

Ghid de bune practici agricole pentru atenuarea efectului schimbărilor climatice asupra agriculturii

**București,
30 Decembrie 2014**

**Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Științele Solului, Agrochimie și
Protecția Mediului – ICPA București**

Administrația Națională de Meteorologie București

Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară București

Autori:

**Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Științele Solului, Agrochimie și
Protecția Mediului – ICPA București**

Dr. Catalin SIMOTA

Dr. Sorina DUMITRU

Dr. Olga VIZITIU

Dr. Valentina COTEȚ

Dr. Petru IGNAT

Administrația Națională de Meteorologie București

Dr. Elena MATEESCU

Dr. Daniel ALEXANDRU

Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară București

Dr. Elena COFAS

Pozele din capitolul III sunt realizate de Dr. Cătălin SIMOTA și Dr. Petru IGNAT

SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI POLITICILE DE MEDIU

Introducere

Epoca actuală este marcată de încălzirea globală, datorată în principal activităților antropice, ceea ce face ca societatea să se confrunte cu două mari probleme: pe de o parte, **necesitatea reducerii drastice a emisiilor de gaze cu efect de seră**, în scopul de a stabiliza nivelul concentrației acestora în atmosferă pentru a împiedica influența antropică asupra sistemului climatic și pentru a permite adaptarea în mod natural a ecosistemelor naturale, iar pe de altă parte **necesitatea adaptării la efectele schimbărilor climatice**, ținând cont de faptul că aceste efecte sunt deja vizibile și inevitabile datorită inerției sistemului climatic, indiferent de rezultatul acțiunilor de reducere a emisiilor.

Problema schimbărilor climatice este o problemă de actualitate și reprezintă una din marile provocări ale omenirii, căreia va trebui ca omenirea să îi facă față atât în prezent, cât și în viitorul apropiat. Creșterea temperaturilor, topirea ghețarilor, secetele și inundațiile din ce în ce mai frecvente sunt semne că schimbările climatice se petrec într-adevăr. De asemenea, este cunoscut faptul că, din cauza activităților umane, concentrațiile ridicate de gaze cu efect de seră din atmosferă intensifică „efectul de seră” natural, determinând astfel creșterea temperaturii Pământului. Concentrațiile de gaze cu efect de seră, în special de dioxid de carbon (CO₂), au crescut cu 70% față de 1970. În ultimul secol, temperatura a crescut în Europa cu aproape 1°C, mai rapid decât media pe Glob, cea mai rapidă creștere având loc în ultimii 50 de ani. Deși nu pare a fi dramatică, această tendință a avut un impact semnificativ asupra multor sisteme fizice și biologice (apă, habitate, starea de sănătate), care devin tot mai fragile. Condițiile climatice au devenit variabile: temperaturile au atins valori extreme; în nordul Europei, ploile și căderile de zăpadă au crescut semnificativ, provocând inundații mai dese; în schimb, în sudul Europei, ploile au scăzut considerabil, iar secetele sunt mai frecvente. Pierderile economice provocate de evenimente meteorologice extreme au crescut mult în ultimele decenii. Aceste schimbări climatice vor continua timp de zeci de ani, chiar dacă emisiile s-ar opri în acest moment, din cauza acumulării constante de gaze în atmosferă. Impactul schimbărilor climatice se va agrava progresiv la nivel global.

Cu toate că societatea face eforturi la nivel global de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră, temperatura medie globală continuă să crească, ceea ce face necesare măsuri cât mai urgente de adaptare la efectele schimbărilor climatice.

Politici europene și mondiale legate de schimbările climatice

În anul 1992 la Rio de Janeiro s-a semnat Convenția-cadru a Națiunilor Unite asupra Schimbărilor Climatice (UNFCCC), ratificată în țara noastră prin Legea nr. 24/1994, prin care cele 194 de țări semnatare au convenit să acționeze pe termen lung în vederea stabilizării concentrației de gaze cu efect de seră din atmosferă la un nivel care să atenueze sau să împiedice

influența periculoasă a omului asupra sistemului climatic. Statele constituite Părți ale UNFCCC, au obligația printre altele:

- a. Să elaboreze, să actualizeze periodic, să publice, și să transmită la Secretariatul acestei Convenții inventarele naționale ale emisiilor de gaze cu efect de seră;
- b. Să elaboreze documente programatice la nivel național pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și creșterea capacității naturale de absorbție a CO₂ din atmosferă, precum și măsuri vizând facilitarea adaptării corespunzătoare la efectele schimbărilor climatice;
- c. Să integreze problematica schimbărilor climatice în politicile și acțiunile de dezvoltare economică și socială și de protecție a mediului.

După cinci ani, la Kyoto, în Japonia, acțiunea de combatere a schimbărilor climatice s-a concretizat prin asumarea de către țările dezvoltate a unor angajamente de limitare și reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră în perioada 2008-2012 și prin identificarea mijloacelor de colaborare internațională în vederea atingerii acestor obiective.

Dacă Protocolul de la Kyoto a avut ca obiectiv o reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră (GES) din partea țărilor dezvoltate și cu economii în tranziție de aproximativ 5% în perioada 2008-2012 comparativ cu anul 1990, studiile realizate au indicat că pentru prevenirea unor efecte ireversibile provocate de schimbările climatice, emisiile globale trebuie să fie reduse cu aproximativ 50% până în 2050, față de nivelurile înregistrate în 1990.

În decembrie 2012, la cea de-a XVIII-a Conferință a Părților – COP 18 la Convenția-cadru a Națiunilor Unite asupra Schimbărilor Climatice s-a adoptat amendamentul la Protocolul de la Kyoto care definește normele de reglementare pentru cea de-a doua perioadă de angajament, respectiv 2013-2020, și care au început a fi puse în aplicare de la 1 ianuarie 2013.

UE și statele sale membre și-au asumat un angajament conform cu obiectivul intern de reducere a emisiilor cu 20% față de nivelurile din 1990 până în 2020, care va fi îndeplinit în comun de către UE și statele sale membre, împreună cu Islanda.

În ceea ce privește implementarea angajamentelor asumate pentru cea de-a doua perioadă de angajament sub Protocolul de la Kyoto la nivelul Uniunii Europene, încă din decembrie 2008 s-a adoptat Pachetul Energie – Schimbări climatice, prin care s-au stabilit eforturile de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră între Statele Membre.

Pachetul cuprinde următoarele acte legislative:

- a. Directiva nr. 2009/29/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 aprilie 2009 de modificare a Directivei 2003/87/CE în vederea îmbunătățirii și extinderii sistemului comunitar de comercializare a cotelor de emisie de gaze cu efect de seră – în scopul obținerii unei reduceri de emisii de GES la nivelul anului 2020 care să reprezinte 21% din emisiile aceluiași sector în anul 2005, la nivelul UE; Decizia nr. 406/2009/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 aprilie 2009 privind efortul statelor membre de a reduce emisiile de gaze cu efect de seră astfel încât să respecte angajamentele Comunității de reducere a emisiilor GES până în 2020, prin care sectoarelor non-ETS le revine un procent de reducere de 10% față de anul 2005, la nivelul întregului spațiu UE. Sectoarele care cad sub incidența deciziei sunt: transporturi, agricultură, deșeuri, servicii, locuințe – în principal încălzire, instalații mici care nu fac

obiectul schemei de comercializare. România este prevăzută cu un procent de +19% față de anul 2005 pentru sectoarele non ETS;

- b. Directiva nr. 2009/31/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 aprilie 2009 privind stocarea geologică a dioxidului de carbon și de modificare a Directivei 85/337/CEE a Consiliului, precum și a Directivelor 2000/60/CE, 2001/80/CE, 2004/35/CE, 2006/12/CE, 2008/1/CE și a Regulamentului (CE) nr. 1013/2006 ale Parlamentului European și ale Consiliului – stabilește cadrul legal pentru stocarea geologică a dioxidului de carbon în două tipuri de formațiuni: zăcăminte de hidrocarburi, respectiv acvifere saline;
- c. Directiva nr. 2009/28/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 aprilie 2009 privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, de modificare și ulterior de abrogare a Directivelor 2001/77/CE și 2003/30/CE – stabilește un cadru comun pentru promovarea energiei din surse regenerabile. Se prevăd obiective naționale obligatorii privind ponderea globală a energiei din surse regenerabile în cadrul consumului final brut de energie și ponderea energiei din surse regenerabile utilizată în transporturi. România trebuie să ajungă în 2020 la o pondere de energie de 24% din surse regenerabile în consumul final brut de energie.

Cel de-al patrulea Raport de evaluare al Grupului Interguvernamental asupra Schimbărilor Climatice, publicat în anul 2007, consideră evidente procesul de încălzire globală și impactul asupra sistemului climatic. Argumentele sunt date de creșterea temperaturii medii globale cu 0.9°C, comparativ cu temperatura medie din epoca preindustrială, și accentuată în ultimii 50 de ani, de creșterea nivelului mărilor și oceanelor, de asemenea, mai accentuată în perioada recentă: 3,1 mm/an în perioada 1993 – 2003, comparativ cu 1,8 mm/an în perioada 1961 – 2003, de topirea accelerată a ghețarilor a calotelor glaciale, de creșterea intensității și a frecvenței fenomenelor meteorologice extreme.

În același raport se face referire la creșterea cu aproximativ 80% a emisiilor de CO₂ în perioada 1970 – 2004, respectiv 28% între 1990 – 2004. Cea mai mare creștere a emisiilor de GES între anii 1970 și 2004 s-a înregistrat în sectorul energetic (145%), urmat de sectorul transporturi (120%).

Ca urmare, se impune adoptarea unor măsuri care să contribuie la reducerea emisiilor de GES, astfel încât concentrația maximă de GES în atmosferă să nu depășească nivelul de la care fenomenul de încălzire globală poate genera modificări ireversibile ale sistemului climatic. Întrucât politicile și măsurile vizând reducerea emisiilor de GES implică costuri economice ridicate și modificarea multor aspecte legate de sistemele existente de producție și consum, există probleme în adoptarea unor obiective de reducere concrete pe plan internațional.

De asemenea, reducerea emisiilor de GES contribuie la îmbunătățirea calității aerului, sănătății umane, securității energetice și asigură diversificarea oportunităților legate de noile piețe de energie.

Cel de-al „5-lea Raport Global de Evaluare a Schimbărilor Climatice (AR5)” pregătit de către IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) prezintă în mod cuprinzător ultimele rezultate și observații științifice cu privire la cauzele schimbărilor climatice și la impactul pe termen scurt, mediu și lung al acestora (<http://www.ipcc.ch>). În cadrul raportului au fost

analizate diferite opțiuni privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice și reducerea emisiilor, inclusiv interdependențele specifice unei dezvoltări durabile a societății, având în vedere aspectele socio-economice și științifice relevante pe termen lung.

Adaptarea la efectele schimbărilor climatice trebuie să reprezinte un element important al politicii naționale, deoarece chiar dacă ar emisiile de gaze cu efect de seră ar scădea într-un orizont de timp apropiat, acest lucru nu implică o atenuare a fenomenului de încălzire globală.

Prima inițiativă politică în domeniul adaptării la efectele schimbărilor climatice a constituit-o adoptarea de către Comisia Europeană (CE) la 29 iunie 2007 a documentului "Cartea Verde privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice în Europa – opțiuni pentru acțiuni UE" pentru a fi luate măsuri concrete privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice la nivel internațional și necesitatea luării unor măsuri urgente. Ulterior, CE a lansat dezbaterile publice a documentului respectiv, proces consultativ la care a participat și România. Cartea Verde se bazează pe rezultatele cercetărilor întreprinse în cadrul Programului European privind Schimbările Climatice (ECCP) și evidențiază necesitatea pregătirii unui cadru coerent privind adaptarea la schimbările climatice, cadru ce permite derularea unor acțiuni de adaptare mai puțin costisitoare, comparativ cu măsurile neplanificate de răspuns la efectele schimbărilor climatice. Procesul de adaptare la schimbările climatice necesită acțiuni la toate nivelurile: local, regional, național și internațional. În luna mai 2008, CE a organizat o consultare cu factorii implicați în vederea elaborării „Cărții Albe” privind acest proces de adaptare, document cu acțiuni concrete ce trebuie aplicate la nivelul fiecărui stat.

Documentul "Adaptarea în Europa. Abordarea riscurilor și oportunităților derivate din schimbările climatice în contextul evoluțiilor socio-economice" (Adaptation in Europe. Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments), realizat de EEA în anul 2013, consideră agricultura, alături de apă, fond forestier, biodiversitate și sănătate umană, ca unul dintre factorii cheie ce trebuie să se regăsească în strategiile naționale de adaptare la schimbări climatice. Această concluzie se bazează pe strategiile și planurile de acțiune deja elaborate în 16 țări europene.

La nivelul UE, instrumentele de punere în aplicare a politicilor de adaptare includ mecanisme precum fondurile de coeziune, fondurile pentru agricultură, fondurile de infrastructură și fonduri din programul LIFE+, toate fiind considerate critice pentru integrarea adaptării la schimbările climatice în politica comunitară. Aceste fonduri trebuie să fie dublate de alte mecanisme, precum:

- Dezvoltarea unei Platforme Europene pentru adaptarea la schimbări climatice, ca sursă de informații
- Evaluarea cost-beneficiu al acțiunilor de adaptare la nivel european, de țară membru sau la nivel local; acest tip de evaluare constituie încă un domeniu în curs de dezvoltare.

Schimbările climatice reprezintă unul din factorii principali care influențează schimbările globale de mediu și care conduc la consecințe majore. Cele mai multe studii sugerează că schimbările climatice, direct, sau indirect, vor genera provocări pentru societate europeană, mai precis riscuri economice, de mediu, sociale, geopolitice și tehnologice. Dezvoltarea socio-economică a Europei are un mare potențial de exacerbare a efectelor schimbărilor climatice și invers. De

exemplu, modificarea acoperirii terenului sau a utilizării acestuia, prin extindere urbană și impermeabilizarea solului (acoperirea terenurilor cu materiale impermeabile – beton, ciment, asfalt) pot agrava efectele inundațiilor sau a „însulelor” de căldură în zonele urbane.

Însă Sistemele naturale furnizează bunuri și servicii ecosistemice vitale în mai multe activități umane, inclusiv agricultură, silvicultură, pescuit, turism și furnizarea de apă curată și aer. Impactul schimbărilor climatice asupra sistemelor naturale, sunt de așteptat să fie de anvergură – de exemplu, pierderea biodiversității în ceea ce privește speciile, habitatele și funcțiile ecosistemelor și a serviciilor. Acest lucru ar putea avea consecințe asupra "sistemelor umane" (sănătatea umană, societate și economie), de exemplu, prin scăderea producției economice sau calitatea vieții.

Un proiect care s-a concentrat pe impactele mutuale dintre agricultură și climă este proiectul ACCRETe. Acesta a elaborat un cod în scopul adaptării nevoilor fermierilor la schimbările climatice și pentru a contribui la atenuarea impactului agriculturii asupra climei. Codul ACCRETe a conturat principalele activități agricole care influențează clima și a prezentat o listă a bunelor practici pe care fermierii le pot adopta în scopul reducerii impactului și vulnerabilității.

Politica în domeniu în România

Având în vedere importanța Deciziei nr. 406/2009/CE în procesul de reducere a emisiilor de GES la nivel european și național, România trebuie să asigure fundamentarea și respectarea aspectelor tehnice și instituționale care sunt legate de implementarea acestei Decizii în țara noastră.

Un rol foarte important în identificarea măsurilor și politicilor de reducere a emisiilor de GES îl joacă stabilirea scenariilor de dezvoltare economică și estimarea emisiilor GES aferente, iar orizontul de timp pentru elaborarea scenariilor de dezvoltare economică și estimare a emisiilor de GES se recomandă să fie anul 2020/2030.

Având în vedere acțiunile la nivel internațional și european, a apărut și în România necesitatea elaborării și promovării „**Ghidului privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice**”, identificată și în Strategia Națională și în Planul Național de Acțiune privind schimbările climatice, adoptate în 2005. În vederea elaborării acestui document, a fost înființat un grup de lucru interministerial privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice, cuprinzând reprezentanți din toate sectoarele de activitate vulnerabile la efectele schimbărilor climatice. Revizuirea strategiei și actualizarea obiectivelor acesteia se recomandă a fi făcute în prima jumătate a anului 2015 și pe parcursul anului 2020. Strategia Națională are două părți: Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și Adaptarea la efectele schimbărilor climatice.

Impactul schimbărilor climatice a fost analizat la nivel național, regional și local, iar adoptarea măsurilor de răspuns identificate ca urmare a acestei analize trebuie integrate în politicile de dezvoltare la nivel național, pe baza principiilor solidarității și coeziunii sociale.

Adaptarea reprezintă un proces complex care ține seama de variabilitatea efectelor la nivel regional, depinzând de expunere, vulnerabilitate fizică, gradul de dezvoltare socio-economică, capacitatea de adaptare naturală și umană, serviciile de sănătate și mecanismele de supraveghere a dezastrelor.

Obiectivul „Ghidului privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice” este reprezentat de creșterea capacității de adaptare a României la efectele actuale și potențiale ale schimbărilor climatice, prin:

- monitorizarea impactului provocat de schimbările climatice, precum și a vulnerabilității socio-economice asociate;
- integrarea măsurilor de adaptare la efectele schimbărilor climatice în strategiile și politicile de dezvoltare sectorială și armonizarea lor intersectorială;
- identificarea măsurilor speciale privind adaptarea sectoarelor critice din punct de vedere al vulnerabilității la schimbările climatice.

Scopul „Ghidului” este reprezentat de identificarea, în funcție de resursele economice existente, a măsurilor necesare pentru a limita efectele negative prognozate prin scenariile climatice, estimate pe un orizont de timp mediu și lung (decenii). Măsurile identificate sunt implementate prin colaborarea cu autoritățile locale și prin asigurarea asistenței tehnice corespunzătoare.

Datorită inerției sistemului climatic, efectele deciziilor și acțiunilor adoptate sunt concretizate într-un orizont de timp mediu și lung. Pentru aceasta, Ghidul a încercat să asigure o înțelegere mai bună a impactului anticipat al schimbărilor climatice, până în anul 2030 prin analiza evoluției estimate a factorilor climatici pe termen lung, a scenariilor de dezvoltare economică și a particularităților sistemelor naturale, în anumite limite de incertitudine identificate.

În absența unei strategii efective privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice, există posibilitatea ca România să se confrunte cu situația adoptării în viitor a unor măsuri de adaptare la efectele schimbărilor climatice cu costuri de implementare mai ridicate și cu o eficacitate necorespunzătoare din punct de vedere economic și social. Prin urmare, este necesar ca în cazul unor efecte estimate cu un grad ridicat de certitudine, implementarea măsurilor să se realizeze în timpul cel mai scurt. Ca urmare a acestor acțiuni, a fost elaborată Strategia Națională a României privind Schimbările Climatice 2013–2020 de către Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice, care este responsabil de implementarea strategiei propuse, împreună cu Guvernul României.

Ținând cont de rolul important al autorităților centrale și locale în identificarea și aplicarea măsurilor de adaptare la nivel național și, respectiv local, se consideră necesară creșterea nivelului de conștientizare a autorităților și a publicului, și modificarea corespunzătoare a comportamentului operatorilor economici și a populației.

Conceptele cheie ale ghidului sunt legate de impactul schimbărilor climatice, capacitatea de adaptare a sistemelor, precum și de vulnerabilitatea acestora.

Impactul schimbărilor climatice este dat de efectele schimbărilor climatice asupra sistemelor naturale și antropice. Trebuie diferențiate efectele potențiale și cele reziduale în cazul implementării unor măsuri de adaptare.

- Impact potențial – efectele care apar în urma schimbărilor climatice în viitor, fără a se lua în considerare măsurile de adaptare.
- Impact rezidual – efectele schimbărilor climatice ce pot apărea după realizarea măsurilor de adaptare.

Capacitatea de adaptare – totalitatea instrumentelor, resurselor și structurilor instituționale necesare implementării măsurilor de adaptare în mod eficient.

Adaptarea sistemelor naturale și antropice este abilitatea acestora de a răspunde efectelor schimbărilor climatice, incluzând variabilitatea climatică și fenomenele meteorologice extreme, pentru a reduce potențialele pagube, a profita de oportunități sau a face față consecințelor schimbărilor climatice. Se pot distinge mai multe tipuri de adaptare: anticipativă și reactivă, privată și publică, autonomă și planificată.

Vulnerabilitatea este dată de impactul negativ al schimbărilor climatice, inclusiv al variabilității climatice și al evenimentelor meteorologice extreme, asupra sistemelor naturale și antropice. Vulnerabilitatea depinde de tipul, amplitudinea și rata variabilității climatice la care un sistem este expus, precum și posibilitatea lui de adaptare.

Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră – abordarea sectorială

Politica națională de reducere a emisiilor de GES urmărește, pe de o parte, abordarea europeană prin implementarea schemei EU-ETS, și pe de altă parte, prin adoptarea unor politici și măsuri la nivel sectorial, în așa fel încât la nivel național emisiile de GES aferente acestor sectoare să respecte traiectoria liniară a nivelurilor de emisii anuale alocate în baza prevederilor Deciziei nr. 406/2009/CE. Pentru a facilita procesul de estimare a efectelor rezultate în urma aplicării măsurilor incluse în această strategie, în concordanță cu obligațiile de raportare a emisiilor de GES, sectoarele abordate respectă structura acestora definite în ghidurile și instrucțiunile oficiale de estimare și raportare a emisiilor de GES (Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, the IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories – IPCC GPG 2000 și IPCC Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry – IPCC GPG 2003). Prin analizarea Inventarului Național al Emisiilor de Gaze cu Efect de Seră (INEGES), au fost identificate sectoarele economice pentru care sunt necesare măsuri specifice de reducere a emisiilor de GES: Energie; Procese Industriale; Solvenți și utilizarea altor produse; Agricultură; Utilizarea Terenurilor, Schimbarea Utilizării Terenurilor, Silvicultură; Gestiunea deșeurilor.

Așa cum se observă, agricultura este ea însăși un sector economic pentru care sunt necesare măsuri specifice de reducere a emisiilor de GES, dar, prin capitolul de Utilizare a biocarburanților, o anumită ramură a sa este legată de Sectorul Energie, subsectorul Transport.

SCHIMBĂRILE CLIMATICE

Schimbări climatice la nivel global și european

Analiza datelor observaționale pe perioade lungi de timp a evidențiat că încălzirea globală este un fenomen în desfășurare, fapt acceptat și de comunitatea științifică internațională. Simulările realizate cu ajutorul modelelor climatice globale au indicat principalii factori care determină acest fenomen, atât cei naturali (variații în radiația solară și în activitatea vulcanică), cât și cei antropogeni (schimbări în compoziția atmosferei datorită activităților umane). Efectul cumulat al celor două categorii de factori poate explica schimbările observate în temperatura medie globală în ultimii 150 de ani. Creșterea concentrației gazelor cu efect de seră în atmosferă, în mod special a dioxidului de carbon, a fost cauza principală a încălzirii cu 0,13°C în ultimii 50 de ani ai secolului XX, ceea ce reprezintă de aproximativ 2 ori valoarea din ultimii 100 de ani, așa cum este prezentată în AR4 și AR5 ale IPCC (<http://www.ipcc.ch>).

