

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA**

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Cu titlu de manuscris
C.Z.U: 633:631.95 (478) (043)

RACVIȚA GHEORGHE

**EVALUAREA AGROECOLOGICĂ A PRODUCTIVITĂȚII
POTENȚIALE ȘI EFECTIVE A CULTURILOR DE CÂMP
ÎN CONDIȚII DE PRODUCERE ALE REPUBLICII MOLDOVA**

411.10 – AGROECOLOGIE

Rezumatul tezei de doctor în științe agricole

CHIȘINĂU, 2024

Teza a fost elaborată în cadrul Departamentului Agronomie și Mediu al Universității Tehnice a Moldovei

Conducător științific:

ANDRIUCA Valentina - dr. în științe agricole, conferențiar universitar

Referenți oficiali:

CERBARI Valerian - doctor habilitat în științe agricole, profesor universitar

DUBIȚ Daniela - doctor în științe agricole, conferențiar universitar

Componența Consiliului științific specializat:

BOINCEAN Boris - doctor habilitat în științe agricole, profesor cercetător, membru
corespondent al AȘM, *președinte*

CAZMALÎ Nicolai - doctor în științe agricole, conferențiar universitar, *secretar
științific*

RURAC Mihail - doctor în științe agricole, conferențiar universitar, *membru*

RUSU Teodor - doctor, profesor universitar, UȘAMV, Cluj-Napoca, România,
membru

TĂRÎȚĂ Anatol - doctor în științe biologice, conferențiar cercetător, *membru*

VOLOȘCIUC Leonid - doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător, *membru*

POPOV Leonid - doctor în științe agricole, conferențiar cercetător, *membru*

Susținerea va avea loc la 23.08.2024, ora 11:00, în ședința Consiliului științific specializat D 411.10-24-56, din cadrul Universității Tehnice a Moldovei, mun. Chișinău, MD-2049, str. Mircești 48, bloc 14, aula 100, Facultatea Științe Agricole, Silvice și ale Mediului, tel.: (+373 22) 43 23 72, fax.: (+373 22) 43 22 05

Teza de doctor și rezumatul pot fi consultate la biblioteca Universității Tehnice a Moldovei și pe pagina web a ANACEC (www.anacec.md).

Secretar al Consiliului științific specializat,

CAZMALÎ Nicolai, dr. în științe agricole, conferențiar universitar _____

Conducător științific,

ANDRIUCA Valentina, dr. în științe agricole, conferențiar universitar _____

Autor

RACoviȚA Gheorghe _____

© RACoviȚA Gheorghe, 2024

CUPRINS

REPERELE CONCEPTUALE ALE TEZEI.....	4
SINTEZA CAPITOLELOR.....	8
1. STUDIUL PRODUCTIVITĂȚII AGROECOSISTEMULUI.....	8
2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE.....	8
2.1. Obiectele de cercetare.....	8
2.2. Condițiile meteorologice în anii de cercetare.....	8
2.3. Metodele de cercetare și calcul.....	9
3. ANALIZA PRODUCTIVITĂȚII POTENȚIALE ȘI EFECTIVE A AGROECOSISTEMELOR CULTURILOR CERCETATE ÎN BAZA INDICILOR DE RECOLTĂ.....	10
3.1. Productivitatea potențială și efectivă a agroecosistemului grâului de toamnă în anii de cercetare.....	10
3.2. Productivitatea potențială și efectivă a agroecosistemului floarea-soarelui în anii de cercetare.....	11
3.3. Productivitatea potențială și efectivă a agroecosistemului porumbului pentru boabe în anii de cercetare.....	12
3.4. Evaluarea criteriilor de funcționalitate agroecosistemică conform indicatorilor de recoltă, în spațiul temporal cercetat și pentru perioada 1980-2021.....	12
4. CARACTERISTICA PRODUCTIVITĂȚII AGROECOSISTEMELOR CULTURILOR CERCETATE ÎN BAZA EVALUĂRII ECONOMICE ȘI A PARAMETRILOR ENERGETICI.....	15
4.1. Evaluarea productivității potențiale și efective în baza indicatorilor economici la cultivarea grâului de toamnă, floarea-soarelui și porumbului pentru boabe....	15
4.2. Analiza productivității potențiale și efective prin caracteristica parametrilor energetici în agroecosistemul culturii grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe.....	17
4.3. Cercetarea randamentului de conversie al energiei pentru culturile studiate.....	20
5. EVALUAREA INDICATORILOR DE SECURITATE ALIMENTARĂ A REPUBLICII MOLDOVA PRIN PRIZMA PRODUCTIVITĂȚII AGROECOSISTEMELOR CULTURILOR CERCETATE.....	23
5.1. Evaluarea comparativă a valorilor de productivitate potențială și efectivă a agroecosistemelor culturilor cercetate și cerințele de securitate alimentară a Republicii Moldova.....	23
5.2. Elaborarea modelului de prognozare a productivității agroecosistemelor în funcție de cerințele de securitate alimentară a Republicii Moldova.....	25
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI.....	27
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ.....	31
LISTA PUBLICAȚIILOR ȘTIINȚIFICE LA TEMA TEZEI	35
ADNOTĂRI.....	36

REPERELE CONCEPTUALE ALE TEZEI

Actualitatea și importanța temei de cercetare este determinată de starea alarmantă de insecuritate alimentară din sectorul agroindustrial, cauzată de disfuncțiile de structură și funcționalitate ale agroecosistemelor culturilor agricole și instabilității rețelelor trofice actuale de asigurare cu produse agroalimentare, conform criteriilor de securitate națională. În opinia multor specialiști din domeniu, securitatea alimentară reprezintă cea mai importantă dimensiune a securității unei țări [21].

Republica Moldova dispune de suficiente resurse pentru a asigura necesarul de produse agroalimentare strategice la nivelul populației din hotarele administrative ale țării. Potrivit estimărilor, potențialul bioclimatic al Republicii Moldova este similar potențialului bioclimatic al Austriei (144 de puncte), depășește potențialul bioclimatic al României (133 puncte) și al Ucrainei – 130 puncte [61].

Din perspectiva caracterului inter și trans-disciplinar, actualmente agroecologia înregistrează o extindere pe dimensiunile întregului sistem alimentar, fiind denumită și „ecologia sistemelor alimentare”, oferind mecanisme de dezvoltare durabilă a agriculturii, racordate la condițiile de mediu, predominante de încălzirea globală, epuizarea resurselor naturale, micșorării fertilității naturale ale solurilor și internaționalizarea lanțurilor alimentare [24].

Prin studiile aplicative, agroecologia poate să evidențieze schimbările întregului sistem alimentar, pornind de la componente înguste de cercetare, cum ar fi câmpurile agricole, agrocenozele, componentele de structură agroecosistemică, integrând sistemul de gospodărire, finalizând cu viziune de ansamblu al sistemelor alimentare locale, naționale sau chiar de nivel internațional.

Criteriile agroecologice ale securității alimentare actuale, pe lângă posibilitățile de evidențiere a unor riscuri de deteriorare a ecosistemelor, sunt capabile să identifice sisteme, acțiuni, care să închidă fluxurile elementelor nutritive, să sporească utilizarea energiei regenerabile, să reducă ineficiența în producere și să promoveze un mediu prosper, bazat pe principiile sănătății agroecosistemului.

În baza datelor, privind producția agricolă a agroecosistemului principalelor culturi, prin transformarea acestora în unități de energie și proteină și a datelor privind necesarul acestora în sistemul agroalimentar național, se poate stabili ponderea optimă a diferitor agroecosisteme și satisfacerea acestor necesități de pe suprafețe cât mai reduse și cu consumuri energetice și materiale cât mai mici [24; 27].

Utilizarea ineficientă a potențialului agricol reprezintă o amenințare asupra securității și independenței alimentare a țării, și, această problemă, ar trebui să devină o preocupare a oamenilor de știință pentru a optimiza randamentul de valorificare a resurselor naturale, produselor energetice și a raporturilor socio-economice la toate nivelurile de structură și funcționare a unui agroecosistem.

În ultima perioadă se atestă o trecere a majorității gospodăriilor la sistemul de agricultură cu dominarea culturilor de interes comercial [5].

Exporturile excesive de produse ale unor culturi agricole, ce presupune și utilizarea în exces a terenurilor agricole pentru cultivarea acestora [1; 6], poate deveni un risc și o amenințare la adresa

securității alimentare. Acest fenomen se poate descrie ca utilizare a resurselor de sol, economice, sociale și financiare proprii, în scopul asigurării securității alimentare a altor state, respectiv, în mod conștient și acceptat, subminând sistemul național de securitate alimentară, stabilitatea altor dimensiuni ale economiei și securității naționale [21; 44].

Securitatea alimentară este unul din pilonii de securitate națională [44]. Ea există doar atunci când statul deține suficiente disponibilități de produse agricole și alimentare, care sunt în măsură să acopere necesitățile de hrană pentru toți locuitorii cuprinși în granițele sale și să asigure, în același timp, stocurile necesare de furaje pentru animale, dar și apă în situații de calamități naturale, de război, de crize etc. [25; 47; 52; 57; 59].

Spre deosebire de majoritatea țărilor din Europa și Asia Centrală, Republica Moldova este o țară net exportatoare de produse agroalimentare, a cărei agricultură generează aproape 40% din veniturile de export ale țării, însă balanța ei comercială este în continuă scădere. Deși agricultura a ajuns la o balanță comercială pozitivă în ultimul deceniu, totuși deficitul comercial total al țării a devenit alarmant, deoarece a crescut de zece ori, de la 300 milioane dolari SUA în 2000 la 4,88 miliarde dolari în anul 2022. Exportul de produse agroalimentare, ce constă, în primul rând, din produse calificate ca materie primă neprocesată cu valoare redusă, a crescut pe parcursul perioadei 2020-2022, ajungând în anul 2022 la suma de 1,9 miliarde dolari SUA. Totodată, se evidențiază o creștere a importului, estimat la 1,3 miliarde dolari SUA anual, care generează un dezechilibru al balanței agroalimentare și afectează condițiile de comerț, deoarece cota balanței comerciale variază anual în limitele de 200 – 400 milioane dolari SUA [14; 17].

Gradul de studiere a problemei abordate. Aspectele de evaluare a productivității agroecosistemelor culturilor de câmp în baza indicatorilor cantitativi, economici și energetici ai produsului agricol principal, conform principiilor structurale și funcționale agroecosistemice, sunt aplicate pe larg în sistemele de producere agroalimentară a statelor europene, inclusiv România [4; 7] și, mai puțin în Republica Moldova. Actualitatea stării sectorului agricol național, impune identificarea și aplicarea unor mecanisme, care să permită satisfacerea necesităților în produse agroalimentare din resursele interne, atât în perioade favorabile sectorului agricol, cât și în condiții de stres, cum ar fi seceta, inundațiile sau alte fenomene climatice regionale și globale de risc [1; 6; 19; 20; 27; 49; 60].

Vectorii de abordare agroecologică a sistemelor agroalimentare de producere la nivel european, conform recomandărilor organismelor internaționale [44; 45; 52], pun accentul pe racordarea și calibrarea componentelor sistemice de producere și procesare, fiind orientate spre asigurarea nivelului minim și mediu de securitate alimentară [1; 6]. Din această perspectivă, în statele comunității europene și la nivel internațional, au fost create și sunt utilizate mecanisme interne de diagnostic al vulnerabilităților de funcționalitate și structură agroecosistemică [4; 24; 25; 42; 43; 60]. Unele metodologii pot fi adaptate și aplicate și la condițiile Republicii Moldova.

Cercetarea productivității, recolta agrocenzelor culturilor de câmp: grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe, determinate în condiții reale de producere, cât și indicatorii cantitativi, economici și energetici, evaluați conform criteriilor agroecosistemice, vor permite aprecierea actualizată a principiilor de funcționare operațională a componentelor sistemului național agroalimentar de producere. Aprecierile agroecologice vor evidenția vulnerabilitățile reale ale tehnologiilor, aspectelor manageriale și organizatorice, care generează disfuncționalitățile sistemice și afectează semnificativ domeniile de securitate alimentară. Cercetarea și analiza agroecologică a segmentelor vulnerabile ale sistemului de producere agricol, vor permite identificarea de soluții de diagnostic la nivel de componente interne agroecosistemice, precum și a altor aspecte trans-sectoriale din cadrul multifactorial agroecosistemic.

Ca urmare, va fi posibil de elaborat modele de eficientizare a unor mecanisme de funcționalitate a agroecosistemelor culturilor practicate în sistemul național agricol, adaptând procesele de producere agroalimentară a țării la indicatorii de siguranță și securitate alimentară, protecției resurselor de sol și dezvoltării unui sector agroindustrial durabil, rezilient la schimbările climatice.

Scopul cercetării a fost evidențierea și identificarea mecanismelor de determinare a productivității agroecosistemelor culturilor de câmp – grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe, în condiții reale de producere, racordate la satisfacerea necesităților în produse agroalimentare conform indicilor de securitate alimentară a Republicii Moldova.

Obiectivele lucrării:

1. Determinarea productivității potențiale și efective a agroecosistemelor culturilor de câmp (grâu de toamnă, floarea-soarelui, porumb pentru boabe) în condiții actuale de producere și pe poligoanele de monitorizare calitativă ecopedologică;
2. Aprecieră productivității agroecosistemelor prin prizma valorilor de recoltă (potențială și efectivă), eficienței energetice, randamentului de conversie al energiei și al indicatorilor de eficiență economică;
3. Estimarea productivității agroecosistemelor culturilor cercetate conform necesităților de securitate alimentară;
4. Elaborarea modelului de prognozare a productivității agroecosistemelor în funcție de cerințele de securitate alimentară a Republicii Moldova.

