

PROVOCĂRI ȘI PERSPECTIVE ÎN DEZVOLTAREA DURABILĂ A SECTORULUI AGRAR

Doctor habilitat în științe agricole, profesor cercetător **Boris BOINCEAN**
 Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția”
 Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Balti

CHALLENGES AND PERSPECTIVES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

Summary. Agriculture of Moldova is facing many challenges as a result of dominating industrial model of agricultural intensification. In order to address them it requires a new agroecological approach to agricultural intensification based on sustainable and resilient soil and water management.

Keywords: sustainable agriculture, agroecology, global warming, Chernozems, challenges in agriculture

Rezumat. Agricultură Republicii Moldova se confruntă cu numeroase provocări ca rezultat al modelului industrial de agricultură intensivă ce o domină. Pentru a ține piept acestor provocări, e necesară o nouă abordare agroecologică privind intensificarea agriculturii în baza gestionării durabile și reziliente a solului și a apei.

Cuvinte-cheie: agricultură durabilă, agroecologie, încălzire globală, soluri de cernoziom, provocări în agricultură.

INTRODUCERE

Agricultura Republicii Moldova se confruntă cu o criză sistemică de ordin economic, ecologic și social, care împiedică tranziția la un sistem de agricultură durabilă, inclusiv ecologică. Orientarea preponderentă spre maximizarea nivelului de producție și venit în cadrul tehnologiilor performante de cultivare a culturilor, fără a direcționa sistemul de agricultură spre restabilirea fertilității solului, nu are cum să se soldeze cu rezultate scontate. O nouă viziune agroecologică de intensificare a agriculturii, în schimbul modelului industrial de intensificare a acesteia, se impune în vederea extinderii noilor generații de sisteme inovative de agricultură bazate pe reducerea consumului de surse energetice neregenerabile cu impact minim negativ asupra resurselor naturale și sănătății omului. Schimbările transformative în agricultură necesită suport științific, politic și financiar.

PROVOCĂRILE CU CARE SE CONFRUNTĂ AGRICULTURA

Agricultura Republicii Moldova, ca și în majoritatea țărilor lumii, se confruntă cu o serie de provocări cauzate de modul simplist de abordare a rolului agriculturii și resurselor naturale în dezvoltarea durabilă a societății. Este evident că agricultura nu poate fi concepută doar ca mijloc de producere a produselor alimentare, iar resursele naturale ca fiind infinite. Agricultura joacă un rol polifuncțional, care nu este până la moment recunoscut și apreciat în complexitatea sa [1; 2, p. 572-587].

Printre provocările cu care se confruntă agricultura menționăm următoarele:

1. Asigurarea securității alimentare la nivel local, regional și global în condițiile creșterii explozive a populației. Actualitatea problemei este determinată de stabilizarea și tendința de reducere neconținută a

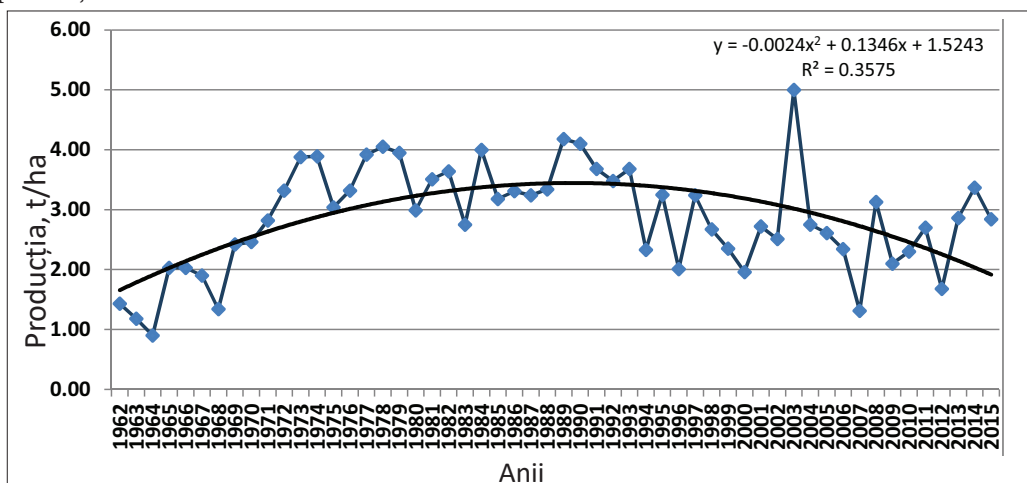


Figura 1. Producția grâului de toamnă în Republica Moldova, media pentru anii 1962–2015.

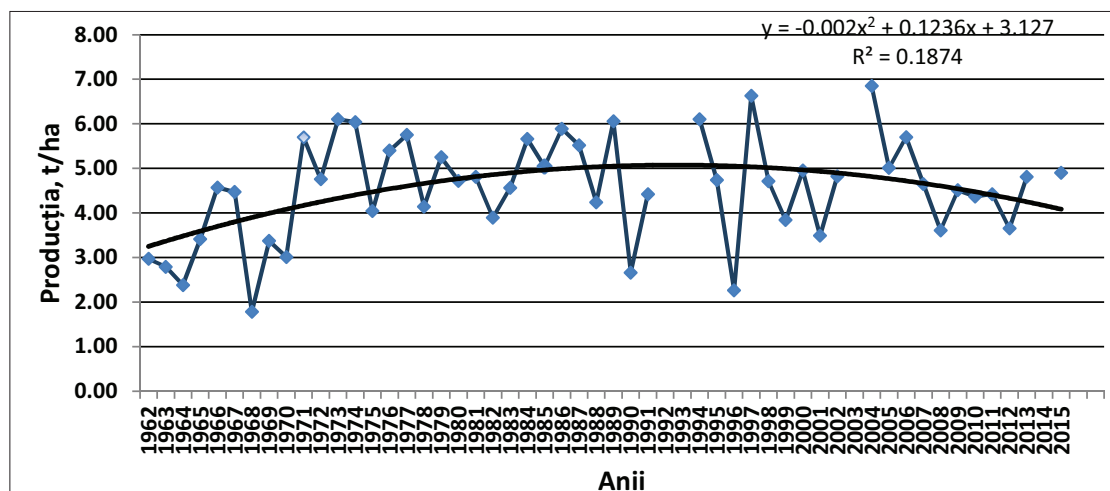


Figura 2. Producția grâului de toamnă în experiența de câmp de lungă durată pe asolamente ale ICCC „Selecția”, media pentru anii 1962–2015.