În perioada 1880 – 2012, de când există seturi multiple de date independente, temperatura medie globală a aerului a crescut cu aproximativ 0,85°C (cu variații de creștere între 0,65 și 1,06), în medie, cu 0,06°C pe deceniu. Creșterea totală între media perioadei 1850–1900 și cea a perioadei 2003–2012 este 0,78°C (0,72 – 0,85°C), pe baza singurului set de date existent. Clima Europei a înregistrat o încălzire de aproximativ 1°C în ultimul secol, mai ridicată decât media globală.

Toți anii secolului al XXI-lea (2001 – 2013) se numără printre primii 15 cei mai calzi, la nivel global, din 1880, conform raportului National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) din 2013.

Anul 2013 se situează pe locul al patrulea în topul celor mai calzi ani din ultimii 133, fiind al 37-lea an consecutiv cu o temperatură medie superioară celei a secolului al XX-lea. Anii 2010, 2005 și 1998 ocupă, în ordine, primele trei locuri în topul celor mai calzi ani, din 1880.

În nordul Europei, cantitățile de precipitații au crescut considerabil, iar în sudul continentului, perioadele de secetă au devenit din ce în ce mai frecvente. Temperaturile extreme înregistrate recent, cum ar fi valul de caniculă din vara anului 2003 și mai ales cel din 2007, au fost privite în legătură cu creșterea observată a frecvenței fenomenelor extreme din ultimele decenii, ca o consecință a efectelor schimbărilor climatice. Deși fenomenele meteorologice singulare nu pot fi atribuite unei singure cauze, analizele statistice au arătat faptul că riscul apariției unor astfel de fenomene a crescut considerabil datorită efectelor schimbărilor climatice.

Zonele cele mai vulnerabile din Europa au fost identificate în AR4 al IPCC, după cum urmează:

- Europa de Sud și întregul bazin mediteranean – zone care înregistrează un deficit de apă ca urmare a creșterii temperaturii și a reducerii cantității de precipitații;
- zonele montane, în special Alpii – zone cu probleme în regimul de curgere al apelor ca o consecință a topirii stratului de zăpadă și de diminuare a volumului ghețarilor;
- regiunile costiere – zone cu risc de creștere a nivelului mării și de producere a evenimentelor meteorologice extreme;

- văile inundabile dens populate – au risc de producere a evenimentelor meteorologice extreme, precipitații abundente și viituri, care provoacă daune majore zonelor construite și infrastructurii.

Scenarii climatice

Schimbarea climatică se referă la variațiile semnificative din punct de vedere statistic ale stării medii a parametrilor climatici sau a variabilității lor observată în cursul timpului, fie datorită modificărilor care apar în interiorul sistemului climatic sau al interacțiunilor dintre componentele sale, fie ca rezultat al acțiunii factorilor externi naturali sau rezultați din activitățile umane.

Sistemul climatic are cinci componente principale: atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera și biosfera, care interacționează atât între ele, cât și cu factorii externi, iar procesele fundamentale care dirijează sistemul climatic sunt încălzirea datorată radiației solare de undă scurtă și răcirea datorată pierderilor în spațiu a radiației terestre și a radiației de undă lungă. Activitatea umană nu poate fi nici ea neglijată fiind considerată factor extern care influențează sistemul climatic. Principala sursă de energie care controlează clima terestră este radiația solară.

Efectul de sera este o proprietate naturală a atmosferei terestre care păstrează suprafața Pământului mai caldă decât ar fi aceasta în absența sa. Efectul de seră natural este amplificat de efectul de seră datorat creșterii concentrației gazelor cu efect de seră (GES) ca rezultat, în principal, al activităților umane. Dintre aceste gaze, cele mai importante sunt dioxidul de carbon, metanul, oxidul de azot și clorofluorcarburile. Prin acest proces se produce o încălzire suplimentară a suprafeței terestre și a troposferei inferioare. Schimbările care se produc în concentrația de gaze cu efect de seră (GES) și aerosoli, în radiația solară sau în proprietățile suprafeței active, pot altera bilanțul energetic al sistemului climatic.

Ultimul raport al grupului de lucru I (WG I) al IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) dat publicității la 2 februarie 2007 la Paris arată că încălzirea globală care s-a evidențiat în creșterea temperaturii medii globale, a temperaturii apei mărilor, topirea ghețarilor și a calotelor polare care au determinat creșterea nivelului mărilor, se datorează activităților umane (IPCC WGI, 2007).

Efectul de seră datorat factorilor antropici împreună cu feedback-urile existente în sistemul climatic duc la o creștere a temperaturii medii globale și în consecință la schimbări climatice atât la nivel regional, cât și de scară mare.

Percepția de către fiecare individ al unei comunități a stării mediului și a problemelor cu care acesta se confruntă, îmbracă o multitudine de aspecte, care derivă din complexitatea problemelor de mediu în sine. Expresia percepției individuale a problemelor mediului este legată în principal de multitudinea elementelor fizice și anume apă, aer și sol, de care depinde existența omului. În plus, percepția este legată și de impactul antropic asupra mediului văzut prin prisma culturii, politicii și/sau tehnologiei, în contextul gradului de dezvoltare economică (White și Hunter, 2005). Implicarea factorilor de decizie din cadrul comunităților în procesul de evaluare a percepției este importantă, deoarece politicile și strategiile de dezvoltare locală trebuie să integreze măsuri de preîntâmpinare și soluționare a problemelor de mediu.

Indicatorii de percepție prin intermediul cărora se poate face evaluarea gradului de conștientizare a populației din comunitățile rurale față de problemele cu care se confruntă mediul înconjurător

pot fi grupați în: *indicatori generali* care se referă la gradul de conștientizare și de îngrijorare a populației față de perspectiva unor modificări ale mediului (evoluția stării calității mediului în opinia comunităților locale în funcție de contextul socio-economic), *indicatori propriu-ziși de mediu*, care reflectă problemele mediului din regiunea de studiu (defrișări, calitatea și gradul de poluare a aerului, apei și solului, existența surselor de apă potabilă, modificarea biodiversității, frecvența fenomenelor naturale cu consecințe negative asupra componentelor de mediu și societății – inundații, alunecări, fenomene climatice extreme, seisme etc.), *indicatori sociali* care evidențiază nivelul de trai al populației, starea de sănătate și capacitatea lor de adaptare și răspuns la problemele de mediu (venitul populației, forța de muncă, consumul de resurse, infrastructura socială, distanța față de sursele de poluare a mediului etc.).

Scenariile climatice sunt reprezentări plauzibile și coerente ale climatului viitor construite pentru a fi folosite în investigarea schimbărilor climatice datorate în principal cauzelor antropice. Ele descriu diferite alternative de evoluție a climatului conform diferitor circumstanțe sau constrângeri care se impun. Scopul scenariilor este ca prin considerarea a cât mai multor posibilități de "evoluție" socio-economică să se elimine cât mai mult incertitudinile privind condițiile viitoare de evoluție a climei și de a lega cunoștințele despre clima actuală cu prognosticul în ceea ce privește evoluția climei terestre.

În raportul pe 2001, International Panel on Climate Change (IPCC) dezvoltase un set de 40 scenarii privind emisiile de gaz de seră (fig. 2.1.), care includ aspecte economice, de mediu, globale și regionale pentru estimarea cantității de CO₂ pe care îl pot produce activitățile umane în următorii 100 ani.

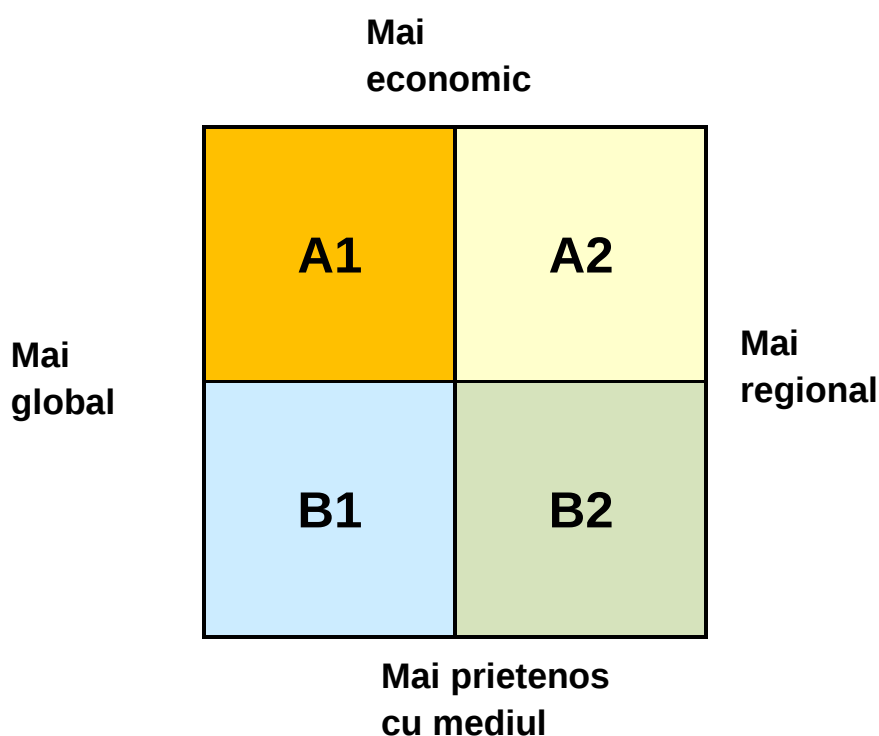


Figura 2.1. Scenariile climatice ale IPCC.

Familia de scenarii A1 presupune o creștere a populației care va atinge 9 miliarde de locuitori până în 2050 și apoi va descrește gradual, precum și o dezvoltare economică foarte rapidă care presupune diminuarea diferențelor între țările bogate și cele sărace. Dinamica dezvoltării se bazează pe o economie de piață puternic dezvoltată, educație, investiții în domeniul educațional și înaltă tehnologie, cu accent pe o mobilitate internațională între oameni, idei și tehnologii.

Familia de scenarii A2 este caracterizată de o creștere continuă a populației globului, dezvoltare economică orientată regional, schimbări tehnologice mai lente.

Familia de scenarii B1 presupune o creștere a populației globului la fel ca în familia de scenarii A1, cu o dezvoltare economică ca în A1, dar cu schimbări rapide orientate spre o economie bazată pe servicii, pe o gestionare cât mai eficientă a resurselor și tehnologiilor curate care pun accent pe o dezvoltare durabilă a mediului.

Familia de scenarii B2 presupune o lume mult mai divizată, dar în același timp prietenoasă cu mediul înconjurător. Populația globului va crește, dar cu o rată mai scăzută decât în scenariile A2, accentul se pune pe soluții locale pentru asigurarea stabilității economice, sociale și de mediu și o dezvoltare tehnologică mai lentă și mai fragmentată decât în B1 și A1.

Forțe motrice	A1	A2	B1	B2
Economie – Produsul Intern Brut	creștere rapidă, convergență	creștere inegală	creștere, convergență	creștere încetă, inegală
Populație	descreștere	în creștere	descreștere	stabilă
Schimbări tehnologice	rapide	încete și inegale	rapide	inegale
Instituții și guvern	slabe	slabe, diverse	puternice	slabe, cu excepția celor locale
Dezvoltare rurală	nu este arie de interes	rezultat al auto-încrederii	probleme cheie	creștere (auto-încredere)
Recreații, turism	crește	creștere, respectiv, descreștere	creștere, respectiv, descreștere	creștere, respectiv, descreștere
Planificare spațială	convergentă, mai puțin restrictiv	eterogen	convergentă, restrictivă	eterogenă, restrictivă
Extensia Lărgirea UE	rapidă	înceată	moderată	oprită

Figura 2.2. Forțe motrice pentru familiile de scenarii climatice.

Aplicarea scenariilor climatice pentru a descrie tendințele climatice

Scenariile climatice realizate cu diferite modele climatice globale au prognozat o creștere a temperaturii medii globale până la sfârșitul secolului XXI (2090 – 2099), față de perioada 1980-1990 cu valori între 1,8°C și 4,0°C, în funcție de scenariul privind emisiile de gaze cu efect seră considerat (fig. 2.3). Datorită inerției sistemului climatic, încălzirea globală va continua să evolueze în pofida aplicării imediate a unor măsuri de reducere a emisiilor, dar creșterea temperaturii va fi limitată în funcție de nivelul de reducere aplicat. Este “foarte probabil” (probabilitate mai mare de 90%) ca precipitațiile să devină mai abundente la latitudini înalte și este “probabil” (probabilitate mai mare de 66%) ca acestea să se diminueze în cea mai mare parte a regiunilor subtropicale (fig. 2.4).

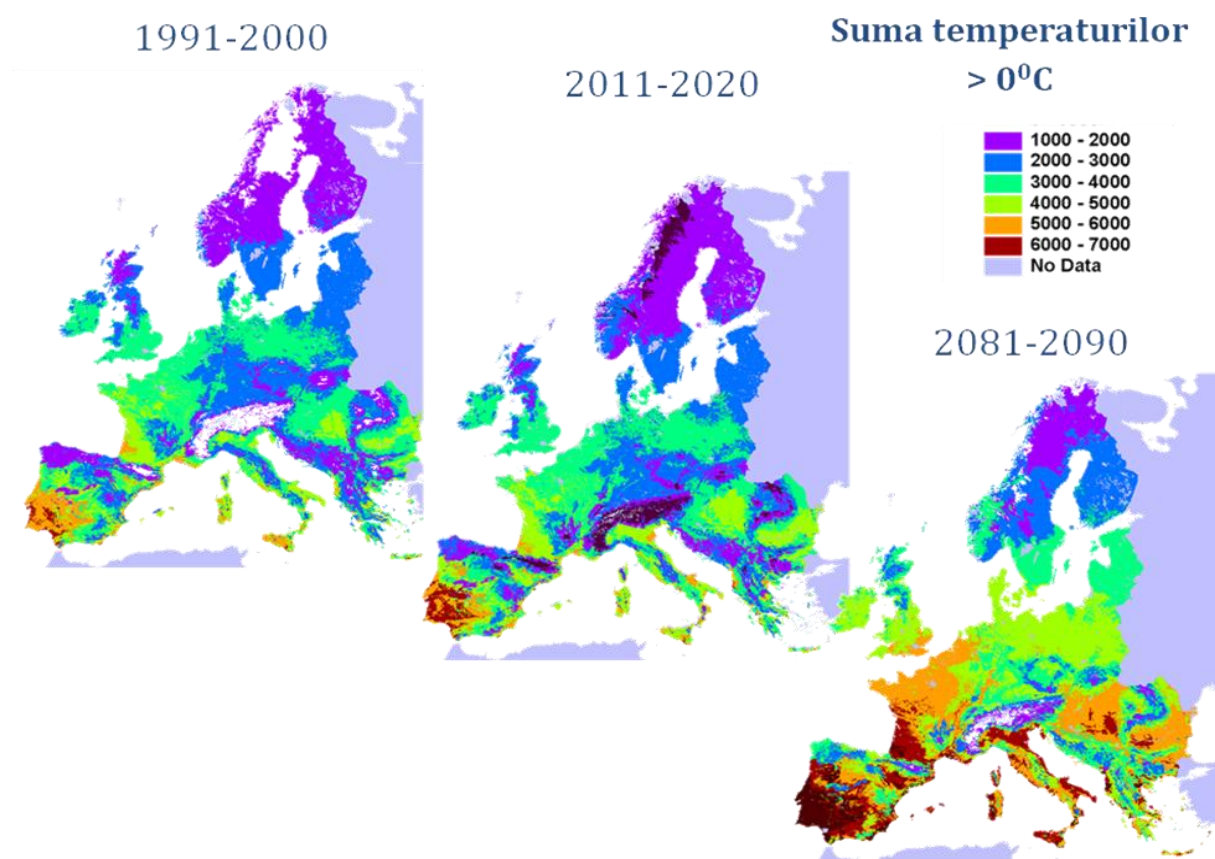


Figura 2.3. Tendința temperaturii medii anuale pe trei decenii: date istorice (1901 – 2000) și modelare pe două perioade: 2011 – 2020 și 2081 – 2090 prin Indicatorul ”Suma anuală a temperaturilor peste 0°C”

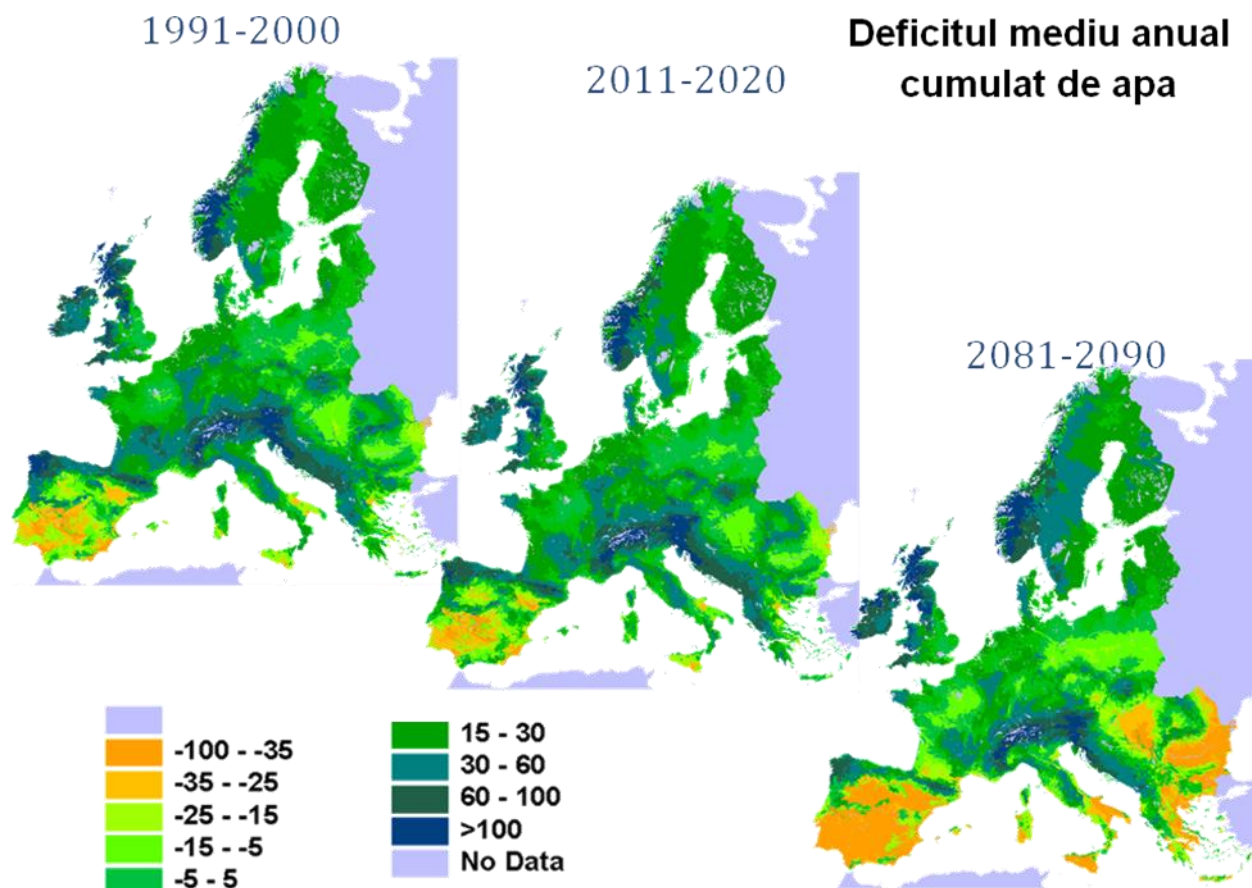


Figura 2.4. Tendința precipitațiilor medii anuale pe trei decenii: date istorice (1901 – 2000) și modelare pe două perioade: 2011 – 2020 și 2081 – 2090 prin Indicatorul ” Deficitul mediu anual cumulat de apa”.

Configurația acestor schimbări este similară cu cea observată în cursul secolului XX. Este “foarte probabil” ca tendința de creștere a valorilor temperaturilor maxime extreme și de creștere a frecvenței valurilor de caldură să continue.

Schimbări climatice în România

Clima României este influențată de poziția pe glob (în porțiunea media a emisferei nordice – paralela de 45° lat. N), precum și de poziția geografică pe continent, ceea ce conferă climei un caracter temperat continental. Deși extinderea teritoriului țării pe latitudine (5°) este mai mică decât cea pe longitudine (10°), există diferențieri mai mari între sudul și nordul țării în ceea ce privește temperatura, decât între vest și est. Astfel, temperatura medie anuală în sudul țării se ridică la circa 11°C, în timp ce în nordul țării, la altitudini comparabile, valorile acestui parametru sunt mai coborâte cu circa 3°C.

Temperatura aerului

Temperatura aerului a crescut în țara noastră în ultimul secol, dar sub media globală. Astfel, în perioada 1901–2000, creșterea temperaturii medii anuale globale a fost de 0,6°C, în timp ce în România, doar de 0,3°C. În perioada 1901–2006, creșterea globală a fost de 0,74°C, iar în România doar de 0,5°C.

Au existat însă diferențieri regionale: în sudul și estul țării, creșterea a fost mai mare, ajungând până la 0,8°C la stațiile București-Filaret, Constanța și Roman, în timp ce în regiunile intra-carpătice creșterea a fost nesemnificativă, cu excepția stației Baia Mare, unde efectul activității antropogene locale a condus la o încălzire de 0,7°C (fig. 2.5).

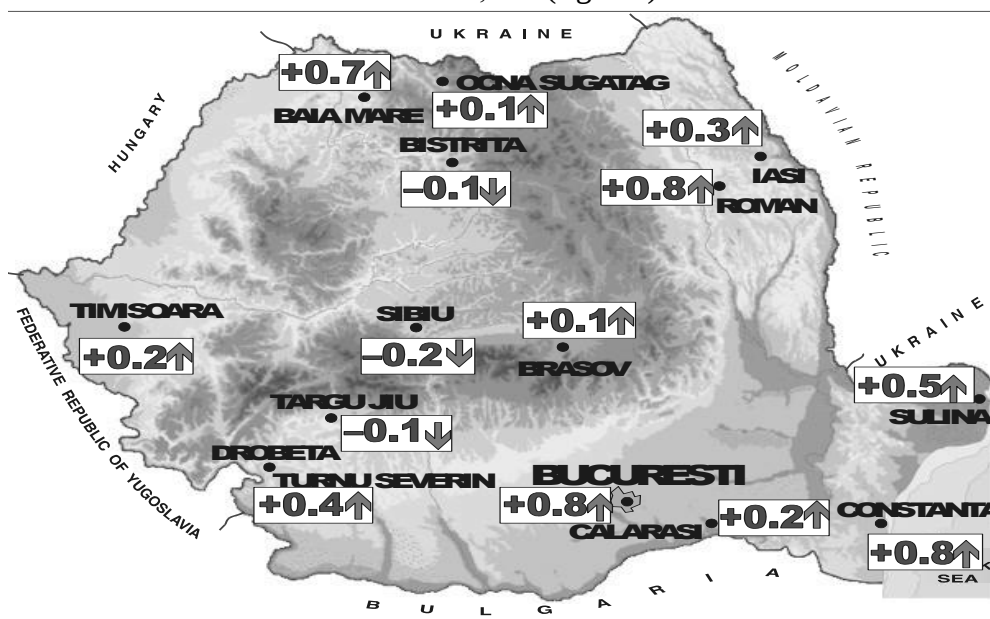


Figura 2.5. Tendința temperaturii medii anuale în România (°C) pe perioada 1901-2000

După 1961, această încălzire a fost mai pronunțată și a cuprins aproape toată țara. Similar cu situația înregistrată la nivel global, s-au evidențiat schimbări în regimul unor evenimente extreme (pe baza analizei datelor de la mai multe stații meteo):

- creșterea frecvenței anuale a zilelor tropicale (maxima zilnică > 30°C) și descreșterea frecvenței anuale a zilelor de iarnă (maxima zilnică < 0°C).
- creșterea semnificativă a mediei temperaturii minime de vară și a mediei temperaturii maxime de iarnă și vară (până la 2°C în sud și sud-est în vară).