Ipoteza științifică. Principiile actuale de evaluare a potențialului productiv al sistemului agroalimentar național sunt exclusiviste, reduționiste și fragmentate. Abordarea agroecologică de studiere a productivității agroecosistemelor culturilor de câmp, bazată pe criterii multidisciplinare, ce integrează aspecte ecologice, agronomice, pedologice, economice, climatologice, energetice etc., permite evidențierea problemelor de sistem și identifică soluții de management echilibrat al resurselor naturale, tehnologiilor de producere și necesităților societății în produse agroalimentare, conform

rigorilor de securitate alimentară.

Metodologia cercetărilor științifice. Cercetările au fost efectuate conform metodelor agroecologice de cercetare aprobate și recomandate. S-au efectuat studii în teren și laborator bazate pe studierea solului, a învelișului de sol din cadrul a trei poligoane de monitoring calitativ a solului - nr. 11, 12 și 14 ale IPAPS „N. Dimo”, prelevate probe ale produsului agricol principal a agrocenozelor culturilor studiate. Analiza probelor recoltate și determinarea valorilor recoltei medii în câmp s-a realizat în laboratorul Departamentului Agronomie și Mediu din cadrul UTM, aplicând metoda metrică pentru grâul de toamnă și metoda liniară pentru culturile floarea-soarelui și porumb pentru boabe. În baza metodologiei din domeniul pedologic au fost determinate notele de bonitare a biotopului de cultivare a culturilor agricole din cadrul gospodăriilor selectate pentru cercetare [28; 29; 30], calculate respectiv valorile productivității potențiale în funcție de fertilitatea efectivă a solului [1; 3; 6; 13]. Conform metodologiei recomandate de IPAPS „N. Dimo” au fost calculate valorile indicatorilor recoltei potențiale în funcție de cantitatea precipitațiilor atmosferice pe parcursul anilor de cercetare [2; 3].

Bilanțurile energetice și circuitul energiei în cadrul agroecosistemelor culturilor studiate au fost determinate și analizate în funcție de Fișa tehnologică aplicată în gospodăriile agricole – S.R.L. „Trofion”, comuna Chiștelnița și S.R.L. „Tîrșiței Agro”, comuna Tîrșiței, raionul Telenești, utilizând metodologia recomandată de Afanasiev, V., 1989 și Pimentel, D., 2008 [49; 55].

Determinarea cotei energetice a materiei organice din sol, în baza humusului din totalul bilanțului energetic investit în agrocenoză, s-a efectuat conform metodologiei (Gîrla D., 2010, cu referire la metoda V.A. Covda) [18]. Aplicarea principiilor de structură și funcționalitate ale agroecosistemelor culturilor cercetate s-a realizat pentru anii 1980-2021. Au fost analizate integral bazele de date ale Biroului Național de Statistică al Republicii Moldova. Indicatorii și rezultatele obținute au fost analizate și procesate cu utilizarea software-ului Excel 2010.

Aprobarea rezultatelor. Rezultatele cercetărilor au fost prezentate la ședințele catedrei Agroecologie și Știința Solului (anii 2011, 2012, 2013, 2014). Materialele tezei au fost prezentate la conferințe naționale și internaționale, publicate în reviste științifice din domeniul agroecologic după cum urmează: Simpozionul Științific Internațional „Agricultura modernă – realizări și perspective” din 04-06 octombrie 2018, UASM, Chișinău; International Scientific Symposium „Modern Trends of Agricultural Higher Education”, TUM, Chișinău, October 5-6, 2023 și discutate în cadrul forumurilor internaționale în materie de securitate organizate sub egida „George C. Marshall European Center for Security Studies” (2020-2022). În baza cercetărilor au fost publicate 8 lucrări științifice.

SINTEZA CAPITOLELOR

1. STUDIUL PRODUCTIVITĂȚII AGROECOSISTEMULUI

Capitolul 1 reprezintă o sinteză a literaturii de specialitate din domeniul agroecologiei, securității alimentare, a altor componente ale sistemului agroalimentar actual, în special, aspectele de structură și funcționalitate agroecosistemică. Au fost caracterizate componentele și unele criterii de securitate alimentară, cu accent plasat pe spectrul de vulnerabilitate sistemică din Republica Moldova. S-a evidențiat necesitatea de adaptare a sistemului agroalimentar național de producere din perspectiva agroecologică, ținând cont și de schimbările climatice, orientate la cerințele securității alimentare a Republicii Moldova, racordate la standardele comunității europene și organizațiilor internaționale.

O atenție specială a fost acordată descrierii principiilor de optimizare a necesarului în produse agroalimentare la nivel național și ponderii optime a diferitor agroecosisteme, care permit satisfacerea acestor necesități de pe suprafețe de teren cât mai reduse, cu consumuri energetice și materiale cât mai mici [1; 5; 6; 7; 22; 24; 34; 36; 41; 42, 43; 49; 52; 57; 58; 59; 60; 61].

2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

2.1. Obiectele de cercetare

Cercetările privind productivitatea potențială și efectivă agroecosistemică au fost efectuate pentru culturile – grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe [23; 33; 35; 39; 40; 41; 56], în condiții reale de producere din cadrul gospodăriilor agricole: S.R.L. „Trofion”, comuna Chiștelnița și S.R.L. „Tîrșiței Agro”, comuna Tîrșiței, din raionul Telenești, ce corespund poligoanelor nr. 11, 12 și 14 ale IPAPS „N. Dimo”, amplasate în Zona agroecologică a Moldovei Centrale [13]. Cercetările în teren s-au efectuat în anii 2012, 2013 și 2014. Productivitatea efectivă agroecosistemică a culturilor menționate la nivel național a fost cercetată și în spațiul temporal de 41 de ani (1980-2021) [37; 38].

Agrocenozele și biotopurile de cultivare au fost studiate în teren, determinate locațiile pe harta gospodăriilor agricole. În baza „Fișei bonității învelișului de sol al terenurilor comunei” și „Fișei stării de calitate a învelișului de sol al sectoarelor de teren” au fost determinate și evaluate notele de bonitare ale învelișului de sol ale terenurilor (*solelor, câmpurilor, conturilor de pe hartă*), conform numerației din Planul de organizare a teritoriului comunelor incluse în studiu [28; 29].

2.2. Condițiile meteorologice în anii de cercetare

Condițiile agrometeorologice din anul agricol 2011-2012 au fost mai puțin favorabile pentru formarea recoltei culturilor agricole, fapt cauzat de insuficiența de precipitații în perioada de vegetație și cantitatea joasă de umiditate productivă în sol pe parcursul sezonului canicular [9; 10]. Coeficientul Hidrotermic după Seleaninov (CHT), care caracterizează nivelul de umiditate și temperatură a teritoriului, a constituit pentru perioada menționată - 0,5, ceea ce corespunde secetei puternice și foarte puternice [9; 10]. Condițiile agrometeorologice din anii agricoli 2012-2013 și 2013-2014 au fost apreciate ca favorabile pentru formarea recoltelor agricole înalte [11; 12].

2.3. Metodele de cercetare și calcul

Cercetarea productivității potențiale s-a realizat în baza indicatorilor recoltei potențiale a culturilor studiate, prin determinarea: (I) valorilor notei de bonitare pentru biotopurile de cultivare ale culturilor cercetate și a coeficientului de valorificare a fertilității efective de către culturile agricole; (II) coeficienților de utilizare a precipitațiilor atmosferice și a consumului de apă pe unitate de produs principal, selectate pentru anii de cercetare după datele prezentate de Serviciul Hidrometeorologic de Stat [9; 10; 11; 12; 28; 29; 30].

Determinarea și evaluarea productivității efective a agroecosistemelor culturilor selectate s-a efectuat în baza indicatorilor recoltei medii în câmp, a datelor recoltei statistice și a valorilor celor declarate de gospodăriile agricole cercetate. Urmare studierii amplasării geografice și a perimetrului agroecozonelor de cultivare a culturilor studiate, au fost stabilite puncte de control, de unde au fost recoltate probe ale produsului agricol principal pentru fiecare cultură. În condițiile cercetării au fost selectate 45 de probe pentru cultura grâu de toamnă, câte 20 de probe pentru culturile floarea-soarelui și porumb pentru boabe. Cercetările s-au realizat anual.

În condiții de laborator probele au fost prelucrate și pregătite pentru determinarea indicilor: (a) numărul de spice din interiorul ramei metrice; (b) proporția spicelor mari, mijlocii și mici; (c) numărul de boabe din 10 spice alese conform proporției; (d) numărul mediu de boabe în spic; (e) masa a 1000 de boabe. Pentru cultura floarea-soarelui și porumb pentru boabe, punctele de control au fost stabilite după metoda liniară de 28 m², pe lungimea de 10 m (4 rânduri x 70 cm = 2,8 m x 10 m - 28 m²), iar valorile recoltei medii în câmp au fost determinate în baza următorilor parametri: (I) numărul de știuleți la ha; (II) numărul mediu de boabe pe știulete; (III) MMB - masa a 1000 de boabe [32; 34; 36].

Cercetarea productivității s-a realizat și în baza bilanțului energetic input/output în agroecosistemele culturilor studiate, conform Fișei tehnologice, structurată pe patru elemente tehnologice: (I) pregătirea solului; (II) semănatul; (III) îngrijirea semănăturii și (IV) recoltarea [49; 55].

Indicatorii energetici au fost determinați în baza coeficienților de transformare a consumurilor directe și indirecte de energie, elaborați de Afanasiev, V., 1989 și Pimentel, D., 2008, a valorilor producției principale obținute prin: (I) datele recoltei potențiale, determinate conform indicelui de bonitate al solului; (II) recoltei medii din câmp și (III) recoltei declarate de antreprenorul agricol, precum și prin analiza datelor statistice. Conform metodologiei recomandate de Andrieș, S., 2007 și Gîrlă, D., 2011, a fost determinată cota energiei unor părți a masei organice din sol [3; 18].

Analiza și evaluarea comparativă a unor indicatori de productivitate agroecosistemică la nivel național s-a realizat în spațiul temporal de 41 de ani (1980-2021), în baza datelor statistice prezentate de BNS pe următorii trei indicatori: (I) recolta medie în fiecare an agricol; (II) producția globală pentru fiecare cultură studiată și (III) suprafața însămânțată cu culturile cercetate din totalul suprafețelor arabile. Perioada 1989–2021 nu include datele statistice din raioanele de Est ale Republicii Moldova [37; 38].

3. ANALIZA PRODUCTIVITĂȚII POTENȚIALE ȘI EFECTIVE A AGROECOSISTEMELOR CULTURILOR CERCETATE ÎN BAZA INDICILOR DE RECOLTĂ

3.1. Productivitatea potențială și efectivă a agroecosistemului grâului de toamnă în anii de cercetare

Productivitatea potențială a agroecosistemului grâului de toamnă a fost cercetată conform indicilor de recoltă potențială, calculată pentru fiecare biotop de cultivare în anii de cercetare. Conform numerației din Planul de organizare a teritoriului comunelor cercetate și a hărții pedologice a localităților Chiștelnița și Tîrșiței s-a studiat învelișul de sol și soarele componente pentru fiecare biotop [28; 29].

Rezultatele cercetărilor, prezentate în tabelul 3.1, evidențiază o variație a notelor de bonitare de la 68 de puncte până la 84, care sunt influențate de numărul de soale din perimetrul terenului agrobiotopului și valorile notelor de bonitare ale acestora. Respectiv, indicii recoltei potențiale în baza notei de bonitare se plasează în diapazonul de la 2,3 t/ha până la 3,5 t/ha.

Tabelul 3.1. Indicii de recoltă potențială determinați în baza fertilității (RPB) și a precipitațiilor atmosferice (RPP) pe anii de cercetare, grâu de toamnă

Entitatea agricolă	Anii de cercetare	Suprafața, ha	Nota de bonitare	RPB (nota de bonitare), t/ha	Precipitații atmosferice, mm	RPP (precipitații), t/ha
S.R.L. „Trofion” Chiștelnița	2012	72	68	2,7	601 (444-704)	5,4
	2013	45	75	2,3	691 (400-750)	6,2
	2014	70	80	3,2	516 (417-729)	4,6
S.R.L. „Tîrșiței Agro” Tîrșiței	2012	50	84	3,3	601 (444-704)	5,4
	2013	60	73	3,5	691 (400-750)	6,2
	2014	55	76	3,0	516 (417-729)	4,6

Coeficientul de utilizare a precipitațiilor pentru cultura grâu de toamnă este de 0,74 puncte;
Consumul de apă pe unitate de produs principal pentru cultura grâu de toamnă este de 820 puncte [2; 3].

Cercetările indicatorilor recoltei potențiale, conform coeficientului de utilizare a precipitațiilor și a consumului de apă pe unitate de produs principal, arată valori mult mai ridicate. Rezultatele obținute (tabelul 3.1) arată, că în funcție de precipitațiile atmosferice în anii de cercetare, inclusiv secetoși, cum a fost anul 2012, recolta potențială a grâului de toamnă ar putea fi de 5,4 t/ha. În anii agricoli favorabili, 2013 și 2014, recolta potențială poate atinge valori de 6,2 t/ha și respectiv 4,6 t/ha.

Rezultatele cercetării recoltei medii în câmp a culturii grâu de toamnă, prezentate în tabelul 3.2, variază în funcție de condițiile pedoclimatice caracteristice anilor de cercetare. În anul agricol 2012, caracterizat prin condiții de secetă, RMC al grâului de toamnă are valori de 2,7 t/ha și respectiv 2,9 t/ha, fiind similară cu recolta potențială calculată în funcție de nota de bonitare.

Pentru anii agricoli 2013 și 2014, favorabili sectorului agricol, valorile RMC variază de la 5,3 t/ha până la 6,4 și 7,4 t/ha, fiind foarte aproape de valorile recoltei potențiale, determinate în funcție de coeficienții de valorificare ale precipitațiilor atmosferice.