nivelului de producție, în pofda extinderii soiurilor și hibrizilor cu o productivitate mai înaltă și perfecționării tehnologiilor de cultivare [3]. Experiențele de câmp din cadrul IP ICCC „Selecția” (mun. Bălți), cu o durată mai lungă de 50 de ani, demonstrează convingător tendința stabilă de reducere a productivității pentru majoritatea culturilor de câmp în ultimii 20-25 de ani. În calitate de exemplu prezentăm dinamica producției grâului de toamnă și porumbului la boabe pentru perioada 1962–2018 în Republica Moldova și în experiențele de lungă durată la IP ICCC „Selecția” (figurile 1-4). Aceeași tendință se atestă și în țările europene (tabelul 1).

2. Resurse naturale limitate, inclusiv resurse energetice neregenerabile (gaz, naftă, cărbune) la prețuri ascendente.

Prof. David Pimentel a dovedit prin calcule că dacă toate țările lumii ar folosi sursele energetice neregenerabile asemănător SUA, care, având o populație de 4,5% din cea globală, utilizează aproximativ 25% din consumul global de energie, acestea ar fi suficiente doar pe o perioadă de 33 ani [1].

Pronosticul pe viitor scoate în evidență o rată anuală de creștere a consumului de energie în mărime de 2,2% cu o dublare a consumului de energie în fiecare 32 de ani, iar rata creșterii anuale a populației în mărime de 1,2% cu o dublare în fiecare 58 de ani [1]. De aici rezultă interesul general sporit față de sursele energetice alternative.

Trăim într-o lume cu resurse naturale limitate, așa ca solul și apa. Conform datelor FAO (2006), suprafața terenurilor arabile pe cap de locuitor în SUA și China constituie 0,59 și 0,10 ha, corespunzător. 99% dintre produsele agricole sunt crescute pe sol, calitatea căruia continuă să scadă anual [4, p. 45-47; 5, p. 212-222; 1; 6]. Sursele energetice neregenerabile pot fi substituite, pe când solul cu misiunea sa ecologică globală esențială nicidecum [3]. Apa potabilă reprezintă 2% din rezerva totală de apă pe Terra, din care 1% se află în ghețari, gradul ei de poluare la fel fiind în creștere [1].

3. Degradarea solului și pericolul poluării apelor subterane și a produselor alimentare pe întreg lanțul trofic în condițiile globalizării economiei.

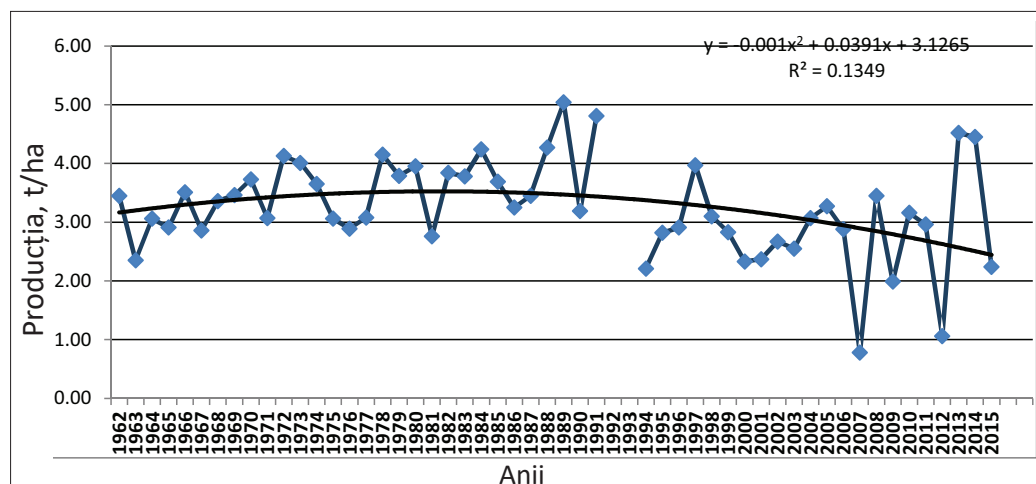


Figura 3. Producția porumbului pentru boabe în Republica Moldova, media pentru anii 1962–2015.

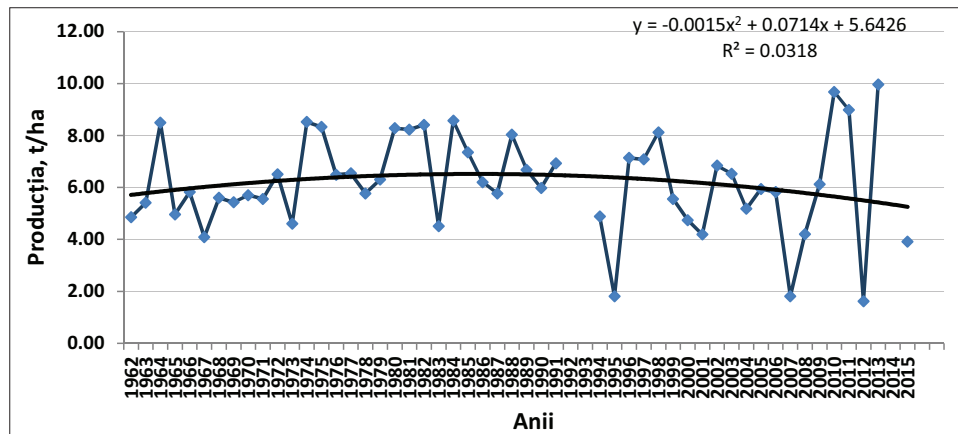


Figura 4. Producția porumbului pentru boabe în experiența de câmp de lungă durată pe asolamente a ICCC „Selecția”, media pentru anii 1962–2015.

