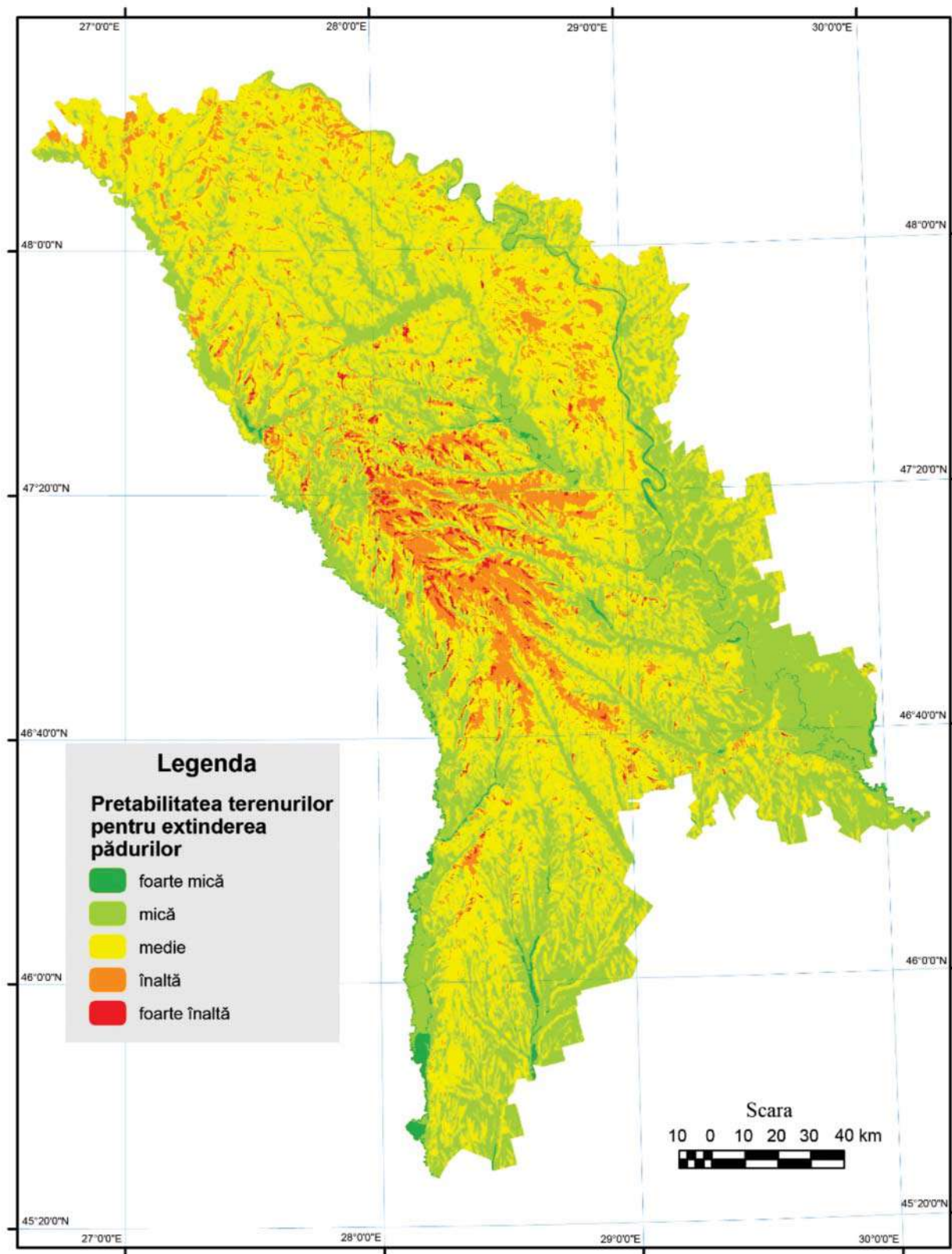


Fig. 7.3. Pretabilitatea teritoriului Republicii Moldova la împădurire

Împăduririle. Este foarte bine cunoscut efectul benefic al pădurilor asupra resurselor de apă. Acestea, pe lângă diminuarea aportului de poluanți și nutrienți de pe terenurile agricole, diminuează și temperatura apei, prevenind astfel evaporarea acesteia. De regulă, pentru împădurire sunt selectate terenurile degradate (afectate de eroziune și alunecări de teren), aflate pe pante sau pe interfluvii, cu cantități suficiente de precipitații, pe soluri silvice (cenușii, brune sau cernoziomuri argiloiluviale) (fig. 7.3). Menționăm că aceste condiții sunt obligatorii pentru masivele de pădure, pe când fâșiile forestiere pot fi amplasate practic peste tot.

Construcția bazinelor de acumulare în luncile râurilor, ca element al infrastructurii sistemului de irigare, cu regularizare sezonieră, în perioadele debitelor mari, pentru asigurarea unor rezerve în perioadele cu deficit de debit, sau bazine de acumulare a apelor pluviale (din precipitații). Majoritatea iazurilor rezultă în urma barării râurilor cu debite mai reduse. Barajul se execută din pământ tasat. Acumulări importante de apă pentru piscicultură sunt heleșteiele. Acestea sunt amenajări hidrotehnice amplasate în luncile râurilor prin realizarea de diguri de jur împrejur. Apa ajunge din râu prin canale speciale (fig. 7.4). Un mare avantaj al heleșteielor față de iazuri este împropătarea sistematică a apei, inclusiv oxigenarea acesteia.



Fig. 7.4. Sistem de heleșteie cu canal de apă

7.3. MĂSURI DE DIMINUARE A IMPACTULUI SCHIMBĂRILOR CLIMATICE PENTRU UNELE CULTURI AGRICOLE

Diminuarea impactului viitor al schimbărilor climatice și limitarea riscurilor viitoare asociate la niveluri suportabile pentru sectorul agricol, în special, și pentru societate, în general, trebuie să pornească de la constatarea că atât hazardul, cât și impactul climatic, se vor modifica în condițiile schimbării climatice viitoare. Astfel, evaluările riscurilor folosind date istorice și pe cele ale climei prezente trebuie completate cu evaluări care țin cont de modificările în frecvența și intensitatea hazardurilor de interes pentru sectorul agricol, pe de o parte și de evoluțiile viitoare socio-economice în regiunile ana-

lizate, pe de altă parte. În ambele cazuri, sunt necesare proiecții viitoare: ale probabilității de producere a hazardurilor derivate din modificarea statisticilor variabilelor climatice și ale estimării consecințelor viitoare ale acestor hazarduri într-o societate diferită de cea din prezent, atât economic cât și social. Răspunsul acestei societăți viitoare la impactul diferitelor tipuri de hazard va fi semnificativ diferit față de cel prezent. Evaluarea riscurilor prezente și viitoare cere abordări interdisciplinare și transdisciplinare care să cupleze modelarea climatică și pe cea socio-economică (Bojariu și colab., 2015).

Variabilitatea și schimbarea climatică influențează deja ecosistemele și sistemele umane (IPCC WGII AR5 Summary for Policymakers, 2014). Se așteaptă ca în viitor influența climatică asupra frecvenței și intensității hazardurilor naturale cu impact asupra sectorului agricol (inundații, valuri de căldură, secete, incendii de vegetație etc.) să crească, afectând astfel dinamica și serviciile sectorului agricol, viețile oamenilor și bunurile lor materiale. Schimbarea tiparelor spațiale și temporale ale hazardurilor naturale impune strategii de adaptare și acțiuni adecvate și particularizate. Adaptarea la schimbarea climatică presupune atât anticiparea efectelor negative și luarea de măsuri adecvate pentru a preveni și minimiza daunele pe care acestea le pot provoca, cât și a profita de oportunitățile ce pot apărea (fig. 7.5).