Tabelul 3.2. Indicii de recoltă efectivă (RMC) în anii de cercetare, grâu de toamnă

Anii de cercetare Cultura	2012		2013		2014	
	RMC, t/ha	Suprafața, ha	RMC, t/ha	Suprafața, ha	RMC, t/ha	Suprafața, ha
Grâu de toamnă	S.R.L. „Trofion” (Chiștelnița)					
	2,7	72	5,3	45	6,4	70
	S.R.L. „Tîrșiței Agro” (Tîrșiței)					
	2,9	50	7,4	60	6,4	55

3.2. Productivitatea potențială și efectivă a agroecosistemului floare-soarelui în anii de cercetare

Rezultatele evaluării indicilor de recoltă potențială, calculată conform notelor de bonitare, prezentate în tabelul 3.3 au evidențiat o variație de cca. 1,6 – 1,7 t/ha, pentru agrocenoza floarea-soarelui din cadrul entităților agricole de cercetare.

Tabelul 3.3. Indicii de recoltă potențială determinați în baza fertilității (RPB) și a precipitațiilor atmosferice (RPP) pe anii de cercetare, floarea-soarelui

Entitatea agricolă	Anii de cercetare	Suprafața, ha	Nota de bonitare	RPB (nota de bonitare), t/ha	Precipitații atmosferice, mm	RPP (precipitații), t/ha
S.R.L. „Trofion” Chiștelnița	2012	70	72	1,6	601 (444-704)	3,3
	2013	45	74	1,7	691 (400-750)	3,8
	2014	35	72	1,6	516 (417-729)	2,9
S.R.L. „Tîrșiței Agro” Tîrșiței	2012	60	73	1,6	601 (444-704)	3,3
	2013	-	-	-	691 (400-750)	3,8
	2014	-	-	-	516 (417-729)	2,9

Coefficientul de utilizare a precipitațiilor pentru cultura floarea-soarelui este de 0,74 puncte;
Consumul de apă per unitate de produs principal pentru cultura floarea-soarelui este de 1330 puncte [2; 3].

Datele cercetărilor (tabelul 3.3) evidențiază, că în cazul agrocenozelor culturii de floarea-soarelui, indicii RPP se dublează în condițiile anilor favorabili, precum a fost 2013 și 2014, cu 3,8 t/ha și respectiv 2,9 t/ha. În anul agricol 2012, evidențiat ca nefavorabil și pentru floarea-soarelui (plantă rezistentă la secetă), valorile recoltei potențiale constituie 3,3 t/ha, având o diferență de 0,4 t/ha.

Rezultatele indicilor recoltei efective al agrocenozelor culturii de floarea-soarelui, prezentate în tabelul 3.4, relevă diferențieri a RPP și RMC în anii de cercetare, plasate în diapazonul de 1,3 t/ha pentru anul 2012, cu majorare pentru anii 2013 și 2014, până la valori de 3,4 t/ha.

Tabelul 3.4. Indicii de recoltă efectivă (RMC) în anii de cercetare, floarea-soarelui

Anii de cercetare Cultura	2012		2013		2014	
	RMC, t/ha	Suprafața, ha	RMC, t/ha	Suprafața, ha	RMC, t/ha	Suprafața, ha
Floarea-soarelui	S.R.L. „Trofion” (Chiștelnița)					
	1,3	70	3,2	45	3,4	22
	S.R.L. „Tîrșiței Agro” (Tîrșiței)					
	1,7	60	-	-	-	-

Din datele obținute (tabelul 3.4) se evidențiază, că și în cazul agrocenozelor de floarea-soarelui, indicatorii RMC, care constituie 1,3 t/ha și 1,7 t/ha, evaluați în anul 2012 - secetos, corespund valorii RPB de 1,7 t/ha (tabelul 3.3). În condițiile anilor agricoli favorabili, valorile RMC, de 3,2 t/ha și 3,4 t/ha

(tabelul 3.4) se apropie de valorile RPP, care se încadrează în diapazonul 3,0 – 3,3 t/ha (tabelul 3.3.).

3.3. Productivitatea potențială a agroecosistemului porumb pentru boabe în anii de cercetare

Rezultatele cercetărilor prezentate în tabelul 3.5, relevă diferențe semnificative și în cazul indicilor de productivitate pentru agrocenoza culturii porumb, care are valori de 2,9 – 4,0 t/ha pentru RPB, iar pentru indicii RPP au fost obținute valori de recoltă 5,7 – 6,9 t/ha.

Tabelul 3.5. Indicii de recoltă potențială determinați în baza fertilității (RPB) și a precipitațiilor atmosferice (RPP) pe anii de cercetare, porumb pentru boabe

Entitatea agricolă	Anii de cercetare	Suprafața, ha	Nota de bonitare	RPB (nota de bonitare), t/ha	Precipitații atmosferice, mm	RPP (precipitații), t/ha
S.R.L. „Trofion” Chiștelnița	2012	35	72	3,4	601 (444-704)	5,7
	2013	14	71	3,4	691 (400-750)	6,9
	2014	45	75	3,0	516 (417-729)	6,3
S.R.L. „Tîrșiței Agro” Tîrșiței	2012	35	61	2,9	601 (444-704)	5,7
	2013	55	76	3,6	691 (400-750)	6,9
	2014	60		4,0	516 (417-729)	6,3

Coefficientul de utilizare a precipitațiilor pentru cultura porumb pentru boabe este de 0,74;

Consumul de apă per unitate de produs principal pentru cultura porumb pentru boabe este de 640 [2; 3].

Cultura porumb pentru boabe, în condițiile pedoclimatice ale agrocenozelor din entitățile agricole de producere din anul agricol 2012, practic s-a oprit în dezvoltare. Evaluările în baza precipitațiilor atmosferice din anul 2012, indică valori ale RPP de 5,7 t/ha, ceea ce arată că pe parcursul anului au căzut precipitații suficiente pentru formarea unor recolte optime de porumb pentru boabe. Indicii RMC pentru anii agricoli 2013 și 2014 (tabelul 3.6), constituie 8,4 t/ha și respectiv 8,8 t/ha.

Tabelul 3.6. Indicii de recoltă efectivă (RMC) în anii de cercetare, porumb pentru boabe

Anii de cercetare Cultura	2012		2013		2014	
	RMC, t/ha	Suprafața, ha	RMC, t/ha	Suprafața, ha	RMC, t/ha	Suprafața, ha
Porumb pentru boabe	S.R.L. „Trofion” (Chiștelnița)					
	-	35	8,4	14	8,8	45
	S.R.L. „Tîrșiței Agro” (Tîrșiței)					
	-	35	5,7	55	6,8	60

Analiza comparativă a indicilor de recoltă arată, că în anii secetoși, precum a fost anul 2012, lipsa precipitațiilor atmosferice în perioadele critice de dezvoltare a culturilor de câmp, pot provoca compromiterea totală a productivității. În condițiile pedoclimatice favorabile culturilor agricole, precum au fost anii 2013 și 2014, valorile RMC se plasează în zona valorilor RPP.

3.4. Evaluarea criteriilor de funcționalitate agroecosistemică conform indicatorilor de recoltă, în spațiul temporal cercetat și pentru perioada 1980-2021

Supravegherea în dinamică a valorilor de recoltă, prețul unei unități de produs agricol principal, veniturile pe unitate de suprafață și beneficiile actorilor implicați în procesul de producere, distribuire și consum, poate furniza date prețioase privind modificările cantitative și calitative ale producției, care, de regulă, condiționează autonomia sau dependența sistemului agroalimentar al oricărei țări [7; 52; 53].

Cercetările privind evaluarea productivității potențiale și efective a agroecosistemelor culturilor: grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe, realizate pe parcursul a trei ani (2012, 2013 și 2014), prezentate în tabelul 3.7, au scos în evidență existența unei diferențe a indicilor recoltei potențiale calculate în baza fertilității efective a solului (RPB), precipitațiilor atmosferice (RPP), recoltei medii în câmp (RMC), datelor statistice (RS), ce include valorile recoltei prezentate de gospodăria agricolă (RS₁), înregistrată la Autoritatea publică locală a comunei Chiștelnița și cele statistice a BNS (RS₂).

În cadrul cercetărilor (tabelul 3.7) s-a stabilit că diferența indicilor de recoltă menționați este aproximativ de 40% pentru cultura grâu de toamnă, 35% pentru floarea-soarelui și de 45% pentru cultura porumb în condițiile anilor agricoli de cercetare în baza rezultatelor structurii recoltei.

Tabelul 3.7. Datele integrate a indicilor de recoltă a culturilor studiate, gospodăria agricolă S.R.L. „Trofion”, comuna Chiștelnița, t/ha

Anii de cercetare	Indicatori pentru productivitatea potențială		Indicatori pentru productivitatea efectivă				
	RPB	RPP	Recolta statistică RS		RMC	Diferența RMC / RS	
			RS ₁	RS ₂		%	t/ha
1	2	3	4	5	6	7	8
Grâu de toamnă							
2012	2,7	4,5	1,4	1,2	2,7	38	1,0
2013	2,3	5,4	3,0	2,8	5,5	47	2,6
2014	3,2	4,9	4,0	3,3	6,4	48	3,0
Floarea-soarelui							
2012	1,6	2,7	1,0	1,0	1,3	26	0,3
2013	1,7	3,3	2,0	2,0	3,4	41	1,4
2014	1,6	3,0	2,0	1,8	3,3	45	1,5
Porumb pentru boabe							
2012	3,4	5,7	-	1,0	-	-	-
2013	3,4	6,9	7,0	4,3	7,9	45	3,6
2014	3,0	6,3	7,0	4,2	8,7	51	4,4

Analiza tabelului 3.7 arată diferențe semnificative de recoltă și la nivelul indicilor recoltei statistice. Diferența evidențiată poate fi divizată în pierderi de recoltă și diminuări ale datelor productivității efective. Pierderile de recoltă, de fapt, reprezintă o fracțiune a produsului agricol principal, pentru care s-au investit resurse energetice și materiale, au fost exploatate resursele naturale și suportate cheltuieli financiare, iar eliminarea lor, din evaluări și analize, contribuie la diminuarea valorilor potențialului de producere a sistemului agroalimentar național. Pentru o înțelegere și evaluare corespunzătoare a acestui proces a fost elaborată diagrama din figura 3.1, fiind descrisă evoluția pierderilor de recoltă, care conform datelor (tabelul 3.7) constituie în medie 40% din fracțiunea produsului agricol principal.

La elaborarea schemei din figura 3.1 s-a ținut cont de principiile agroecologice de evaluare a lanțului alimentar, unde recolta este calificată ca produs agricol principal și reprezintă o fracțiune din producția biologică primară netă – biomasa vegetală [7], constituind 17-50% din biomasa aeriană, când

este reprezentată prin semințe, iar la rădăcinoase și tuberculifere, între 70 și 77% din biomasa totală.

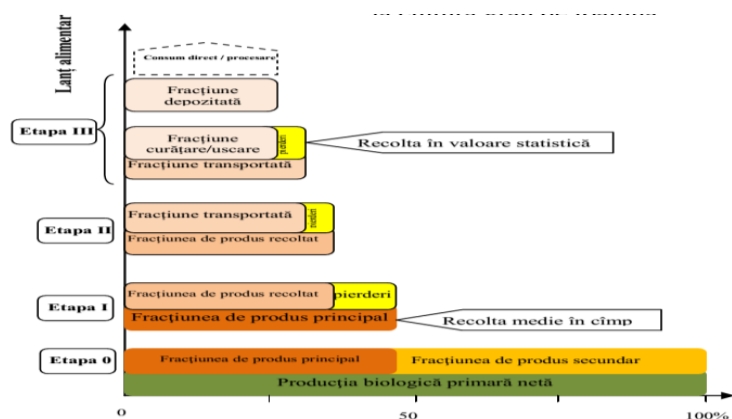


Fig. 3.1. Prezentarea schematică a pierderilor de recoltă la cultura grâu de toamnă

Indicele de recoltă medie a semințelor în cazul grâului de toamnă este de 31-39% și poate varia în limitele 23 și 46% din biomasa totală a plantei de cultură. Pierderile de recoltă, înregistrate la etapele incipiente ale lanțului alimentar, conform definițiilor date de FAO [25; 31; 43; 51; 60], generează impact economic, social și ecologic asupra întregului sistem agroalimentar.

Pentru a observa evoluția productivității într-un spațiu de timp și a crea o viziune a productivității agroecosistemelor culturilor cercetate la nivel de țară, au fost evaluați indicii de recoltă efectivă (statistici), sistematizați de BNS pe parcursul a 41 de ani: 1980 - 2021.

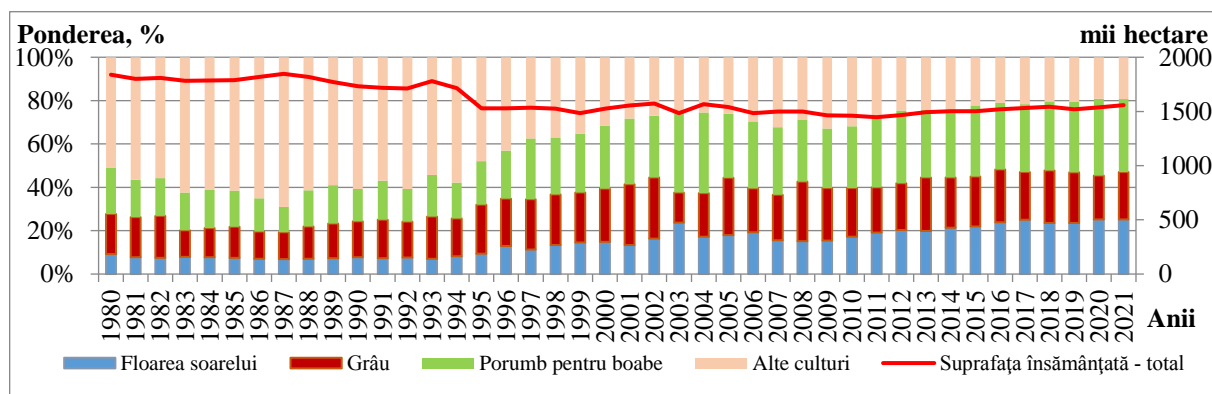


Fig. 3.2. Prezentarea comparativă a evoluției suprafețelor însămânțate a culturilor cercetate pentru perioada 1980 – 2021

Conform datelor din figura 3.2 observăm că suprafața globală arabilă la nivel național se micșorează de la 1,8 milioane ha evidențiate în 1980, până la 1,6 milioane în 2021. Cercetările denotă, că aproximativ 80% din totalul de 1,8 milioane ha terenuri arabile sunt destinate pentru trei culturi strategice: 23% - grâu de toamnă; 25% - floarea-soarelui și 33% - porumb pentru boabe [37; 38].