I. A. Krupenikov evidențiază mai bine de 44 de tipuri de degradare a solului [7]. Pierderile mineralizaționale necompensate de substanță organică și eroziunea solului sunt unul din factorii principali care contribuie la pierderea funcțiilor ecosistemice ale solurilor, inclusiv a capacității de producere a biomasei, de purificare a apei și biodegradarea poluanților, asigurarea rezilienței față de schimbările climatice etc. [4].

Eroziunea solului afectează securitatea alimentară atât direct, cât și indirect. Acțiunea directă – prin reducerea nivelului de producție și a calității ei nutriționale. Acțiunea indirectă se manifestă prin reducerea eficienței inputurilor (apa irigațională, fertilizanți etc.) și necesitatea unor suprafețe adiționale pentru compensarea pierderilor de producție [4]. Stagnarea și reducerea nivelului de producție menționat mai sus sunt determinate în majoritatea cazurilor de acțiunea directă și indirectă a degradării solurilor.

Una dintre inițiativele lansate de localitățile amplasate în bazinul fluviului Mississippi (SUA) sub denumirea de „Pământ verde, Apă albastră” prevede tranziția la noile generații de sisteme agricole bazate

pe reîntoarcerea culturilor perene și integrarea lor cu vităritul în asolamentele de câmp, plantarea fâșiilor de păduri și menținerea solului permanent acoperit cu un covor verde la nivel de landșaft pe parcursul întregului an. Aceste măsuri sunt orientate spre reducerea poluării apelor subterane și degradării solului, preîntâmpinarea inundațiilor, ameliorarea condițiilor de viață în comunitățile rurale, inclusiv a sănătății oamenilor [8].

4. Agravarea situației economice, ecologice și sociale a gospodăriilor agricole din cauza discrepanței în prețuri la inputurile industriale și materia primă agricolă.

Prof. S. Smith (1991) a analizat distribuția profitului dintre trei sectoare ale complexului agroindustrial din SUA (producerea mijloacelor de producție; producerea propriu-zisă în gospodării, indiferent de dimensiuni și forma de proprietate; sectorul de marketing, inclusiv procesarea, transportarea, păstrarea, vânzarea etc. pe parcursul ultimilor o sută de ani (figura 5).

Dacă o sută de ani în urmă fiecare dolar de profit obținut nemijlocit se întorcea în gospodării producătorului agricol în proporție de 0,40-0,45 dolari americani, pentru moment se întorc doar 0,07-0,08 dolari americani. Din păcate, deseori producătorii agricoli rămân în pierderi la creșterea materiei prime agricole. Cu alte cuvinte, are loc repartizarea profitului între sectorul de producere a mijloacelor de producție (fertilizanți, pesticide, tehnică agricolă etc.) și cel de marketing (procesarea, păstrarea, transportarea, ambalarea, comercializarea etc.), care reduc semnificativ ponderea profitului reîntors producătorilor agricoli. Producătorii agricoli se află între ciocan și nicovală. Pe de o parte, ei sunt presați de prețurile mereu crescânde la inputurile industriale, iar pe de altă parte, de prețurile relativ mici la comercializarea materiei prime cultivate. Majorarea inputurilor în vederea obținerii unui

Tabelul 1

Stagnarea nivelului de producție la cultura grâului de toamnă în diferite țări europene

Țara	Anul de stagnare
Danemarca	1995 (**)
Franța	1996 (**)
Germania	1999
Italia	1994
Olanda	1993 (**)
Spania	1989
Elveția	1990 (**)
Marea Britanie	1996 (**)

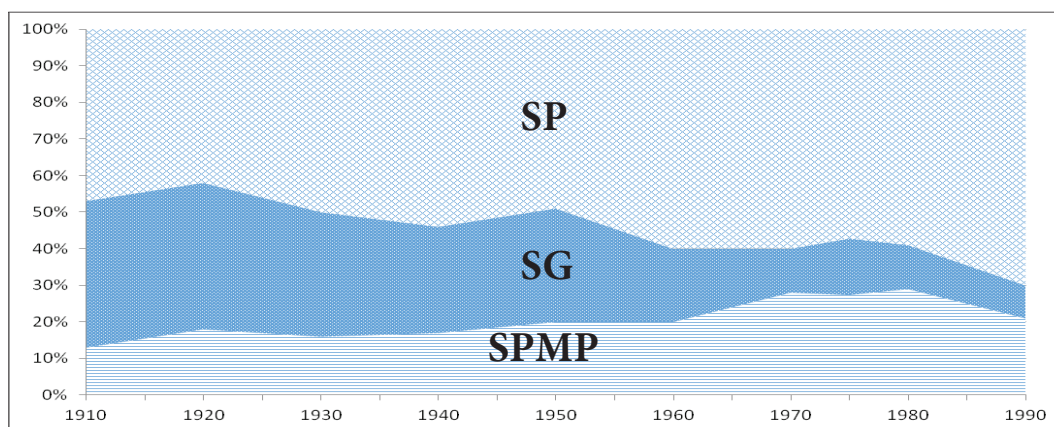


Figura 5. Dinamica ponderii venitului de la realizarea producției agricole dintre cele trei sectoare ale complexului agroindustrial (după prof. Smith S., 1991)

Legenda: SP – sectorul de piață (procesarea, transportarea, păstrarea, comercializarea)

SG – sectorul de producere nemijlocit în gospodărie (indiferent de dimensiuni și forma de proprietate)

SPMP – sectorul de producere a mijloacelor de producere (fertilizanți, pesticide, tehnică agricolă etc.)

nivel de producție mai înalt are consecințe nefaste asupra mediului ambiant, dar reduce concomitent șansele comunităților rurale de a dezvolta infrastructura atât de necesară la sate. Situația creată scoate în evidență importanța cooperării producătorilor agricoli cu sectorul de marketing în vederea comercializării produsului finit. Agricultură ecologică propune o legătură directă dintre producător și consumator.