Fenomenele de creștere a temperaturii s-au intensificat după anul 2000, iarna din 2006-2007 fiind considerată cea mai caldă de când există măsurători instrumentale în România. În acel an, abateri pronunțate ale temperaturii maxime/minime față de regimul mediu multianual au persistat pe perioade lungi de timp.

De interes pentru evaluarea efectului schimbărilor climatice asupra agriculturii este evaluarea riscurilor de apariție a fenomenelor extreme, precum seceta și deșertificarea.

În aprecierea acestora, este de interes fenomenul de arșiță, evaluat pentru anotimpul de vară (iunie – august). În fig. 2.6 – 2.7 sunt prezentate tendințele acestui fenomen la nivel național comparativ pentru perioadele 1961 – 1990 și, respectiv, 1981 – 2010.

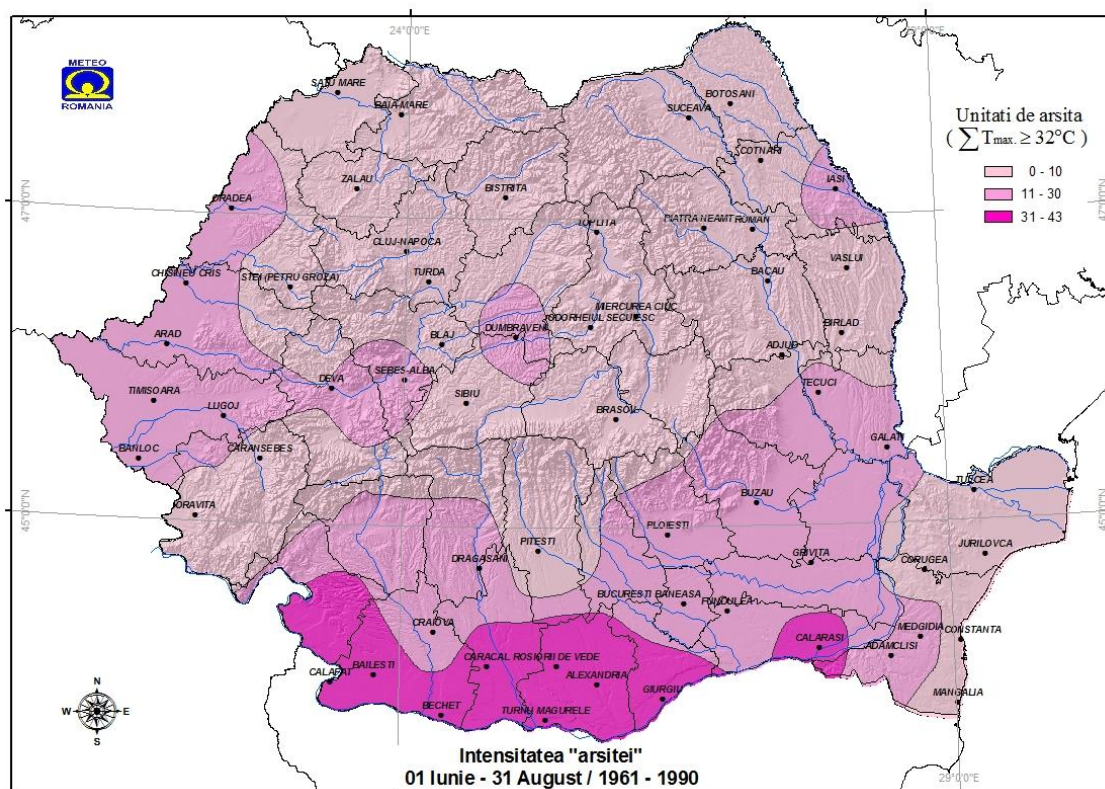


Figura 2.6. Intensitatea arșiței pentru anotimpul de vară (lunile iunie – august) – medie pe perioada 1961-2010

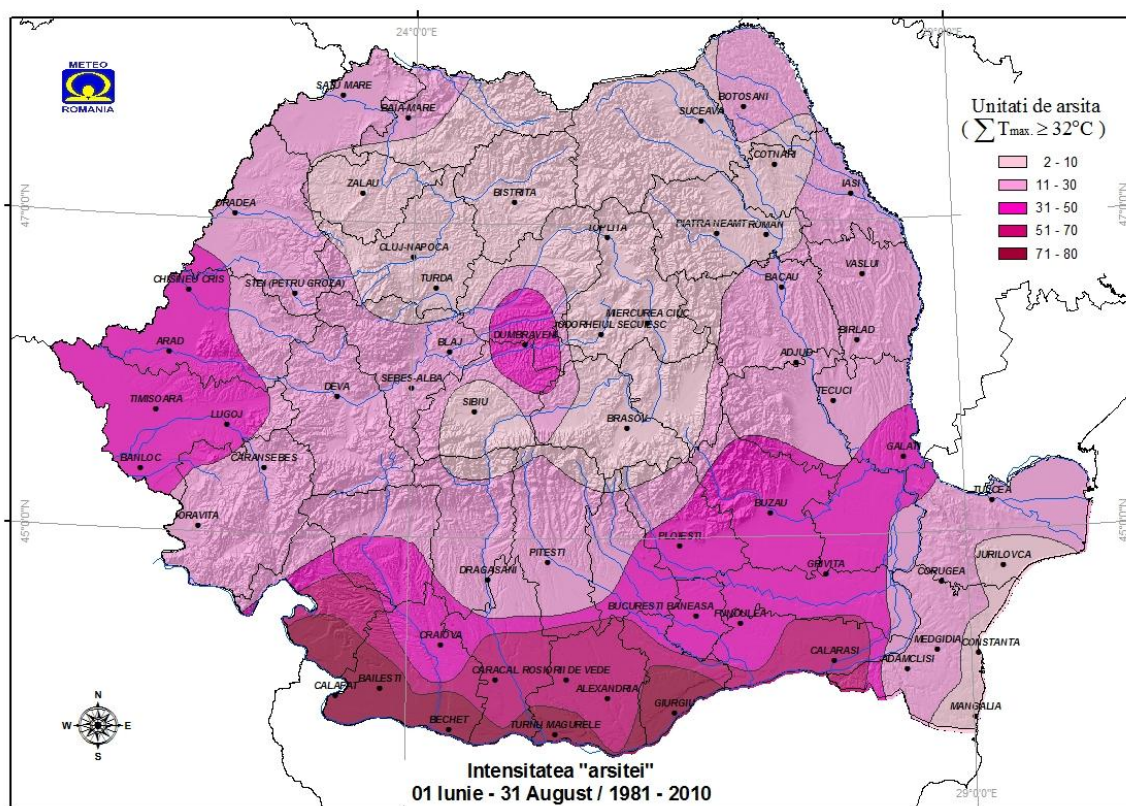


Figura 2.7. Intensitatea arșiței pentru anotimpul de vară (lunile iunie – august) – medie pe perioada 1981-2010

Așa cum se observă, în perioada 1961 – 1990, fenomenul de „arșiță” se manifestă cu o intensitate redusă (11-30 unitati de „arsita”), si chiar foarte redusă (<10 unitati de „arsita”), în cea mai mare parte a țării, ceea ce semnifică faptul că, în general plantele agricole nu sunt afectate frecvent de stresul termic generat de temperaturile din aer situate peste pragul biologic critic de rezistență ($\geq 32^{\circ}\text{C}$). Local, în sudul țării, fenomenul de „arșiță” prezintă o intensitate ridicată (31-50 unități de „arșiță”). În perioada 1981 – 2010, suprafața afectată de arșiță se mărește, apărând câte un „pol” în centrul și în vestul țării.

Un alt indicator important pentru agricultură este asprimea iernii, exprimată prin unități de frig, calculată prin însumarea temperaturilor negative, prezentat în figurile 2.8 și 2.9.

Pentru evaluarea condițiilor de iernare ale speciilor de toamnă s-a analizat parametrul agrometeorologic ce caracterizează anotimpul rece, respectiv asprimea iernii prin cuantumul temperaturilor medii diurne negative din aer ($\Sigma t_{\text{med.} \leq 0^{\circ}\text{C}}$ /unități de frig) înregistrate în intervalul 01 noiembrie-31 martie, la nivelul perioadelor 1961-1990 și 1981-2010.

În figura 2.9. este redată zonalitatea asprimei iernii exprimată prin unități de frig la nivelul perioadei 1961-1990. Din analiza „unităților de frig” / $\Sigma t_{\text{med.} \leq 0^{\circ}\text{C}}$, se evidențiază caracterul de iarnă normală (201-300 unități de frig/intensitate moderată a frigului), în majoritatea regiunilor agricole ale țării. O intensitate redusă a frigului (< 200 unități de frig) se semnalează în Banat, cea mai mare parte a Olteniei și Dobrogei, izolat în nord-estul și sud-estul Munteniei. Pe suprafețe extinse din Moldova și Transilvania s-au acumulat 301-400 unități de frig (iarnă rece) și > 400 unități de frig.

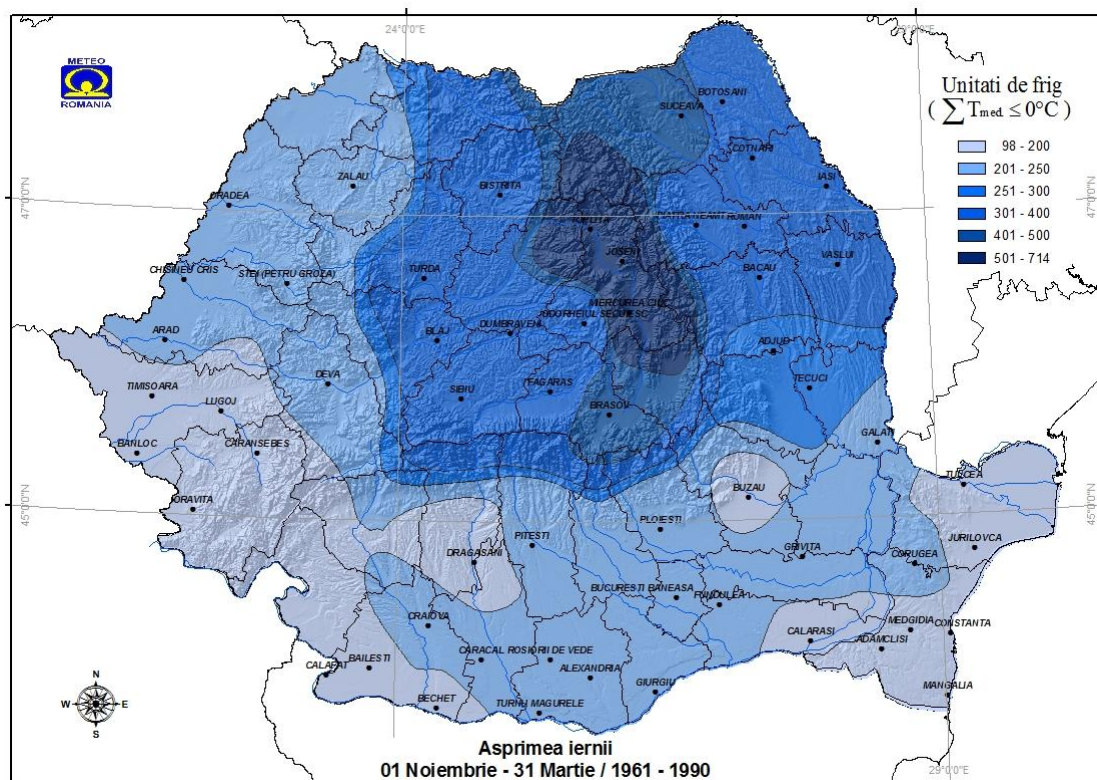


Figura 2.8. Asprimea iernii, exprimată în unități de frig, pentru anotimpul rece (lunile noiembrie – martie) – medie pe perioada 1961 – 1990.

În perioada 1981-2010, cuantumul unităților de frig înregistrate în intervalul noiembrie-martie caracterizează o iarnă normală (201-300 unități de frig) în Maramureș, cea mai mare parte a Crișanei, Moldovei, Munteniei, vestul Transilvaniei, local în centrul Dobrogei. În Banat, Oltenia, pe suprafețe extinse din Dobrogea, sudul și local în sud-estul Crișanei, local în nordul și sudul Munteniei, intensitatea frigului este redusă (< 200 unități de frig/iarnă blândă). O iarnă rece (301-400 unități de frig) și deosebit de rece (> 400 unități de frig) s-a semnalat în cea mai mare parte a Transilvaniei și Moldovei, figura 2.9.

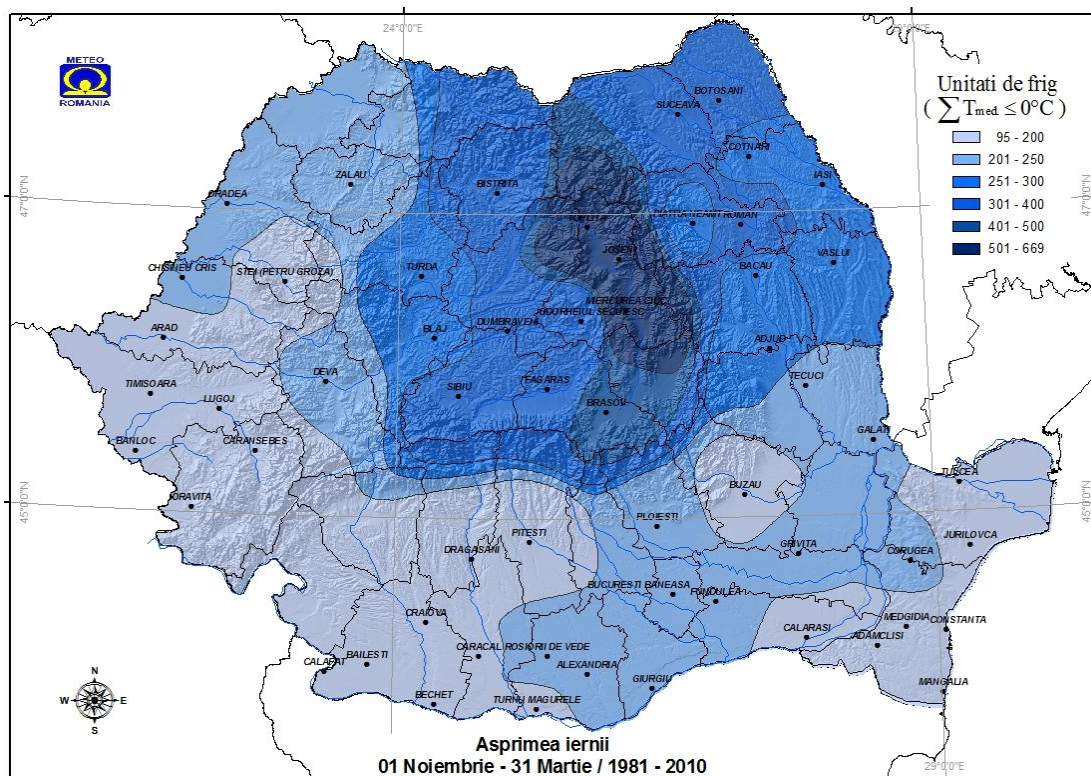


Figura 2.9. Asprimea iernii, exprimată în unități de frig, pentru anotimpul rece (lunile noiembrie – martie) – medie pe perioada 1981-2010

Precipitații

Cantitățile de precipitații atmosferice reprezintă principala sursă de apă pentru creșterea și dezvoltarea culturilor agricole, iar absența sau insuficiența acestora determină apariția, intensificarea și extinderea fenomenului de uscăciune și secetă pedologică cu diferite grade de intensitate, respectiv moderată, puternică și extremă.

La nivelul României, precipitațiile au o distribuție variabilă în timp și spațiu.

În Dobrogea, cea mai mare parte a Munteniei, Moldovei, jumătatea de sud a Olteniei, estul, sud-vestul și local în centrul Transilvaniei, vestul Maramureșului, sud-vestul și izolat în nordul Crișanei, izolat în nordul și vestul Banatului, cantitățile medii de precipitații (1961-1990) înregistrate pe parcursul anului agricol (septembrie-august) au fost deficitare, regimul pluviometric fiind moderat de secetos (451-600 l/mp), secetos (351-450 l/mp) și izolat excesiv de secetos (281-350 l/mp), figura 2.10. Un regim pluviometric optim (601-800 l/mp) s-a semnalat pe suprafețe agricole extinse din Banat, Crișana, Maramureș și Transilvania, nordul Olteniei și al Munteniei, izolat în vestul Moldovei. Cantități excedentare de precipitații (801-892

l/mp) s-au înregistrat local în nord-vestul Olteniei, centrul Maramureșului și sud-vestul Banatului.

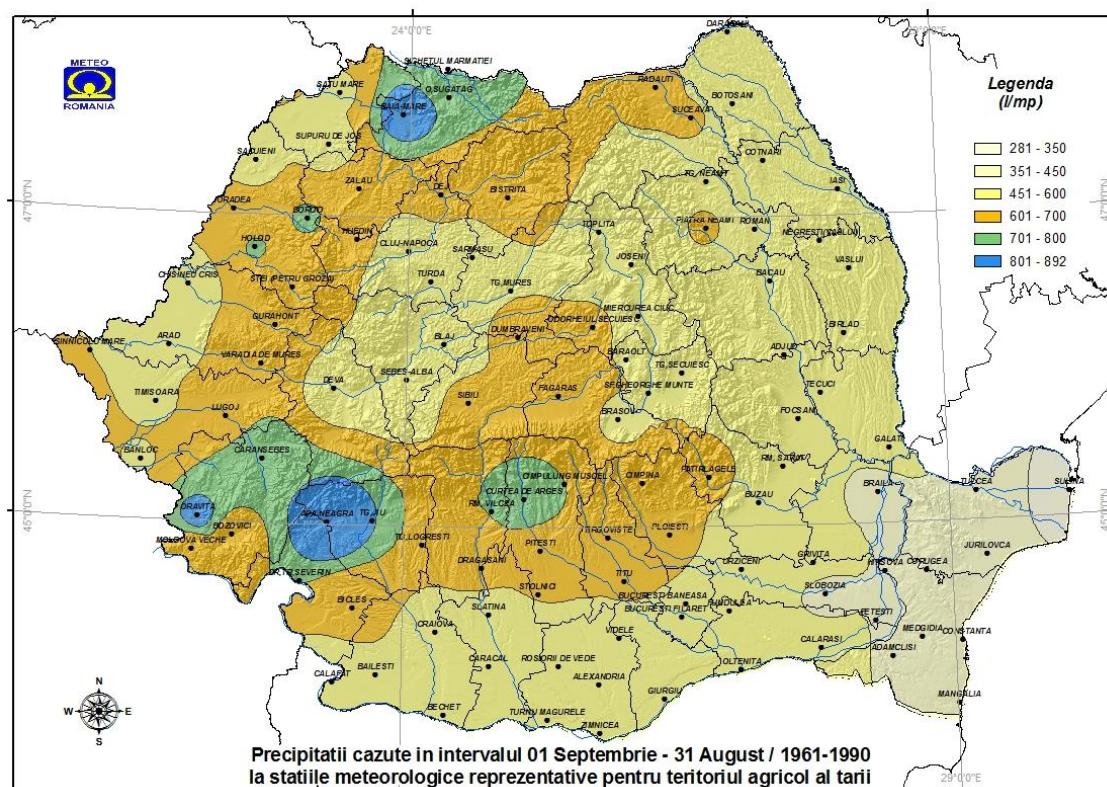


Figura 2.10. Zonalitatea cantităților de precipitații înregistrate pe parcursul anului agricol (septembrie-august), în perioada 1961-1990 (medii multianuale)

În perioada de referință 1981-2010, zonalitatea cantităților medii multianuale de precipitații căzute pe parcursul anului agricol, respectiv intervalul septembrie-august, evidențiază un regim pluviometric moderat de secetos (451-600 l/mp), secetos (351-450 l/mp) și local excesiv de secetos (230-350 l/mp) în Dobrogea, pe suprafețe extinse din Muntenia, Oltenia, Moldova, centrul și local sudul Transilvaniei, vestul Banatului, sud-vestul și nord-vestul Crișanei, astfel fiind obligatorie completarea necesarului de apă al plantelor agricole prin aplicarea irigațiilor în perioada de vegetație. Cantități optime de precipitații (601-800 l/mp) s-au înregistrat la stațiile meteorologice reprezentative din cea mai mare parte a Crișanei, Transilvaniei, nord-vestul Moldovei, Banatului, nordul și nord-vestul Olteniei, nordul și izolat în centrul Munteniei. Valori excedentare de precipitații (801-928 l/mp) s-au înregistrat în centrul Maramureșului, sud-vestul Banatului și nord-vestul Olteniei, figura 2.11.