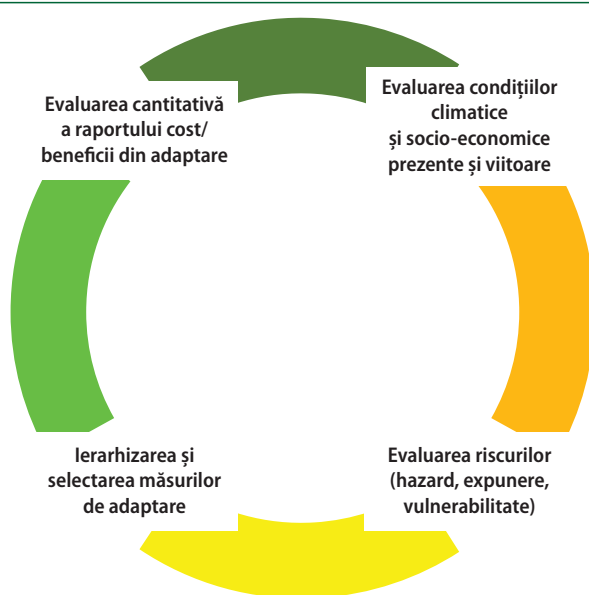


Fig. 7.5. Reprezentarea schematică a ciclului procesului de adaptare (după Bojariu și colab., 2015)

Evaluarea condițiilor climatice și socio-economice prezente și viitoare este primul pas în procesul de adaptare. Această etapă necesită sisteme de monitorizare climatică (rețele meteorologice de suprafață, radare meteorologice, sisteme de radiosondaj pentru atmosferă, dispozitive satelitare, balize oceanice și marine etc.), care să adune sistematic și continuu observații. Observațiile sunt folosite împreună cu rezultatele experimentelor numerice, realizate cu modele climatice globale și regionale, în analiza stării prezente a climei și estimarea celor viitoare, la nivel nu doar global, ci și regional și local. În paralel este nevoie de o dezvoltare a bazelor de date și a modelării socio-economice care să se poată cupla cu informațiile climatice, în etapa următoare – cea a evaluării riscurilor și oportunităților potențiale legate de variabilitatea și schimbarea climei. În continuare, evaluarea trebuie să țină cont nu doar de fiecare risc în parte, ci și de situațiile de tip multirisic. Discutăm și despre oportunități, atunci când analizăm impactul schimbării climei pentru că eficiența adaptării ține de includerea ei ca parte a dezvoltării socio-economice (Bojariu și colab., 2015).

În luarea deciziilor, în urma etapei de selecție și ierarhizare a măsurilor de adaptare (fig. 7.5), este necesar ca decidenții să țină cont sau chiar să înglobeze incertitudinile asociate evaluărilor climatice, socio-economice și celor de risc. Aceste incertitudini sunt foarte diverse ca origine. Ele pot fi generate fie de cunoașterea științifică și limitele ei inerente (asociate cu modelarea climatică dar și cu variabilitatea internă a geosistemului complex), fie de incertitudinile legate de deciziile politice, sociale și

economice de la un moment dat (de exemplu, rezultate ale negocierilor globale de reducere a emisiilor gazelor cu efect de seră) (Bojariu și colab. 2015). A face predicții și a controla procesele e un mod potrivit în gestionarea unui anumit tip de riscuri și oportunități, în timp ce abordările bazate pe capacitatea empirică de a face față situațiilor nepredictibile funcționează în cazul altora. În acest ultim caz, măsurile care au la bază principiul precauției pot fi mai potrivite, atunci când cunoașterea este în mare parte incompletă, dar impactul posibil și incertitudinile asociate sunt mari (Capela și colab., 2014).

În procesul decizional, raportul cost/beneficii al aplicării măsurilor adaptive, evaluat în ciclul ilustrat în figura 7.5, este un criteriu atât în alegerea tipului de abordare al incertitudinilor, cât și al tipurilor de politici, în general. În ce măsură o abordare sau alta poate fi ușor implementată sau cere schimbări importante în funcționarea sectorului/sistemului socio-economic analizat, necesitând cheltuieli greu de susținut, influențează deciziile politice în domeniul adaptării la schimbarea climei.

Pentru a fi eficient, procesul de adaptare trebuie să fie unul continuu: odată parcurse etapele ilustrate în figura 7.5, ele se reiau, îmbogățite cu experiența din ciclul precedent. Evaluarea cantitativă a rezultatelor măsurilor de adaptare permite, împreună cu evaluarea condițiilor climatice și socio-economice actualizate, o mai bună convergență a procesului de adaptare astfel încât raportul cost/beneficii să tindă spre unul optim și dezvoltarea socio-economică să devină durabilă (Bojariu și colab., 2015).

Din perspectiva comunității climatologice, implicată mai ales în pașii 1 și 2 ai ciclului de adaptare, următoarele măsuri sunt relevante pentru a putea face față limitării impacturilor climatice:

- a) cartografierea topoclimatică în vederea:
 - identificării arealelor optime și de stres în cultivarea/revizuirea arealelor culturilor agricole (anuale, bianuale, multianuale), reieșind din noile condiții climatice și cele așteptate;
 - selectării celor mai adaptive și rezistente culturi către noile condiții climatice și cele așteptate;
 - estimării deficitului de apă climatic (DEF) la nivel local pentru asigurarea cu necesarul de apă în irigarea diferențiată a teritoriului și, deci, economisirea a apei potabile în perioada activă de vegetație;
 - estimării perioadelor de revenire ale precipitațiilor maxim diurne (cu scopul stocării acestora și utilizării lor în perioadele secetoase, reieșind din particularitățile regionale de manifestare a climei).
- b) oferirea de consultanță climatică în cadrul sectorului agricol, în vederea eficientizării managementului utilizării resurselor agroclimatice, de exemplu prin:
 - revizuirea datei de însămânțare a culturilor agricole/plantare a culturilor multianuale la nivel local, ținând cont de particularitățile specifice atestate în clima actuală determinată de schimbările climatice;
 - îmbunătățirea sistemelor de aerisire și climatizare a adăposturilor pentru animale, ținând cont de aridizarea climei;
 - estimarea impactului posibilelor schimbări climatice asupra sectorului zootehnic cu scopul prevenirii apariției unor focare/boli determinate de specificul climei așteptate pe teritoriul țării; revizuirea componentei sectorului zootehnic la nivel național, în ceea ce privește modul de hrană și întreținere a animalelor în noile condiții climatice;
 - eficientizarea metodelor de prelucrare a solului, cu scopul micșorării evapotranspirației și a încetinirii răspândirii bolilor și vătămătorilor în noile condiții climatice.

7.4. SINERGIA MĂSURILOR DE ADAPTARE ȘI ATENUARE ÎN CONDIȚIILE SCHIMBĂRII CLIMATICE DIN PERSPECTIVA DEZVOLTĂRII DURABILE

Există oportunități pentru punerea în aplicare a unei game largi de măsuri existente și dovedite, la nivel de fermă agricolă, care vizează îmbunătățirea gestionării solurilor și a apei și pot oferi în mod sinergic beneficii pentru adaptare, atenuare, mediu și economie (*tab. 7.1*). Astfel de măsuri potențiale vizează:

- menținerea producției reziliente;
- conservarea resurselor solului și a apei;
- reducerea impactului dăunătorilor;
- limitarea efectelor secetelor și a altor hazarduri climatice;
- reducerea emisiilor și/sau sechestrarea carbonului.