Despre discrepanța existentă în prețuri la inputurile industriale și la grâu mărturisește analiza comparativă a prețurilor în anul 1995 (conform Anuarului Statistic) și pe moment. Astfel, în 1995 o tonă de motorină putea fi cumpărată cu prețul de la vânzarea unei tone de grâu. În 2018, la vinderea unei tone de grâu pot fi procurate doar 180 de litri de motorină. Din păcate, prețurile la motorină continuă să crească neconținut.

În 1995 o tonă de salpetru de amoniu putea fi cumpărată din vânzarea a 250 kg de grâu. În 2018, doar 380 kg de salpetru de amoniu pot fi procurate din vânzarea unei tone de grâu.

Corespunzător, s-a schimbat brusc și eficacitatea economică în urma aplicării îngrășămintelor minerale. Astfel, conform datelor obținute în experiența de câmp a IP ICCC „Seleția” privind studierea diferitor sisteme de fertilizare în asolament, sporul de producție de la aplicarea îngrășămintelor minerale sub grâu de toamnă în doza de: $N_{60}P_{30}K_{30}$; $N_{90}P_{60}K_{60}$ și $N_{120}P_{60}K_{60}$ kg s.a./ha, în medie pentru anii 2011–2016 a constituit 0,64, 0,49 și 0,69 t/ha, corespunzător. Sporul necesar de producție pentru răscumpărarea cheltuielilor (doar la procurarea fertilizanților, fără a ține cont de gestionarea lor) constituie – 0,91, 1,70 și 1,82 t/ha, corespunzător. O situație similară se atestă și pentru celelalte culturi din asolament (tabelul 2).

5. Pierderea biodiversității, inclusiv a diversității genetice la suprafața solului și, în special, în sol.

Despre pierderile vertiginoase ale biodiversității la suprafața solului putem judeca după numărul de specii de plante și animale pe cale de dispariție introduse în *Cartea Roșie a Republicii Moldova*.

Biodiversitatea în sol este cu mult mai mare decât cea de la suprafața solului. Este suficient de menționat că populația biotei în 10 grame de sol este de 1,5 ori mai mare decât populația globului pământesc [10, p. 25-37]. Este ca și cum ți-ai imagina populația orașului Moscova sau a altui megapolis într-o lingură de bucatărie. Știința cunoaște maximum 10% din biodiversitatea existentă în sol. Rămân a fi slab percepute funcțiile realizate de diferite specii și grupe de organisme pe întreg lanțul trofic al solului. De aceea, conservarea biodiversității cernoziomurilor, supranumite „regele tuturor solurilor din lume” de către fondatorul științei solului, V. V. Docuceaev [11], este o problemă nu doar de interes local sau regional, ci global. Inițiativa Republicii Moldova, înaintată către UNESCO, de recunoaștere a cernoziomului tipic din stepa Bălțiului în calitate de Patrimoniul Mondial prevede o astfel de abordare a problemei (www://whc.org/en/tentative.lists) [12].

Provoacă îngrijorare reducerea biodiversității speciilor cultivate, inclusiv folosirea soiurilor și hibridurilor genetice modificate, care nu contribuie la lărgirea diversității biotei pe întreg lanțul trofic din sol. Nu sunt studiate perturbările ce pot avea loc în biota solului sub influența soiurilor (hibridurilor) genetice modificate. Corespunzător, este în scădere și funcționalitatea solului.

6. Creșterea consecințelor negative ale încălzirii globale cu manifestarea tot mai frecventă a secetelor și a altor calamități naturale.

Tabelul 2

Sporul de producție real obținut și cel necesar pentru răscumpărarea cheltuielilor la aplicarea îngrășămintelor minerale în experiența de lungă durată cu diferite sisteme de fertilizare, ICCV „Selecția”, media 2011–2016

Culturi	Doze de îngrășămintele minerale, kg s.a./ha	Spor real de producție, media pentru 2011–2016, t/ha	Spor necesar de producție pentru răscumpărarea cheltuielilor, t/ha
Grâu de toamnă	NPK 75	0,64	0,91
	NPK 130	0,49	1,70
	NPK 175	0,69	1,82
Sfeclă de zahăr	NPK 75	3,75	3,0
	NPK 130	4,80	5,7
	NPK 175	5,45	6,6
Porumb pentru boabe	NPK 75	0,91	1,14
	NPK 130	0,82	1,78
	NPK 175	0,26	2,56
Floarea-soarelui	NPK 75	0,27	0,40
	NPK 130	0,33	0,70
	NPK 175	0,33	0,75

Comunitatea mondială este îngrijorată de pericolul depășirii limitei de 2°C a temperaturii medii a aerului la nivel global comparativ cu nivelul preindustrial. Problema dată a fost discutată la Summit-ul conducătorilor de state și guverne din 196 de țări ale lumii, desfășurat la Paris, în decembrie 2015, la inițiativa ministrului Agriculturii din Franța, Stephan Le Foll. Inițiativa de reducere a emisiei de gaze cu efect de seră, cunoscută sub denumirea „4 la 1000”, prin sechestrarea anuală a 0,4% carbon în formă de substanță organică a solului a fost acceptată. Aceasta permite atât reducerea încălzirii globale prin diminuarea emisiei de gaze cu efect de seră, cât și contribuie la securitatea alimentară a populației prin reducerea și adaptarea la schimbările climatice [5].