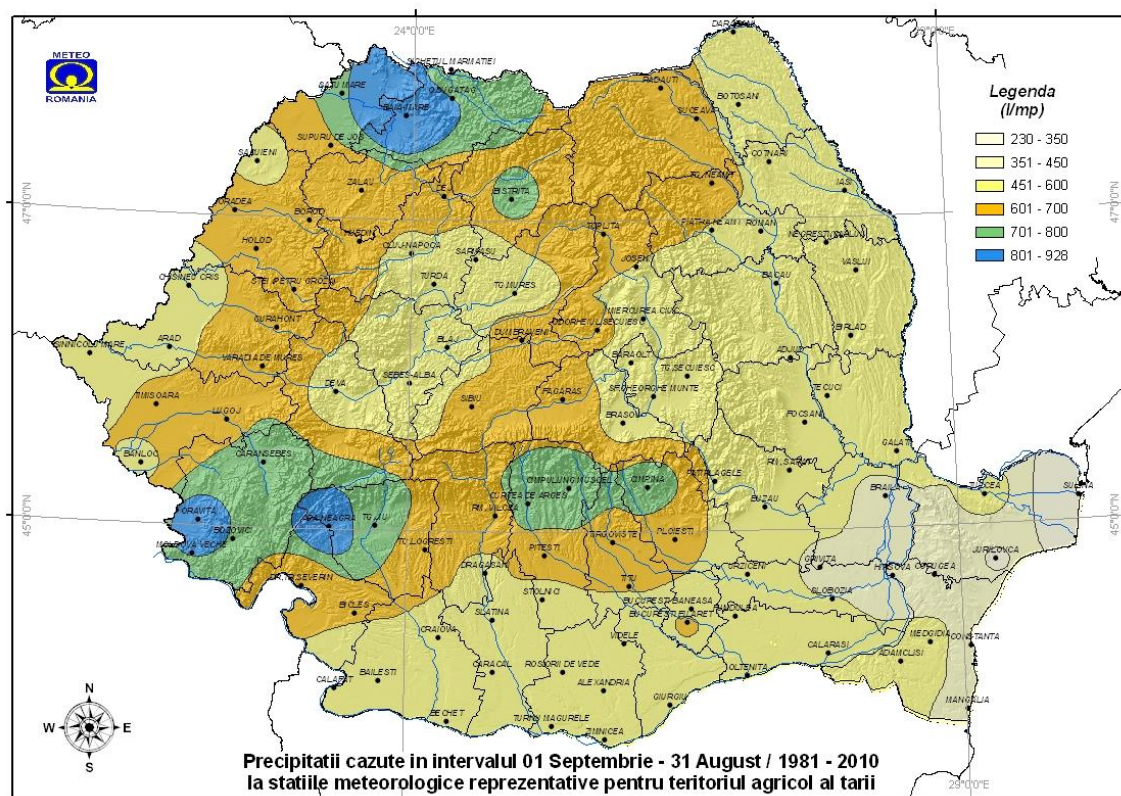


Figura 2.11. Zonalitatea cantităților de precipitații înregistrate pe parcursul anului agricol (septembrie-august), în perioada 1981-2010 (medii multianuale)

Din punct de vedere pluviometric, la cele 14 stații cu șiruri lungi de observație, pe perioada 1901–2000, s-a evidențiat o tendință generală de scădere a cantităților anuale de precipitații. Din analiza șirurilor scurte de la mai multe stații meteorologice, s-a evidențiat o intensificare a fenomenului de secetă în sudul țării după 1960 (figura 2.12.). Astfel, s-a identificat o creștere a duratei maxime a intervalelor fără precipitații în sud-vest (iarna) și vest (vara).

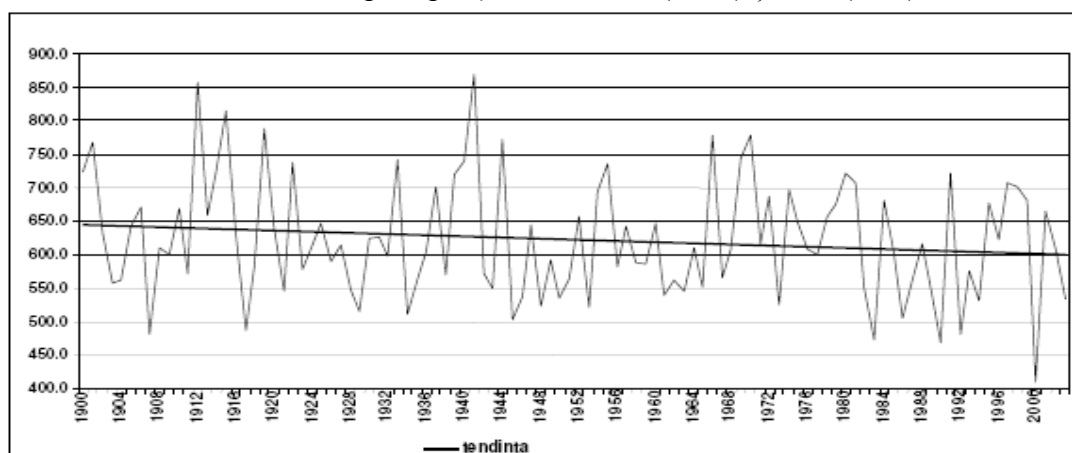


Figura 2.12. Cantitatea medie anuală de precipitații în România (mm) pe perioada 1901-2000 (ANM, 2007)

Ca urmare a unei încălziri mai pronunțate în timpul verii în sud-estul țării, cumulată cu o tendință mai pronunțată spre deficit de apă, a avut loc o intensificare a fenomenului de aridizare în această regiune. Pentru anumite regiuni, în perioada 1946-1999, a avut loc o creștere a frecvenței anuale a zilelor foarte ploioase (cele mai mari 12% cantități zilnice) și extrem de ploioase (cele mai mari 4% cantități zilnice). În perioada 2000-2007, s-au înregistrat la nivelul României două evenimente pluviometrice extreme opuse (seceta din anii 2000 și 2007 și inundațiile din 2005). În anul 2007 a fost înregistrat un eveniment termic extrem, iarna 2006-2007 fiind cea mai caldă iarnă de când există măsurători observaționale în România (fig. 2.13), abateri pronunțate ale temperaturii maxime/minime față de regimul mediu multianual persistând pe perioade lungi.

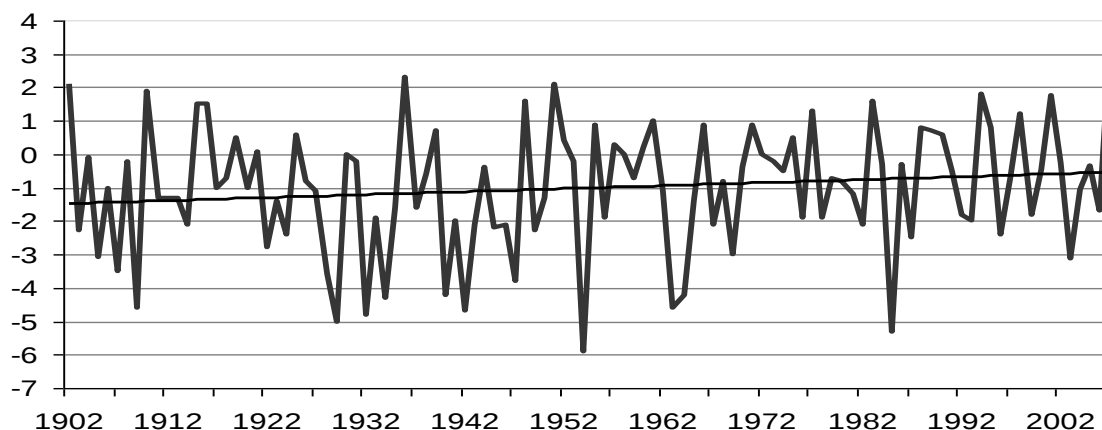


Figura 2.13. Media pe țară a temperaturii din timpul iernii (14 stații) pe perioada 1901-2007

Cele mai lungi intervale secetoase înregistrate în secolul XX au avut câte un an de culminație: 1904, 1946, 1990. Zona cea mai afectată de seceta hidrologică din România, în ultimele decenii a fost sudul țării, cu aspecte excesive pentru Oltenia.

Analiza variației multianuale a precipitațiilor anuale pe teritoriul României indică apariția după anul 1980 a unei serii de ani secetoși, datorită diminuării cantităților de precipitații, și a tendinței de creștere a temperaturii medii anuale, în special în Câmpia Română și în Podișul Bârladului. Diminuarea volumului de precipitații a condus la scăderea exagerată a debitelor pe majoritatea râurilor țării și, în special, în sudul și sud-estul României, în contextul unei acțiuni conjugate a unui complex de factori:

- scăderea cantităților anuale de precipitații, după anii 1980;
- creșterea temperaturii medii anuale a aerului, ceea ce a dus la intensificarea evaporației și evapotranspirației;
- scăderea nivelurilor apelor freatice din luncile și terasele râurilor, cu implicații negative asupra alimentării acestora în sezoanele lipsite de precipitații;
- frecvența și durata mare a fenomenelor de secare a râurilor cu bazine de recepție mai mici de 500 km².

Aceste rezultate confirmă o concluzie a Rapoartelor Globale de Evaluare a Schimbărilor Climatice 4 și 5 ale IPCC, conform cărora s-a evidențiat o creștere a frecvenței și intensității fenomenelor meteorologice extreme ca urmare a intensificării fenomenului de încălzire globală.

Din analiza altor fenomene, cum ar fi cele din sezonul rece, s-a constatat o creștere semnificativă, în majoritatea regiunilor țării, a frecvenței anuale a zilelor cu brumă, fenomen cu influență negativă asupra culturilor agricole. Numărul de zile cu strat de zăpadă a avut, de asemenea, o tendință de scădere, în concordanță cu tendința de încălzire din timpul iernii.

Scenarii privind schimbările climatice viitoare

Schimbările în regimul climatic din România se încadrează în contextul global, ținând seama de condițiile regionale: creșterea temperaturii va fi mai pronunțată în timpul verii, în timp ce în nord-vestul Europei creșterea cea mai pronunțată se așteaptă în timpul iernii. După estimările prezentate în AR4 al IPCC, în România se așteaptă o creștere a temperaturii medii anuale față de perioada 1980-1990 similare întregii Europe, cu mici diferențe între rezultatele modelelor în ceea ce privește primele decenii ale secolului XXI și cu diferențe mai mari în ceea ce privește sfârșitul secolului:

- între 0,5°C și 1,5°C pentru perioada 2020 – 2029;
- între 2,0°C și 5,0°C pentru 2090 – 2099, în funcție de scenariu (ex. între 2,0°C și 2,5°C în cazul scenariului care prevede cea mai scăzută creștere a temperaturii medii globale și între 4,0°C și 5,0°C în cazul scenariului cu cea mai pronunțată creștere a temperaturii).

Din punct de vedere pluviometric, peste 90% din modelele climatice prognozează pentru perioada 2090-2099 secete pronunțate în timpul verii în zona României, în special în sud și sud-est (cu abateri negative mai mari de 20% față de perioada 1980–1990). În ceea ce privește precipitațiile din timpul iernii, abaterile sunt mai mici și incertitudinea este mai mare.

În cadrul unor colaborări internaționale, Administrația Națională de Meteorologie a realizat modele statistice de detaliere la scară mică (la nivelul stațiilor meteorologice) a informațiilor privind schimbările climatice rezultate din modelele globale. Rezultatele respective au fost ulterior comparate cu cele generate de modelele climatice regionale, realizându-se o mai bună estimare a incertitudinilor. Astfel, s-au obținut rezultate cu o certitudine mai mare privind creșterea precipitațiilor de iarnă în vestul și nord-vestul României cu 30-40 mm în perioada 2070-2099 față de perioada 1961-1990 (fig. 2.14, în două scenarii ale IPCC (A2 și B2)).

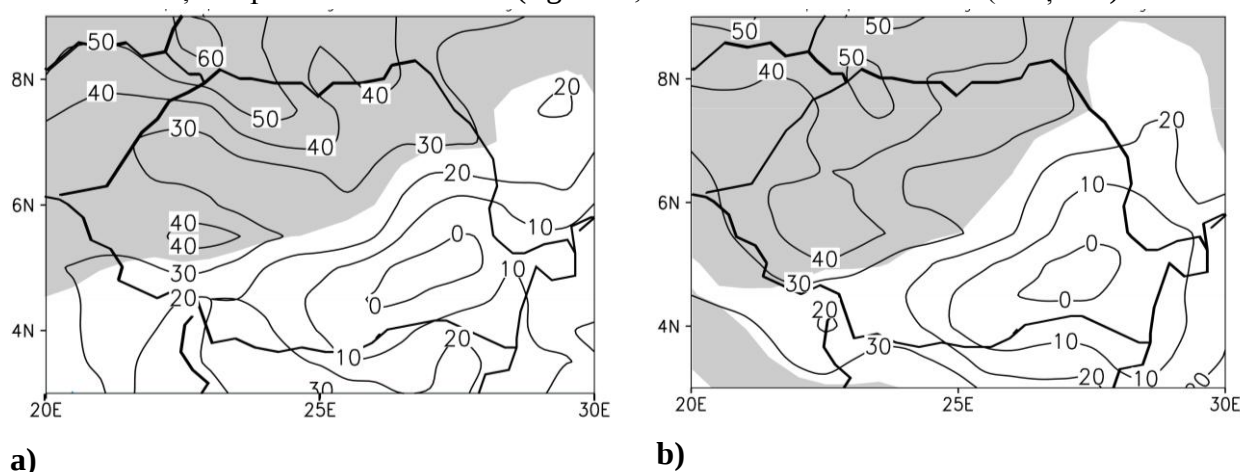


Figura 2.14. Schimbări în cantitățile de precipitații în timpul iernii în România obținute din simulările realizate cu modelul ICTP RegCM, în condițiile scenariilor IPCC A2 (a) și B2 (b).
(Sursa: Busuioc și colab., 2006)

În cazul temperaturilor extreme (media maximelor și minimelor) pentru perioada 2070 – 2099 (față de 1961 – 1990) s-au obținut rezultate cu certitudine mai mare în următoarele cazuri:

- media temperaturii minime de iarnă: creșteri mai mari în regiunea intra-carpatică ($4,0^{\circ}\text{C}$ – $6,0^{\circ}\text{C}$) și mai scăzute în rest ($3,0^{\circ}\text{C}$ – $4,0^{\circ}\text{C}$) (Figura 2.15); acest semnal climatic a fost deja identificat în datele de observație pentru perioada 1961 – 2000: o încălzire de $0,8$ – $0,9^{\circ}\text{C}$ în nord-estul și nord-vestul țării;
- media temperaturii maxime de vară: o creștere mai mare în sudul țării ($5,0^{\circ}\text{C}$ – $6,0^{\circ}\text{C}$) față de $4,0^{\circ}\text{C}$ – $5,0^{\circ}\text{C}$ în nordul țării; acest semnal climatic a fost deja identificat în datele de observație: în luna iulie, pe perioada 1961 – 2000, în centrul și sudul Moldovei, s-a identificat o încălzire cuprinsă între $1,6^{\circ}\text{C}$ și $1,9^{\circ}\text{C}$ și mult mai scăzută în restul țării (între $0,4^{\circ}\text{C}$ și $1,5^{\circ}\text{C}$).

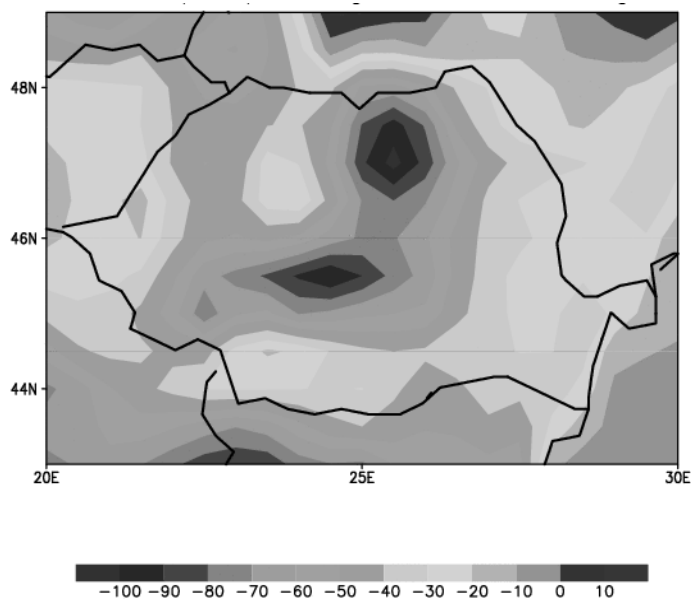


Figura 2.15. Schimbări în cantitatea de precipitații în timpul verii în România pentru perioada 2070-2099 (față de perioada 1961-1990) obținute cu modelul RegCM, scenariul A2.

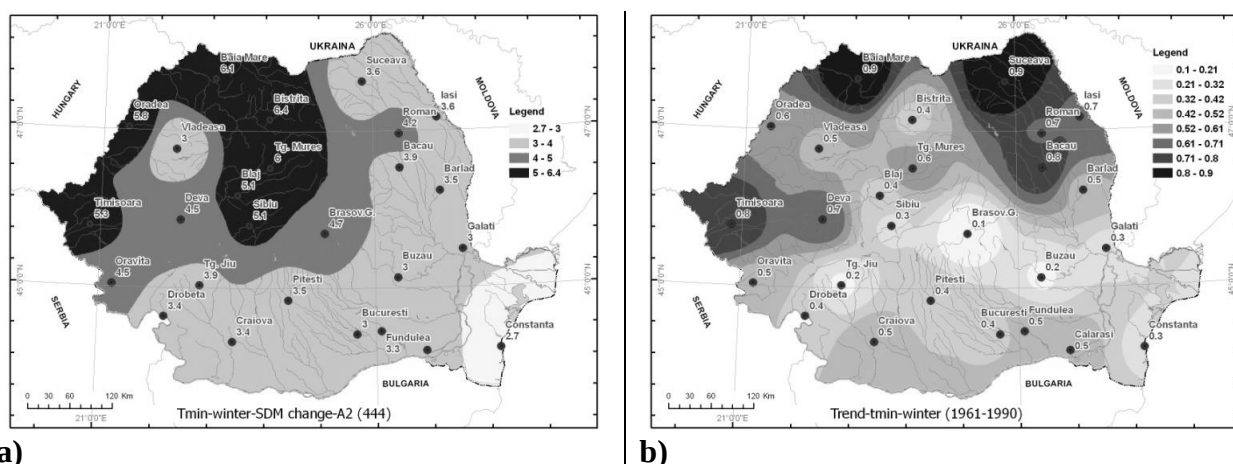


Figura 2.16. (a) Schimbări în temperatura minimă de iarnă în România pentru perioada 2070-2099 față de 1961-1990, obținute prin proiecția simulărilor realizate cu modelul climatic global HadAM3H (realizat de Hadley Centre în condițiile scenariului A2 IPCC); (b) tendința de creștere calculată direct din observații pe perioada 1961 – 2000.

În vederea adoptării celor mai bune măsuri de adaptare este necesară cunoașterea cât mai exactă a posibilelor efecte ale schimbărilor climatice asupra sectoarelor economice și sociale. Având în vedere că, până în prezent, în România, datele privind impactul schimbărilor climatice au fost estimate cu un grad de exactitate redus și nu au acoperit toate sectoarele economice și sociale, în activitățile de cercetare s-a ținut cont de următoarele priorități:

- determinarea zonelor de vulnerabilitate la producerea anumitor evenimente extreme și a elementelor sistemelor naturale și umane vulnerabile (populație, resurse de apă, plante, animale etc.);
- identificarea schimbărilor climatice din România din datele de observație pe perioada 1961 – 2007, la cea mai fină rezoluție spațială posibilă, detaliat pe principalii parametri climatici și diferite intervale de timp (anual, sezonier, lunar), incluzând și indici ai evenimentelor extreme;
- dezvoltarea modelelor statistice de downscaling pentru proiectarea la scară fină, la nivelul României, a efectelor schimbărilor climatice globale, estimate cu diferite modele climatice globale disponibile și diferite scenarii privind emisiile de gaze cu efect de seră;
- proiectarea și rularea de experimente numerice cu modele climatice regionale pe sisteme de calcul din țara noastră în vederea elaborării unor scenarii climatice la scară fină în România, pe baza downscalingului fizic;
- estimarea scenariilor schimbărilor climatice pentru România folosind informațiile rezultate din modele de downscaling fizic și statistic, disponibile pentru aria României și evaluarea incertitudinilor asociate acestor estimări. Scenariile sunt elaborate atât pentru starea medie, cât și pentru diferite evenimente extreme;
- dezvoltarea studiilor de estimare a impactului schimbărilor climatice asupra diferitelor sisteme socio-economice și evaluarea incertitudinilor asociate acestora.

Agenția Națională de Meteorologie a studiat schimbările în evoluția condițiilor agrometeorologice (resurse termice și hidrice) din țara noastră. În acest scop s-au utilizat date agrometeorologice privind temperatura medie a aerului, precipitațiile – valori zilnice, lunare, anuale și medii multianuale calculate pentru stațiile agrometeorologice de pe teritoriul României.

În general, scenariile climatice sunt reprezentări plauzibile ale evoluției climatice viitoare, care sunt bazate pe predicții ale posibilelor creșteri ale emisiei gazelor cu efect de seră și a altor poluanți. În studiile de impact efectuate atât pe plan internațional, cât și național, sunt utilizate trei tipuri de scenarii climatice: scenarii sintetice (arbitrare), scenarii bazate pe analogii și scenarii bazate pe ieșirile modelelor de circulație generală sau regională. Scenariile sintetice (arbitrare) descriu tehnicile în care parametrii climatici sunt modificați arbitrar, spre exemplu, creșterea temperaturii din climatul curent cu 1, 2, 3 sau 4°C și ajustarea cantităților de precipitații cu ±5, 10, 15 sau 20%.

Variabilitatea climatică influențează toate sectoarele economiei naționale, însă cea mai vulnerabilă rămâne producția vegetală și în special agricultura. Productivitatea culturilor agricole prezintă fluctuații de la an la an, fiind influențată de variabilitatea condițiilor climatice, și mai ales de frecvența evenimentelor climatice extreme.

Modificarea condițiilor climatice conduce, de asemenea, la modificarea randamentelor relative ale hibrizilor cu clase diferite de precocitate. Astfel în cazul hibrizilor de porumb pentru care în scenariul climatic (1991-2000) hibrizii târzi au producții mai mari decât hibrizii timpurii și semi-timpurii în principalele zone agricole ale țării (fig. 2.17), pentru orizonturile de timp 2011-2020 și 2041-2050 această diferență de productivitate, evaluată prin modele de simulare cuplate cu bazele de date climatice elaborate pentru studiul impactului schimbărilor climatice, se inversează (fig. 2.18, 2.19).