Tabelul 7.1. Rezumatul măsurilor de adaptare la nivel de fermă, cu efecte sinergice asupra atenuării și biodiversității (după EEA, 2019)

Măsuri de adaptare	Efecte asupra atenuării și biodiversității
Culturi adaptate	Utilizarea culturilor adaptate ar putea reduce impactul vremii extreme (de exemplu, îngheț) și a evenimentelor climatice (de exemplu, secete). Această măsură are sinergii cu atenuarea, deoarece depozitarea carbonului din sol poate crește. Introducerea de noi culturi sau aducerea înapoi a culturilor de patrimoniu are efecte pozitive asupra biodiversității și a serviciilor ecosistemice și crește diversitatea genetică a speciilor, care la rândul său poate deveni mai rezistentă la condițiile meteorologice și climatice extreme.
Utilizarea culturilor de acoperire și a acoperirilor artificiale de sol	Culturile de acoperire și acoperirile artificiale de sol pot reduce semnificativ riscul degradării solului, amplificat de schimbările climatice. Utilizarea culturilor de acoperire și a solurilor artificiale pot reduce, de asemenea, cantitatea necesară de fertilizare cu azot și astfel emisiile de azot neutilizate de culturile precedente, care pot reduce levigarea azotului. Culturile de acoperire pot îmbunătăți habitatele și diversitatea faunei sălbatice prin scăderea eroziunii solului. Utilizarea acoperirii artificiale a solului ar trebui să fie limitată la materialele reciclabile pentru a limita producerea de deșeuri.
Diversificarea și rotația culturilor	Diversificarea și rotația culturilor îmbunătățesc rezistența culturilor și furnizează o serie de servicii ecosistemice (ciclarea eficientă a nutrienților, conservarea biodiversității și îmbunătățirea calității solului). O rotație lungă a culturilor oferă mai multă rezistență la schimbările climatice, asigurând beneficii de mediu, inclusiv emisii scăzute de GES.
Fără prelucrare și prelucrare minimă a solului	Lucrările agricole fără prelucrare sau cu prelucrare minimă pot aduce modificări pozitive ale proprietăților solului, care au un impact semnificativ în ceea ce privește creșterea umidității acestuia. Depozitarea carbonului în straturile superioare ale solului poate crește. De asemenea, îmbunătățește aprovizionarea cu alimente pentru insecte, păsări și mamifere mici, datorită reziduurilor culturilor și semințelor de buruieni disponibile. Utilizarea acestei măsuri depinde în mare măsură de tipul de sol și de calitatea amplasamentului, întrucât unele soluri nu răspund bine la nicio prelucrare sau la o prelucrare minimă (de exemplu, argila grea). Metodologia „fără prelucrare a solului” necesită folosirea unei cantități mai mari de pesticide sau de soluții alternative de combatere a dăunătorilor (de exemplu, gestionarea integrată a controlului dăunătorilor).
Adaptarea datei de însămânțare și recoltare	Modificarea calendarului de însămânțare și recoltare poate beneficia de condiții mai bune de umiditate a solului. Depozitarea carbonului din sol poate fi crescută ca urmare a randamentelor mai mari. Reglarea timpului de cultivare la regimurile climatice modificate îmbunătățește calitatea randamentelor agricole.
Agricultura de precizie	Agricultura de precizie (adică utilizarea tehnologiei moderne la fermă, utilizarea datelor și instrumentelor satelitare) îmbunătățește utilizarea eficientă a îngrășămintelor și pesticidelor, și poate reduce consumul de apă și menține structura solului. Această măsură necesită investiții în tehnologie modernă și în specializarea resursei umane pentru utilizarea noilor tehnologii.
Eficiență îmbunătățită a irigației	Eficiența îmbunătățită a irigației, recoltarea apei de ploaie și reutilizarea apei reduc necesitatea extragerii suplimentare de apă. Poate îmbunătăți stocarea carbonului în soluri prin creșterea productivității vegetale și a cantității de reziduuri și poate îmbunătăți calitatea apei, a ecosistemelor și biodiversității.
Creșterea animalelor	Emisiile de metan pot fi reduse prin hrănirea animalelor cu mai multe concentrate, în mod normal prin înlocuirea furajelor. Cu toate acestea, hrănirea animalelor cu concentrate poate fi riscantă pentru sănătatea animalelor și poate duce la pierderea biodiversității. Creșterea animalelor pentru o toleranță mai mare la căldură și o productivitate sporită poate avea efecte benefice asupra climei, serviciilor ecosistemelor din apă și sol și a biodiversității supratereștrii și a solului.

Gestionarea îmbunătățită a pășunilor	Gestionarea îmbunătățită a pășunilor și pășunatului ajută la reducerea degradării și eroziunii solului de către apă și vânt, crește biomasa în pajiști și creează mijloace de trai mai durabile pentru păstori. Introducerea speciilor de iarbă cu productivitate mai mare poate accelera sechestrarea carbonului atmosferic în soluri. Cu toate acestea, adăugarea de azot stimulează adesea emisiile de oxid de azot, iar irigarea crescută poate necesita consum mai mare de energie. Pajiștile și pășunile îmbunătățite pot avea efecte benefice asupra climei prin sechestrarea carbonului.
Agricultura ecologică	Utilizarea îngrășămintelor organice în agricultura ecologică promovează stocarea carbonului organic în soluri. Practicile de agricultură organică generează niveluri ridicate de materie organică din sol. Acest lucru mărește capacitățile de stocare a apei și crește rezistența la secete și inundații.
Condiții îmbunătățite de creștere a animalelor	Îmbunătățirea condițiilor interne de creștere a animalelor (umbrire și aspersoare, sisteme de ventilație) îmbunătățește condițiile pentru producție. Îmbunătățirea condițiilor de creștere a animalelor duce la scăderea nivelului de emisii de metan.
Producția fermei și diversificarea veniturilor	Diversificarea activităților de venituri agricole poate servi ca o strategie importantă de gestionare a riscurilor agricole. Sistemele mixte de producție în ferme pot crește productivitatea terenurilor și eficiența utilizării apei, a îngrășămintelor și a altor resurse prin reciclare. În plus, diversificarea producției poate reduce eroziunea solului.

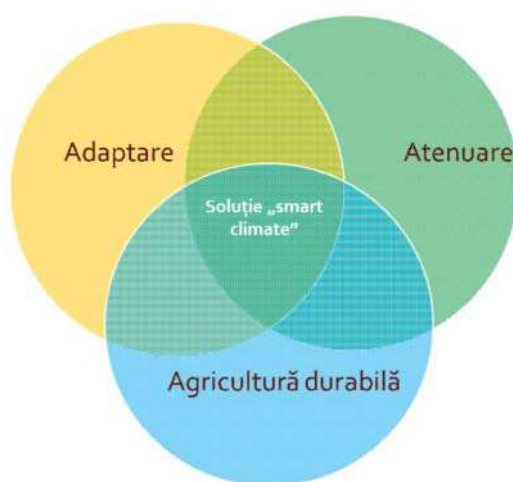


Fig. 7.6. Reprezentarea schematică a abordării sinergice a măsurilor de adaptare și atenuare în agricultură, în condițiile schimbării climatice din perspectiva dezvoltării durabile

Adaptarea la schimbarea climatică și atenuarea efectelor schimbării climatice presupun acțiuni climatice inteligente definite ca fiind acelea care își aduc simultan co-beneficii, în sinergie, și în plus aduc beneficii pentru fermieri, economie și pentru mediu (inclusiv prin păstrarea/refacerea biodiversității) (fig. 7.6).