7. Dezintegrarea comunităților rurale, creșterea gradului de afectare a populației cu boli netransmisibile.

Dezintegrarea comunităților rurale este determinată de extinderea tehnologiilor industriale moderne de cultivare a culturilor agricole, fără aplicarea brațelor de muncă, datorită mecanizării lucrărilor agricole și folosirii mijloacelor chimice de combatere a buruienilor. În lipsa posibilităților de angajare în câmpul de muncă la sate oamenii sunt nevoiți să părăsească baștina în căutarea surselor de existență. Concomitent, din motivele elucidate mai sus, lipsa infrastructurii la sate nu este atrăgătoare pentru familiile tinere.

Pentru modelul industrial de intensificare a agriculturii a devenit obișnuită și adevărată afirmația: „de-

vii mai mare sau bancrotezi” [13]. Aceasta se confirmă prin reducerea drastică a numărului de gospodării fermiere mici în SUA odată cu lărgirea suprafețelor aparținând gospodăriilor mari [14, p.137-157]. A devenit imposibil de a păstra în gospodăriile mari fertilitatea solului, iar în gospodăriile mici de a obține un profit suficient pentru existența familiei în cadrul modelului industrial de intensificare a agriculturii.

Conform conceptului „revoluției verzi”, folosirea substanțelor de sinteză chimică în agricultură, arătura intensă, irigarea și alte măsuri de intensificare a agriculturii, inclusiv a semințelor genetic modificate, a contribuit la apariția unor probleme grave în domeniul sănătății publice. Între timp, fondatorul științei ecologice, prof. Ernst Haeckel, considera imposibil de a separa sănătatea omului de sănătatea întregului ecosistem [15]. Nutriția sănătoasă este percepută pentru moment ca unul dintre factorii cheie în prevenirea bolilor, de rând cu limitarea stresurilor. Sir Albert Howard, în renumita sa carte *Testamentul Agricol*, publicată în 1943, accentua că bolile plantelor sunt consecința managementului incorect al solului și că un sol sănătos asigură sănătate pe întreg lanțul trofic: sol – plante – animale – oameni [16].

Medicii practicieni au constatat că starea imunologică și psihologică a omului depinde de diversitatea grupelor de organisme în sol (funghi, bacterii, râme de ploaie etc.) [17].

Clasicii microbiologiei din fosta URSS, profesorii N. A. Krasilnicov și S. N. Vinogradski, atenționau

asupra creșterii imunității plantelor sub influența substanțelor antibiotice de origine microbiană, absorbite de plante pe parcursul creșterii și dezvoltării lor [18, 19].

O NOUĂ PARADIGMĂ DE INTENSIFICARE A AGRICULTURII

Provocările enumerate mai sus, cu care se confruntă agricultura, arată că aceasta se află într-o criză sistemică. Modelul industrial de intensificare a agriculturii, bazat pe conceptul „revoluției verzi”, nu i-a asigurat o dezvoltare durabilă sub aspect economic, ecologic și social [9]. Acest concept a pus accentul pe producere, dar a neglijat totalmente reproducerea fertilității solului.

Măsurile existente de intensificare a agriculturii orientate preponderent spre maximizarea nivelului de producție și profit, fără a ține cont de necesitățile reproducerii fertilității solului, conduc la deteriorarea continuă a calității (sănătății) solului și a mediului ambiant odată cu reducerea nivelului de producție și competitivitate a producătorilor agricoli, iar în ultima instanță la dezintegrarea comunităților rurale și degradarea sănătății publice.

Prețurile stabilite de piață la produsele agricole nu sunt reale, deoarece ele nu țin cont de cheltuielile necesare pentru recuperarea consecințelor negative asupra mediului ambiant și sănătății oamenilor. Aceste cheltuieli sunt puse pe umerii societății, generațiilor curente și viitoare, existând însă pericolul unor schimbări ireversibile. Prin neglijarea lor totală se explică dominarea modelului industrial de intensificare a agriculturii.

Trebuie să recunoaștem că discuții referitor la modul de intensificare a agriculturii au fost întotdeauna, dar nu toate vocile au fost auzite. Una dintre fondatorii mișcării ecologiste moderne, Rachel Carson, scria în cartea sa *Primăvara liniștită*, publicată în 1962, adică la începutul chimizării agriculturii, următoarele: „...noi ne aflăm la intersecția a două drumuri care diferă. Pe unul putem merge repede, dar la sfârșitul lui ne așteaptă dezastrul. Altă cale este mai puțin bătorită, dar constituie ultima și unica șansă de a ajunge la destinație și de a ne păstra Terra” [20].

Rachel Carson era conștientă de faptul că solul este totalmente neglijat chiar și de cercetători, nemai-vorbind de promotorii mijloacelor chimice de combatere a buruienilor, bolilor și dăunătorilor. Între timp, preponderența unei sau altei buruieni este un indicator ai stării de sănătate a solului. Printr-un sol fertil și condiții inițiale de creștere a culturii ne putem debarasa de vegetația nedorită. „Nu metoda de distrugere necesită folosire, dar managementul întregii comunități vegetale” [20].

Solul (pedosfera) asigură interacțiunea dintre biosferă, atmosferă, litosferă și hidrosferă. Din păcate, rolul ecologic al solului este mai puțin cunoscut și mai ales înțeles, dar el are o importanță crucială în formarea productivității plantelor, circuitului energiei, apei și nutrienților, sechestrării carbonului ș.a. [5]. Solul se percepe ca substrat în care se introduc apa și elementele minerale pentru obținerea producției.