Cercetările au scos în evidență, că suprafețele majorate a celor trei culturi cercetate, care ocupă aproximativ 80 % din totalul terenurilor arabile, s-a efectuat din contul altor culturi: hrișcă, care la moment nu este cultivată; leguminoasele pentru boabe, suprafața cărora s-a redus de la 88 mii ha în 1988, la 35 mii ha în 2010, precum și din suprafețele culturilor furajere, care ocupau cca. 714 mii ha în anul 1987, iar în 2010 reducându-se până la 75 mii ha [37; 38].

Evaluarea datelor producției efective globale a agroecosistemelor culturilor grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe, prezentate în figura 3.3, denotă un dezechilibru de funcționalitate și structură la nivelul agroecosistemelor acestor culturi [37; 38].

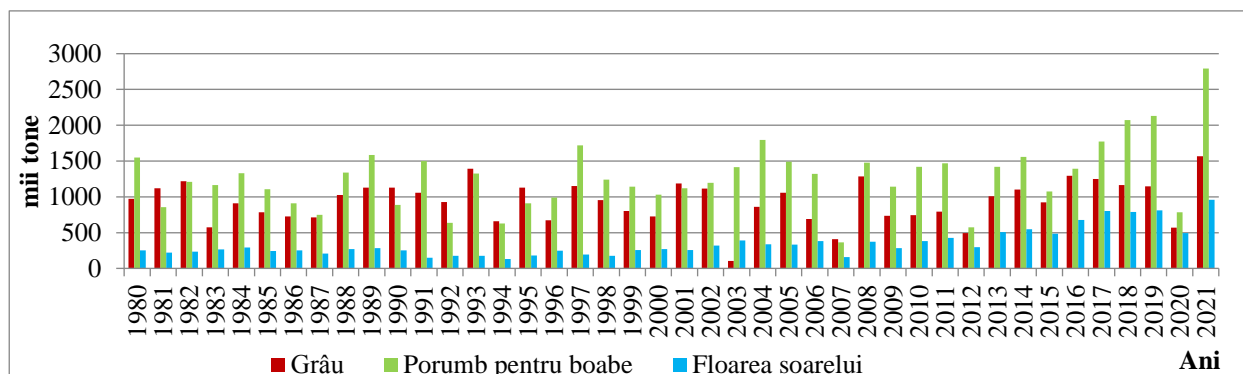


Fig. 3.3. Prezentarea comparativă a evoluției recoltei globale a culturilor cercetate pentru perioada 1980 - 2021

Rezultatele evaluării recoltei medii la hectar în spațiul temporal, prezentate în figura 3.4, relevă că după anul 1990 până în anul 2021, valorile recoltelor culturilor cercetate înregistrează o evoluție instabilă cu variații de la an la an [37; 38].

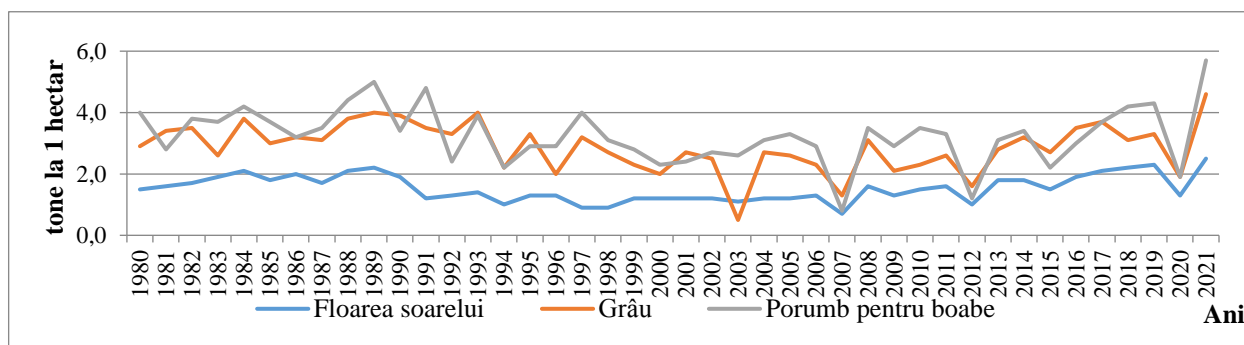


Fig. 3.4. Dinamica indicilor recoltei culturilor cercetate pentru perioada 1980 - 2021

Se evidențiază, că structura actuală a asolamentului practicat de gospodăriile agricole cercetate, de fapt, e similară pentru toate gospodăriile agricole din Republica Moldova, unde predomină trei culturi cu valoare economică sporită: grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe [1; 6]. Aceasta conduce la dezechilibru funcțional și structural al sistemului național agroindustrial. În astfel de condiții, deși productivitatea efectivă a agroecosistemelor din perspectiva economică este benefică, predomină o stare de insecuritate alimentară la nivel național, cu efecte de degradare a proprietăților fizico-chimice ale solului și reziliență redusă la efectele încălzirii globale.

4. CARACTERISTICA PRODUCTIVITĂȚII AGROECOSISTEMELOR CULTURILOR CERCETATE ÎN BAZA VALORILOR ECONOMICE ȘI A PARAMETRILOR ENERGETICI

4.1. Evaluarea productivității potențiale și efective în baza indicatorilor economici la cultivarea grâului de toamnă, floarea-soarelui și porumbului pentru boabe

Productivitatea agroecosistemelor a fost evaluată și prin prizma parametrilor economici, în special, ce țin de valorile exporturilor și importurilor produselor agricole principale ale culturilor

cercetate la nivel de țară, perioada 2020-2022, aspecte importante în caracteristica complexă agroecologică și de securitate alimentară.

Pentru evaluarea agroecologică a productivității prin prizma parametrilor economici au fost examinate datele statistice ale BNS pentru a evidenția balanța comercială pe coraportul export/import, atât al produselor primare, cât și a celor procesate, în special, făina de grâu și ulei.

Particularitatea comercială esențială a agroecosistemelor grâului de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe constă în gradul înalt de cerere pe piețele externe, datorită valorilor alimentare, comerciale și industriale [8; 15; 23; 35; 39; 40; 56]. Datele arată că grâul de toamnă se exportă în cantități mari, în deosebi: România (60%), Turcia (25%) și Grecia (14%), după cum este reflectat în tabelul 4.1 [14; 17]. Conform datelor, soldul comercial al comerțului extern cu grâu de toamnă este de 37 milioane \$ SUA în anul 2022.

Tabelul 4.1. Balanța comercială a exportului producției culturii grâu de toamnă

Indicatorii comerciali	2020	2021	2022
Export, mii \$ SUA	25 433,94	158 007,69	42 494,05
Import, mii \$ SUA	901,97	770,41	4 825,86
Balanța comercială (±), mii \$ SUA	+24 531,98	+157 237,28	+37 668,18

Sursa: date elaborate de autor în baza BNS

Analiza datelor din tabelul 4.1, de asemenea evidențiază exportul anual de semințe de floarea-soarelui cca. 400 mii tone, direcționat spre: România (47%), Bulgaria (35%) și Turcia (21%). Conform cercetărilor (tabelul 4.2), valoarea producției a atins în anul 2022 nivelul de 285,3 mil \$ SUA, fiind în creștere cu circa 196 mil \$ SUA, comparativ cu anul 2021 [14; 17].

Tabelul 4.2. Balanța comercială a exportului producției de floarea-soarelui

Indicatorii comerciali	2020	2021	2022
Export, mii \$ SUA	98 200,59	89 658,66	285 310,18
Import, mii \$ SUA	25 264,38	37 328,62	99 919,29
Balanța comercială (±), mii \$ SUA	72 936,21	52 330,05	185 390,89

Sursa: date elaborate de autor în baza BNS

În cazul agroecosistemului culturii porumb (tabelul 4.3), de asemenea, evidențiem o valorificare directă a produsului agricol principal – boabele de porumb prin export. Acesta se realizează spre: România (38%), Turcia (33%), Elveția (8%), Italia (5%) și Cipru (4%).

Tabelul 4.3. Balanța comercială a exportului producției porumb boabe

Indicatorii comerciali	2020	2021	2022
Export, mii \$ SUA	79 402,46	23 422,48	324 809,06
Import, mii \$ SUA	19 456,17	18 310,23	40 293,73
Balanța comercială (±), mii \$ SUA	+59 946,29	+5 112,25	+284 515,33

Sursa: date elaborate de autor în baza BNS

În anul 2022 cantitatea exportată de porumb a constituit circa 1,2 mil tone. Volumele mari de

export indică nevalorificarea de către sistemul intern de procesare, a celui zootehnic sau altor destinații economice. În același timp, este înregistrat importul porumbului pentru boabe, preponderent din Ucraina (88%) și România (5%), sub formă de semințe și porumb zaharat. Valoarea producției exportate în anul 2022 a fost de 324,9 mil \$ SUA, de cca. 10 ori mai mare, comparativ cu anul 2021.

Importul de porumb a fost de 40,3 mil \$ SUA, constituind 12% din valoarea exportului [14; 17; 50]. Cercetarea și evaluarea agroecologică prin integrarea și aplicarea criteriilor economice, scot în evidență unele aspecte problematice ale componentelor de structură și funcționalitate agroecosistemică și de securitate alimentară.

4.2. Analiza productivității potențiale și efective prin prisma parametrilor energetici în agroecosistemele culturilor grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe

Criteriul energetic de evaluare agroecologică evidențiază factorii de producere din agroecosistem, chiar și pe cei care nu sunt apreciați pe deplin prin metodele cantitative și economice, deoarece indicatorii recoltei și evaluările financiare, reflectă insuficient de exact coraportul dintre resursele naturale și tehnico-materiale, energetice și umane, investite în agroecosistem. Starea de securitate alimentară este direct dependentă de modul de evaluare și principiile de valorificare a energiei în sistemul agroalimentar național [4; 26; 42; 49; 55; 52]. Aplicarea diverselor metode ar facilita corectitudinea aprecierii potențialului bioproductiv al sistemului agroindustrial din Republica Moldova în diferiți ani agricoli și în diferite condiții climatice extreme.

Parametrii energetici ai productivității agroecosistemului grâului de toamnă au fost evaluați prin prisma energiei investite, conform Fișei tehnologice și regăsite în recoltă, prezentate în tabelul 4.4.

Tabelul 4.4. Valorile energetice input/output în agroecosistemul grâului de toamnă

Nr.	Variante de recolte studiate	Indicele de recoltă, kg/ha	Output, Kcal	Randamentul de conversie
Suprafața biotopului de cultivare pentru anul 2012: 72 ha				
Energia investită – input per hectar: 2677302 Kcal				
Energia investită – input pentru 72 ha: 192765768 Kcal				
1.	Recolta potențială (RPB)	2726	8723200	3,3
2.	Recolta medie în câmp (RMC)	2708	8665600	3,2
3.	Recolta declarată (RS ₁)	1200	3840000	1,4
Suprafața biotopului de cultivare pentru anul 2013: 45 ha				
Energia investită – input per hectar: 2677302 Kcal				
Energia investită – input pentru 45 ha: 59571875 Kcal				
1.	Recolta potențială (RPB)	2321	7427200	2,8
2.	Recolta medie în câmp (RMC)	5529	17692800	6,6
3.	Recolta declarată (RS ₁)	2810	8992000	3,4
Suprafața biotopului de cultivare pentru anul 2014: 60 ha				
Energia investită – input per hectar: 2677302 Kcal				
Energia investită – input pentru 60 ha: 160638120 Kcal				
1.	Recolta potențială (RPB)	3200	10240000	3,8
2.	Recolta medie în câmp (RMC)	6495	20784000	7,8
3.	Recolta declarată (RS ₁)	3300	10560000	3,9

*echivalentul energetic pentru 1 kg de semințe la cultura grâu de toamnă constituie 3200 Kcal [55].

În tabelul 4.4 sunt expuse detaliierile fluxurilor energetice evidențiate în cadrul agroecozozelor cultivate cu grâu de toamnă în anii de cercetare pentru indicatorii recoltei potențiale (RPB), recoltei medii în câmp (RMC) și recoltei declarate de antreprenorul agricol (RS₁). Din totalul energiei investite de 192765768 Kcal în agroecozoză de 72 ha, în anul agricol 2011-2012 în cadrul gospodăriei agricole S.R.L. „Trofon”, cea mai mare pondere corespunde investițiilor directe ce constituie – 181359351 Kcal sau 94% din totalul inputului. Consumul de energie indirectă este de 11406417 Kcal sau 6% din inputul energetic. În cazul energiei directe consumate, cea mai mare pondere este atribuită energiei fertilizanților, cu valori de 80425080 Kcal sau 41%. Pe locul doi, în categoria energiei investite, se poziționează carburanții fosili, ce constituie 53979000 Kcal sau 30%, urmată de energia materialului semincer, cu o valoare de 46080000 kcal sau 23%.

În anul agricol 2012-2013 energia investită în cadrul biotopului de 45 ha este de 120478590 Kcal. Calculele valorilor energetice ale produsului agricol principal a grâului de toamnă relevă valori similare pentru RPB și RS₁. În cazul RMC s-au obținut valori de 17692800 Kcal, aproape dublu, comparativ cu indicii recoltei potențiale și statistice. Evaluările indicilor energetici pentru anul agricol 2013-2014, reflectați în tabelul 4.4, relevă valori mai sporite a energiei produsului agricol principal, care variază de la 10240000 Kcal pentru RPB până la 20784000 Kcal pentru RMC. Randamentul de conversie al energiei, determinat pentru anii de cercetare conform etapelor Fișei tehnologice este pozitiv pentru toate categoriile de indici cantitativi evaluați (RPB; RMC și RS₁).