Importantă din perspectiva adaptării, strategia „Farm to Fork” (*De la fermă în furculiță*) se află în centrul Acordului verde european (the European Green Deal) și promovează și ea conceptul de sisteme alimentare corecte, sănătoase și ecologice. Sistemele alimentare nu pot fi reziliante la crize precum pandemia Covid-19, cu atât mai mult la criza climatică, dacă nu sunt durabile. Strategia „Farm to Fork” își propune să accelereze tranziția către sisteme alimentare durabile care ar trebui să îndeplinească următoarele condiții:

- un impact neutru sau pozitiv asupra mediului;
- ajută la atenuarea schimbării climatice și la adaptarea la impactul acesteia;
- inversează tendința actuală de pierdere a biodiversității;
- asigură securitatea alimentară, nutriția și sănătatea publică, asigurându-se că toată lumea are acces la alimente suficiente, sigure, hrănitoare și durabile;
- păstrează accesibilitatea alimentelor, generând în același timp randamente economice mai echitabile, încurajând competitivitatea sectorului aprovizionării UE și promovând comerțul echitabil.

1. Efectele schimbării climatice se fac deja simțite în Republica Moldova, ca peste tot în Europa și în lume. Aceste efecte, constând mai ales în creșterea temperaturilor medii, dar și a extremelor pozitive ce contribuie, împreună cu modificări ale statisticii cantităților de precipitații, la creșterea frecvenței și intensității secetelor (mai ales în sezonul cald). Aceste efecte vor continua și se vor amplifica în viitor, în funcție de linia de evoluție a concentrațiilor atmosferice ale GES. Efectele schimbării climatice vin cu riscuri dar și cu oportunități, ce trebuie identificate pentru a fi fructificate în contextul unei dezvoltări durabile viitoare.
2. Adaptarea la schimbările climatice și atenuarea efectelor acestora presupun acțiuni climatice inteligente, definite ca fiind acelea care își aduc simultan co-beneficii (în sinergie) și aduc în plus beneficii pentru fermieri, economie și pentru mediu.
3. O mai bună înțelegere a riscurilor legate de climă în sectorul agricol poate deschide o gamă mai largă de răspunsuri și soluții adaptive. Consolidarea capacităților instituționale, a bazei științifice și educația sunt măsuri importante pentru atenuarea și adaptarea la schimbările climatice.
4. Chiar și cu îmbunătățirea cunoștințelor, incertitudinea va rămâne inerentă în timpul proceselor decizionale privind adaptarea și atenuarea și ar trebui luată în considerare atât de furnizorii de cunoștințe științifice, cât și de factorii de decizie.
5. Principalele consecințe ale schimbărilor climatice asupra resurselor de apă constau în:
6. Diminuarea volumului de apă disponibilă (în special pentru sursele de suprafață) ca consecință a schimbărilor climatice asupra resurselor de apă este în creștere. Astfel, în numai în perioada 2011-2019, volumul scurgerii al celor 2 râuri principale (Nistru și Prut) s-a diminuat cu circa 25%. Perioada aceasta de ape mici, cel mai probabil, se va extinde încă până în anii 2032-2033. Această situație impune măsuri urgente de conservare a resurselor de apă disponibile și de utilizare a tehnologiilor eficiente de utilizare a lor.
7. **Înrăutățirea calității** (de asemenea, mai mult pentru apele de suprafață) ca rezultat al diminuării proprietăților de autoepurare a râurilor este la fel un factor determinat. Astfel, conform rapoartelor privind calitatea apelor de suprafață, pentru perioada 2012-2018, râurile Nistru și Prut dispun de clasa a III-a de calitate (poluate moderat), iar toate râurile interne dispun de clasele a IV-a și a V-a de calitate (poluate și foarte poluate). Aceasta limitează la maxim posibilitatea de utilizare a apelor de suprafață din interiorul țării, unicele surse încă viabile rămân sursele de apă ale Nistrului și Prutului.
8. Creșterea presiunii asupra apelor subterane este o consecință directă a diminuării volumului (dar și a calității) de resurse de ape de suprafață. În contextul gradului înalt de mineralizare (90% din sursele de ape subterane au o mineralizare ce depășește 1,5 g/l), utilizarea acestei surse în scopuri agricole va genera consecințe foarte grave asupra resurselor de sol.
9. Lucrările de îmbunătățire funciare trebuie direcționate spre majorarea rezervelor de apă în sol:
10. Lucrări cu rol de refacere (completare) în sol a deficitului de umiditate și în care categorie se cuprind irigațiile este absolut necesară. Extinderea terenurilor irigate trebuie făcută preponderent în luncile râurilor Nistru și Prut. În restul teritoriului, irigarea trebuie efectuată pe terenuri mici (ce nu depășesc 100 ha), utilizând sursa de apă acumulată în iazurile pluviale.
11. Lucrări care au rolul de a proteja solul împotriva acțiunii mecanice a apei și a vântului (fâșii de protecție), categorie în care intră complexul de lucrări de prevenire și combatere sau control a eroziunii solului. Extinderea terenurilor acoperite cu fâșii forestiere de protecție poate fi efectuată fără careva restricții (atât pe interfluvii, pe versanți, cât și în lunca râurilor), iar efectul lor benefic se va resimți imediat.
12. Lucrări pentru acumulări de apă necesară în agricultură, industrie, agrement etc. Această activitate trebuie axată pe construcția de iazuri pluviale (destinate acumulării apei de ploaie). Datorită suprafețelor mici și a prezenței stratelor impermeabile, acestea sunt foarte eficiente