Fără sol viața pe Pământ ar fi imposibilă. În natură are loc un circuit neconținut de nutrienți și energie pe întreg lanțul trofic: producători – consumatori – reducenți. Prof. A. Howard numea acest circuit: „roata vieții” [16]. Producătorii sunt plantele vii, care datorită grăuncioarelor de clorofilă au capacitatea de a fixa energia solară transformând-o în zahăr, proteine, grăsimi etc. Omul și animalele pot doar consuma energia acumulată de plante. Atât plantele, cât și animalele, ajungând în sol, sunt transformate de reducenți, adică de biodiversitatea enormă pe întreg lanțul trofic al solului, astfel contribuind la regenerarea vieții pe Pământ.

V. V. Docuceaev a descris cinci factori de formare a solurilor: roca maternă, plantele și animalele, relieful, clima și vârsta țării. Odată cu intervenția umană devine tot mai evidentă influența factorului antropic în formarea (degradarea) solurilor. Folosirea rațională a solurilor în agricultură presupune necesitatea imitării factorilor naturali de formare a solurilor, adică folosirea naturii ca model de construire a agroecosistemelor.

Solurile de cernoziom în condiții naturale de stepă au fost formate sub vegetația perenă, reprezentată preponderent de negară (*Stippa*), cu un sistem radicular fasciculat, foarte adânc și abundent. Înlocuirea ecosistemelor naturale cu ecosistemele agricole, adică a vegetației perene cu vegetație anuală, de rând cu arătura intensă în lipsa restituirii cantității de energie extrase din sol, a condus la degradarea solurilor și pierderea funcționalității lor.

În experiențele de câmp de lungă durată a IP ICCO „Selecția”, fondate în 1962, cu diferite asolamente și culturi permanente, am efectuat analiza comparativă a rezervelor de substanță organică a solului (după carbon) în stratul de 0-100 cm pe parcelele de pârlăogă (din 1984) și în asolamente cu și fără ierburi leguminoase perene, la aplicarea diferitor doze de îngrășăminte organice și minerale. Concomitent au fost determinate rezervele de substanță organică (după carbon) pe parcelele cu ogor negru, fondate în 1965. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 3.

De menționat că rezervele de substanță organică în pârlăogă s-au stabilizat în ultimii ani, ceea ce indică asupra stabilirii unui echilibru dinamic în timp dintre

Tabelul 3

Rezervele și pierderile de substanță organică a solului (după carbon) pe cernoziomul tipic din stepa Bălțiului, R. Moldova, stratul de sol 0-100 cm

Strat de sol, cm wt/ha	Pârloagă		Rezervele și pierderile de carbon față de pârloagă									
			Asolament cu lucernă (30%) + 40% culturi prășitoare (4 tone de gunoi de grajd/ha asolament)			Asolament fără lucernă cu 60% culturi prășitoa- re (12 tone de gunoi de grajd/ha asolament)			50 de ani ogor negru			
	t/ha	%	t/ha	±	%	t/ha	±	%	t/ha	±	%	
0-100	342,3	100	273,7	-68,6	20,0	281,7	-60,6	17,7	222,3	-120,0	35,1	
inclusiv	0-60	225,3	65,8	184,2	-158,1	46,2	200,8	-141,5	41,3	161,5	-180,8	52,8
	% față de 0-100 cm	65,8		67,3			71,3			72,6		

procesele de sinteză și de descompunere a substanței organice a solului. Pierderile de substanță organică (după carbon) în stratul 0-100 cm în asolamentul cu 40% culturi prășitoare și 30% lucernă comparativ cu pârloaga, la folosirea, anual, în medie a 4 tone gunoi de grajd la un hectar suprafața de asolament, au constituit 68,6 t/ha (tabelul 3).

În asolamentul cu 60% culturi prășitoare, fără lucernă, la aplicarea anuală a câte 12 tone la un hectar suprafața de asolament, pierderile anuale de carbon în stratul 0-100 cm comparativ cu pârloaga au constituit 60,6 t/ha.

Pierderile s-au dublat pe parcelele cu ogor negru timp de 53 de ani. Cercetările efectuate anterior cu folosirea metodelor fizico-chimice de analiză la nivel molecular a substanțelor humice extrase din sol au dovedit că pierderile au loc preponderent din contul fracțiilor labile (active) de substanță organică a solului [9].

V. A. Kovda considera că pierderile de substanță organică din solurile de cernoziom sunt motivul de bază în stabilizarea și reducerea nivelului de producție la culturile de câmp, mai cu seamă în anii secetoși, precum și în reducerea eficacității aplicării îngrășămintelor minerale [21, c. 253-280].

Substanța organică a solului este indicele integral al fertilității solului. Un sol sănătos, cu o biodiversitate înaltă atât la suprafață, cât și în sol, determină nu numai cantitatea și calitatea hranei produse pentru consumul uman, dar și calitatea apei pe care o consumăm, de rând cu cea a aerului pe care-l respirăm. Importanța solului în reducerea efectului de încălzire globală încă nu este pe deplin conștientizată [22, p.1-8; 23; 24, p. 4-15].

Cu părere de rău, solul este perceput de societate în mod utilitar, ca mijloc de producere în agricultură. În realitate rolul solului este cu mult mai larg. Printre funcțiile ecologice ale solului menționăm:

- substrat pentru menținerea creșterii plantelor superioare (mediu pentru creșterea rădăcinilor și asigurarea lor cu elemente nutritive);

- sistem pentru îndeplinirea cerințelor plantelor în apă (acumularea, folosirea, pierderea) și filtrarea apei (purificarea apei);

- sistem pentru asigurarea circuitului energiei și nutrienților dintre producători, consumatori și reducenți;

- mediu de viață (habitat) pentru o diversitate și o mulțime fantastică de organisme;

- intermediar în schimbarea componenței și stării fizice a aerului din cauza schimbului permanent de gaze, inclusiv provocatoare a efectului de seră;

- mediu ingineresc, care servește nu numai în calitate de material de construcție, dar și de mediu pentru construcția drumurilor, caselor, căilor ferate etc. [2].