Rezultatele cercetării parametrilor energetici pentru agroecosistemul culturii floarea-soarelui (2012-2014) sunt structurate în tabelul 4.5, fiind generalizate conform etapelor Fișei tehnologice.

Tabelul 4.5. Valorile energetice input/output în agroecosistemul culturii floarea-soarelui

Nr.	Variante de recolte studiate	Indicele de recoltă, kg/ha	Output, Kcal	Randamentul de conversie
Suprafața biotopului de cultivare pentru anul 2012: 70 ha				
Energia investită – input per hectar: 1323819 Kcal				
Energia investită – input pentru 70 ha: 92667330 Kcal				
1.	Recolta potențială (RPB)	1656	8657568	6,5
2.	Recolta medie în câmp (RMC)	1392	7277376	5,5
3.	Recolta declarată (RS ₁)	1030	5384840	4,1
Suprafața biotopului de cultivare pentru anul 2013: 45 ha				
Energia investită – input per hectar: 1323819 Kcal				
Energia investită – input pentru 45 ha: 59571875 Kcal				
1.	Recolta potențială (RPB)	1702	8898056	6,7
2.	Recolta medie în câmp (RMC)	3271	17100788	12,9
3.	Recolta declarată (RS ₁)	2000	10456000	7,9
Suprafața biotopului de cultivare pentru anul 2014: 35 ha				
Energia investită – input per hectar: 1323819 Kcal				
Energia investită – input pentru 35 ha: 160638120 Kcal				
1.	Recolta potențială (RPB)	1670	8730760	6,6
2.	Recolta medie în câmp (RMC)	3373	17634044	13,3
3.	Recolta declarată (RS ₁)	1840	9619520	7,3

*echivalentul energetic pentru 1 kg de semințe la cultura floarea-soarelui constituie 5228 Kcal [7].

Cercetările denotă că consumul energetic pentru cultivarea floarea-soarelui în anul agricol 2011-2012 în cadrul biotopului de 70 ha este de 92667330 Kcal (tabelul 4.5). Rezultatele cercetărilor prezentate în tabelul 4.5, arată că din totalul energiei investite în valoare de 59571875 Kcal în agrocenoza de 45 ha, cultivată cu floarea-soarelui în anul agricol 2012-2013 în cadrul gospodăriei agricole S.R.L. „Trofion”, cea mai mare pondere le au investițiile directe sub formă de carburanți, ce constituie 34165800 Kcal sau 57% din totalul inputului în agrocenoza cercetată. Consumul de energie, reprezentat prin mijloace fixe, mașini agricole, utilaje este de 3% din inputul energetic, urmat de valoarea energiei conținută în materialul semincer, cu o valoare de 15684000 Kcal sau 15%. O cotă energetică sporită a fost investită și cu fertilizantii foliari, ce echivalează cu 1161225 Kcal sau 12%. Evaluările indicilor de recoltă a floarea-soarelui prin prizma parametrilor energetici pentru anul agricol 2014, reflectate în tabelul 4.5, relevă o evoluție similară a fluxurilor energetice ca și în anii 2012 și 2013.

Evaluarea randamentului de conversie, determinat în baza fluxurilor energetice pe anii de cercetare la floarea-soarelui, evidențiază valori înalte și pozitive pentru toate categoriile de recolte studiate (RPB; RMC și RS₁), care se datorează valorilor înalte pe unitate de produs agricol principal.

Rezultatele cercetărilor indicilor de recoltă pentru agroecosistemul culturii porumb pentru boabe, prezentate prin prizma parametrilor energetici în tabelul 4.6 (anii agricoli 2013 și 2014), arată că din totalul energiei investite, cea mai mare pondere au investițiile directe sub formă de carburanți, ce constituie – cca. 57% din totalul inputului. Consumul de energie, reprezentat prin mijloace fixe, mașini agricole, utilaje este de 25% din inputul energetic. Datele relevă și o pondere mare a valorii energiei conținută prin erbicidele utilizate în cadrul agrocenozei porumb, în valoare de 1402800 Kcal sau 6%.

Tabelul 4.6. Valorile energetice input/output în agroecosistemul culturii porumb pentru boabe

Nr.	Variante de recolte studiate	Indicele de recoltă, kg/ha	Output, Kcal	Randamentul de conversie
Suprafața biotopului de cultivare în anul 2013: 14 ha				
Energia investită – input per hectar: 1632465 Kcal				
Energia investită – input pentru 14 ha: 22854510 Kcal				
1.	Recolta potențială (RPB)	3420	11559600	7,1
2.	Recolta medie în câmp (RMC)	8441	28530580	17,5
3.	Recolta declarată (RS ₁)	8000	10478000	16,6
Suprafața biotopului de cultivare în anul 2014: 45 ha				
Energia investită – input per hectar: 1632465 Kcal				
Energia investită – input pentru 45 ha: 73460925 Kcal				
1.	Recolta potențială (RPB)	3000	10140000	6,2
2.	Recolta medie în câmp (RMC)	8746	29561480	18,1
3.	Recolta declarată (RS ₁)	7000	14398800	15,8

*echivalentul energetic pentru 1 kg de semințe la cultura porumb pentru boabe constituie 3380 Kcal [55].

Datele cercetărilor relevă valori pozitive și înalte ale randamentului de conversie al energiei pe etapele Fișei tehnologice, care se explică prin indici sporiți ai recoltei pentru anii agricoli 2013 și 2014. În anul agricol 2012, randamentul de conversie este negativ pentru că plantele de porumb pentru boabe, cultivate în biotopul cercetat, s-au oprit din dezvoltare, iar energia investită nu a contribuit la obținerea

produsului agricol principal planificat.

4.3. Cercetarea randamentului de conversie al energiei pentru culturile cercetate

Evaluarea randamentului de conversie al energiei (input/output), prin detalierea fluxurilor energetice – input, cu includerea cotei energiei extrase din sol de culturile agricole, rezultat al mineralizării unei părți din masa organică a solului și a energiei regăsite în produsul agricol principal – output, oferă capacități de precizie în diagnosticarea problemelor de funcționalitate agroecosistemică și identificare a soluțiilor de îmbunătățire a eficienței sistemului agroindustrial național, orientat la consolidarea componentelor de securitate alimentară [3; 4; 5; 22; 26; 46; 48; 49; 55].

Cercetarea productivității în baza randamentului de conversie al energiei s-a efectuat pentru trei etape tehnologice (E1 – recoltare, E2 – transportare și E3 – prelucrare/depozitare), detaliat și complex descrise în teză. Etapa tehnologică - E0 reprezintă suma tuturor proceselor care sunt aplicate la nivel de agrocenoză până la recoltare. Evaluarea randamentului de conversie a vizat și elementele cauzale ale pierderilor de recoltă. Datele obținute, prezentate în tabelul 4.7, relevă că pentru anul agricol 2012 valorile pierderilor de recoltă la fiecare etapă cercetată constituie 336 kg/ha. În anii 2013 și 2014 atestăm o majorare a pierderilor de recoltă de cca. 876 kg/ha și 1032 kg/ha.

Tabelul 4.7. Randamentul de conversie al energiei pentru cultura grâu de toamnă, pe etape tehnologice și anii de cercetare

Etapă tehnologică	Indice de recoltă, kg/ha	Pierderi de recoltă, kg/ha	Valoarea energetică a recoltei (output), kcal	Energie investit (input), kcal	Randament conversie
1	2	3	4	5	6
2012					
E ₀	2708*		8665600	1198690	1:7
E ₁	2372	336	7590400	1341461	1:5
E ₂	2036		6515200	1357901	1:4
E ₃	1700**		5440000	1491461	1:3
2013					
E ₀	5529*		17692800	1198690	1:14
E ₁	4653	876	14889600	1341461	1:11
E ₂	3777		12086400	1405851	1:9
E ₃	2900**		9280000	1738191	1:5
2014					
E ₀	6495*		20784000	1198690	1:17
E ₁	5463	1032	17481600	1341461	1:13
E ₂	4431		14179200	1416811	1:10
E ₃	3400**		10880000	1806451	1:6

*Recolta medie în câmp (RMC) **Recolta statistică (RS)

Analiza indicilor energetici ai recoltei, pe fonul reducerii acestor valori din cauza pierderilor de produs agricol principal, raportat la energia investită pe unitate de suprafață agricolă, arată o scădere a randamentului de conversie al energiei. Rezultatele din tabelul 4.7 arată că randamentul de conversie al energiei în anul 2012 scade de la 1:7 (E₀) la 1:3 (E₃). O tendință similară se evidențiază și în anii 2013, cu valori de la 1:14 (E₀) la 1:5 (E₃) și respectiv 2014 de la 1:17 (E₀) la 1:6 (E₃).

Evaluarea randamentului de conversie a energiei demonstrează că pierderile de recoltă la etapele

tehnologice primare generează impact energetic asupra productivității, majorează costul per unitate de produs agricol principal și conduc la încărcătură energetică pe tot lanțul alimentar.

Analiza impactului pierderilor de recoltă în dinamică (figura 4.1) denotă că în cazul predominării pierderilor de produse agroalimentare și la etapele următoare ale lanțului alimentar, randamentul de conversie va înregistra un punct critic, iar raportul dintre output și input va fi egal cu o unitate ($Re=1$).

Evaluarea grafică a fluxurilor energetice (figura 4.1) arată că până la punctul critic randamentul de conversie al energiei înregistrează o valoare pozitivă (Re_+), iar după acest punct, randamentul de conversie al energie devine negativ (Re_-). În urma cercetărilor evidențiem că prin reducerea pierderilor de recoltă și investirii raționale a energiei – *input*, punctul critic ($Re=1$) poate fi exclus sau extins către etape ulterioare de procesare a produselor agroalimentare.

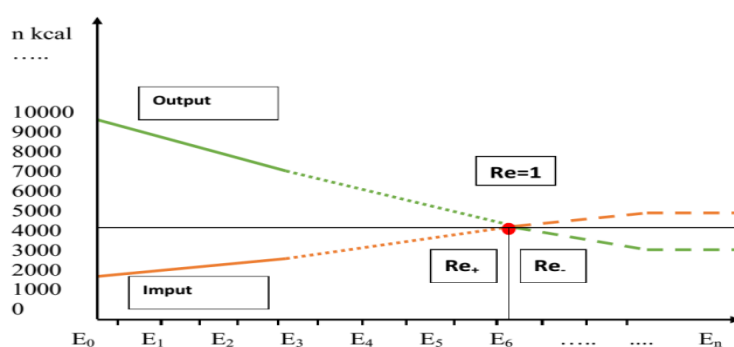


Fig. 4.1 Evoluția randamentului de conversie a energiei

($Re=1$) – punct critic al randamentului de conversie al energiei; (Re_+) – randament pozitiv de conversie al energiei; (Re_-) – randament negativ de conversie al energiei

Analizând randamentul de conversie al energiei, o atenție specială a fost acordată evaluării energiei materiei organice a solului supusă mineralizării și extrase de către plantele de cultură. Aplicând metodologia utilizată în RM, conform căreia într-un gram de humus se conțin 4-5 kilocalorii [3; 18], a fost determinat randamentul de conversie al energiei ce include și energia masei organice mineralizate și utilizate de plantele de cultură ca elemente biofile pentru creștere și dezvoltare.

Rezultatele determinării randamentului de conversie pentru cultura grâu de toamnă, prezentate în tabelului 4.8, relevă o scădere a raportului input/output în condițiile includerii și a cotei energiei masei organice mineralizată. În cazul agrocenozei grâului de toamnă, în anul agricol 2011-2012, pentru indicatorii recoltei statistice, constatăm valori negative ale randamentului energetic în condițiile mineralizării masei organice. Astfel, în condițiile culturii grâului de toamnă, prin includerea valorilor energetice ale masei organice mineralizate ca investiție energetică, o kilocalorie investită produce doar 0,6 unități calorice, evidențind o ineficiență energetică de 0,4 unități.

Înregistrarea unui randament energetic negativ, în anul agricol 2011-2012, se datorează și faptului că a fost un an secetos și nefavorabil pentru grâu de toamnă. Pentru anii agricoli 2012-2013 și 2013-2014 valorile randamentului de conversie al energie este unul pozitiv. Observăm că randamentul

de conversie depinde și de factorii pedoclimatici ce influențează valorile indicilor de recoltă, iar consumurile energetice pe unitate de produs agricol principal sunt mult mai mari, comparativ cu aprecierile doar în baza investițiilor de energie pe etape tehnologice.

Tabelul 4.8. Randamentul de conversie al energiei în funcție de masa organică din sol pentru cultura grâu de toamnă

Entitatea agricolă	Anii de studii	Sup., ha	Valorile energetice determinate, Kcal/ha			Randamentul de conversie	
			output RMC/RS	Cota input – mineralizare humus	Consum total de energie – input *FT+input **HM	output / input FT	output / input FT+HM
S.R.L. „Trofion” Chiștelnița	2012	72	8665600	5616000	8293302	3,2	1,0
			3840000	3195000	5872302	1,4	0,6
	2013	45	17692800	11596500	14273802	6,6	1,2
			8992000	6066000	8743302	3,4	1,0
	2014	60	20784000	12967650	15644952	7,8	1,3
			10560000	6984000	9661302	3,9	1,0

*Cota input per/ha conform Fișei tehnologice (FT) – 2 677 302, Kcal (tab. 4.4); ** HM – humus mineralizat

Tendință de diminuare a randamentului energetic se atestă și în cazul culturii floarea-soarelui, conform datelor prezentate în tabelul 4.9, fiind evidentă diminuarea în anul 2012 de la 5,5 conform Fișei tehnologice până la 0,8 unități în condițiile includerii cotei energiei humusului mineralizat.