- în acumularea rezervelor necesare de apă pentru gospodăriile agricole, fiind și mult mai ieftine în întreținere (în comparație cu lacurile mai mari).
13. Agricultura Conservativă este un sistem de agricultură bine cunoscut și dezvoltat în toată lumea cu un potențial enorm de adaptare și atenuare a schimbărilor climatice. Sistemul este implementat pe scară largă de către fermieri în toate zonele Republicii Moldova și este recomandat pentru promovare în cadrul următoarelor proiecte de dezvoltare a tehnologiilor agricole.
 14. Agricultura Conservativă, prin perturbarea minimă a solului, menținerea unei acoperiri permanente a suprafeței solului și practicarea asolamentului cu culturi de acoperire contribuie la ameliorarea proprietăților solului și obținerea producțiilor durabile cu cheltuieli reduse și, totodată, la micșorarea emisiilor de CO₂.
 15. Agricultura Conservativă posedă un potențial semnificativ de atenuare a schimbărilor climatice, prin sechestrarea carbonului, reducând cantitatea de CO₂ din atmosferă.
 16. Trebuie avut în vedere faptul că sectorul ADR este unul complex, iar integrarea cu succes a acțiunilor legate de climă necesită formularea atentă a unor măsuri care să țină cont de necesitatea și încurajarea unei abordări flexibile și localizate în măsura posibilităților de organizare a seminarelor de instruire cu experți în domeniul schimbărilor climatice; promovarea implementării tehnologiilor noi în agricultură, iar potențialul de ascensiune și inițiativele comunitare nu trebuie subestimate (spre exemplu, utilizarea abordării FAEDR).
 17. Se necesită elaborarea și revizuirea strategiilor, politicilor și inițiativelor naționale relevante pentru sectorul ADR din Republica Moldova, inclusiv descrierea măsurilor FAEDR legate de acțiunea climatică, identificarea priorităților pentru atenuarea și adaptarea schimbărilor climatice în sectorul ADR.
 18. Sectorul ADR este extrem de vulnerabil la impactul schimbărilor climatice întrucât capacitatea „spațiului rural” de a furniza o alimentație adecvată; de a deservi ecosistemul; de a sprijini dezvoltarea economică și de a furniza un mediu sigur de locuit pentru comunitățile rurale depind în mod direct de condițiile climatice favorabile.
 19. Agricultorii, silvicultorii, întreprinderile rurale de creștere a animalelor și alte persoane fizice locale trebuie, prin urmare, să acorde o mai mare atenție schimbărilor climatice și incertitudinilor în creștere generate asupra vieții de zi cu zi a acestora, precum și a strategiilor pe durată mai lungă în ce privește producția, administrarea, investiția și dezvoltarea comunității.
 20. În materialele prezentului Ghid sunt prezentate măsuri de rigoare pentru adaptarea la schimbările climatice și opțiuni de atenuare a schimbărilor climatice în domeniul ingineriei agrare. Realizarea acestor măsuri este posibilă cu implicarea cointereseată a tuturor persoanelor din societatea civilă, din sectorul agroalimentar. Concomitent se cere educația ecologică a populației cu sensibilizarea problemelor ecologice.
 21. Este necesar de evaluat și actualizat unele prevederi ale Strategiei de dezvoltare cu emisii reduse a Republicii Moldova până în anul 2030, ținând cont de ultimele tendințe din domeniul ecologic, economic și politic. Strategia actualizată va avea un impact scontat în cazul efectuării discuțiilor publice.
 22. Realizarea eficientă a măsurilor de adaptare, precum și a opțiunilor de atenuare a schimbărilor climatice necesită acțiuni adecvate situației în domeniile cercetare-dezvoltare-inovare și educație-extensiune cu îmbunătățirea potențialului uman și logistic în instituțiile din domeniile sus-menționate.
 23. Îmbunătățirea situației ecologice este posibilă cu utilizarea concomitentă a măsurilor de stimulare economică, de consultare a populației și înăsprirea controlului ecologic.
 24. În condiții climaterice constante din Republica Moldova cu aplicarea tehnologiei no-till în sistemul conservativ de lucrare a solului pot fi obținute rezultate semnificative pozitive în aplicarea substanțelor nutritive în sol.
 25. Dintre ipotezele înaintate în această lucrare de bază este următoarea – la toate culturile analizate costul substanțelor nutritive în calcul la 1 q producție se reduce în diapazonul de la 4% până la 53%. Această ipoteză se consideră una justificativă în raport cu temerile care mai persistă printre agricultorii autohtoni.

26. Evident că aceste rezultate nu pot fi valabile pentru toate entitățile din țară care încearcă să aplice sistemul conservativ de lucrare a solului, cu semănatul direct a acestor culturi, însă, calculele noastre pot fi totuși luate în considerare de către agricultorii interesați, cel puțin pentru metodologia abordată.
27. Extinderea sistemelor de irigare în Republica Moldova se poate realiza pe o suprafață de până la 300 mii ha. Programele naționale existente au ca obiective reabilitarea sistemelor de irigare existente pe o suprafață de 121,6 mii ha, construcția sistemelor de irigare pe 116 mii ha și majorarea numărului de Asociații ale Utilizatorilor de Apă.
28. Suportul financiar este limitat și progresele sunt modeste. Totodată, deși rețelele centralizate de irigare sunt reabilitate și nou construite, instalarea în fiecare gospodărie este o sarcină individuală a fiecărui fermier.
29. Politicile de stat adecvate, stimulentele, subvențiile, creditele preferențiale accesibile, în special pentru fermierii mici și mijlocii pot contribui eficient la extinderea tehnologiei. La nivelul autorităților publice locale, se poate implica activ la promovarea măsurilor și la oferirea consultațiilor necesare.
30. Sectorul privat, în principal producătorii locali de sisteme de irigare vor avea un rol important în susținerea succeselor diverselor proiecte în desfășurare sau finalizate. Catalizarea implementării poate fi realizată și prin implicarea activă a statului în atragerea investițiilor străine prin diferitele programe și granturi oferite de partenerii Republicii Moldova.
31. Anual în țară se acumulează circa 6 milioane tone de dejecții animaliere, dintre care circa 1/3 se formează în gospodăriile casnice, în terenuri de intravilan și în mod constant duc la degradarea mediului ambient.
32. Elaborarea, proiectarea și realizarea unui proiect național în vederea managementului dejecțiilor animaliere ar reuși consolidarea resurselor acestora în calitate de îngrășăminte organice la nivel de întreprindere agricolă și gospodărie casnică.
33. Cantitatea anuală de dejecții solide și lichide acumulată anual în întreprinderile agricole ar permite ameliorarea suprafețelor însămânțate cu grâu de toamnă în mod integral, iar încorporarea corectă a acestora ar dubla producția globală a acestei culturi.
34. Susținerea crescătorilor de animale în construcția platformelor de depozitare a dejecțiilor animaliere trebuie să fie asigurată de către stat prin subvenționare și/sau de către fermierii care doresc să încorporeze îngrășăminte organice prin parteneriate de cooperare.
35. Susținerea crescătorilor de animale în construcția platformelor de către fermierii interesați să se realizeze în formă contractuală pe o perioadă, să se calculeze în funcție de suprafața ameliorată estimată.
36. Subvențiile acordate pentru construcția platformelor de depozitare a dejecțiilor să fie alocate în funcție de valoarea integrală a investiției.
37. Cadrul normativ național este adaptat suficient pentru a spori producerea și consumul de energie din surse renovabile atât în gospodăriile casnice, cât și întreprinderile agricole;
38. Inițierea unui proiect investițional în domeniu începe de la estimarea potențialului de combustibil/resurse necesare derulării fezabile a proiectului.
39. Evaluarea potențialului, cuantificarea și justificarea tehnică a acestuia trebuie efectuată de specialiști în domeniu, astfel încât proiectul să nu prezinte riscuri tehnice majore.
40. Eficiența și eficacitatea utilizării surselor renovabile trebuie să se regăsească pe întreg lanțul valoric, de la colectarea materiei prime până la transformarea acesteia în energie utilă.
41. Existența proiectelor pilot realizate local și care generează rezultate pozitive sunt exemple vii și bune de urmat și care garantează succesul implementării acestora, în condițiile planificării și utilizării corecte a resurselor.
42. Sursele de finanțare oferite de Instituțiile Financiare Internaționale (IFI) pentru proiecte tematice pot fi accesate prin intermediul IFAD, BERD (GEFF, EU4Business etc.), Banca Mondială, Comisia Europeană, NEFCO etc.