Reieșind din rolul polifuncțional al solului în acordarea serviciilor ecosistemice și sociale, Comunitatea Europeană, prin noua sa politică comună agrară (CAP), susține doar agricultorii care acordă servicii ecosistemice și sociale printr-un management corect al solului.

Cele mai actuale chestiuni de ordin global pentru ziua de azi și pentru viitor sunt:

- cum să asigurăm o dezvoltare durabilă în agricultură?

- cum să reducem influența negativă a încălzirii globale?

Ameliorarea calității (sănătății) solului este factorul decisiv în tranziția spre un sistem de agricultură durabilă. Conform definiției prof. I. W. Doran, „Sănătatea solului este capacitatea lui de a funcționa ca un organism viu în cadrul ecosistemului sau hotarelor de folosire a terenului, cu menținerea calității apei și a aerului, cu asigurarea concomitentă a sănătății plantelor, animalelor și a omului” [10].

Este cunoscut că:

- deteriorarea structurii solului și compactarea solurilor inhibă creșterea rădăcinilor, reducând concomitent cantitatea accesibilă de nutrienți și apă;
- reducerea conținutului de substanță organică a solului sub influența insuficienței de resturi vegetale reîncorporate în sol și lucrării intense a solului cu întoarcerea brazdei, scade capacitatea de acumulare a apei, sporind sensibilitatea culturilor la deficitul de apă și secetă;
- un sol cu proprietăți biologice, agrofizice și agrochimice favorabile poate produce mai mult și generează un profit mai mare decât un sol de calitate slabă;
- un sol sănătos permite nu numai menținerea și majorarea nivelului de producție, dar și reducerea cheltuielilor de producere ca rezultat al micșorării dependenței de folosirea mijloacelor chimice pentru nutriția plantelor și protecția lor contra bolilor, dăunătorilor și buruienilor.

Ultimele afirmații au fost confirmate prin date experimentale, obținute în experiențele de câmp de lungă durată din cadrul ICCC „Selecția” (mun. Bălți) [25].

Fondatorul agrochimiei, talentatul chimist de origine germană Justus Liebig, după o conlucrare strânsă cu agricultorii practicieni, la sfârșitul vieții sale, a recunoscut că a supraapreciat rolul îngrășămintelor minerale și a analizelor de laborator în agricultură. În ultima sa carte, *Legile naturale de gospodărire*, publicată în 1863, spre deosebire de afirmațiile sale din tinerețe expuse în cartea publicată în 1840 și mediatizată pe larg, *Chimia organică folosită în agricultură și fiziologie*, Liebig scria despre unica posibilitate de restabilire a fertilității solului prin respectarea asolamentului și aplicarea gunoii de grajd [26; 27, p. 66-71]. „Pe un sol obosit de trifoi niciun fel de fertilizare cu îngrășămintă artificiale sau gunoi de grajd nu poate salva situația” [26]. Respectarea legii restituirii elementelor nutritive extrase din sol prin aplicarea gunoii de grajd în asolament, prezintă baza unui sistem rațional de agricultură [26].

Istoria dezvoltării agriculturii dovedește elocvent rolul primordial al substanțelor organice a solului în restabilirea fertilității solului. Nimeni însă nu poate accepta ideea înlocuirii gunoii de grajd cu îngrășămintă minerale [28].

D. N. Preanișnicov scria despre rolul decisiv al azotului biologic (azotul din gunoiul de grajd și resturile vegetale ale trifoiului) în asigurarea necesității plantelor în azot, ba chiar în țările europene cu o industrie bine dezvoltată de producere a îngrășămintelor minerale. Pondere azotului din aceste două surse în extrasul total de azot cu producția alcătuiește 81% în Danemarca și 56,7% în Germania [29].

D. N. Preanișnicov considera inadmisibilă situația din fosta URSS când majoritatea extrasului de azot cu producția pe solurile de cernoziom era acoperită din sol și doar 31% de azot se reîncorporează în sol din diferite surse. În opinia sa, ponderea azotului biologic trebuie să constituie $\frac{3}{4}$ din cantitatea totală de azot extrasă cu producția în asolament [29]. Situația s-a agravat odată cu privatizarea terenurilor agricole și dezintegrarea ramurilor de fitotehnie și zootehnie.

Structura imperfectă a suprafețelor de însămânțare, cu dominarea culturilor prășitoare și reducerea drastică a suprafețelor sub culturile furajere, îndeosebi a ierburilor perene, nu permite respectarea asolamentelor, care constituie pilonul de bază al dezvoltării durabile în agricultură.

Republica Moldova are nevoie de o nouă paradigmă (concept) de intensificare durabilă a agriculturii bazată pe conservarea și folosirea rațională a resurselor naturale prin asigurarea unui circuit mai deplin de energie și de nutrienți în fiecare gospodărie indiferent de dimensiuni și forma de proprietate asupra terenului, în vederea restabilirii fertilității solului cu folosirea surselor energetice preponderent de proveniență locală.

Baza științifică pentru agricultura durabilă, inclusiv ecologică, servește *agroecologia*, care folosește ecosistemele naturale drept model pentru construirea ecosistemelor agricole durabile [19-30]. Agricultura Republicii Moldova necesită nu doar schimbări în tehnologiile de cultivare, ci schimbări transformative în sistemul de agricultură în vederea respectării asolamentelor cu amplasarea lor diferențiată pe elementele de landșaft, cu o perturbare minimă a solului. Prin folosirea practicilor agricole inovative, de ordin sistemic, devine absolut reală reducerea dependenței de inputurile industriale și tranziția la un sistem de agricultură durabilă, inclusiv ecologică.