Tabelul 4.9. Randamentul de conversie al energiei în funcție de masa organică din sol pentru cultura floarea-soarelui

Entitatea agricolă	Anii de studii	Sup., ha	Valorile energetice determinate, Kcal/ha			Randamentul de conversie	
			output RMC/RS	Cota input – mineralizare humus	Consum total de energie – input *FT+input **HM	output / input FT	output / input FT+HM
S.R.L. „Trofion” Chiștelnița	2012	70	7277376	7560000	8883819	5,5	0,8
			5384840	5548500	6872319	4,1	0,7
	2013	45	17100788	12074850	13398669	12,9	1,2
			10456000	8505000	9828819	7,9	1,0
	2014	35	17634044	11730150	13053969	13,3	1,3
			9619520	6885000	8208819	7,3	1,1

*Cota input conform Fișei tehnologice (FT) – 1 323 819, Kcal (tab. 4.5) ** HM – humus mineralizat

O evoluție similară atestăm și în cazul culturii porumb pentru boabe, rezultatele evaluării fiind prezentate în tabelul 4.10.

Tabelul 4.10. Randamentul de conversie al energiei în funcție de masa organică din sol pentru cultura porumb pentru boabe

Entitatea agricolă	Anii de studii	Sup., ha	Valorile energetice determinate, Kcal/ha			Randamentul de conversie	
			output RMC/RS	Cota input – mineralizare humus	Consum total de energie – input *FT+input **HM	output / input FT	output / input FT+HM
S.R.L. „Trofion” Chiștelnița	2012	35	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-
	2013	14	28530580	10012500	11644965	17,5	2,4
			10478000	6966000	8598465	6,4	1,2
	2014	45	29561480	11025000	12657465	18,1	2,3
			14398800	6967350	8599815	8,8	1,6

*Cota input conform Fișei tehnologice (FT) – 1 632 465, Kcal (tab. 4.6) ** HM – humus mineralizat

Astfel, putem observa că în anii de cercetare 2013 și 2014, valorile randamentului energetic au o tendință pozitivă. În anul agricol 2012, deși au fost efectuate investiții energetice (1632465 Kcal/ha), nu au fost obținute produse agricole principale, plantele de porumb oprindu-se din dezvoltare la etapa incipientă de vegetație, iar randamentul energetic devine negativ.

Detalierea și evaluarea fluxurilor energetice pe unitate de suprafață sau produs, etape tehnologice și surse de proveniență, corelate cu energia regăsită în produsele agricole principale, determinării randamentului de conversie al energiei în agroecosistemele culturilor cercetate [1; 6; 7] a permis să evidențiem formele de energie care nu sunt cuantificate (incluse) în cadrul evaluărilor parametrilor cantitativi, economici sau financiari.

5. EVALUAREA INDICATORILOR DE SECURITATE ALIMENTARĂ A REPUBLICII MOLDOVA PRIN PRIZMA PRODUCTIVITĂȚII AGROECOSISTEMELOR CULTURILOR CERCETATE

5.1. Evaluarea comparativă a valorilor de productivitate potențială și efectivă a agroecosistemelor culturilor cercetate și cerințele de securitate alimentară a Republicii Moldova

În condițiile cercetării productivității a fost observată o relație directă a criteriilor de structură a agroecosistemelor cu dimensiunile de securitate alimentară. Analiza principiilor de funcționalitate a agroecosistemelor culturilor – grâului de toamnă, florii-soarelui și porumbului pentru boabe [4; 23; 25; 36; 41; 46; 51], în spațiul temporal de cca. 41 de ani și în baza valorilor recoltei globale și a recoltei medii la hectar [37; 38], denotă caracterul variabil al productivității pentru fiecare cultură în parte, evaluat conform modelului Conway [42; 43].

În condițiile prezentei cercetări diferența indicilor de recoltă menționați în tabelul 3.7 dereglează criteriul funcțional - eficiența agroecositemică, care conform lui S. Axinte [4] exprimă capacitatea sistemului de a nu înregistra pierderi și este o expresie economică și influențează dimensiunile de securitate alimentară ca stabilitatea și sustenabilitatea.

Diferența menționată influențează alte criterii de structură agroecositemică cum sunt resursele de sol și fertilitatea acestora, amplificând dehumificarea (degradarea humică) și degradarea agrochimică a solurilor, calificate de I. Krupenicov [13; 22; 58] cu numărul 1 și 2 în lista principalelor forme de degradare a cernoziomurilor (total 11 forme).

Integrarea datelor, privind recolta globală a 15 culturi de câmp [37; 38; 51], inclusiv culturile studiate în cadrul lucrării și analiza acestora prin prizma valorilor de import/export a produsului agricol principal ale acestor culturi, ne permite să stabilim necesarul optim în aceste produse la nivel intern.

Rezultatele cercetărilor relevă că necesitățile interne pentru culturile studiate este următorul: grâu de toamnă - cca. 530 mii tone, floarea-soarelui - cca. 300 mii tone; porumb pentru boabe - cca. 950 mii tone, care este destinat în mare parte pentru furaj și o cantitate mai redusă pentru consum alimentar și/sau ca material semincer.

Evaluarea modului de distribuire a terenurilor arabile pentru culturile multianuale, cum sunt fructe, pomușoare și nuci, cultivate pe o suprafață de cca. 50 675 ha (51 148 ha (2020), 50 538 ha (2021) 50 340 ha (2022) și vița de vie, cultivată în mediu pe o suprafață de cca. 25 316 ha (25 000 ha (2020), 25 412 ha (2021) 25 535 ha (2022), per total 75 991 ha, indică o cotă de cca. 180 mii ha care nu sunt contabilizate în datele statistice [37; 38; 50].

Riscul de securitate alimentară, generat de exportul excesiv a trei culturi dominante cum sunt: grâul de toamnă, floarea-soarelui și porumbul pentru boabe afectează direct fertilitatea solului prin extragerea excesivă a elementelor biofile din sol de către plantele de cultură, urmare a mineralizării humusului și exportului ireversibil ale acestora odată cu recolta.

S-a evidențiat că exportul anual de elemente biofile extrase din sol cu produsul agricol principal al culturilor cercetate este de cca.: 82 934,3 t de N; 30 548,6 t de P₂O₅ și de 99 711,3 t de K₂O, ceea ce generează un dezechilibru al bilanțului substanțelor nutritive din sol, precum și al fluxurilor energetice în interiorul și exteriorul agroecosistemelor, ce afectează sistemul productiv agroalimentar.

Energia investită pe flux de inputuri, inclusiv și cota de energie extrasă prin mineralizarea materiei organice a solului și neregăsită în balanța energetică, exprimată prin randamentul scăzut sau negativ de conversie al energiei, reprezintă o dovadă a eficienței energetice scăzute a agroecosistemelor culturilor cercetate.

Perturbațiile funcționale și de structură ale agroecosistemelor culturilor de câmp subminează componenta de autonomie sistemică [1; 4; 6]. Factorul generator de risc este dezechilibrul dintre sistemul de producere al culturilor și valorificarea producției în sistemul agroalimentar național, inclusiv la creșterea animalelor și păsărilor pentru necesitățile alimentare interne.

Cercetările comparative a datelor statistice privind producția globală a culturilor - grâu de toamnă și porumb pentru boabe [37; 38] și șeptelul de animale [16], prezentate grafic în figura 5.1, relevă o diferență dintre producția agricolă globală și numărul de bovine, porcine și ovine la nivel de țară.

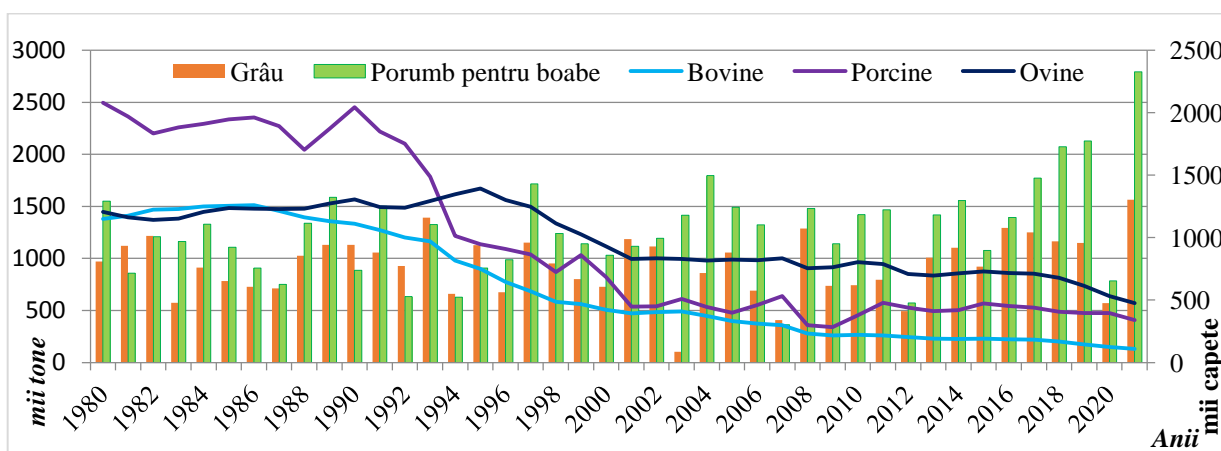


Fig. 5.1. Corelația între recolta globală a grâului și porumbului cu șeptelul animalelor

Cercetările evidențiază un decalaj sporit dintre productivitatea agroecosistemelor a trei culturi strategice, care conform rezultatelor ocupă cca. 80-90% din terenurile arabile și șeptelul animalier la

nivel de țară. Aceasta reprezintă un risc și o amenințare de securitate alimentară a RM.

Instabilitatea producției agricole reduce consumul de produse agroalimentare la nivel de individ, care este cu mult mai mic decât în țările limitrofe RM sau în alte țări din regiune [25; 50; 51].

Variabilitatea productivității agroecosistemelor influențează și veniturile la nivelul producătorilor agricoli, precum și la nivelul populației. Drept exemplu, pot servi efectele secetei din anul 2007 asupra unităților de producere agroalimentare, care conform estimărilor din perioada de referință [49] a provocat prejudicii economiei naționale în sumă de peste 1 miliard \$ SUA. În anul 2012 stările meteorologice extreme au condus la pierderi de 1,0-1,5 miliarde lei MDL.

5.2. Elaborarea modelului de prognozare a productivității agroecosistemelor în funcție de cerințele de securitate alimentară a Republicii Moldova

Starea de insecuritate alimentară, conform cercetătorilor din domeniul de securitate națională „poate genera grave tensiuni sociale, deteriora starea de sănătate a populației, crea stări de instabilitate economică și politică, care, în consecință, pot provoca răsturnări de guverne și destabiliza procesele la nivel de regiuni” [21; 45; 48]. Dezechilibrul structural și funcțional al agroecosistemelor evidențiate în cadrul prezentei lucrări indică asupra necesității de a elabora „Modelul de prognozare a productivității agroecosistemelor” culturilor agricole din sistemul național de producere, orientate spre asigurarea securității alimentare a Republicii Moldova, care conform lui Andrieș S. [2], „trebuie să răspundă la două întrebări esențiale: (I) ce nivel de recoltă poate fi așteptat în condițiile meteorologice concrete ale fiecărui an agricol și (II) care procedee tehnologice (agrotehnice, agrochimice, pedoameliorative) și măsuri organizatorice pot fi aplicate”. Modelul recomandat urmează să integreze componentele de mediu, economice și sociale pentru a asigura eficiența funcțională, stabilitatea și sustenabilitatea agroecosistemelor culturilor valorificate în sistemul național agroalimentar.

Contextul actual de dezvoltare a tehnologiilor informaționale oferă o gamă largă de instrumente digitale care permit integrarea datelor din diferite domenii [1; 2; 6]. Datele obținute în cadrul cercetării evidențiază complexitatea structurală și funcțională agroecosistemică și reconfirmă condiția ca „Modelul de prognozare a productivității agroecosistemelor” culturilor agricole, orientat spre asigurarea securității alimentare a Republicii Moldova, să fie elaborat ca o Platformă Digitală, denumită convențional „AgroApp” sau „PD - AgroApp”.

Pentru a asigura integrarea multifactorială și trans-sectorială a datelor, precum și reieșind din principiile de creare a platformelor digitale „Modelul de prognozare a productivității agroecosistemelor” (PD – AgroApp) va fi constituit din mai multe module digitale cu funcții de integrare și de diagnostic, adaptate la criteriile de structură și funcționalitate ale agroecosistemului evidențiate în cadrul cercetării.

Evaluarea agroecologică denotă că unul din factorii limitativi ai productivității agroecosistemelor culturilor studiate este seceta. Crearea unui modul digital destinat diagnosticării factorilor

agrometeorologici și oferirii de soluții ameliorative pentru a preveni și reduce consecințele perioadelor de secetă asupra culturilor agricole devine imperativ.

Din această perspectivă, în baza datelor obținute în cadrul prezentei cercetări și rezultatelor analizei acestora a fost elaborat designul „Sistemului de diagnostic agrometeorologic timpuriu”, denumit convențional „AgroStat”.

La baza elaborării designului Aplicației „AgroStat” au fost utilizate rezultatele cercetărilor privitor la monitorizarea precipitațiilor atmosferice și indicilor de recoltă a culturilor studiate. În anul agricol 2012, an secetos, factorii climatici au diminuat semnificativ indicatorii de productivitate ai culturilor agricole cercetate, inclusiv reducând indicii de recolta RPP, raportați la RMC, cu 1,8 t/ha sau cu 40% pentru grâu de toamnă, 1,3 t/ha sau 48% pentru floarea-soarelui și de 5,7 t/ha sau 100% în cazul agrocenozei cultivată cu porumb pentru boabe.