BIBLIOGRAFIE

Capitolul 1

1. EEA, 2019, Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe, EEA Report No 04/2019, European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/publications/cc-adaptation-agriculture>)
2. EEA, 2017b, Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 - An indicator based report, EEA Report No 1/2017, European Environment Agency <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>
3. FAO. 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT database. Available at: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/>
4. Fournier, F., Climat et erosion., P.U.F., Paris, 1960.
5. Moss RH., Babiker M., Brinkman S., Calvo E., Carter T., Edmonds J., Elgizouli I., Emori S., Erda L., Hibbard K., Roger Jones, Mikiko Kainuma, Jessica Kelleher, Jean Francois Lamarque, Martin Manning, Matthews B, Meehl J., Meyer L., Mitchell J., Nakicenovic N, O'Neill B, Pichs R, Riahi K, Rose S, Runci P, Stouffer R, van Vuuren D, Weyant J, Wilbanks T, van Ypersele VP, Zurek M (2008) Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 132 pp. www.ipcc.ch/pdf/supportingmaterial/expert-meeting-report-scenarios.pdf
6. Nedea M., 2020. Schimbările climatice regionale. Tipografia „Impressum”. Chișinău, 366 p. ISBN 978-9975-3155-9-4.
7. Nedea M., Ivanov V., Duca Gh. Clima și apele de suprafață. Tipografia „Biotehdesign” Chișinău, 2018, 200 p.

Capitolul 2

1. Bojariu R., Bîrsan M-V., Cică R., Velea L., Burcea S., Dumitrescu A., Dascălu SI., Gothard M., Dobrinescu A., Cărbunaru F., Marin L., 2015: Schimbările climatice – de la bazele fizice la impact și adaptare. Editura Printech, București, 200 p, ISBN: 978606-23-0363-1, DOI: 10.13140/RG.2.1.1341.0729
2. Constantinov T., Nedea M., Rapcea M., Evaluarea condițiilor de iernare și amplasarea culturilor săm-buroase termofile în Republica Moldova (sfaturi pentru fermieri) CZU 551.584+634.2; Tipografia AȘM. Chișinău ISBN 9975-62-123-6, 2002, 45 p.
3. Constantinov T., Nedea M., Rapcea M., Modificările regimului termic și condițiile de iernare a culturilor pomicele termofile CZU 551.581+634.2; Tipografia AȘM. ISBN 9975-62-123-6, Chișinău 2005, 124 p.
4. IPCC, 2014. Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability — Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
5. Nedea M., etc., Factorii meteo-climatici de risc asociați schimbărilor climatice pe teritoriul Republicii Moldova. Tipografia „Alina Scorohodova”, Chișinău, 2018. 144 p.
6. Nedea M., Gămureac A. Impactul schimbărilor climatice asupra productivității grâului de toamnă. Chișinău: S. n., 2019, Tipografia „Biotehdesign”, 203 p.
7. Nedea M., 2020. Schimbările climatice regionale. Tipografia „Impressum”. Chișinău, 366 p. ISBN 978-9975-3155-9-4.

Capitolul 3

1. Bejan Iu., Boboc N., Bacal P. ș.a. Planul de gestionare al bazinului hidrografic Prut. Ciclul I, 2017 – 2023. Chișinău, 2016, 116 p.
2. Bejan Iu., Nedea M., Boboc N., ș.a. Planul de gestionare al bazinului hidrografic Dunăre – Prut și Marea Neagră. Chișinău. Mediul Ambient, 2017, 112 p.
3. Bejenaru Gh. Evaluarea potențialului hidrologic al Republicii Moldova în condițiile modificărilor de mediu. Autoreferatul tezei de doctor în științe geonomice. Chișinău, 2017, 29 p.
4. Melniciuc O., Boboc N., Muntean V., Tănase A. Inundațiile catastrofale generate de viiturile pluviale pe râurile din Republica Moldova. // Lucrările Simpozionului „Sisteme Informaționale Geografice”, Nr. 12. Anal. șt. Univ. ”Al. I. Cuza” Iași, tom. I, II, s. II c. Geografie, 2006, p. 13–22.

5. Planul de management al spațiului hidrografic Prut – Bârlad. Ciclul al doilea 2016–2021. <http://www.rowater.ro/daprut/Plan%20management%20bazinal/Plan%20Management%20%20SH%20Prut-Bârlad%20-%20vol.%20I.pdf>
6. Raportul „1 – Gospodărirea resurselor de apă” (1996-2019), Agenția „Apele Moldovei”.
7. Rapoartele Agenției pentru Geologie și Resurse Minerale privind monitoringul apelor subterane (1996-2016).
8. Rapoartele Serviciului Hidrometeorologic de Stat privind debitele râurilor de pe teritoriul Republicii Moldova (1992–2019).
9. <http://www.ehgeom.gov.md/ro/proiecte-din-bugetul-de-stat/monitorizarea-apelor-subterane>.

Capitolul 4

1. Bojariu Roxana, Bîrsan, M. V., Cică, Roxana, Velea, Liliana, Burcea, S., Dumitrescu, Al., Dascălu, S.I., Gothard, Mădălina, Dobrinescu, Andreea, Cărbunaru, Felicia, Marin, Lenuța (2015), Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare, Administrația Națională de Meteorologie, Edit. Pintech, București, 214 p.
2. Capela Lourenço T., Rovisco A., Groot A., Nilsson C., Füssel H-M., Van Bree L., Street RB (Eds.) (2014) Adapting to an Uncertain Climate. Lessons From Practice, Springer, 182 pp. ISBN 978-3-319-04876-5
3. EEA, 2019, Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe, EEA Report No 04/2019, European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/publications/cc-adaptation-agriculture>)
4. IPCC, 2014. Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability — Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
5. Nedelcov M., 2020. Schimbările climatice regionale. Tipografia „Impressum”. Chișinău, 366 p. ISBN 978-9975-3155-9-4.

Capitolul 5

1. Agricultura Conservativă: Manual pentru producători agricoli și formatori / Boincean B., Voloșciuc L., Rurac M. et al.; coordonator: Iurie Hurmuzachi; UCIP IFAD. Chișinău: Print-Caro, 2020 – 203 p., ISBN 978-9975-56-744-2
2. Animalele din fermele UE produc mai multe emisii decât mașinile și camionetele combinate. 2020. https://www.publika.md/animalele-din-fermele-ue-produc-mai-multe-emisii-decat-masinile-si-camionetele-combinate_3084829.html#ixzz6oGrTae4i6 02.03.2021.
3. Baltag G. Economia Ramurii Zootehnice. Tipogr. „Print-Caro”; 2020.
4. Banca de date statistice Moldova. Efectivul de animale, la 1 ianuarie pe categorii de gospodarii, în profil teritorial, 2007-2020. https://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/60%20Statistica%20regionala/60%20Statistica%20regionala__16%20AGR/AGR030300reg.px, 28.01.2021.
5. Boincean B., Voloșciuc L., Rurac M., Hurmuzachi I., Baltag G. Importanța economică și impactul aplicării agriculturii conservative. In: Agricultura Conservativă: Manual Pentru Producători Agricoli Și Formatori. Tipogr. „Print-Caro”; 2020:169-194
6. Boincean B., Voloșciuc L., Rurac M., Hurmuzachi Iu., Baltag G., Agricultura Conservativă. Manual pentru producători agricoli și formatori. Chisinau: Print Caro, 2020. ISBN 978-9975-56-744-2.
7. Catalogul Soiurilor de Plante al Republicii Moldova. Chișinău 2020, 69 p.
8. Cebotari V., Bucătaru N., Gumovschi A. Sistemul de Agricultură Ecologică, IFAD, AO BIOS. Chișinău: Foxtrot, 2018.
9. Citește mai mult: https://www.publika.md/animalele-din-fermele-ue-produc-mai-multe-emisii-decat-masinile-si-camionetele-combinate_3084829.html#ixzz6oLvniQvI Follow us: @publikatv on Twitter | publika.md on Facebook
10. Cline, William R., 2007, Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country. Washington: Center for Global Development and Peterson Institute for International Economics
11. Conservation Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>
12. Derpsch, R., 2008. Critical Steps to No-till Adoption, In: No-till Farming Systems. Goddard, T., Zoebisch, M.A., Gan, Y., Ellis, W., Watson, A. and Sombatpanit, S., Eds., 2008, WASWC. p 479-495