CONCLUZII

Agricultura Republicii Moldova, ca și în majoritatea țărilor lumii, se confruntă cu o serie de provocări cauzate de modelul industrial de intensificare:

- asigurarea securității alimentare la nivel local, regional și global în condițiile creșterii explozive a populației;
- resurse naturale limitate, inclusiv resurse energetice neregenerabile (gaz natural, naftă, cărbune) la prețuri ascendente;
- degradarea solurilor și pericolul poluării apelor subterane și a produselor alimentare pe întreg lanțul trofic, în condițiile globalizării economiei;
- agravarea situației economice și sociale a gospodăriilor agricole din cauza discrepanței în prețuri la inputurile industriale și materia primă agricolă;

- pierderea biodiversității, inclusiv a diversității genetice la suprafața solului și, în special, în sol;
- creșterea consecințelor negative ale încălzirii globale cu manifestarea tot mai frecventă a secetelor și a altor calamități naturale;
- dezintegrarea comunităților rurale, creșterea gradului de afectare a populației cu boli netransmisibile.

Agricultura se află într-o criză sistemică. Pentru a răspunde la provocările de ordin economic, energetic, ecologic și social este nevoie de adoptarea unei viziuni agroecologice de intensificare a agriculturii, bazate pe respectarea diferențiată a întregului sistem de agricultură în conformitate cu particularitățile landşaftului, cu restabilirea fertilității solului, majorarea competitivității producătorilor agricoli și revitalizarea comunităților rurale, preîntmpinarea degradării și poluării resurselor naturale în condițiile încălzirii globale.

Modificările transformative în agricultura Republicii Moldova necesită suport științific, politic și financiar.

BIBLIOGRAFIE

1. Pimentel D., Whitecraft M., Scott Z. Will limited land, water and energy control human population numbers in the future? In: Springer Science + Business Media, LLC, 2010.
2. Powlson D., Gregory P.I., Whalley W.R. et al. Soil management in relation to sustainable agriculture and ecosystem services. In: Food Policy, N 36.
3. Brown L. R. Planeta plină, farfuriile goale. Noua geopolitică a deficitului de hrană. București: Editura Tehnică, 2012, 105 p.
4. Lal R. Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition. In: Food Security, 2009, N 1.
5. Lal R. Soil health and carbon management. In: Food and energy security. 2016, N 5(4).
6. Монтгомери Д. Почва. Эрозия цивилизаций. Перевод на русский язык проф. Хафиза Муминджанова, Анкара, 2015, 409 с.
7. Крупеников И.А. Черноземы. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. Chișinău: Pontos, 2008. 288 p.
8. Green Lands, Blue Waters. Project description Document, Adapted in October 22, 2004. Sursa: www.greenlandsblue-waters.org
9. Боинчан Б.П. Экологическое земледелие в Республике Молдова (Севооборот и органическое вещество почвы). Chișinău: Știința, 1999, 269 с.
10. Doran I.W. and Parkin T.B. Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set. In: Methods for assessing soil quality, SSSA Special Publication, Number 49, 1996.
11. Докучаев В.В. Русский чернозем. Отчет Вольному Экономическому Обществу. Издание второе. Москва: Государственное Издательство Сельскохозяйственной литературы. 1952, 634 с.
12. Typical Chernozem from Balti steppe as the World Heritage Site – www://whc.org/en/tentative lists
13. Schumacher E.F. Small is beautiful. Economics as if people mattered-perennial library, London, New York, 1989, 323 p.
14. Cooper M.R., Roth W.I., Maddox I.G., Schickele R. and Turner H.A. The Causes: Defects in Farming Systems and Farm Tenancy. In: Soils and Men, Yearbook of Agriculture, 1938, USDA.
15. Rayner G. and Lang T. Our vision: where do we go? In: Journal of World Nutrition. Vol. 3, N 4, April 2012.
16. Sir Albert Howard. An Agricultural Testament. Oxford University Press, 1943. 224 p.
17. Daphne M. An outside – the doctor's office approach to health care. Yes! Magazine powerful ideas practical actions, 27 March, 2017.
18. Виноградский С.Н. Микробиология почвы. Проблемы и методы. Изд-во АН СССР, Москва, 1952, 792 с.
19. Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. Москва: Изд-во АН СССР, 1958. 460 с.
20. Carson Rachel. Silent spring. Houghtox Mifelin Company, Boston, 1962, 297 p.
21. Ковда В.А. Прошлое и будущее чернозема. Заключение. В: Русский чернозем. 100 лет после Докучаева. Москва: Изд-во «Наука», 1983.
22. Singh B.R. Soil as a foundation for plant, animal and human health. In: The Nexus of soils, Plants, Animals and Human Health. Editors: Singh B. R., McLaughlin M. I, Brevic E. Catena Soil Science, Geo Ecology Essays, Stuttgart, 2017.
23. Ohlson K. The soil will save us. How scientists, farmers, and foodies are healing the soil to save the planet, 2014, Rodale, 241 p.
24. Lal R. Managing soils for a warming earth in a food-insure and energy-starved world. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2010, 173.
25. Tehnologii alternative de cultivare a grăului de toamnă în Republica Moldova (Ghid), redactor B. Boincean și Liliana Evdochimov. Tipografia din Bălți, 2013, 68 p.
26. Liebig v. J. The Natural Laws of Husbandry. Edited by John Blyth, New York. D. Appleton and Company, 1863, 332 p.
27. Mansvel J. D., Boincean B. Justus von Liebig's transition from chemist to agronomist, adept of the ecological agriculture. In: Akademos, N 4, 2017,
28. Грандо Л. Минеральное питание растений. В книге: История плодородия почв. Часть I. Учение о перегнойной почве в 19 веке под ред. В.Р. Вильямса и М.И. Бурского. Москва, Ленинград: Изд-во АН СССР, 1940.
29. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии. Избранные сочинения, Том 2, Москва: Государственное Издательство с/х литературы, 1953, 517 с.
30. Stephen R. Gliessman. Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Lewis Publishers, 2000, USA, Florida, 357 p.