Ulterior implementării modulului „AgroStat” se propune ca „Modelul de prognozare a productivității agroecosistemelor” să fie dezvoltat prin crearea altor module digitale ce pot fi elaborate pentru a soluționa disfuncțiile agroecosistemice evidențiate în cadrul cercetării după cum urmează: sistemul integrat pentru evaluarea indicilor de recoltă potențială și efectivă, condiționat de diferențele dintre datele recoltei medii statistice și recoltei medii în câmp. Din perspectiva de securitate alimentară, „Modelul de prognozare a productivității” urmează să includă și o componentă de diagnostic a modulului de utilizare a potențialului agricol-resurselor de sol, deoarece cercetările au evidențiat drept factor generator de instabilitate agroecosistemică, utilizare inefficientă la nivel național a resurselor de sol.

În baza datelor calculate privind suprafețele de cultivare a 33 de culturi de câmp introduse în evidența statistică a fost elaborată ca recomandare cota culturilor cercetate: 240 mii ha pentru cultura grâu de toamnă, 260 mii ha pentru floarea-soarelui și 390 mii ha - cultura porumb pentru boabe.

În contextul dezvoltării „PD - AgroApp” se propune elaborarea modulului de diagnosticare a coeficienților dependenței alimentare a RM, iar drept referință a modulului urmează a fi criteriul de asigurare deplină/integrală a securității alimentare din resursele agroindustriale interne. Implementarea modelului de prognozare a productivității va permite asigurarea condițiilor de stabilitate, sustenabilitate funcțională și de structură a agroecosistemelor, ceea ce va consolida mediul de securitate alimentară și implicit mediul național de securitate.

Totuși securitatea alimentară continuă să fie amenințată de schimbările climatice la nivel regional și global. Pentru a spori reziliența agroecosistemelor față de efectele schimbărilor climatice [1; 19; 45; 48; 53] devine imperativ necesitatea implementării în complex a conceptului de „agroecosistem sănătos” [6; 54] și aplicării tehnologiilor Agriculturii Conservative de producere agroalimentară, orientate spre optimizarea fluxurilor energetice, beneficiilor economice, sociale și de securitate națională.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

1. Determinarea și evaluarea productivității potențiale și efective a agroecosistemelor culturilor de câmp în condiții actuale de producere și pe poligoane de monitoring ale calității solului sunt elemente și mecanisme importante pentru studii extensive agroecologice. Aplicarea metodologiei de calcul a recoltei culturilor: grâu de toamnă, floarea-soarelui, porumb pentru boabe, conform notei de bonitare a solului, cercetării structurii recoltelor în teren, ai indicilor de valorificare ale precipitațiilor atmosferice în condițiile pedoclimatice ale poligoanelor de monitoring ecopedologic nr. 11, 12 și 14 a IPAPS N. Dimo, ce corespund Zonei agroecologice a Moldovei Centrale, denotă că actualmente recoltele efective sunt obținute pe seama fertilității reale a solului din agroecosisteme. Condițiile actuale de gospodărire, nerespectarea sistemului actual de agricultură va genera degradarea continuă a stării de calitate a solului, acesta devenind un risc major pentru securitatea alimentară și națională.

2. Aprecierea recoltei potențiale și recoltei efective în diferiți ani după condiții climatice a evidențiat că indicii de recoltă potențială (RPP) calculați, conform coeficienților de valorificare a precipitațiilor atmosferice evidențiază o recoltă potențială de: 4,9 t/ha pentru grâu de toamnă; 3,0 t/ha pentru floarea-soarelui și 6,3 t/ha pentru cultura porumb pentru boabe, care sunt similari cu indicii recoltei efective (RMC) a culturilor studiate (grâu de toamnă -4,9 t/ha; floarea-soarelui -2,7 t/ha; porumb pentru boabe -8,9 t/ha) în anii agricoli favorabili (2013 și 2014). Aceasta ne-a permis de a stabili legitatea situației productivității agroecosistemelor în condiții reale de producere, fiind constatat că valorile RMC în anii secetoși (2012: grâu de toamnă -2,7 t/ha; floarea-soarelui -1,3 t/ha; porumb pentru boabe -0,0 t/ha) se apropie de valorile RPB (grâu de toamnă -2,7 t/ha; floarea-soarelui -1,6 t/ha; porumb pentru boabe -3,3 t/ha), iar în condițiile anilor favorabili, RMC se apropie de valorile RPP specificate.

3. Abordarea agroecologică a productivității pe un set de factori generatori de variabilitate și eficiență redusă a funcționalității agroecosistemelor denotă că diferența valorilor de recoltă efectivă (RMC versus RS) la etapa inițială a lanțului alimentar (în unități procentuale cca. 40% grâu de toamnă, 35% floarea-soarelui și de 45% porumb pentru boabe) contribuie la estimarea inadecvată a potențialului productiv al agroecosistemului. Aceasta indică la aplicarea incorectă a unor tehnologii actuale de producere a culturilor studiate și a politicilor ineficiente în dezvoltarea sectorului agroalimentar.

4. Evaluarea comparativă a exportului de NPK în funcție de RMC și RS - denotă o diferență a exportului de N de cca.: 66,0 kg/ha în cazul grâu de toamnă; 47,0 kg/ha pentru floarea-soarelui și de 47,4 kg/ha pentru porumb pentru boabe. Rezultatele calculelor coraportului C:N evidențiază o diferență a humusului mineralizat în cazul recoltei statistice și recoltei medii în câmp la grâu de toamnă de cca. 962,7 kg/ha, pentru floarea-soarelui evidențiem o diferență de cca. 772,3 kg/ha, iar pentru porumb pentru boabe-798,5 kg/ha. Aceasta influențează componenta de structură agroecosistemică – resursele de sol și fertilitatea lor, prin consecințe asupra materiei organice și stării agrochimice a solurilor.

5. Analiza aspectelor agroecologice-economice, privind produsul agricol principal al culturilor cercetate, relevă caracterul variabil al particularităților comerciale în diferiți ani (2020-2022), generate de exportul sporit al produselor primare cu valoare adăugată redusă și o balanță comercială negativă, cum ar fi grâul de toamnă, caracterizat de importul masiv în RM al făinii de grâu pentru consum intern, care pentru anii 2020-2022 este de cca. 6820,47 mii \$ SUA, ceea ce destabilizează criteriul funcțional agroecosistemic – eficacitatea economică, redistribuirii neuniforme a profiturilor și beneficiilor economice în relația producător-consumator, beneficiarii de resurse.

6. Evaluarea energetică aplicată pentru agroecosistemele cercetate a evidențiat o creștere a cotei pierderilor de recoltă de 5-10% (Kdj), comparativ cu valorile cantitative (t/ha), ce conduc la încărcarea energetică pe tot lanțul alimentar și majorând inevitabil costul per unitate de produs.

7. Evaluarea comparativă a randamentului de conversie al energiei în baza Fișei tehnologice și energiei extrase din sol, urmare a mineralizării masei organice, specifice humusului, denotă că productivitatea actuală a plantelor de cultură cercetate se bazează și pe energia extrasă din sol, evidențiată în studiul dat, iar aceasta va accelera dehumificarea cu toate consecințele de degradare fizico-chimică, fizică și de fertilitate a solului. Doar în condițiile evaluării energetice a indicilor de recoltă devine posibil stabilirea cotei energetice a humusului mineralizat prin recoltă.

8. Cercetarea productivității agroecosistemelor prin prisma parametrilor cantitativi, energetici și economici în spațiul temporal de cca. 41 de ani (1980-2021) pentru Republica Moldova a evidențiat: caracter variabil al productivității, instabilitate cu elemente de sustenabilitate. Analiza detaliată a componentelor agroecosistemice specificate au permis evidențierea posibilă a dezechilibrelor componentelor de securitate alimentară, în special, disponibilitatea și accesibilitatea produselor agroalimentare de producție locală, disponibilitatea resurselor naturale, celor funciare care continuă să degradeze.

9. Evaluarea comparativă a structurii distribuirii agroceozelor din Republica Moldova pe o perioadă de 41 de ani (1980-2021) prin aplicarea criteriilor de securitate alimentară a stabilit o utilizare irațională a terenurilor agricole cu preponderență în ultimii ani. Culturile cercetate experimental, care ocupă cca 83% din suprafața arabilă totală a țării, (23% grâu de toamnă; 25% floarea-soarelui; 33% porumb pentru boabe) generează un dezechilibru al fluxurilor energetice în interiorul și exteriorul agroecosistemelor, ce se reflectă asupra bilanțului energetic al substanțelor nutritive din sol. S-a stabilit că anual sunt extrase ireversibil din solurile Republicii Moldova prin cele trei culturi cercetate: 82934,3 t/N; 30548,6 t/P₂O₅ și cca. 99711,3 t/K₂O. Aceasta conduce la subminarea dimensiunii de securitate alimentară prin degradarea și epuizarea principalelor resurse naturale disponibile și poate genera factori de instabilitate social-economică.

10. Cercetările și analiza unor multiple date, metodologii complexe de apreciere a productivității, a cotei suprafețelor alocate culturilor de câmp în baza criteriilor de securitate alimentară au evidențiat că în Republica Moldova devine imperativ o nouă abordare a distribuirii terenurilor agricole pe

culturile strategice și necesare, asigurării autonomiei și independenței alimentare după principiile agroecologice. Din această perspectivă, s-a stabilit că securitatea alimentară trebuie fundamentată pe un „Modelul de evaluare și prognozare a productivității agroecosistemelor” care urmează să includă 33 de culturi din sistemul alimentar național, inclusiv sisteme de diagnostic ale pierderilor de recoltă la etapa inițială a lanțului alimentar, racordate la riscuri de nivel sectorial, cu referință la datele Formularului statistic 29-AGR și a indicilor de recoltă a Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante.

11. Datele obținute evidențiază că seceta continuă să reprezinte unul din factorii limitativi ai productivității agroecosistemelor cu risc major de securitate alimentară. În anul agricol 2012, an secetos, factorii climatici au diminuat semnificativ indicatorii de productivitate a culturilor agricole cercetate, inclusiv reducând recolta (1,8 t/ha grâu de toamnă, 1,3 t/ha floarea-soarelui și de 5,7 t/ha porumb pentru boabe) de cca. 40-48% per cultură, iar în cazul agrocenozei de porumb de 100%. Aceasta impune elaborarea unor mecanisme de intervenție în diminuarea impactului riscurilor climatice.

RECOMANDĂRI

1. Estimarea agroecologică a productivității poate fi cu relevanță aplicată în prognozarea complexă a recoltelor la nivel de gospodărie agricolă, regiune agro-pedologică și profil republican, la determinarea sistemului de gospodărire, influenței diverselor riscuri, stării de funcționalitate a sistemului agroalimentar național conform rigorilor de securitate alimentară și strategiilor de dezvoltare. Concomitent sunt necesare cercetări adiționale pentru includerea tuturor criteriilor de structură și funcționalitate caracteristice agroecosistemelor altor culturi din sistemul agricol al Republicii Moldova.

2. Pentru creșterea rezilienței sistemului agroalimentar național la situații critice de natură biotică și abiotică se recomandă crearea sistemelor de diagnostic și monitoring trans-sectorial, cu potențial de identificare a factorilor de risc și analiza prin prizma criteriilor structurale și funcționale ale agroecosistemelor specifice sistemelor de cultură practicate în condiții actuale de producere. Din această perspectivă se consideră oportun de a determina și studia tipurile de agroecosisteme existente la moment în sistemul agroalimentar național.

3. Din perspectiva asigurării securității alimentare este necesară modificarea principiilor de evidență și estimare a indicilor de recoltă la nivelul gospodăriilor agricole, pentru o precizie mai înaltă a productivității și potențialului bioproductiv al culturilor agricole, ce impune crearea unui sistem comprehensiv și integrat de colectare a datelor cu referire la stocurile de produse agroalimentare, evoluției prețurilor, utilizării durabile a fondului funciar valorificat în agricultură, stării fertilității solului și evoluției factorilor pedo-climatici, resurselor energetice și tehnologiilor implementate în producere, costurile impactului practicilor negative de producere la nivel de agroecosistem. Acestea impun crearea sistemului național de monitoring agroecologic.

4. Utilizarea în practicile agricole a softurilor și aplicațiilor digitale, fondate în baza datelor agroecologice integrate, cu adaptarea tehnologiilor din cadrul sistemului de agricultură va contribui la

diagnosticarea reală a efectelor și consecințelor din ce în ce mai vizibile ale schimbărilor climatice asupra productivității culturilor agricole. Pentru eficientizarea măsurilor de gestionare durabilă a componentelor structurale și funcționale ale agroecosistemelor la nivel de fermă, regiune sau țară, sunt necesare cercetări suplimentare orientate la prevenirea riscurilor agroecologice, aplicării mecanismelor adecvate de asigurare a productivității uniforme și echilibrate, precum și eficientizării randamentului tehnologiilor agricole, diminuării factorilor de degradare a resurselor.

Aportul personal. Structura lucrării și cercetările au fost realizate de către autor sub îndrumarea conducătorului științific și al consultanților – experți din domeniul agroecologic, agricol, biologic, IT și de securitate. Rezultatele obținute, evaluarea și analiza lor, generalizările și concluziile expuse aparțin pe deplin autorului.