13. Derpsch, R., Cullinan A., 2006. Keep soil covered for longer life. *Faring Ahead*, (172), p. 37-39.
14. Emillio J. Gonzalez-Sanchez; Manuel Moreno-Garcia, Amir Kassam; Antonio Holgado-Cabrera; Paula Trivino-Tarradas; Rosa Carbonell-Bojollo; Michele Pisante; Oscar Veroz-Gonzales; Gottlieb Basch, 2018. *Conservation Agriculture: Making Climate Change Mitigation and Adaptation Real in Europe* <http://www.ecaf.org/downloads>
15. Emisiile în aer produse de agricultură în Austria și România. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:vfQIaIFL9NIJ:journals.usamvcluj.ro/index.php/promediu/article/download/3283/3010+&cd=10&hl=ru&ct=clnk&gl=md,03.03.2021>.
16. European legislation on protection of Geographical Indications, Overview of the EU Member States // Legal Framework for Protection of Geographical Indication, EU-CHINA IPR2, 2011, 112 p.
17. Evaluarea vulnerabilității climatice. UNICEF Moldova, 2017. -126 p. Emisiile de gaze cu efect de seră generate în UE sunt bine raportate, dar este necesară o mai bună cunoaștere a situației în vederea unor reduceri viitoare. Raportul special nr. 18/2019: Emisiile de gaze cu efect de seră generate în UE. <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/greenhouse-gas-emissions-18-2019/ro/index.html>, 04.03.2021.
18. Fala A., Mașner O., Petcu I., et al. Ghidul Bunelor Practici de Gestionare a Dejecțiilor Animaliere.; 2020.
19. FAO. Tackling Climate Change Through Livestock <http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf>; More Fuel for the Food/Feed Debate. http://www.fao.org/ag/againfo/home/en/news_archive/2017_More_Fuel_for_the_Food_Feed.html, 22.01.2021.
20. FAO: Situația în domeniul agriculturii și alimentației - schimbările climatice, agricultura și securitatea alimentară. Materialele Sesiunii a 40, Roma, 3-8.07.2017 <http://www.fao.org/3/a-i6030r.pdf>
21. Friedrich, T., Kassam, A. N., 2009. Adoption of Conservation Agriculture technologies: constrains and opportunities. Invited paper, 4th World Congres on Conservation Agriculture, 4-7 February. New Delhi: ICAR.
22. Ghid de bune practici agricole pentru atenuarea efectului schimbărilor climatice asupra agriculturii. București, 30 Decembrie 2014, - 72 p.
23. Ghid privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice. - 40 p.
24. Ghid privind conservarea și utilizarea rațională a umidității în sol. Chișinău, 2015 - 48p. www.gwpcee.org
25. Glosar de termeni privind adaptarea la schimbările climatice /Tamara Gavrița, Ala Druță/. PNUD, Chișinău, 2020. 44 p.
26. Harish Chhandra P S. Climate-Resilient Horticulture. Adaptation and Mitigation Strategies. Springer, 2013. XXXIII. 303 p.
27. <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>. Retrieved on 2021-01-21
28. International Energy Outlook 2020 United States Department of Energy - Washington, DC
29. Încorporarea măsurilor de adaptare la schimbările climatice în documentele strategice ale Republicii Moldova: Ghid simplificat pentru utilizatori / PNUD Moldova, Oficiul „Schimbarea Climei”; consultant intern.: SérgioTeixeria Santos. - Chișinău: S. n., 2016 (F.E.-P. „Tipografia Centrală”). - 36 p.
30. Konochuk V., Iovik L. Эконометрический анализ использования различных видов органических удобрений в формировании урожайности сельскохозяйственных культур. *Ecol Bull.* 2016;(36) (2):104-109.
31. Legea nr. 10 din 26.02.2016 cu privire la promovarea utilizării energiei din surse regenerabile <http://lex.justice.md/md/363886/6>
32. Legea Republicii Moldova. „Codul silvic”, Hotărârea Guvernului RM, nr. 887 din 21.06.96.
33. Maciuc V. și alții. Manual de bune practici în creștere bovinelor. Iași, Alfa, 2015. -102 p.
34. Neil O.A. et al. Undergraduate Writing Promotes Students Understanding of International Sustainable Development in Horticulture. *Sustainability*, 2011 p. 2470-24-95. Doi: 19.3390/su3122470
35. Panorama of French Horticulture /M-A Oberti et. all/ www.ihc2022.org/
36. Pasunatul oilor. <https://www.gazetadeagricultura.info/animale/ovine-caprine/12981-pasunatul-oilor.html>, 05.03.2021
37. Programul complex de valorificare a terenurilor degradate și sporirea fertilității solului. Partea I. Editura Pontos, Chișinău, 2004.
38. Programul de Dezvoltare a Horticulturii pentru anii 2020-2026, Chișinău, 2020. <https://particip.gov.md/proiectview.php?l=ro>
39. Proiect: PROGRAM de dezvoltare a subdomeniului sectorului horticol de plante aromatice și medicinale în Republica Moldova pentru anii 2021-2025, Chișinău, 2020.

40. Proiectul de hotărâre de Guvern pentru aprobarea Regulamentului cu privire la folosința apelor subterane pentru irigarea prin picurare a terenurilor agricole ocupate cu culturi horticoale. <https://particip.gov.md/proiectview.php?l=ro&idd=7639>.
41. Raportul Național de Dezvoltare Umană în Moldova 2009–2010. Schimbările Climatice în Republica Moldova. Impactul socio-economic și opțiunile de politici pentru adaptare, 248 p.
42. Republica Moldova își fortifică capacitățile de atenuare și adaptare la schimbările climatice cu sprijinul Uniunii Europene și PNUD. 2020. <https://www.md.undp.org/content/moldova/ro/home/presscenter/pressreleases/2020/moldova/intention-eaz-s-isporeasc-angajamentul-de-reducere-a-emi.html>, 28.01.2021.
43. Strategia de dezvoltare cu emisii reduse a Republicii Moldova până în anul 2030. Hotărârea Guvernului nr. 1470 din 30 decembrie 2016.
44. Strategic Innovation and Research Agenda for the Fruit and Vegetable Sector. /EUFRI, V2016, 80 p.
45. Toncea I. Ghid practic de agricultură ecologică. Cluj-Napoca: Academic Pres, 2002.
46. U.S. Census Bureau– World POP Clock Projection. <http://www.census.gov/popclock/> (citată 20.01.2021).
47. Ursu A. Solurile Moldovei. Chișinău. Știința. 2011. 323 p.
48. Wimmer A. et al., 2016. Fachkunde. Land- und Baumaschinentehnik. Verlag Europa-Lehrmittel, Hamburg. 575p. ISBN 978-3-8085-2007-9
49. Боинчан Борис. Экологическое земледелие в Республике Молдова. Кишинэу, Штиинца, 1999, 270 с.
50. Влияние изменения климата на животноводство, пастбищное хозяйство и адаптационные технологии по улучшению и восстановлению деградированных земель. Практическое руководство. Бишкек 2019, - 38 с.
51. Вырубов Д.Н., Иващенко Н.А., Ивин В.В. и др.: Двигатели внутреннего сгорания: под ред. Орлина А.С., Круглова Н.Г. Москва: Машиностроение.1999, 372 с. ISBN 376-84-59-77
52. Республика Молдова. Обзоры результативности экологической деятельности. Третий обзор. Организация Объединённых Наций. Нью-Йорк и Женева, 2014. - 253 с.
53. Серая Т., Богатырева Е., Марцунь О., et al. Эффективность применения органических и минеральных удобрений. In: Институт Агрохимии и Почвоведения Беларуси. Vol 2.; 2009:110-118.
54. Стратегия адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменению климата. Минск, 2017. Проект ЕС CLIMAEAST. - 49 с.