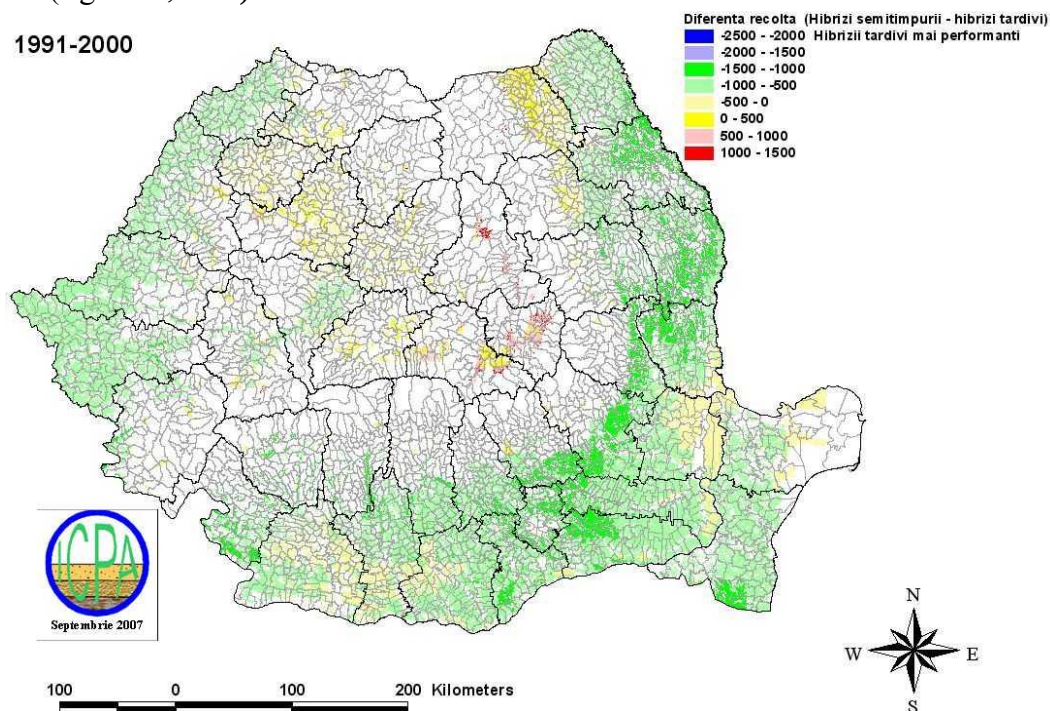


Figura 2.17. Diferența dintre producțiile medii multianuale (1991-2000) ale hibrizilor de porumb semi-timpurii (clasa FAO2) și târzi (clasa FAO6) simulate utilizând modelul ROIMPEL

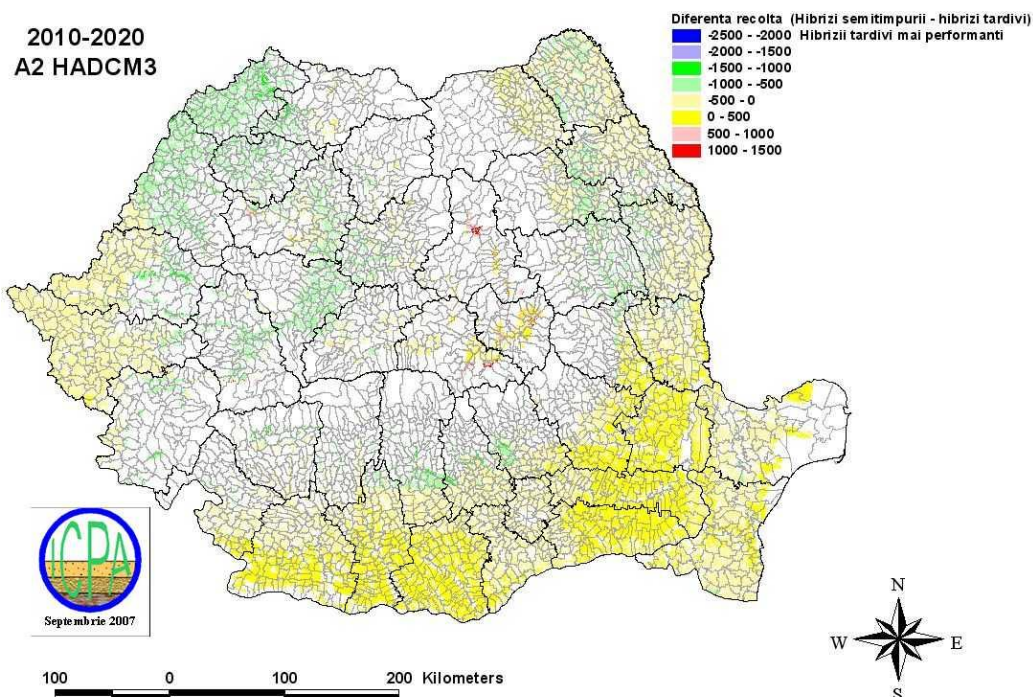


Figura 2.18. Diferența dintre producțiile medii multianuale (2010-2020), ale hibridilor de porumb semi-timpurii (clasa FAO2) și tardivi (clasa FAO6) simulate utilizând modelul ROIMPEL

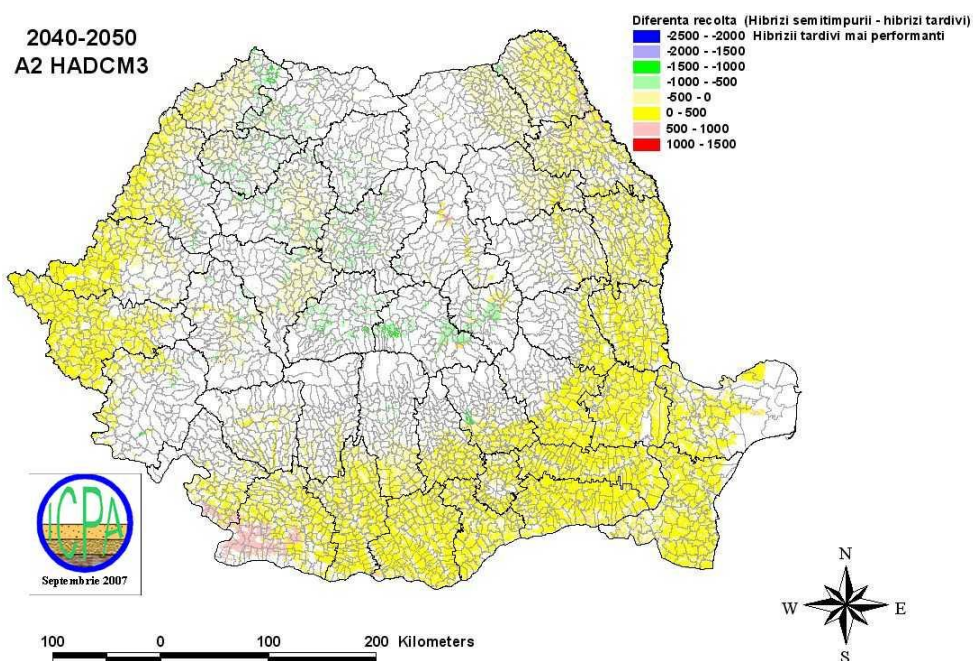


Figura 2.19. Diferența dintre producțiile medii multianuale (2040-2050) ale hibridilor de porumb semi-timpurii (clasa FAO2) și tardivi (clasa FAO6) simulate utilizând modelul ROIMPEL

CODUL DE BUNE PRACTICI PENTRU A REDUCE EFECTELE SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA AGRICULTURII

Sistemul agricol reprezintă un ansamblu de sectoare, tehnologii, mașini și agregate tehnologice, în acest sistem solul fiind folosit ca principală resursă de producție pentru culturile agricole, pomicole, viticole, legumicole, floricole ca și pentru creșterea animalelor. Structura sectoarelor poate fi diferită de la o fermă la alta. În Europa, în domeniul agricol, în funcție de tehnologiile utilizate, de nivelul lor de intensificare, specializare, de cantitatea și calitatea biomasei, de raporturile cu mediul înconjurător etc., sunt practicate diferite sisteme de agricultură: durabilă, convențională, biologică, organică, de precizie, extensivă (ICPA, 2002).

Tipuri de sisteme agricole și alegerea acestora

Agricultura convențională, numită și *intensivă*, este tipul de agricultură intensiv mecanizată, cu produse competitive, bazată în mod deosebit însă pe concentrarea și specializarea producției. Lucrările agricole sunt intens aplicate: afânarea solului este efectuată doar prin arătură cu întoarcerea brazdei, urmată de numeroase lucrări secundare de pregătire a patului germinativ și de întreținere în perioada de vegetație; se practică monocultura sau rotații scurte (doi, trei ani); se folosesc fertilizanți minerali cu doze mari și foarte mari; se aplică tratamente chimice intensive pentru combaterea buruienilor, bolilor și dăunătorilor. Acest tip de agricultură a fost larg răspândit în România până în 1989, dar astăzi se acceptă că există efecte negative asupra mediului înconjurător, mai ales dacă diferitele componente ale sistemului tehnologic agricol sunt aplicate fără a se ține cont de specificul local (climat, sol, relief, condiții sociale și economice), care determină nivelul de vulnerabilitate sau de susceptibilitate față de diferitele procese de degradare chimică, biologică, fizică a mediului.

Agricultura durabilă este un sistem de producție intensiv de produse competitive, care rămâne în relații armonioase cu mediul înconjurător. Este caracterizată sugestiv de expresia "sisteme integrate", care sintetizează utilizarea științifică și armonioasă a tuturor componentelor tehnologice: lucrările solului, rotația culturilor, fertilizare, irigare, combaterea bolilor și dăunătorilor inclusiv prin metode biologice, creșterea animalelor, stocarea, prelucrarea și utilizarea reziduurilor rezultate din activitățile agricole etc., pentru realizarea unor producții ridicate și stabile în unități care sunt adesea multi-sectoriale (vegetale și zootehnice).

Agricultura biologică este un sistem de producție mediu intensiv, deci mai puțin agresiv în raport cu factorii de mediu, cu produse agricole superioare din punct de vedere calitativ, dar mai puțin competitive din punct de vedere economic pe termen scurt. Acest sistem are influențe mai puțin agresive asupra mediului înconjurător, deoarece tratamentele aplicate pentru combaterea bolilor și dăunătorilor sunt de preferință biologice, dar fiind acceptate totuși și doze reduse de îngrășăminte minerale și pesticide. Pentru controlul calității produselor este necesară certificarea tehnologiilor utilizate, de aceea au o piață de comercializare specială.

Agricultura organică se deosebește de cea biologică pentru că utilizează doar îngrășăminte organice în doze relativ ridicate, aplicate în funcție de specificul local, în scopul fertilizării culturilor și refacerii pe termen lung a stării structurale a solurilor, indiferent dacă această stare a fost degradată prin activități antropice intensive și/sau datorită unor procese naturale.

Agricultura extensivă cu inputuri reduse este un tip de agricultură de subzistență, cu o producție slab competitivă, care poate afecta mediul înconjurător într-o anumită măsură, mai ales prin calitatea biomasei, sau prin dezechilibre de nutriție. Caracteristici principale sunt date în principal de neutilizarea îngrășămintelor minerale și a altor substanțe agrochimice (erbicide, insecto-fungicide, amendamente minerale), sau de aplicarea lor în cantități foarte mici (cu excepția sectorului legumicol); și de utilizarea unor hibrizi și soiuri performante care au o largă răspândire. Acest sistem este practicat în România de către producătorii individuali.

Agricultura de precizie este cea mai avansată formă de agricultură, având la bază cele mai moderne metode de control al stării de calitate a diferitelor resurse de mediu, aplicarea optimizată a tuturor componentelor tehnologice, păstrarea unui control riguros asupra posibilor factori care pot determina degradarea mediului ambiental. Este practică însă, chiar și în cele mai dezvoltate țări ale Uniunii Europene și SUA, doar pe suprafețe mai restrânse.



Exemplu de lucrări agricole în

agricultura convențională

agricultura durabilă

Alegerea sistemului de agricultură este condiționată de nivelul dotării tehnice, nivelul de cunoștințe profesionale, dar și de mentalitatea, educația în general, ca și de respectul pentru natură, pentru mediul înconjurător al tuturor celor care lucrează în acest domeniu.

În ghidul de față, se prezintă măsuri recomandate pentru principalele tipuri de activități agricole și aspectele lor specifice cu impact climatic:

- utilizarea terenurilor și cultura plantelor;
- utilizarea apei în agricultură;
- fertilizarea solului;
- creșterea animalelor (șeptelul);
- utilizarea energiilor regenerabile în agricultură.

Pentru fiecare dintre activitățile principale agricole este prezentată o descriere generală a interacțiunilor cu factorii climatici, în mod succint, alături de măsurile sau "bunele practici" recomandate. Sugestiile pentru adoptarea celor mai bune practici sunt date cu accent pe beneficiile pentru agricultori și mediu.

MANAGEMENTUL CULTURILOR ȘI TERENURILOR

Principiile care stau la baza unei agriculturi durabile sunt:

- existența unei game destul de largi de culturi;
- utilizarea de soiuri și hibrizi cu potențial genetic ridicat, adaptați la condițiile locale;
- utilizarea îngrășămintelor organice;
- folosirea protecției biologice;
- limitarea utilizării substanțelor chimice;
- sistemele de management integrate care iau în considerare toate aspectele sistemului sol-plantă-atmosferă pentru a păstra potențialul natural și resursele regenerabile ale ecosistemelor agricole.

Schimbările climatice care caracterizează ultimele decenii, modifică uneori condițiile naturale, și, indirect, afectează cerințele agro-hidro-climatice ale culturilor. Prin urmare, gestionarea durabilă a culturilor și utilizarea rațională a terenurilor devin foarte importante în menținerea potențialului agricol, respectând condiția de a nu accentua impactul practicilor agricole asupra mediului și climei.



Riscul utilizării unei culturi neadecvate la condițiile climatice locale – plantație de măslini în Timișoara

<http://www.recolta.eu/arhiva/timisoara-culturile-experimentale-de-maslini-ale-liceului-agricol-au-inghetat-5553.html>

Selecția soiurilor și varietăților

Existența unei game destul de largi de condiții de mediu în țara noastră conduce la adaptarea unor noi soiuri sau varietăți de cultură, care trebuie însă să țină cont totodată de gama mult mai limitată de practici agricole. Ca urmare a presiunilor exercitate de schimbările climatice, apar astfel soiuri rezistente la secetă, soiuri cu perioada de germinare și vegetație mai scurtă, soiuri cu capacitate mărită de fixare a carbonului etc.

Principiul urmărit în selectarea soiurilor adecvate este, pe de o parte, de a crește eficiența utilizării resurselor naturale și a celor climatice, și, pe de altă parte, de a minimiza impactul practicilor agricole asupra mediului. Ca urmare, alegerea soiurilor ar trebui să ia în considerare:

- adaptabilitatea la condițiile climatice locale:
 - rezistența la stresul de apă în zonele vulnerabile la secetă
 - rezistența la ger în zonele montane
- potențialul natural de calitate și cantitate a recoltelor.

Afaceri de succes în România prin culturi exotice:

banane (Brabeți, Dolj)



lavandă (Ocna Mureș, Alba)



kiwi (Ostrov, Constanța)



Măsuri recomandate:

- Selectarea de soiuri rezistente la stresurile induse de schimbările climatice (de exemplu: deficit de apă, secetă, temperaturi ridicate sau coborâte).
- Selectarea de soiuri cu perioade de germinare și de vegetație mai scurtă.
- Selectarea de soiuri cu rezistență naturală crescută la anumite boli sau dăunători.

Cultură de triticale (Seini, Maramureș)

Procesul de îmburuienare a unei culturi de câmp.



Avantajele pentru fermier:

- Se îmbunătățește managementul apei utilizate în agricultură, prin optimizarea și reducerea consumului de energie pentru irigație.
- Se îmbunătățește utilizarea condițiilor de umiditate a solului după semănat.
- Se reduce numărul de lucrări agrotehnice necesare.
- Crește capacitatea culturii agricole de competiție cu buruienile.
- Scad costurile legate de aplicarea substanțelor fitosanitare.
- Scade presiunea bolilor și crește eficientizarea pulverizării substanțelor fitosanitare.
- Se reduc emisiile de CO₂
- Crește, din punct de vedere cantitativ, producția agricolă (recolta) și cantitatea de biomasă.

Alegerea și utilizarea unui sistem de cultură

Alegerea și proiectarea sistemului de culturi este o activitate complexă, care trebuie să țină cont de condițiile locale ale fermei, de tradițiile și obiceiurile locale, de accesibilitatea input-urilor necesare etc.

Diferite culturi pot fi plantate în succesiune pe același câmp și pot fi recoltate separat, sau aceeași plantă este cultivată, în mod repetat, pe același câmp, pe parcursul anilor. Alegerea metodelor de plantare poate conduce fie la creșterea densității culturilor, fie la o utilizare mai eficientă a spațiului și a timpului. Fermierul poate alege dintre principalele tipuri de sisteme agricole: agricultura convențională, agricultura durabilă, agricultura biologică, agricultura organică, agricultura extensivă, agricultura de precizie. Pentru a defini un sistem care combină o utilizare eficientă a resurselor, cu minimizarea input-urilor, cu niveluri sustenabile de recoltă, este necesară o cunoaștere mai detaliată a soiurilor specifice unei locații și a modului lor de adaptare. Cel mai ecologic sistem de culturi, care este utilizat și pentru a preveni efectul direct și indirect asupra emisiilor de GES, este *rotația culturilor*.



Culturi în rotație (Lovrin)

<https://lovrin1466.wordpress.com/economie/statiunea-de-cercetare-agricola/>

Culturi Intercalate (sau asociate): cultivarea simultană a două sau mai multe culturi pe același domeniu, culturi care funcționează prin atragerea de dăunători departe de planta gazdă. Distanța mărită între plantele identice prin cultivarea unor varietăți pe același teren îngreunează efortul dăunătorilor de a ataca cultura principală.



Măsurile recomandate:

- Utilizarea rotației culturilor adaptate pentru ferma respectivă ca sistem principal de cultură.
- Utilizarea de culturi mixte, culturi de acoperire (cover crop), culturi ascunse (catch crops) ca și culturi multiple în același spațiu/fermă pentru a crește biodiversitatea.
- Schimbarea momentului cultivării în funcție de schimbările climatice care se manifestă în regiune.

O *cultură de acoperire* este o cultură plantată pentru a gestiona, în primul rând, fertilitatea solului, procesul de eroziune a solului, calitatea solului, apei, problema buruienilor, dăunătorilor, bolilor, biodiversitatea, dar și pentru a produce alimente, furaje sau fibre.



Avantajele pentru fermier:

- Se reduce incidența dăunătorilor și bolilor.
- Încetinește tendința de răspândire a dăunătorilor și bolilor în timpul perioadei de vegetație.
- Se reduce efectul vremii nefavorabile, prin plantarea și recoltarea la momente diferite.
- Se echilibrează cerințele de fertilitate ale diferitelor culturi pentru a se evita epuizarea excesivă a substanțelor nutritive din sol.
- Se îmbunătățește structura și fertilitatea solului, dar și calitatea materiei organice din sol prin alternarea plantelor cu adâncimi diferite de înrădăcinare.
- Se folosesc culturi adecvate ecologic și economic.

Controlul asupra buruienilor, bolilor și dăunătorilor

Controlul dăunătorilor și buruienilor are un rol important în creșterea cantitativă și calitativă a recoltelor, prin implementarea unui sistem adecvat de patogeni pentru fiecare tip de cultură. Controlul asupra buruienilor, bolilor și dăunătorilor trebuie să fie realizat prin intermediul unor mijloace profilactice, biologice și mecanice, folosindu-se pe cât posibil capacitatea naturală a culturilor de a inhiba proliferarea buruienilor, folosind diverse strategii:

- **reducerea utilizării de produse chimice.** În agricultura ecologică, managementul bolilor și dăunătorilor se bazează pe trei instrumente principale: rezistența gazdei, rotația culturilor, precum și utilizarea de tehnici agricole adecvate. Prin acest procedeu nu pot fi evitate toate bolile, dar poate fi mult redus efectul unora din acestea.
- utilizarea **lucrărilor agricole** care să accelereze descompunerea resturilor vegetale și scăderea populației agentului patogen. Resturile vegetale se îngroapă sau se plasează în contact cu solul, pentru a fi colonizate rapid de organisme care descompun resturile vegetale sau care exclud organismele care determină anumite boli. Pe de altă parte, trebuie ținut cont de **protecția solului împotriva eroziunii** la utilizarea acestor lucrări agricole pentru combaterea dăunătorilor și buruienilor.
- **Concurența culturilor** este o modalitate eficientă de a controla creșterea buruienilor. Plantarea culturii cu o densitate mică lasă suprafețe mari deschise, accesibile pentru radiațiile de înaltă intensitate, care stimulează creșterea buruienilor și a concurenței, în timp ce o cultură bine dezvoltată este mai puțin probabil afectată negativ de buruieni.



Răspândirea buruienilor afectează producția agricolă.

Măsuri recomandate:

- Utilizarea de practici de control ale agriculturii ecologice.
- Utilizarea de culturi rezistente la boli.
- Implementarea rotației culturilor folosind și plante non-gazdă, care să scadă prezența patogenului sau impactul patogenului asupra culturilor sensibile.
- Aplicarea unor lucrări agricole adecvate necesare pentru a îngropa resturile vegetale care să le accelereze descompunerea.
- Aplicarea practicilor agricole care cresc concurența culturilor împotriva buruienilor (reducerea distanțelor între rând la semănat, însămânțare timpurie).
- Utilizarea mulciului sau a materialelor organice, cum sunt paie sau resturile vegetale pentru a asigura o barieră fizică pe suprafața solului.



Invazia ferigilor în pășuni neîntreținute.

Avantajele pentru fermier:

- Încetinește dezvoltarea buruienilor.
- Se reduc costurile.
- Se reduce impactul negativ al substanțelor chimice.
- Se reduce impactul anumitor agenți patogeni asupra culturilor sensibile.
- Crește producția agricolă (recolta).

Aplicarea practicilor agricole care favorizează sechestrarea carbonului

La nivel mondial, solul are o contribuție majoră la bilanțul de carbon, și poate fi semnificativ afectat de anumite procese: eroziunea solului, epuizarea fertilității, arderea resturilor vegetale. Din cauza cantității mari de carbon organic sechestrat în sol, se presupune că modificări ale acestei valori, chiar și minore, ar avea efecte dramatice de feed-back în sistemul climatic global.

Mineralizarea carbonului organic din sol depinde puternic de temperatură, prin urmare, încălzirea globală poate crește emisiile de CO₂ în atmosferă.

Pe de altă parte, degradarea solului este cauzată în principal de utilizarea nepotrivită a terenurilor și de practicile neadecvate de management al terenurilor. Două din consecințele majore ale degradării solului sunt pierderile de carbon organic din sol, care determină creșterea emisiilor de CO₂ în atmosferă, și reducerea producției primare nete, definită ca rata de absorbție de carbon de către plante din atmosferă (sub formă de CO₂). Practicile agricole care determină creșterea emisiilor de CO₂ din sol sunt variate: lucrări de arătură, despădurire, drenajul solurilor organice/turbăriilor, agricultura de subzistență care determină epuizarea fertilității, pășunatul excesiv etc.



Arderea miriștilor afectează sechestrarea carbonului în sol.

Măsuri recomandate:

- Utilizarea lucrărilor de conservare și de mulcire a solului, pentru a reduce emisiile de CO₂ din sol.
- Utilizarea de culturi prășitoare, culturi de acoperire și culturi secundare.
- Aplicarea unor măsuri de împădurire și agro-silvicultură.
- Practicarea unei agriculturi științifice cu input-uri chimice judicioase.
- Amenajarea pășunilor cu rate de stocare adaptate.
- Evitarea cultivării solurilor organice.



Defrișările afectează inclusiv emisiile de CO₂ din sol prin îndepărtarea învelișului vegetal.

Avantajele pentru fermier:

- Se utilizează resursele naturale într-un mod mai eficient.
- Se realizează o mai bună protecție a terenurilor împotriva deșertificării și/sau eroziunii.
- Se reduc degradarea, eroziunea și salinizarea solului.
- Se reduc costurile de cultivare.
- Se îmbunătățește nivelul calitativ și cantitativ al recoltei (producției).
- Scade poluarea solului și a apelor subterane.
- Îmbunătățirea sănătății animalelor și creșterea producției conduc la creșterea veniturilor agricole, cu avantajul de a nu deteriora mediul și fără a polua cu azot.

MANAGEMENTUL APEI

Planta are nevoie de apă pentru ca să funcționeze în bune condiții: să o mențină proaspătă, să păstreze o bună temperatură, să primească odată cu apa și nutrienții necesari pentru creșterea și dezvoltarea în bune condiții. Din aceste motive, plantele folosesc mult mai multă apă decât animalele și nu pot trăi deloc fără o anumită cantitate de apă (destul de ridicată). Un consum obișnuit este de nivelul a 5000 de metri cubi de apă la 1 hectar pe an, adică de aproximativ un metru cub de apă pentru a obține 1 kilogram de boabe.

Apa provine în principal din precipitații, dar fiindcă acestea nu au un caracter permanent, este nevoie ca apa căzută să fie înmagazinată undeva, pentru ca plantele să o poată lua ulterior evenimentului pluvial pentru a o folosi. Rolul acestui rezervor este preluat de sol. Alteori, cantitatea de apă din precipitații nu este suficientă și este suplinită prin irigații.

Pe de altă parte, regimul pluviometric variază spațial și temporal, cantitățile de apă de ploaie diferind foarte mult în diferite zone, dar și de la an la an în aceeași zonă. Există țări unde nu plouă aproape de loc, sau plouă mult mai puțin decât este necesar, astfel încât nu cresc plante, iar agricultura nu este posibilă fără irigație (irigație obligatorie). Există țări unde plouă, dar nu destul, astfel încât se poate face agricultură, dar completând apa de ploaie prin irigație (irigație de completare) se pot obține recolte mai bune. Există țări unde plouă suficient și nu se folosește irigația. Și, în fine, există țări în care plouă prea mult, pământul este prea umed pentru a putea fi lucrat, plantele obișnuite nu cresc, și agricultura se poate face numai dacă se îndepărtează plusul de apă prin lucrări de îndiguire, desecare și drenaj.

În România există regiuni cu ploi suficiente, de 6 – 8 mii m³/ha/an în majoritatea anilor (vestul Banatului, sudul și estul Transilvaniei, nord-vestul țării). Totuși, în cea mai mare parte a țării precipitațiile sunt sub nivelul necesar, cam 4 – 5 mii m³/ha/an. În aceste zone, în unii ani (destul de rari, respectiv la intervale de 25 – 30 de ani), recoltele sunt total compromise; în alți câțiva ani (odată la 5 – 10 ani), se pot obține recolte foarte bune, iar în cei mai mulți ani se pot obține recolte normale doar dacă se folosesc lucrări agricole adecvate condițiilor de neirigare sau folosind irigația de completare, dacă aceasta se dovedește rentabilă. Regiuni cu ploi prea multe nu există în România, dar în unele areale, în unii ani sau în unele perioade ale anului în care plouă mai mult decât de obicei, există un surplus de apă cu urmări dăunătoare pentru producția agricolă, pentru prevenirea și combaterea cărora trebuie luate măsurile necesare.

Modul în care apa din ploi este preluată de plantă, ca și cantitatea de apă accesibilă plantei, depind de mai multe caracteristici ale solului și terenului.

Unele soluri pot înmagazina cantități mari de apă, până la 1000 de m³/ha, ceea ce este suficient pentru a asigura nevoia de apă a plantelor timp de 10, 20 sau chiar 30 de zile, chiar dacă în acest timp nu cad alte ploi. Acesta este cazul pentru majoritatea solurilor din Bărăgan, Dobrogea, mare parte a Moldovei și a Câmpiei Tisei. Solurile din nord-vestul Munteniei și Olteniei, din cea mai mare parte a Transilvaniei, ca și unele soluri din Banat și Crișana, nu pot înmagazina apă mai mult de 600 – 800 m³/ha, dar în aceste zone ploile fiind mai frecvente, culturile agricole nu suferă în anii obișnuți. Situația cea mai grea este cea a solurilor nisipoase din sudul Olteniei și

din alte zone ale țării, care nu pot înmagazina decât 300 – 400 m³/ha, suficientă pentru cel mult 8 – 10 zile, agricultura nefiind posibilă fără irigație.

Pe terenurile în pantă o parte (adesea importantă) a apei de ploaie se scurge la suprafața solului, nefiind deci folosită de plante, provocând totodată eroziunea solului, un proces de degradare extrem de grav, care se întâlnește pe mai mult de o treime din suprafața agricolă a României. La baza pantelor, pe funduri de vale, se adună adesea apă în exces, cu efecte negative recunoscute.

O situație deosebită, întâlnită pe aproximativ o cincime din România, mai ales în nord-vestul Munteniei, nordul Olteniei, multe terenuri din Banat și Crișana, zona Făgăraș – Brașov, zona Satu Mare – Baia Mare și altele, este dată de existența excesului de apă pe terenuri plane în mod repetat. Această lucră se întâmplă datorită imposibilității scurgerii apei în exces din perioadele cu ploi abundente, sau solurilor grele, cu un strat foarte compact la câțiva zeci de centimetri adâncime, strat care nu permite apei să pătrundă în adâncime. În ani mai ploioși decât cei normali, astfel de situații pot să apară și în Bărăgan, mai precis suprafețe mici mai joase, așa numitele crovuri, în care se poate aduna apă. Pe astfel de terenuri este necesar să se folosească o tehnică specială de cultură.

În România, există de asemenea terenuri care au apă freatică la adâncime relativ mică, sub 2 – 3 metri, îndeosebi în lunca îndiguită a Dunării, în luncile celorlalte râuri, dar și pe unele terenuri din centrul Bărăganului și din Banat – Crișana. Dacă apa se află la adâncime foarte mică, sub 1 metru, ea are efecte negative asupra culturilor agricole, fiind necesară coborârea ei prin lucrări de drenaj. Dacă apa se află la 1 – 3 metri adâncime, ea poate avea astfel de efecte negative doar în anii ploioși, în anii normali și chiar în cei secetoși având efecte favorabile, deoarece culturile agricole pot folosi o parte din această apă, iar irigația este astfel mai puțin necesară.

Apa freatică provine în parte tot din apa de ploaie care, în anii sau în perioadele mai ploioase, depășește capacitatea de înmagazinare a solului și se scurge în adâncime, dacă solul nu are un strat compact care să împiedice trecerea apei. Dar apa infiltrată poate aduce în pânza freatică unele substanțe care înrăutățesc calitatea apei, cum ar fi nitrați proveniți din îngrășămintele cu azot, resturi de ierbicide și pesticide etc. În condițiile de astăzi ale agriculturii românești, în care astfel de produse nu sunt aplicate în cantități mari, astfel de efecte negative sunt atenuate, fiind prezente la nivel local, în locurile în care s-au aplicat cantități mari de astfel de produse, de exemplu, în unele grădini de legume.

Având în vedere aceste fapte, se poate spune că managementul apei este foarte important pentru a obține recolte mărite și de calitate.

Impactul managementului apei asupra schimbărilor climatice este mai puțin evident decât consecințele acestor schimbări asupra necesității modificării tehnicilor de irigare. Scăderea emisiilor de gaze cu efect de seră datorate gospodăririi apei se bazează în principal pe reducerea cantității de energie și de apă utilizate, în timp ce efectele schimbărilor climatice asupra gospodăririi apei sunt mai evidente și mai complexe.

Pentru a realiza proiecte bune de irigație, se poate porni de la presupunerea că temperaturile medii vor continua să crească cu cel puțin 1,5°C în următoarele decenii, în același timp fiind așteptate schimbări ale frecvenței și intensității precipitațiilor.

Creșterea temperaturilor va determina creșterea evapotranspirației, și deci creșterea nevoilor de apă în agricultură și apariția unui stres suplimentar privind resursele de apă. Zonele care dispun de mari resurse de apă în prezent, dar sunt predispuse la schimbări climatice, trebuie să învețe practicile folosite în regiunile unde apa deja lipsește astăzi. Culturile vor trebui aprovizionate cu apă și irigate diferit, în funcție de modul în care se schimbă regimul precipitațiilor. Practicile și tehnicile de irigare trebuie să evolueze; de exemplu, se poate folosi ”picurarea”, în locul pulverizării, deoarece este mai economică. În același timp, se vor produce schimbări în privința culturilor și a varietăților cultivate, agricultura trebuind să se adapteze schimbărilor climatice.

Creșterea generală a temperaturii va reduce probabil depozitul de zăpadă și gheață din munți și ghețari, devansând astfel topirea zăpezii și gheții și schimbând regimurile sezoniere ale râurilor. În plus, deversările poluante afectează mai mult cursurile de apă mai calde.

Efectele schimbărilor climatice asupra managementului apei sunt evidente. Pe lângă furnizarea apei necesare plantelor, irigațiile vor avea din ce în ce mai mult și funcția de a atenua acțiunea evenimentelor climatice extreme (îngheț, temperaturi ridicate).

Deoarece crește riscul deșertificării, fermierii se pot adapta aplicând două metode: tehnologia ”dry-farming” (aridocultura) și agricultura prin irigații.

Tehnologia ”dry-farming” este aplicată în zone ce primesc anual 508 mm precipitații sau mai puțin, și se bazează pe producția profitabilă a culturilor utile fără a folosi irigația. În zonele cu ploi torențiale, vânturi puternice, distribuție neuniformă a precipitațiilor sau supuse altor factori de disipare a apei, termenul ”dry-farming” este de asemenea, recomandat culturilor în regim neirigat în condițiile unor precipitații anuale de 635 mm, sau chiar 762 mm. Problemele care pot apărea în sistemul ”dry-farming” sunt: acumularea în sol a unei mici cantități anuale de precipitații, păstrarea umidității din sol până când va fi utilizată de plante, prevenirea evapotranspirației directe a apei din sol în timpul sezonului de creștere, reglarea cantității de apă extrase de plante din sol, alegerea culturilor potrivite pentru zonele aride, aplicarea tratamentelor corespunzătoare pentru culturi și valorificarea produselor pe baza compoziției superioare a plantelor ce necesită cantități mici de apă.

Agricultura prin irigații se bazează pe distribuirea artificială a apei în terenul agricol pentru înființarea culturilor și asigurarea creșterii plantelor. Creșterea temperaturii și distribuția neuniformă a precipitațiilor pot crește cererea de cantități suplimentare de apă de către plante care cresc de obicei în condiții aride.



Manifestarea consecințelor instalării secetei, prin crustificarea și crăparea solului.

Cele mai bune practici de management al irigațiilor

Fermierii din zonele umede care sunt predispuse la schimbări climatice care conduc la deșertificare trebuie să preia modul de a face agricultură a celor din zonele în care apa este insuficientă. Cele mai bune practici recomandate nu impun celor ce aplică irigația ce trebuie să facă cu exactitate pentru administrarea irigațiilor, sau ce instrumente să folosească. Deciziile trebuie luate pentru fiecare caz în parte și variază în funcție de o întreagă gamă de factori specifici locului și irigatorilor. Totuși, trebuie ținut cont de faptul că sistemele mai sofisticate de irigare și instrumentele mai complexe de programare nu aduc în mod necesar o irigație de performanță mai bună. Mult mai importantă este abilitatea managerială a fermierului.

O întreținere adecvată a sistemului de irigație sau modernizarea lui sunt instrumente importante pentru o administrare eficientă a apei.



Sistem de stropire acționat manual.

Sistem de stropire prin tuburi.



Măsuri recomandate:

- Administrarea corectă a sistemelor bazate pe norme ridicate de irigații.
- Cunoașterea proprietăților solului: capacitatea solului de a reține apa și adâncimea de înrădăcinare a plantelor.
- Proiectarea și întreținerea corectă a sistemelor de irigații, care să țină cont de factorii care influențează sistemele de irigații: structura sistemului de irigații, vechimea și modul de întreținere.
- Monitorizarea tuturor aspectelor la fiecare aplicare a irigațiilor înainte, în timpul și după administrarea normei de udare.
- Deciderea momentului aplicării, verificarea circuitului apei se realizează în timpul aplicării normelor de udare, prin măsurarea performanței și uniformității aplicării. După irigare se evaluează sub- și supra-irigarea.
- Utilizarea mai multor mecanisme de monitorizare pentru a planifica irigațiile: măsurarea umidității solului, observarea stării plantelor și testarea tuburilor de dren după irigații, în vederea efectuării modificărilor necesare pentru următoarea udare.
- Stabilirea unui program de control al irigațiilor. Cu actualele tehnologii este posibil să se programeze automat sistemele de irigații, pe baza analizei unor probe sau set de probe de sol.
- Flexibilitate în adaptarea noilor tehnologii.
- Utilizarea unor programe de software pentru analiza bilanțului apei din sol, care să ruleze pe PC sau server web. Crearea unor modele simple, cu un număr limitat de parametri accesibili.

Avantajele pentru fermier:

- Apa pentru irigații este folosită eficient, micșorând riscul de a risipi această resursă naturală.

Alegerea unei metode de irigare

Schimbările climatice nu modifică în esență procedura de alegere a metodelor de irigare, ci schimbă doar ponderea anumitor factori. Pentru a alege o metoda de irigare adecvată, fermierul trebuie să cunoască avantajele și dezavantajele diverselor metode, și trebuie să înțeleagă în același timp ce metodă se potrivește mai bine condițiilor locale.

Alegerea unei metode de irigare corespunzătoare fermei respective se face în funcție de condițiile naturale ale terenului și de condițiile de management agricol aplicat.

Factorii naturali (pedo-climatici) luați în considerare în selectarea metodei de irigare potrivite:

- **Tipul de sol:** solurile nisipoase au o rată de reținere scăzută a apei și o capacitate de infiltrație mare. De aceea, necesită norme de udare scăzute, dar aplicate frecvent, mai ales când straturile nisipoase sunt superficiale, ceea ce duce la alegerea sistemurilor de irigare prin aspersiune sau prin picurare, și nu a irigației prin brazde. Pe solurile argiloase sau lutoase pot fi utilizate toate tipurile de irigații, dar mai ales cea de irigare prin brazde. Sistemul de irigații prin brazde este cel mai indicat pentru solurile argiloase care au o rată de infiltrare scăzută. Dacă în aceeași schemă de irigații sunt cuprinse mai multe tipuri de sol, este recomandată irigarea prin aspersiune sau prin picurare, deoarece acestea asigură o bună distribuție a apei.
- **Panta terenului:** Pe terenurile cu pante mari sau pe suprafețele cu relief neuniform sunt de preferat irigarea prin aspersiune sau prin picurare, și nu irigația prin brazde, deoarece acestea nu necesită nivelarea anterioară a terenului. Fac excepție terenurile utilizate ca orezării pe terase amenajate în acest scop.
- **Clima:** Vântul puternic poate influența udarea prin aspersiune, de aceea, în condiții de vânt puternic, este de preferat udarea prin picurare sau prin inundare. Pe suprafețele care necesită udări suplimentare, irigarea prin aspersiune sau picurare sunt mult mai potrivite datorită flexibilității și adaptabilității la cerințele fermei.
- **Accesibilitatea apei:** Eficiența aplicării normelor de udare este mai ridicată în cazul irigațiilor prin aspersiune și picurare decât la irigarea prin brazde, deci în cazul în care rezervele de apă sunt limitate, sunt preferate aceste metode. Trebuie reținut că eficiența depinde atât de irigator, cât și de metoda de irigare utilizată.
- **Calitatea apei:** Depunerile de sedimente din apă pot bloca duzele în cazul sistemelor de irigații prin aspersiune sau prin picurare, ceea ce duce la creșterea costurilor de întreținere. De aceea, este preferată irigarea prin brazde când apa pentru irigații conține multe sedimente. Dacă apa de irigații conține săruri, este recomandată irigarea prin picurare, deoarece este aplicată pe sol o cantitate mai mică de apă decât în irigația prin brazde. Sistemele de irigații prin aspersiune sunt mult mai eficiente decât metodele de irigare prin brazde pentru a spăla sărurile.

Factorii agricoli luați în considerare în selectarea metodei de irigare potrivite:

- **Tipul de cultură:** Irigarea prin brazde poate fi utilizată la toate tipurile de culturi. Irigarea prin aspersiune și cea prin picurare sunt recomandate pentru culturile legumicole și pomicole, datorită investițiilor ridicate necesare per hectar. De aceea, aceste tipuri de irigație nu prea sunt utilizate la culturile cu o valoare economică scăzută. Irigarea prin picurare este potrivită în cazul irigației individuale a plantelor, pomilor, sau a culturilor legumicole și trestiei de zahăr. Aceasta metodă nu este recomandată pentru culturile semănate în rânduri dese (orez).
- **Tipul de tehnologie:** Tehnologia influențează metoda de irigație. În general, irigația prin picurare și prin aspersiune sunt cele mai complicate din punct de vedere tehnic. Achiziționarea echipamentelor de irigație necesită investiții ridicate la hectar, iar pentru întreținerea echipamentelor trebuie asigurată logistica corespunzătoare (know-how). De asemenea, este necesar să existe o rezervă suplimentară de combustibil și piese de schimb. Sistemele de irigare prin brazde necesită cele mai simple echipamente, atât pentru construcție, cât și pentru întreținere (număr redus de pompe), echipamentul utilizat fiind mult mai ușor de întreținut.
- **Experiență anterioară în utilizarea sistemelor de irigații:** Alegerea metodei de irigații depinde și de cele mai utilizate sisteme de irigații în zona/regiunea respectivă. Introducerea unei noi metode poate duce la apariția unor probleme nedorite, căci nu există certitudinea acceptării unei noi metode de către fermieri. Asigurarea asistenței tehnice a echipamentului poate ridica probleme și costurile pot fi mai mari în comparație cu beneficiile. În majoritatea cazurilor, este mai ușor să îmbunătățești sistemele folosite în mod curent, decât să introduci o metodă integral nouă.
- **Resursele umane:** Sistemul de irigații prin brazde are cerințe mai mari în ceea ce privește utilizarea de forță de muncă calificată pentru construcție, funcționare și întreținere, decât în cazul irigațiilor prin aspersiune și picurare. Metoda de irigare prin brazdă cere o bună nivelare a solului, precum și un instructaj corespunzător al fermierilor pentru utilizarea și întreținerea la un nivel ridicat al sistemului. Irigarea prin aspersiune și prin picurare solicită o nivelare redusă a terenurilor, modul de utilizare și întreținerea sistemului fiind mult mai simple.
- **Costuri și beneficii:** Înainte de a alege tipul de irigare folosit trebuie făcută o estimare a costurilor și beneficiilor fiecărei metode în parte. Trebuie luate în considerare atât costurile de construcție și instalare, cât și cele de funcționare și întreținere (calculate la ha), aceste cheltuieli fiind comparate cu beneficiul adus de sporul de producție. Fermierii vor fi interesați de metoda cea mai eficientă din punct de vedere economic.

Avantajele pentru fermier:

- Adoptarea unei metode eficiente de irigație este obligatorie în economisirea resurselor de apă.

Utilizarea tehnici adecvate de economisire a apei

Economisirea apei poate fi considerată aspectul principal al managementului integrat al apei ce protejează mediul și clima. Tehnicile de economisire a apei se referă la sol, plante (culturi și buruieni), atmosferă și sistemele de irigație. Tehnicile de economisire din agricultură prin irigații, adăugate celor din agricultura ”dry-farming”, se referă la toți pașii procesului de irigare: colectarea apei (pompare etc.), depozitarea (lacuri, bazine, ape subterane), transportul (apeducte), salinitatea, toxicitatea, materialele în suspensie, pierderile prin evaporare în timpul distribuirii apei și pierderile din solurile fără vegetație irigate, pierderile prin transpirație datorate buruienilor, pierderile prin scurgere sau prin infiltrarea în adâncime.

Măsuri recomandate:

- Efectuarea arăturilor la o adâncime care să asigure atât necesarul de apă, cât și o bună înrădăcinare. Un sol arat reduce scurgerea la suprafață a apei provenită din precipitații. Pe solurile argiloase, aratul duce la sporirea rezervei de apă cu 50 mm, în comparație cu utilizarea sistemului de lucrări minime sau aplicării mulciului, și chiar cu 100 mm față de sistemul non-tillage (fără lucrări). În schimb, pe solurile nisipoase, aratul la adâncime mare poate reduce rezerva de apă a solului.
- Se recomandă ca arătura superficială să fie efectuată cu ajutorul cultivatorului pentru combaterea buruienilor sau spargerea crustei solului, pentru a opri extragerea apei de către rădăcini (transpirația) sau pentru a reduce semnificativ capilaritatea solului (evaporația).
- Realizarea de perdele de protecție (culturi) pentru păstrarea apei în sol și evitarea eroziunii prin vânt, ca și pentru a controla praful din aer. Cele mai întâlnite specii utilizate sunt cele de porumb pentru siloz, dar și cele de floarea-soarelui.
- Utilizarea mulciului reduce evaporația. Încorporarea resturilor vegetale în sol este considerată cea mai eficientă metodă de a păstra apa în sol, dar se pot folosi și tipuri de mulci plastice.
- Semănatul în benzi în plantațiile pomicole, care previne degradarea structurii solului, favorizează o mai bună infiltrare și depozitare a apei în sol și permite un acces mai ușor al lucrătorilor spre pomi pentru activități de întreținere și recoltare.
- Reducerea suprafețelor irigate în livezi. Dacă există o rezervă scăzută de apă în sol, este uneori mai profitabil să asiguri cantitatea de apă optimă unei părți din livadă și să obții fructe de calitate superioară, decât să irigi întreaga suprafață, dar să obții produse o calitate scăzută.
- Este de evitat, de asemenea, irigarea spațiilor dintre rândurile de pomi.

Avantajele pentru fermier:

- Se reduc evaporația, transpirația și scurgerea apei la suprafața solului.
- Se păstrează structura și permeabilitatea solului la parametrii optimi.
- Recoltele obținute sunt superioare calitativ și cantitativ.

Sistemele de irigare

Sisteme în brazdă: canale mici superficiale folosite pentru a conduce apa în josul unei pante într-un padoc. Brazdele sunt în general drepte, dar pot fi și curbe pe pante abrupte, urmărind conturul terenului. Culturile pe rânduri sunt de obicei puse la 1 m pe stratul dintre brazde.

Sisteme de graniță sau de oprire a inundațiilor: împart padocul în zone separate prin canale paralele. Apa curge în josul pantei padocului ca o pânză ghidată de brazde. Pe terenurile mai abrupte, brazdele sunt așezate la distanțe mai mici și pot urmări conturul terenului. Sistemele respective sunt utile în livezi, vii, pășuni și culturi de grâne.

Sistemele din bazinele plane: diferă de sistemele tradiționale de graniță sau de oprire a inundațiilor pentru că nu sunt în pantă și au marginile închise. Apa este furnizată în mari cantități pentru a se obține o acumulare uniformă și rapidă de adâncimea dorită în interiorul bazinelor.