Capitolul 6

1. AEE (2019), Raport privind activitatea Agenției pentru Eficiență Energetică, Chișinău în 2019, <https://aee.gov.md/storage/Rapoarte/Raport%202019.PDF>
2. ANRE (2018), Raport privind activitatea Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică în 2017, Agenția Națională pentru Reglementare în Energetică, Chișinău, [www.anre.md/files/raport/Raport anual de activitate a ANRE in anul 2017.pdf](http://www.anre.md/files/raport/Raport%20anual%20de%20activitate%20a%20ANRE%20in%20anul%202017.pdf)
3. Ceban, V. (2015), Dezvoltarea energiei regenerabile în Republica Moldova: realități, capacități, opțiuni, perspective, Asociația pentru politici externe, Asociația politicii externe, Chișinău. http://old.ape.md/public/publications/2144156_md_aneza_nr_2_vad.pdf
4. EBRD (Banca Europeană pentru Reconstrucție și Dezvoltare) et al. (2018), Linii directoare ale politicii privind selectarea competitivă și sprijinul pentru energie regenerabilă, BERD și Secretariatul Comunității de Dezvoltare și Energie, în colaborare cu IRENA, Viena, 2018,
5. EnC (2018), Raport anual privind implementarea 2017/2018, Secretariatul Comunității Energetice, Viena.
6. Energypost (2017) „Comercializarea biomasei ca și combustibil: Lituania arată cum se poate realiza acest lucru”, Energypost.eu, <https://energypost.eu/trading-biomass-like-oil-lithuania-shows-how-it-can-be-done/>
7. <https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Regional-Group/Europe/EBRD-EnCS-IRENA-RE-Auction-Guidelines-2018---FINAL.pdf?la=en&hash=D38AE032CE412F784A687A113648E6488C22B81F>
8. International Centre for Trade and Sustainable Development „Agricultural Technologies for Climate Change Mitigation and Adaptation in Developing Countries: Policy Options for Innovation and Technology Diffusion”, https://www.files.ethz.ch/isn/117246/agricultural-technologies-for-climate-change-mitigation-and-adaptation-in-developing-countries_web.pdf
9. IRENA „Evaluarea gradului de pregătire privind valorificarea energiei regenerabile Republica Moldova” <https://www.irena.org/publications/2019/Feb/Renewables-Readiness-Assessment-Republic-of-Moldova-Romanian>

10. NBS (Biroul Național de Statistică) (2019), Balanța energetică a Republicii Moldova pentru anul 2018, BNS, Chișinău, www.statistica.md/public/files/publicatii_electronice/balanta_energetica/BE_2018_eng.pdf
11. PNUD (2017), Buletin informativ privind energia și biomasa, nr. 36, noiembrie-decembrie 2017, www.md.undp.org/content/moldova/en/home/library/climate_environment_energy/energy-and-biomass-newsletter/energy-and-biomass-newsletter--no-36.html
12. PNUD Ghidul de bune practici „Eco-tehnologii inovatoare la tine în comunitate” <https://www.md.undp.org/content/dam/moldova/docs/Publications/Ecotehnologii%20inovatoare%20la%20tine%20acasa.pdf>
13. UNFCCC (2020), Updated Nationally Determined Contribution of the Republic of Moldova https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Republic%20of%20Moldova%20First/MD_Updated_NDC_final_version_EN.pdf
14. www.energy-community.org/dam/jcr:05c644e0-3909-4c26-84f5-e1cdb63e1af4/ECS_IR2018.pdf

Capitolul 7

1. Agricultura conservativă. Manual pentru producători agricoli și formatori. Tipografia „Print-Caro”, Chișinău, 2020, pag. 203, ISBN 978-9975-56-744-2
2. Bejan, Iu. (2010). Utilizarea terenurilor în Republica Moldova (monografie). Editura ASEM, Chișinău, pag. 165. ISBN: 978-9975-75-502-3.
3. Boincean Boris and david Dent. Farming the Black Earth. Sustainable and Climate-Smart Management of Chernozem Soils. Springer Nature Switherland AG, 2019, 226 p.
4. Bojariu Roxana, Bîrsan, M. V., Cică, Roxana, Velea, Liliana, Burcea, S., Dumitrescu, Al., Dascălu, S.I., Gothard, Mădălina, Dobrinescu, Andreea, Cărbunaru, Felicia, Marin, Lenuța (2015), Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare, Administrația Națională de Meteorologie, Edit. Pintech, București, 214 pg.
5. Cadastrul funciar al Republicii Moldova (2020). Agenția Relații Funciare și Cadastru al Republicii Moldova.
6. Capela Lourenço T., Rovisco A., Groot A., Nilsson C., Füssel H-M., Van Bree L., Street RB (Eds.) (2014) Adapting to an Uncertain Climate. Lessons From Practice, Springer, 182 pp. ISBN 978-3-319-04876-5
7. Doran J.W., Sarrantonio M. and Liebig M.A. Soil health and sustainability. Advances in Agronomy, Sparks D.L., ed., 1996, Vol.56, USA, pp.1-54
8. EEA, 2019, Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe, EEA Report No 04/2019, European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/publications/cc-adaptation-agriculture>)
9. Howard Sir, A. An agricultural testament Oxford University Press, 1943
10. https://revista.ust.md/index.php/acta_exacte/article/download/311/304/
11. IPCC, 2014. Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability — Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
12. Lal R. Managing soil for a warming earth in a food insecure and energy starved world. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2010, 173, pp. 4-15
13. Lal R. Soil Carbon sequestration impacts on global climate change and food security, Science, 34, 1623-1627 pp.
14. Lal R. Managing Chernozems for reducing global warming. Proceedings of the Scientific Conference, 29-30 November, 2019, Alecu Russo Balti State University, Springer Nature, 2019 (in print)
15. Mediul geografic al Republicii Moldova. Vol. I. Resursele naturale. Editura Știința, Chișinău, 2006, 184 pag. ISBN 978-9975-67-600-7
16. Mulvaney R.L., Khan S.A. and Ellworth T.R. Synthtic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: A global dilemma for sustainable cereal production. Journal of Environmental Quality, 38, pp. 2295-2314
17. Schimbările climatice în Republica Moldova. Impactul socio-economic și opțiunile de politici pentru adaptare. PNUD Moldova, Chișinău, 2009, 248 pag.
18. Soil Security: Solving the Global Soil Crisis. Andree Koch, Alex McBratney, Mark Adams et all., In: Global Policy, 2013, 2-14 pp.
19. Боинчан Б.П. Экологическое земледелие в Республике Молдова (севооборот и органическое вещество почвы), Chișinău, Știința, 1999, 269 с.