Sisteme de stropire cu pivot central: un sistem auto-propulsat în care o singură țeavă susținută de un șir de suporturi mobile este suspendată la 2 – 4 m deasupra terenului, apa fiind pompată în țeava centrală, iar suporturile rotindu-se încet în jurul pivotului, irigând o arie mare. Dispozitivele de stropire sunt montate pe sau suspendate de țeavă și distribuie apa sub presiune pe măsură ce țeava se rotește. Dispozitivele sunt reglate în gradații, de la mic la mare, pentru ca cercul exterior, care se mișcă mai repede, să primească aceeași cantitate de apă ca cel interior.

Sisteme de stropire acționate manual: mai multe țevi ușoare care sunt deplasate manual pentru irigații succesive. Țevile laterale sunt conectate la o țeavă principală ce poate fi portabilă sau îngropată. Aceste sisteme manuale sunt folosite pentru zone mici și neregulate, nefiind potrivite pentru culturile de câmp înalte din cauza dificultății re poziționării părților laterale și pentru că necesită un efort mai mare decât celelalte sisteme de stropire.

Sisteme de stropire fixe: se referă la un sistem imobil de stropire. Țevile de aducere a apei sunt în general fixate (de obicei sub suprafața solului), iar dispozitivele de stropit sunt ridicate deasupra solului. Sunt folosite de obicei în livezi și vii pentru protecția la îngheț și pentru răcirea culturilor, dar și în modelarea peisageră și la îngrijirea gazonului.

Sisteme de stropire mobile: folosesc un stropitor de dimensiuni mari montat pe o roată sau o remorcă și alimentat printr-un furtun flexibil de cauciuc. Stropitorul este autopropulsat îndată ce se dă drumul la apă și se deplasează ghidat de un cablu. Sistemul lucrează la presiuni ridicate.

Sisteme cu rotire laterală, deplasate pe roți: roți de diametru mare, montate pe o țeavă, ce permit mișcarea țevii în poziții succesive de-a lungul câmpului. Trebuie ținut cont de tipul culturii, întrucât țeava se află la aproximativ 1 metru deasupra terenului.

Sisteme cu mișcare liniară sau laterală: similare sistemelor cu pivot central, cu deosebirea că șirul lateral și suportii se mișcă în linie dreaptă pe un teren dreptunghiular. Apa este trimisă printr-un furtun flexibil sau trasă dintr-un canal betonat aflat la marginea câmpului.

Sisteme de irigare cu curgere lentă (picurare și infiltrare): folosesc tuburi de diametre mici plasate deasupra sau dedesubtul suprafeței solului. În mod frecvent, sunt aplicate solului debite mici de apă, prin mici găuri sau emițători. Emițătorii sunt alimentați printr-o rețea de linii principale, secundare și laterale, iar apa este distribuită direct în zona rădăcinilor, evitându-se scurgerea și infiltrarea adâncă, minimizând evaporarea. Sunt în general utilizate în livezi, vii sau culturi prețioase de legume.

Bilanțul de apă

Bilanțul de apă al unui teren agricol este un calcul al intrărilor (**precipitații, irigație**, ridicarea capilară din **apa freatică**), ieșirilor (**evapotranspirația, scurgerile, infiltrarea spre adâncime**) și modificărilor cantității de apă acumulată în stratul radicular. Bilanțul de apă estimează deficitul de apă la sfârșitul perioadei curente, pornind de la rata deficitului de apă la sfârșitul perioadei precedente și este calculat la un pas zilnic (sau săptămânal sau lunar).

În general, input-urile principale sunt date de precipitații, iar output-urile de evapotranspirație, astfel încât ecuația de bilanț este următoarea:

$$MDt = SMDt-1 + Kc * Etot - Pet - IRnet.t,$$

unde

IRnet.t: [mm] este rata netă de udare aplicată în perioada **t**.

Kc [-]: un coeficient care depinde de tipul și stadiul de dezvoltare al culturii.

Etot: [mm] evapotranspirația de referință în perioada **t**.

Pet [mm]: precipitațiile efective în perioada **t**.

SMDt-1, SMDt: [mm] deficitul de umiditate din sol la sfârșitul perioadei **t-1**, respectiv **t**.

Între capacitatea de câmp (**CC**) și coeficientul de ofilire (**CO**), există apă numai în microporozitatea solului (diametrul porilor $< 8 \mu m$), în timp ce macro-porii ($d > 8 \mu m$) sunt ocupați de aerul din sol, creându-se un mediu optim pentru respirația rădăcinilor. Când umiditatea este sub **CO**, plantele din zonele temperate mor, deoarece apa este prea puternic reținută de sol. Când umiditatea depășește **CC**, apa nu este păstrată de sol, ci se infiltrează către apa freatică. Apa accesibilă sau utilă (**CUA**) este diferența între umiditatea solului la **CC** și cea la **CO**:

$$CUA = CC - CO$$

CUA depinde în principal de dimensiunea particulelor, conținutul de materie organică din sol și de structura solului.

Apa accesibilă plantelor (AAP) depinde de **CUA** și de adâncimea rădăcinilor (**AR**):

$$AAP = CUA * AR$$

Pentru a evita stresul de apă, irigatorul permite doar o scădere parțială a rezervei de apă din sol. Scăderea permisă (**AD**) depinde de tipul culturii și de faza fenologică. Tipurile de irigator se deosebesc prin modul în care asigură această scădere permisă. Prin **metoda irigației prin stropire**, solul este realimentat până la nivelul **CC** când **AD** este complet epuizată; în schimb, prin **metoda scurgerii**, nivelul de umiditate în zona irigată este menținut constant aproape de **CC**.

FAO propune metoda celor “trei pași” pentru calculul valorilor ET:

- 1) ET_o = Evapotranspirația de referință
- 2) ET_c = Evapotranspirația culturii în condiții optime $ET_c = ET_o * Kc$
- 3) ET_{real} = Evapotranspirația culturii în condiții reale

Evapotranspirația de referință (**ET_o**) se calculează în majoritatea cazurilor din date meteorologice prin formule matematice. Coeficienții culturilor (**Kc**) pentru fiecare zonă sunt

furnizați în general de institutele agronomice și de centrele experimentale. Ultimul pas nu este neapărat necesar, deoarece scopul irigației este acela de a menține culturile în condiții optime.

Precipitațiile efective (**Pe**) constituie partea din precipitații (ploi) reținută de sol. Adoptarea cantităților de precipitații măsurate direct de aparatele de măsură nu modifică substanțial bilanțul de apă, întrucât evapotranspirația apei reținute de învelișul vegetal ține cont de transpirația frunzelor.

La evaluarea irigației nete (**IRnet**) cu sistemul prin stropire se întâlnesc aceleași dificultăți ca în cazul precipitațiilor. Pentru irigarea prin scurgere (trickle), accentul nu se pune pe evapotranspirație, ci mai ales pe pierderile prin infiltrare în adâncime (**DP**). În orice caz, pentru plantele actuale, ambele metode adoptă contoarele de debit ce permit irigarea cu doze precis calculate.



Sistem de stopire fix

Sistem de irigare cu curgere lentă



MANAGEMENTUL ȘI FERTILIZAREA SOLULUI

Un management eficient al solului în condițiile schimbărilor climatice are în vedere, în primul rând, menținerea, restaurarea și creșterea rezervei de carbon din sol, reducând sau menținând astfel concentrația atmosferică de CO₂. Managementul agricol în zonele cultivate trebuie să țină cont de faptul că pierderea materiei organice din sol este substanțială.

De exemplu, carbonul mineral și organic din solul înlăturat prin eroziune este mai ușor de descompus, o mare parte fiind mineralizat anual în CO₂. Este evident că eroziunea solului este una dintre cele mai importante probleme de degradare a solului, contribuind la reducerea calității solului și a poluării apelor de suprafață.

Eroziunea poate fi cauzată de apă, de vânt, dar și de aplicarea necorespunzătoare a lucrărilor agricole. De exemplu, resturile vegetale brute rămase la suprafața solului reduc viteza vântului la suprafață, ca și scurgerea apei. Eliminarea, încorporarea sau arderea resturilor vegetale pot crește și ele riscul la eroziune accentuată.

O gestionare adecvată a solului, în ceea ce privește lucrările solului, fertilizare, rotația culturilor etc. poate reduce pierderea de carbon din sol și, eventual, chiar la creșterea fixării carbonului. Ca urmare, principalele direcții vizate sunt controlul eroziunii și fertilizarea minerală.



Fertilizare organică

Fertilizare minerală



Controlul eroziunii prin apă

Eroziunea prin apă este cauzată de impactul picăturilor de ploaie (sub acest aspect, este importantă intensitatea precipitațiilor) și de procesele de scurgere (care sunt afectate de cantitatea totală de precipitații). Dacă se aplică practici adecvate de amangement al solului, se pot controla procesele de eroziune de suprafață prin metoda între-rigole (deplasarea solului prin stropirea picăturilor de ploaie) și prin șiroire (eroziunea prin flux concentrat în pâraie mici). Practicile corecte includ managementul culturii precedente, protecția suprafeței solului prin covorul vegetal și întreținerea acoperirii și rugozității terenurilor.

Măsuri recomandate:

- Menținerea resturilor vegetale ale culturii încheiate la peste 30% până la încheierea covorului vegetal.
- Alternarea culturilor de vară cu cele de toamnă și/sau cu cele perene.
- Folosirea de culturi de acoperire în perioadele în care solul nu este acoperit cu suficiente resturi vegetale.
- Utilizarea de lucrări pe contur – culturile sunt plantate pe contur (în special pentru pante moderate, de 2 – 6%).
- Utilizarea de culturi în benzi pe contur – alternarea benzilor de culturi cu multe resturi vegetale sau a celor de culturi perene cu benzi cu culturi cu puține resturi vegetale. Benzile trebuie distribuite în forma conturului.
- Construirea de terase de nivel.



Folosirea perdelelor forestiere

Avantajele pentru fermier:

- Crește perioada în care solul este acoperit cu vegetație.
- Se reduce suprafața solului expus direct la acțiunea stropilor de ploaie.
- Se reduc pierderile prin scurgeri și împrăștierea solului datorată stropilor de ploaie.
- Crește protecția împotriva eroziunii apei pe pante moderate.
- Solul erodat din benzile goale sau cu puține resturi vegetale se depune în benzile cu multe resturi vegetale sau vegetație densă.
- Se modifică înclinarea pantei prin terasare.

Controlul eroziunii cauzate de lucrările agricole

O mare atenție trebuie acordată prevenirii eroziunii solului în zonele de deal. Eroziunea cauzată de lucrările agricole este o formă de eroziune a solului care deplasează solul pe verticală, de la suprafață în adâncime, expunând subsolul în partea superioară a pantei și îngropând solul în partea inferioară a pantei, unde se acumulează solul după mai mulți ani de lucrări. Efectul acestui proces este scăderea recoltelor, deși costurile de producție rămân aceleași pe unitatea de suprafață (cultivat, îngrășămintă etc.), datorită calității scăzute a subsolului expus. În plus, eroziunea cauzată de lucrările agricole duce la accentuarea eroziunii prin apă pentru că, eventuala afectare a dezvoltării plantelor pe panta superioară, duce la scăderea protecției solului împotriva scurgerilor.

Măsuri recomandate:

- Eliminarea sau reducerea lucrărilor agricole în zonele respective.
- Schimbarea aratului de jos în sus cu cel pe contur (nu este recomandat pentru pante abrupte).
- Dacă nu este posibil să se elimine lucrările agricole, se recomandă să se evite aratul din deal în vale. Este benefic să se are pe contur, sau măcar din vale în deal.
- Transportarea stratului superior de sol din zonele de depozit înapoi pe crestele dealurilor.



Sistem de cultură pe curba de nivel



Sistem de cultură în pantă afectat de eroziune areolară

Avantajele pentru fermier:

- Poate fi redusă sau complet eliminată eroziunea cauzată de lucrările agricole.
- Eroziunea este redusă și nivelul recoltelor este păstrat constant.
- Pantele erodate sunt reabilitate.
- Substanțele nutritive sunt utilizate mai corect..

Executarea lucrărilor agricole

Lucrările agricole de conservare (lucrări agricole no-till sau minime) au cunoscut o evoluție mai accentuată deoarece au fost utilizate și ca o măsură de prevenire a eroziunii solului. Ulterior, preocuparea legată de schimbările climatice și emisiile de gaze cu efect de seră a crescut potențialul acestor metode de a reduce pierderile de carbon din sol, sau chiar pentru a transforma unele soluri din „surse de carbon” în „depozite de carbon”. Afânarea solului prin lucrări agricole duce la pierderi de carbon și azot din sol din cauza unei accesibilități crescute a oxigenului necesar pentru descompunerea materiei organice și respirație, crescând astfel eliberarea de CO₂. Aplicarea lucrărilor de conservare conduce la o acumulare de carbon și materie organică în solurile agricole.

Măsuri recomandate:

- Trecerea la un sistem de management no-tillage.
- Dacă este necesară o lucrare agricolă, se recomandă evitarea lucrărilor de toamnă și așteptarea până în primăvară.
- Reducerea numărului de treceri.
- Utilizarea chiselului și discurilor doar în stratul superior al solului.
- Operarea utilajelor agricole de cultivat la viteză mai mică.



Pregătirea patului germinativ la Sâmbăta de Sus

Avantajele pentru fermier:

- Se realizează o protecție mai bună a terenurilor împotriva degradării datorită scăderii cantității de energie sau combustibil de către tractor etc.
- Se realizează o economie de carburant, care scade costurile.
- Scade compactarea solului.
- Când utiliajele agricole sunt conduse cu viteză mare, acestea aruncă bucăți de sol și resturi vegetale, cu un impact negativ asupra păstrării umidității solului. În condițiile unei viteze mici de operare, se păstrează mai bine umiditatea din sol.
- Scade puterea de tragere a chiselului și discurilor, deci se face economie de combustibil.
- Umiditatea solului este mai bine conservată.

Fertilizarea minerală

Îngrășămintele sunt amestecuri de substanțe simple și/sau compuse, de natură organică sau minerală, care se aplică sub formă lichidă, semifluidă sau solidă în sol, la suprafața solului sau foliar, în scopul sporirii fertilității solului și a producției vegetale. Din punct de vedere al originii, îngrășămintele sunt chimice (cu azot, fosfor, potasiu, microelemente etc.), respectiv produse industriale anorganice (minerale) și organice (urea și derivații ei), organice naturale (care provin din sectorul zootehnic), organice vegetale (care provin de la plante verzi: lupin, mazariche, latir, sulfina etc.; sau de la plante uscate), bacteriene (nitragin, azotobacterin, fosfobacterin etc.).

Managementul fertilității solului își propune îmbunătățirea condițiilor chimice a solului care condiționează creșterea și dezvoltarea plantelor, precum și furnizarea de nutrienți pentru plante în cantitate suficientă și la momentul necesar. Fertilizarea trebuie să optimizeze randamentul culturilor și beneficiile economice, minimizând, în același timp, impactul asupra mediului. Cantitățile de nutrienți minerali cerute de plante depind de natura culturii, rezerva din sol și de randamentul așteptat al producției agricole. Nivelul fertilității unui sol poate scădea dacă tehnologiile de plantare sunt inadecvate sau, dimpotrivă, poate crește dacă solul este cultivat astfel încât să i se îmbunătățească proprietățile chimice, fizice și biologice.

Fertilizarea cu azot poate crește fluxul de CO₂ din sol cu până la 20% față de cazurile în care nu s-a aplicat azot. Astfel de efecte au fost observate mai ales atunci când există mai mulți factori care acționează simultan, cum ar fi arderea resturilor vegetale sau folosirea anumitor practici agricole.

Măsuri recomandate:

- Adaptarea sau optimizarea aplicării de îngrășămintele minerale, în special azot.
- Utilizarea sistemelor de rotație a culturilor.
- Efectuarea de analize și teste periodice ale solului, în scopul de a evalua și corecta factorii care împiedică creșterea și dezvoltarea normală a plantelor (aciditate, exces sau deficit de nutrienți etc.).
- Utilizarea îngrășămintelor organice naturale, adaptate la nevoile / cerințele plantelor.

Avantajele pentru fermier:

- Scade poluarea cu nitrați a straturilor inferioare ale solului și a apelor subterane.
- Se conservă și se îmbunătățește fertilitatea naturală a solului.
- Se creează condiții adecvate de nutriție minerală bazate pe informații corecte și actualizate obținute din testarea solului.
- Scad costurile, crește utilizarea produselor disponibile ale fermei (gunoi de grajd), și se obține un impact negativ mai mic asupra calității solului și apei în fermă, în comparație cu cazul în care se utilizează îngrășămintele minerale.

Fertilizarea organică

Materia organică este constituită în principal dintr-o gamă largă de compuși de carbon din sol. În mod simplificat, materia organică poate fi împărțită în două mari categorii: fracția organică stabilizată (extrem de descompusă și stabilă) și fracția activă (care este activ utilizată și transformată de organisme vii: plante, animale și microorganisme). Pentru a îmbunătăți fertilitatea solului, se poate adăuga materie organică, pentru a gestiona mai bine substanțele nutritive importante pentru plante. Materia organică adăugată într-un sol nisipos crește capacitatea solului de a reține apa, în timp ce într-un sol argilos, humusul va afâna solul, făcându-l mai sfărâmicios. Materia organică nu adaugă "noi" substanțe nutritive pentru plante, ci eliberează nutrienții într-o formă accesibilă plantelor prin procesul de descompunere. Pentru a menține acest sistem ciclic de nutrienți, rata de adaus din resturile vegetale și gunoiul de grajd trebuie să fie egală cu rata de descompunere. Termenul de stare de echilibru a fost folosit pentru a descrie o stare în care rata de adaus este egală cu rata de descompunere. Fertilizarea poate contribui la menținerea acestui echilibru de nutrienți prin creșterea randamentului culturilor și, prin urmare, a cantităților de resturi vegetale revenite pe sol.

Măsurile recomandate:

- Utilizarea de lucrări agricole minime pentru a reduce viteza de degradare a materiei organice din sol.
- Adăugarea de îngrășământ organic natural pentru a îmbunătăți fertilitatea solului cultivat. Îngrășămintele organice naturale sunt produse de fermele agricole și zootehnice sau sunt obținute din materialele vegetale, care pot fi proaspete sau în diferite stadii de fermentație.
- Cele mai răspândite îngrășăminte organice naturale sunt produse de creșterea animalelor: **gunoiul de grajd** (care poate fi folosit în stare proaspătă, fermentat parțial sau complet) și **levigatul acestuia** (partea care se scurge), **urina**, **deșeurile lichide de origine animală** (numite și suspensie), **compostul** și **îngrășământul verde** amestecat cu materiale vegetale folosite pentru patul vegetal..

Avantajele pentru fermier:

- Crește fertilitatea solului, ca și cantitatea de carbon din sol, cea ce promovează dezvoltarea bacteriilor benefice. Materia organică poate fi considerat drept "bancă de schimb de nutrienți" pentru că furnizează și absoarbe nutrienți în formă accesibilă plantelor.
- Se îmbunătățește structura și aerația solului, infiltrarea apei în sol și rezistența solului la eroziune și formarea crustei prin legarea particulelor mici de sol în agregate mai mari.
- Crește capacitatea de gestionare a nutrienților (capacitatea de capturare și de schimb) și se îmbunătățesc alte proprietăți ale solului de către fracțiunea rezistentă sau stabilă a materiei organice din sol.

MANAGEMENTUL SEPTELULUI

Creșterea animalelor este cea mai importantă sursă de gaze cu efect de seră din agricultură, mai mult de 50% din acestea, la nivelul UE, provenind din crescătoriile de animale și din depozitele de bălegar, principalele gaze cu efect de seră din acest sector fiind metanul și protoxidul de azot. Concentrațiile mari de CO₂ din atmosferă provin din materialele vegetale ce sunt considerate, similar situației din sectorul energetic, o sursă regenerabilă de energie. Dioxidul de carbon din respirația animalelor domestice nu contribuie la aceste cantități, ci este din nou încorporat prin plante în materia organică și astfel ciclul continuă.

Metanul este în cea mai mare parte generat prin fermentația alimentelor în traiectul intestinal al animalelor domestice, în special în partea anterioară a stomacului ruminanților, dar și în timpul stocării îngrășământului animal. Deși carbonul din metan provine din materialul vegetal, el nu este neutru pentru mediu, așa cum este dioxidul de carbon format prin respirație. Efectul de seră al metanului este de 21 de ori mai mare decât cel al dioxidului de carbon.

Protoxidul de azot este generat în principal prin transformarea compușilor de azot din zonele agricole și din depozitele de îngrășământ animal. Activitățile agricole cauzează și emisii indirecte, care nu se produc la ferme, dar sunt consecința volatilizării în atmosferă a amoniacului și oxizilor de azot (NO_x). Emisii indirecte sunt determinate și de filtrarea și scurgerea compușilor de azot în apele de suprafață și în cele subterane. Emisiile de protoxid de azot depind în principal de eficiența administrării azotului.

Creșterea animalelor are în principal un impact negativ asupra climei, dar poate avea și un efect pozitiv sub anumite aspecte. Animalele ierbivore folosesc pășuni extinse, solurile acestor pășuni fiind de obicei bogate în materie organică ce poate reține dioxidul de carbon, aducând astfel beneficii mediului. Pe de altă parte, bălegarul crește cantitatea de materie organică din terenurile arabile.

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 corespunzătoare a gunoierului de grajd, îndeosebi prin realizarea unui ciclu eficient al azotului la ferme. Trebuie reținut că metanul este generat și de animalele ne-productive, care au nevoie de energie sub formă de alimente pentru menținerea funcțiilor vitale. Crescând productivitatea, raportul dintre energia consumată pentru producție și energia necesară întreținerii animalelor crește și, în consecință, scad emisiile de metan pe unitate de producție. Când 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 gunoierului de grajd, pe când deficitul de proteine produce o utilizare sub-optimală a energiei și emisii crescute de metan din cauza fermentației enterice.

În practică, creșterea animalelor este adeseori 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 îngrășaminte 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-o dietă adecvată a animalelor domestice, prin construirea unor adăposturi corespunzătoare și a unor depozite de îngrășământ potrivite. O altă măsură adecvată este introducerea unor sisteme corespunzătoare de pășunat la ferme, ceea ce contribuie mult la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.



Exploatație zootehnică – Fermă de vaci la Sâmbăta de Sus

Îmbunătățirea genetică

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

Măsuri recomandate:

- Analizarea potențialului genetic al raselor de animale selectate.
- Eliminarea animalelor slab productive din cadrul fermei.
- Pentru unele specii, cum e cazul vacilor, păstrarea producțiilor extrem de ridicate poate induce o fertilitate scăzută și o reducere a longevității, care poate duce în final la diminuarea tuturor efectelor pozitive ale producțiilor respective. Această situație se întâlnește îndeosebi la rasele exotice, care sunt neadaptate la condițiile locale.
- Evitarea creșterii animalelor cu productivitate scăzută, cu excepția speciilor pe cale de dispariție care trebuiesc păstrate.



Exemplare din diferite rase locale pentru carne

Avantajele pentru fermier:

- Scad costurile pentru hrana animalelor pe unitate de producție.
- Scad cheltuielile legate de adăposturile de animale.
- Scad cheltuielile legate de echipamentul necesar pe unitatea de producție.

Indicarea dietei (regimului alimentar)

Dieta animalelor din ferme trebuie echilibrată pentru a le optimiza utilizarea capacității genetice. Realizarea unui echilibru corect între energia și proteinele din regimul alimentar, ca și o suplimentare corectă cu minerale și vitamine, au o importanță specială în utilizarea optimă a alimentelor, ceea ce conduce la scăderea emisiilor de metan. Surplusul de proteine cauzează excreții excesive de azot și emisii mai mari, directe și indirecte, de protoxid de azot. Emisiile crescute sunt generate și de supra-alimentație, ce determină acumularea rezervelor excesive de grăsime la animale. În general, dietele asimilabile în grad înalt generează cantități mai mici de gaze cu efect de seră pe unitate de producție în comparație cu dietele cu asimilare scăzută. În general, dietele echilibrate duc la creșterea lungimii vieții, iar acest lucru scade emisiile de gaze cu efect de seră prin micșorarea necesității de reînnoire a cirezii.

Măsuri recomandate:

- Verificarea dietelor prin efectuarea unui calcul care țin cont de nevoia animalelor și de valoarea nutrițională a hranei disponibile. Hrana caracterizată printr-o variabilitate ridicată trebuie analizată periodic.
- Furnizarea de nutrețuri de calitate superioară pentru rumegătoarele cu cerințe ridicate față de hrană (vacile, oile și caprele crescute pentru lapte aflate în perioada de lactație și tineretul aflat la îngrășare) și de furaje slab calitative pentru animalele cu cerințe scăzute (viței întărcați, vacile, oile și caprele aflate la sfârșitul lactației).
- Introducerea fazelor de hrănire la porci și păsări de curte, care să corespundă, pe cât posibil, cerințelor pe categorii de animale.
- Administrarea de suplimente nutritive bazate pe iarbă, care includ furaj cu valoare energetică ridicată și conținut scăzut de proteină (porumb însilozat, sfeclă furajeră) pentru rumegătoarele cu nevoi ridicate.
- Optimizarea suplimentelor de aminoacizi pentru porci și păsări de curte, prin adăugarea de aminoacizi sintetici pentru a reduce procentul de proteine din dietă.
- Suplimentarea dietei de bază a rumegătoarelor cu nutrețuri concentrate dacă este necesar.
- Verificarea periodică a corelației dintre producția obținută și modul de furajare (performanța reproductivă, spor în greutate, producția de lapte și ouă).

Avantajele pentru fermier:

- Scad costurile pentru hrană.
- Crește potențialul de producție și performanțele biologice.
- Scad problemele de sănătate ale animalelor.

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, măsurile principale de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră din adăposturile animalelor sunt 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.

Măsuri recomandate:

- Creșterea proporției animalelor care pășunează (acolo unde este posibil)
- Extinderea sezonului de pășunat. Pășunatul trebuie să fie direcționat într-un mod în care animalele să rămână o perioadă mai mare în jurul adăptătorilor, bulgărilor de sare, locurilor de hrănit etc.
- Îndepărtarea periodică a gunoiului de grajd și a dejecțiilor lichide din grajduri și menținerea așternuturilor curate.
- Păstrarea uscată a gunoiului de grajd, atât cât este posibil.
- Menținerea corespunzătoare a așternuturilor din grajduri.



Sistem de creștere animale – stabulație liberă



Sistem de creștere animale – stabulație legată

Avantajele pentru fermier:

- Pășunatul este, în general, 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.
- Aceste măsuri îmbunătățesc relațiile cu vecinii, reducând problemele cauzate de mirosul

Tehnici de depozitare a guniului de grajd

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. Alte tehnici utile sunt prevenirea volatilizării amoniacului și a scurgerii compușilor de azot, care provocau emisii indirecte de protoxid de azot. Minimizarea pierderii de azot în mediu duce la scăderea necesarului de îngrășăminte minerale.



Platformă de stocare a gunoiului de grajd etanșeizată cu bazin acoperit pentru depozitarea dejecțiilor lichide



Platformă de stocare a gunoiului de grajd realizată în cadrul Proiectului Controlul Integrat al Poluării

Măsuri recomandate:

- Platformele de stocare a gunoiului de grajd trebuie să fie suficient de mari, etanșeizate și dotate corespunzător.
- Se recomandă depozitarea bălegarului în locuri răcoroase și umbroase, căldura accelerând formarea metanului.
- 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.
- 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.
- 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.
- Posibilitatea construirii unor instalații pentru captarea biogazului, care reduc emisiile de metan, energia obținută fiind utilizată în scopul reducerii de combustibili fosili. Din păcate, producția biogazului este prea scumpă pentru fermele mici.



Stocarea improprie a gunoiului de grajd pe teren.

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..

MANAGEMENTUL ENERGHIILOR REGENERABILE

Sectorul agricol consumă o mare cantitate de energie pe tot parcursul lanțului productiv: mobilizarea solului prin arătură sau alte lucrări agricole, utilizarea adăposturilor pentru animale, pășunatul, administrarea culturilor, irigațiile, operațiunile de recoltare și post-recoltare etc.

O mare parte a necesarului de energie din agricultură și la nivel de fermă este asigurată de utilizarea combustibililor fosili, arderea acestora fiind unul dintre cei mai importanți factori ai emisiei de gaze cu efect de seră, prin creșterea concentrației atmosferice a mai multor gaze ca CO₂, CO, CH₄, NO_x, SO_x etc. Deși agricultura are un potențial ridicat de a produce energie folosind surse alternative, combustibilii fosili rămân în continuare sursa principală.

Pe plan european, UE încurajează fermierii să adopte energia regenerabilă, pentru că utilizarea instrumentelor de mare eficiență sau trecerea la combustibili non-fosili regenerabili va duce la scăderea emisiei și la cea mai eficientă conversie. Se poate folosi energia solară, sau cea a vântului, sau se poate utiliza biomasa pentru a obține energie regenerabilă.

Energia solară poate fi convertită în electricitate (conversie fotovoltaică) sau în energie termică pentru încălzirea apei (conversie termică), și care trebuie transportată acolo unde este necesară. În unele zone, vântul poate fi o importantă sursă de energie, furnizând electricitate fermei. În alte cazuri, se poate utiliza biomasa ca alternativă la combustibilii fosili. Biomasa poate fi definită ca materia organică disponibilă într-un mod regenerabil, contribuind la reducerea efectului de seră prin capacitatea sa ridicată de a reține cantități enorme de CO₂ luate din atmosferă și stocate pentru un interval lung de timp în interiorul fibrelor care o constituie. Biomasa cuprinde resturi vegetale forestiere și de morărit, culturi și deșeuri agricole, lemn și deșeuri lemnoase, deșeuri animaliere, reziduuri ale șeptelului, plante acvatică, arbori și plante cu creștere rapidă, deșeuri urbane și industriale. Energia se poate obține prin mai multe procese, biomasa putând fi transformată în combustibili solizi, lichizi și gazoși pe baza caracteristicilor fizicochimice.

În anumite situații, utilizarea biomasei implică cultivarea de **plante oleaginoase** (floarea soarelui, rapiță etc.) pentru producerea de combustibili de genul bio-diesel sau bio-etanol (obținut din amidon sau din culturi zaharate). Arderea biomasei face posibilă producerea directă de căldură sau electricitate, în timp ce prin gazificare se poate produce un gaz combustibil. Printr-un proces chimic numit piroliză (încălzirea puternică a materiei organice solide în absența oxigenului) se poate obține un combustibil cu proprietăți similare uleiurilor sintetice. Cultivarea **culturilor de biomasă dedicată** poate fi folosită în mod avantajos de sectorul agricol, pentru că ar putea substitui sau complementa culturile alimentare, ca sursă de venituri. Pentru a fi utilă mediului, cultivarea biomasei trebuie făcută într-un mod lipsit de nocivitate pentru acesta. O sursă importantă de biomasă este frecvent constituită din **resturile lemnoase sau ierboase ale culturilor**, pe care, uneori, fermierii obișnuiesc să le ardă pe câmp, în loc să le folosească în producerea energiei. **Biomasa reziduală, resturile lemnoase** sau chiar **biomasa produsă din culturile dedicate** pot fi strânse și transformate în energie.

Un alt mod de a produce energie este folosirea emisiilor de metan din bălegar pentru producerea de biogaz, transformând astfel metanul în dioxid de carbon și reducând efectul de seră general.

Este important ca fermierul să-și asume atât rolul de producător de materiale, cât și pe cel de consumator și/sau furnizor de energie. Pe lângă aspectele privind mediul, în contextul

planificării, alegerii și integrării oportune a celor mai adecvate tehnologii și surse, există și o posibilitate reală de a economisi în costurile energetice, prin reducerea drastică a utilizării combustibililor fosili și, astfel, a emisiilor de gaze cu efect de seră și de pulberi fine. Acest lucru depinde de politica care le permite să devină mai competitive în comparație cu combustibilii fosili (benzină, gaz-motorină). Directiva Europeană 2003/30/CE impune statelor membre procentele minime de biocombustibili ce trebuie introduși pe piețele naționale: 2% din întreaga cantitate de benzină și diesel (pentru transporturi) prezente pe piață până la 31 decembrie 2005, și 5,75% până la 31 decembrie 2010. În ceea ce privește utilizarea biomasei, condițiile sunt favorabile atât în legătură cu acțiunile sinergice alături de exploatarea energiei solare (termice și fotovoltaice) și eoliene (mini-eoliene), cât și cu promovarea diversificării economiei rurale și competitivității sale, reducând costurile energetice.



*Schema de utilizare a formelor alternative de energie
(după <http://www.arhitecturaecologica.ro/>)*

Folosirea energiei solare în fermă sub forma energiei termice

Energia solară este curată și nelimitată (regenerabilă), iar captarea sa pentru a fi folosită la încălzirea fermei prin încălzirea apei poate fi rentabilă din punct de vedere financiar. Energia solară crește eficiența fermei fie că este folosită la uscarea recoltelor, fie la încălzirea clădirilor, fie la acționarea unei pompe de apă. Cantitatea de energie solară ce ajunge zilnic la Pământ este enormă, dacă se face o comparație, energia a doar 20 de zile cu soare echivalează toată energia din rezervele de cărbune, petrol și gaze naturale ale Pământului.

Măsuri recomandate:

- Instalarea panourilor solare pe acoperișuri sau în apropierea fermei pentru încălzire. Pe piață sunt disponibile sisteme circulare pasive sau active cu diferite dimensiuni.
- Sistemele active de încălzire a apei care utilizează mori pot ajuta la creșterea temperaturii aerului, economisind combustibil. Sistemele de încălzire cu apă pot asigura energie pe termen scurt și mediu.
- Activitățile zilnice pot utiliza apă încălzită pentru a curăța echipamentele, dar și pentru încălzirea grajdurilor. Pentru casele și fermele care sunt alimentate cu energie electrică sau gaze naturale, energia solară constituie o alternativă ieftină.
- Utilizarea panourilor solare pentru uscarea cerealelor.
- Utilizarea în solarii de materiale de construcții care pot capta și stoca energia și căldura.



Panouri solare pentru încălzire în cadrul fermelor agricole

Avantajele pentru fermier:

- Se realizează economii financiare.
- Crește independența energetică.
- Scad emisiile de gaze cu efect de seră.
- Scade poluarea.

Folosirea energiei solare în fermă sub forma energiei fotovoltaice

Prin tehnologia fotovoltaică energia solară este transformată direct în energie electrică, pe baza proprietăților appecifice ale unor materiale semiconductoare. Sistemul constă dintr-un panou fotovoltaic (unde se produce transformarea), un invertor ce transformă curentul continuu din panouri în curent alternativ, precum și alte componente de stabilizare a puterii electrice. Captarea energiei solare pentru iluminat și electricitate este un mod accesibil de economie, costurile fiind amortizate în câțiva ani.

Pentru a atinge o putere de 1 kWp sunt necesare panouri totalizând 8 – 10 m²n.

Măsuri recomandate:

- Instalarea panourilor fotovoltaice pentru furnizarea energiei electrice folosită în consumul casnic sau în ferme.
- Proiectarea și renovarea clădirilor și hambarelor pentru utilizarea luminii naturale în locul energiei electrice.
- Utilizarea panourilor solare în cazul clădirilor expuse direct radiației solare, ceea ce asigură un cost accesibil.
- Panourile fotovoltaice sunt de obicei o soluție mai ieftină față de energia electrică convențională, deoarece poate fi asigurată în locații aflate la distanțe mari.



Exemplu simplu de utilizare a energiei solare într-o fermă.

<http://blog.alextiler.com/>

Avantajele pentru fermier:

- Realizarea de economii financiare.
- Crește independența energetică.
- Scad poluarea și emisiile de substanțe provenite din arderea combustibililor fosili.

Folosirea energiei eoliene în fermă

Teoretic, vântul este o resursă foarte bogată, însă are variații mari spațio-temporale, iar potențialul său comercial depinde și de cost. Costul producerii puterii eoliene a scăzut cu 90% din 1980 și se presupune că electricitatea produsă astfel va fi mai ieftină decât cea produsă în mod convențional. Fermierii au o poziție unică de beneficiari ai acestei industrii în dezvoltare, căci pot folosi puterea vântului pentru a furniza energie fermelor proprii sau pot deveni ei înșiși producători. Vântul permite de fapt producerea energiei “verzi”, sau neagresive față de mediu.

Măsurile recomandate:

- Construirea de ferme eoliene în locații unde se înregistrează constant intensificări ale vântului: terenurile de coastă, vârful zonelor de deal, terenurile de luncă.
- Urmărirea condiției necesare pentru eficiență: viteza vântului din zonă să oscileze în jurul valorii de 25 km/oră.
- Folosirea unor instalații eoliene de capacitate mare pentru a capta energia dintr-un volum cât mai mare de aer. Palele instalației trebuie să fie bine calibrate pentru a putea face față schimbărilor de viteză a vântului și să fie prevăzute cu un generator care să urmărească orice schimbare de direcție a acestuia.
- Instalarea unor piloni înalți pentru ca turbinele să se afle cât de sus este posibil, acolo unde vântul este mai puternic, ceea ce înseamnă că terenul pe care sunt amplasate poate fi folosit de către fermă și în scopuri agricole.



*Instalație eoliană într-o fermă
(Pecica, Arad, proiectul MidMures)*

Avantajele pentru fermier:

- Instalațiile eoliene sunt ecologice și silențioase, iar energia produsă este ecologică.
- Se obțin economii și chiar avantaje financiare.
- Scad poluarea și emisiile de substanțe provenite din arderea combustibililor fosili.
- Folosirea vitezei vântului este gratuită și nu produce efect de seră.
- Terenurile pe care sunt amplasate pot fi utilizate în continuare pentru agricultură.
- Fermele eoliene pot fi obiective turistice.
- Constituie o sursă suplimentară de energie pentru locații îndepărtate.

Folosirea energiei hidroelectrice în fermă

Apa este sursa energiei hidroelectrice, de aceea acest tip de energie este disponibilă oriunde se găsește un curs de apă constant și adecvat. Hidrocentralele transformă energia unui curent de apă în energie mecanică, transformată apoi în electricitate, exploatând energia unei căderi de apă sau viteza unui curent. Puterea produsă depinde de regimul curgerii sau de diferența de nivel. După puterea nominală, hidrocentralele se pot clasifica astfel: micro (cu puteri sub 100 kW); mini (cu puterea între 100 și 1000 kW); mici (cu puterea între 1000 și 10000 kW) și mari (cu puterea peste 10000 kW). Modul de fezabilitate este determinat de accesibilitatea apei și de modul în care aceasta este disponibilă (lacuri naturale/artificiale, curenți de apă, țevi de presiune, jgheaburi).

Fermierii pot profita chiar și de râurile mici pentru a produce energia electrică necesară acoperirii totale sau parțiale a nevoilor fermei. Apa are o energie specifică mare (energie produsă per volum sau unitate de greutate), superioară vântului. Ea este mai densă decât aerul și cade cu forță mai mare pe turbine.

Spre deosebire de centralele mari, care necesită un lac de acumulare natural sau artificial, minicentralele funcționează ca vechile mori de apă (îmbunătățite tehnic), folosind direct curgerea apei pentru a produce o cantitate semnificativă de energie.

Măsurile recomandate:

- Instalarea de mici centrale hidro-electrice care pot valorifica orice fel de curs de apă curgătoare care se găsește într-o fermă.
- Instalarea de minicentrale care să transforme în mod eficient energia mecanică a apei în energie electrică.
- Evaluarea debitului efectiv al apei în vederea alegerii corespunzătoare a tipului de minicentrală.
- Gestionarea posibilităților de utilizare a energiei obținute datorită presiunii din conducte a apei potabile.

Avantajele pentru fermier:

- Energia hidrică este o sursă alternativă de energie.
- Se produce eficient energie electrică utilizând noi tehnologii.
- Costuri de întreținere sunt reduse.
- Fermierul poate folosi energie electrică cu cheltuieli scăzute din surse regenerabile.

Folosirea energiei pe bază de biogaz în fermă

Biogazul este produs prin digestia anaerobă (în absența oxigenului) a materiei organice sub acțiunea unor micro-organisme specifice. Compoziția sa depinde de sursa biomasei digerate, dar cu un procent mare de metan (între 50 și 80%), reprezentând astfel un combustibil de bună calitate ce poate fi utilizat în producerea de căldură sau electricitate. Industria agricolă și alimentară, împreună cu sectorul creșterii animalelor, produc o mare cantitate de deșeuri ce pot fi folosite pentru a obține biogaz. Pe piață există o gamă largă de plante ce diferă prin cantitatea de material procesat și, apoi, prin cantitatea de energie ce poate fi emisă. Fermierii și crescătorii de animale pot realiza o fabrică de biogaz în funcție de cantitatea de deșeuri de materie organică pe care o pot produce sau pot coopera între ei pentru o astfel de fabrică. În general, fabricile mici pot fi legate de mici ferme de creștere a animalelor, iar fabricile mari pot primi material de la mai mulți producători și pot genera energie termică sau electrică pentru consumatori.

Măsuri recomandate:

- Colectarea, stocarea și utilizarea materialelor organice reziduale din agricultură, industria alimentară și ferme zootehnice cu un conținut ridicat de proteine (dejecții lichide, ape menajere și reziduale, resturi de nutreț, resturi de cultură, resturi de la abatoare).
- Utilizarea de culturi destinate producerii biogazului: porumb, legume, sfeclă de zahăr etc.
- Reciclarea gunoiului menajer din aglomerări urbane.
- Precizarea cantității și calității materialului organic colectat.



Fermentator cu producere de biogaz la nivel de ferma agricolă

Avantajele pentru fermier:

- Fermierul poate folosi energie electrică cu cheltuieli scăzute din surse regenerabile.
- În cazul fabricilor mari, se poate comercializa energia sau căldura produsă din materiale reziduale.

Folosirea energiei date de biomasă din lemn și material brut

Culturile lemnoase și toate tipurile de reziduuri ale culturilor împreună cu culturile erbacee energetice pot reprezenta o sursă importantă de energie. Biomasa poate fi tăiată sau fărâmițată la fermă. Bucățile sunt presate pentru a obține un material ușor de depozitat și transportat. Aceste prelucrări se pot obține din deșeuri, culturi tăiate anume pentru acest scop (culturi lemnoase cu perioadă scurtă de rotație), administrarea pădurilor sau din deșeuri alimentare industriale. Arderea biomasei la fermă folosind plantele adecvate reprezintă o altă posibilitate de producere a energiei evitând combustibilul fosil și reducând emisiile de gaze cu efect de seră. Mai mult, o parte din dioxidul de carbon absorbit de plante este fixat permanent în sol ca rădăcini.

Măsurile recomandate:

- Evitarea arderii resturilor vegetale în câmp.
- Cultivarea unor culturi lemnoase cu perioadă scurtă de rotație (culturi recoltate la 2-5 ani, cum sunt salciile, plopii).
- Cultivarea de erbacee anuale sau perene cu valoare energetică ridicată (trestii, plante ierboase de genul pirului, sorgului etc.).
- Producerea de brichete energetice folosind resturile din lemn și plantele erbacee.
- Folosirea brichetelor energetice pentru producerea de energie prin ardere.
- Evaluarea posibilităților de asociere pentru a asigura colectarea reziduurilor și producerea de brichete energetice (la scară mare).

Pregătirea brichetelor



Avantajele pentru fermier:

- Fermierul are posibilitatea de a produce energie pentru ferma proprie.
- Se reduce folosirea de combustibili fosili, ceea ce protejează mediul și conduce la economii financiare.
- Crește biodiversitatea în cadrul fermelor prin introducerea de noi culturi.
- Terenurile marginale se pot utiliza pentru cultivarea culturilor cu valoare energetică.
- Se poate stabili o diferențiere a fermelor de producție legată de dependența de fluctuațiile pieței energetice.
- Pot crește veniturile din vânzarea brichetelor energetice și a energiei în exces.

CUPRINS

SCHIMBĂRILE CLIMATICE ȘI POLITICILE DE MEDIU	1
Introducere	1
Politici europene și mondiale legate de schimbările climatice	1
Politica în domeniu în România	5
Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră – abordarea sectorială	7
SCHIMBĂRILE CLIMATICE	8
Schimbări climatice la nivel global și european	8
Schimbări climatice în România	13
Scenarii privind schimbările climatice viitoare	21
MANAGEMENTUL CULTURILOR ȘI TERENURILOR	28
Selecția soiurilor și varietăților	29
Alegerea și utilizarea unui sistem de cultură	31
Controlul asupra buruienilor, bolilor și dăunătorilor	33
Aplicarea practicilor agricole care favorizează sechestrarea carbonului	33
MANAGEMENTUL APEI	36
Cele mai bune practici de management al irigațiilor	40
Alegerea unei metode de irigare	42
Utilizarea tehnici adecvate de economisire a apei	44
Sistemele de irigare	45
MANAGEMENTUL ȘI FERTILIZAREA SOLULUI	48
Controlul eroziunii: eroziunea prin apă	49
Controlul eroziunii: eroziunea cauzată de lucrările agricole	50
Lucrările agricole	51
Fertilizarea minerală	52
Fertilizarea organică	53
MANAGEMENTUL SEPTTELULUI	53
Îmbunătățirea genetică	56
Indicarea dietei (regimului alimentar)	57
Pășunatul și adăposturile animalelor	57
Tehnici de depozitare a guniului de grajd	59
MANAGEMENTUL ENERGIIILOR REGENERABILE	61
Folosirea energiei solare în fermă sub forma energiei termice	63
Folosirea energiei solare în fermă sub forma energiei fotovoltaice	64

Folosirea energiei eoliene în fermă	65
Folosirea energiei hidroelectrice în fermă.....	66
Folosirea energiei pe bază de biogaz în fermă	67
Folosirea energiei date de biomasă din lemn și material brut	68