În scopuri aplicative a fost elaborat „Modelul de prognozare a productivității agroecosistemelor” culturilor de câmp „PD-AgroApp” și modulul digital „AgroStat”, conceptualizat ca un sistem de diagnostic agrometeorologic timpuriu, fondat prin integrarea datelor domeniilor: agroecologic, fitotehnic, pedologic, management agricol, corelat la datele monitoringului hidrometeorologic. Aplicația digitală va oferi soluții și recomandări de management durabil al agroecosistemelor. Modelul „PD-AgroApp” poate fi dezvoltat prin cercetări suplimentare destinate și altor culturi agricole, precum și crearea de noi module digitale care să asigure dezvoltarea durabilă a sistemului agroalimentar conform rigorilor de securitate națională.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. ANDRIEȘ, S., CERBARI, V., FILIPCIUC, V. Starea de calitate a învelișului de sol și măsuri de remediere. In: *Akados*. 2010, nr. 3 (18), pp. 80-86. ISSN 1857-0461.
2. ANDRIEȘ, Serafim. *Agrochimia elementelor nutritive: Fertilitatea și ecologia solurilor*. Chișinău: Pontos, 2011. pp. 40-203. ISBN 978-9975-51-203-9.
3. ANDRIEȘ, Serafim. *Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor și productivitatea plantelor de cultură*. Chișinău: Pontos, 2007. pp. 14-60. ISBN 978-9975-102-23-0.
4. AXINTE, S., AGAFIȚEI, A., CHIRIAC, C. *Ecosistemele agricole convenționale și sustenabile*. Iași: Tipogr. „Politehnicum”, 2004. pp. 16-30. ISBN 973-621- 093-6.
5. BOINCEAN, Boris. Agricultura modernă și necesitatea dezvoltării ei durabile în Republica Moldova. In: *Agricultura Moldovei*. 2009, nr. 9-10. 12 p. ISSN 0582-5229.
6. BOINCEAN, Boris. Asolamentul și fertilitatea solului – factori limitativi în asigurarea dezvoltării durabile a agriculturii în Republica Moldova. In: *Akados*. 2021, nr. 4 (63), pp. 105-107. ISSN 1857-0461.
7. BORZA, Iacob, COSTE, Ioan. *Ecologie și protecția mediului*. Timișoara: EUROBIT, 2003. pp. 101-148. ISBN 973-620-055-8.
8. CALMAȘ, Valentina. *Tehnologii Alimentare*. Chișinău: ASEM, 2009. 11 p. ISBN 978-9975-75-463-7.
9. Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2011 [online]. *Serviciul Hidrometeorologic de Stat*. [citat 19.05.2012]. Disponibil: <https://old.meteo.md/newsait/god2011.htm>
10. Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2012 [online]. *Serviciul Hidrometeorologic de Stat*. [citat 24.02.2013]. Disponibil: <https://old.meteo.md/newsait/god2012.htm>
11. Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2013 [online]. *Serviciul Hidrometeorologic de Stat*. [citat 18.03.2014]. Disponibil: <https://old.meteo.md/newsait/god2013.htm>
12. Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2014 [online]. *Serviciul Hidrometeorologic de Stat*. [citat 04.02.2015]. Disponibil: <https://old.meteo.md/newsait/god2014.htm>
13. CERBARI, Valerian. *Monitoringul calității solurilor Republicii Moldova: Baza de date, concluzii, prognozare, recomandări*. Chișinău: Pontos, 2010. pp. 181-202. ISBN 978-9975-51-138-4.
14. Comerțul exterior al Republicii Moldova, structurat pe secțiuni și capitole, conform Nomenclaturii Combinată a Mărfurilor (NCM) și grupe de țări, 2001-2022. *Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova*. [citat 14.03.2023]. Disponibil: https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/40%20Statistica%20economica_21%20EXT_EXT010_serii%20anuale/EXT010500.px/
15. Descrierea soiurilor de plante: Floarea – soarelui [online]. *Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor* [citat 19.06.2022]. Disponibil: <https://cstsp.md/ro/publica%C8%9Bii/descrierea-soiurilor-de-plante/floarea-soarelui/floarea-soarelui-2016.html>
16. Efectivul de animale pe categorii de gospodării, la 1 ianuarie 1980-2023 [online]. *Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova*. [citat 05.07.2023]. Disponibil: https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/40%20Statistica%20economica_16%20AGR_AGR030/AGR030100.px/
17. Exporturile Republicii Moldova, structurate pe țări și grupe de țări, 1997-2022 [online]. *Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova*. [citat 10.07.2023]. Disponibil: https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/40%20Statistica%20economica_21%20EXT_EXT010_serii%20anuale/EXT010200.px/
18. GÎRLA (DUBIȚ), Daniela. *Variația unor indici ai agroecosistemelor sub influența factorilor climatici și agrofitehnici*: tz. de doct. în agricultură. Chișinău, 2011. pp. 147-149.
19. Hotărâre de Guvern al Republicii Moldova cu privire la aprobarea Strategiei securității alimentare

- a Republicii Moldova pentru anii 2023-2030: nr. 775 din 09.11.2022 [online]. In: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2023, nr. 5-8 [citat 14.02.2023]. Disponibil: <https://monitorul.gov.md/ro/monitor/2593>
20. IEFS: *Propunerile Institutului de Economie, Finanțe și Statistici privind măsurile de asigurare a securității Republicii Moldova*. ©2012 [citat 12.05.2012]. Disponibil: <http://www.iefs.md/ro/activitatea-iefs/publicatii/46-propunerile-institutului-de-economie-finane-i-statistic-al-am-privind-msurile-n-vederea-asigurarii-securitii-alimentare-a-rii.html>
 21. *Intelligence: Securitatea alimentară: Potențialul agricol, componentă a securității naționale a României*. Serviciul Român de Informații, ©2013 [citat 14.03.2012]. Disponibil: <http://intelligence.sri.ro/securitatea-alimentara-potentialul-agricol-componenta-securitatii-nationale-romaniei/>
 22. LUNGU, Vasile. *Solul în sistemele agricole durabile: aspecte agroecologice*. In: Starea actuală, problemele utilizării și protejării solurilor: lucrările conf. șt.-practice, 7-8 sep. 2006. Chișinău: ed. "Phoenix", 2006. pp. 72-75. ISBN 978-9975-100-12-0.
 23. MORARU, Paula, RUSU, Teodor. *Dezvoltare durabilă*. Cluj-Napoca: RISOPRINT, 2020. pp. 112-113. ISBN 978-973-53-2501-5.
 24. PUIA, I., SORAN, V., CARLIER, L., ROTAR, I., VLAHOVA, M. *Agroecologie și ecodezvoltare*. Cluj-Napoca: „Academicpres”, 2001. 204 p. ISBN 973-85075-3-7.
 25. **RACOVÎȚA, Gheorghe**, ANDRIUCĂ, Valentina. Estimarea pierderilor de recoltă la cultura grâu de toamnă și a efectelor de agroecosistem și securitate alimentară [online]. In: *Agronomie și agroecologie*, 1 ian. 2018, Chișinău. Chișinău: Centrul editorial UASM, 2018, Vol.52(1), pp. 385-395. ISBN 978-9975-64-301-6. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/385-395.pdf
 26. **RACOVÎȚA, Gheorghe**. Analiza consumului și a randamentului de conversie a energiei investite în agroecosistemul grâului de toamnă [online]. In: *Agronomie și ecologie*, 9-11 oct. 2013, Chișinău. Chișinău: Centrul editorial UASM, 2013, Vol.39, pp. 342-346. ISBN 978-9975-64-250-7. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/342-346_0.pdf
 27. **RACOVÎȚA, Gheorghe**. Cercetări privind productivitatea agroecosistemului grâului de toamnă în condițiile de producere ale Republicii Moldova [online]. In: *Știința Agricolă*, Chișinău: UTM, 2024, Nr. 2, pp. 7-17. ISSN 1857-0003. E-ISSN 2587-3202. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/7-17_18.pdf
 28. *Raport pedologic la harta solurilor comunei Chiștelnița Solurile comunei Chiștelnița și utilizarea lor rațională*. Chișinău: IPAPS „N. Dimo”, 2004. pp. 6-11.
 29. *Raport pedologic la harta solurilor comunei Tîrșiței Solurile comunei Tîrșiței și utilizarea lor rațională*. Chișinău: IPAPS „N. Dimo”, 2004. pp. 7-12.
 30. Regulamentul cu privire la conținutul documentației cadastrului funciar. In: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2004, nr. 212-217 (1566-1571), pp. 88-89.
 31. RUSNAC, Alexandru. *Aspecte ale teoriei securității*. Chișinău: DRAGHIȘTEA, 2005. 207 p. ISBN 9975-9868-3-8.
 32. Soiul de grâu Apache [online]. [citat 10.02.2013]. Disponibil: <https://germina.ro/produse/seminte/grau-de-toamna/apache/>
 33. Soiuri și hibridi de grâu triticale și orz de toamnă [online]. In: *Gazeta de agricultură*. [citat 11.03.2016]. Disponibil: <https://www.gazetadeagricultura.info/plante/material-saditor/583-seminte/17753-vanzare-seminte-soiuri-si-hibridi-de-grau-triticale-si-orz-de-toamna-2015.html>
 34. SPIVACENCO, Anatol. Complexul agroindustrial al Republicii Moldova și utilizarea durabilă a resurselor de sol [online]. In: *Intellectus*, 2005, nr. 4, pp. 5-12. ISSN 1810-7079. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Complexul%20agroindustrial.pdf
 35. STARODUB, Victor, TABACARI, Ruslan. Producția și calitatea soiului de grâu comun de toamnă Blagodarka Odesskaya în experiențele polifactoriale. In: *Știința agricolă*. 2019, nr. 1. pp. 17-20. ISSN 1857-0003.
 36. STARODUB, Victor. *Fitotehnie: lucrări de laborator*. Chișinău: Pontos, 2009. pp. 206-294. ISBN 978-9975-4187-6-8.

37. Suprafața însămânțată, producția și roada medie pe culturi agricole, categorii de gospodării, 1980-2020 [online]. *Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova*. [citat 12.05.2012]. Disponibil: https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/40%20Statistica%20economica_16%20AGR_AGR020/AGR020100.px/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774
38. Suprafața însămânțată, roada medie și producția globală pe culturi agricole în întreprinderi agricole și gospodării țărănești (de fermier), în profil teritorial, 2007-2022 [online]. *Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova*. [citat 06.07.2023]. Disponibil: https://statbank.statistica.md/pxweb/pxweb/ro/40%20Statistica%20economica/40%20Statistica%20economica_16%20AGR_AGR020/AGR020600reg.px/?rxid=b2ff27d7-0b96-43c9-934b-42e1a2a9a774
39. VRÂNCEANU, V., VOINEA, S. *Cultura plantelor oleaginoase*. București: AGRO-ȘILVA, 1963. 52 p.
40. ZBANCĂ, Andrei, NEGRITU, Ghenadie. Dezvoltarea culturii porumbului în Republica Moldova [online]. In: *Creșterea economică în condițiile globalizării: mater. conf. int.*, 15-16 octombrie 2021. Chișinău, Moldova: INCE, 2021, Ediția 15, Vol.1, pp. 280-291. ISBN 978-9975-3529-7-0. [citat 14.09.2012]. Disponibil: https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/156821
41. ANDRIUCA, V., BACEAN, I., DUBIȚ, D. et. al. [online]. The particularities of root system development in winter wheat grown on carbonate chernozem. In: *Lucrări științifice: Agronomie*. 2016, vol. 59(1), pp. 193-196. [citat 14.03.2023]. Disponibil: <https://www.uaiasi.ro/revagrois/PDF/2016-1/paper/38.pdf>
42. CONWAY, G. R. Agroecosystem analysis for research and development. In: *Center for Environmental Technology Imperial College of Science and Technology*. London: SW7 1 LU, United Kingdom, 1986. pp. 23-25, 33 p.
43. GERALD, Marten. Productivity, stability, sustainability, equitability and autonomy as properties for agroecosystem assessment environment and policy institute [online]. In: *Agricultural Systems*, 1988, vol. 26. pp. 291-316. [citat 10.02.2013]. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0308521X88900467>
44. *Household Food Security Survey of Rural Moldova* [online]. UNDP/WFP, 2008. pp. 51-54. [citat 18.09.2012]. Disponibil: <https://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp178315.pdf>
45. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. The Synthesis Report (SYR) of the IPCC Fifth Assessment Report (AR5), ©2015, pp. 64-67. [citat 11.03.2015]. Disponibil: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_All_Topics.pdf pp 51-52-15
46. LAL, Rattan, STEWART, Bob. *Food security and soil quality*. New York: 2010. 432 p. ISBN 978-1-4398-0057-7.
47. LAZAROU, Elena, TOTHOVA, Linda. Climate change considerations for EU security and defence policy [online]. In: *Research Service*, 2022. [citat 11.03.2013]. Disponibil: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729467/EPRS_BRI\(2022\)729467_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729467/EPRS_BRI(2022)729467_EN.pdf)
48. *National Security and the Threat of Climate Change* [online]. Alexandria: CNA Corporation, 2007. pp. 23-29. [citat 23.12.2016]. Disponibil: https://www.cna.org/archive/CNA_Files/pdf/national%20security%20and%20the%20threat%20of%20climate%20change.pdf
49. PIMENTEL, David, PIMENTEL, Marcia. *Food, Energy and Society* [online]. New York: CRC Press, 2008. 149 p. [citat 11.02.2009]. Disponibil: file:///D:/Downloads/9780429142857_previewpdf.pdf
50. **RACoviȚA, Gheorghe**. Assessment of the interconnections between the agroecosystem components and food security domains. Case study - Republic of Moldova [online]. In: *Agriculture/Agricultura*. Cluj-Napoca, 2023, nr. 3 - 4 (127-128), pp. 22-37. ISSN 1221-5317. Disponibil: <file:///D:/Downloads/14658-Article%20Text-56864-2-10-20240103.pdf>
51. **RACoviȚA, Gheorghe**. Applied agroecological methods for evaluating the agroecosystems of

- field crops [online]. In: *Modern Trends in the Agricultural Higher Education: dedicated to the 90th anniversary of the founding of higher agricultural education in the Republic of Moldova*, 5-6 octombrie 2023, Chişinău. Chişinău: Tehnica-UTM, 2023, p. 39. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/39_42.pdf
52. RAINER, G., HANS, Sch., HANS, P., HANS-JOACHIM, A. Preuss: The Four Dimensions of Food and Nutrition Security: Definitions and Concepts. pp. 4-14. [citat 10.02.2020]. Disponibil: <http://www.oda-alc.org/documentos/1341934899.pdf>
 53. SIVAKUMAR, M., VALENTIN, C. Agroecological zones and the assessment of crop production potential [online]. In: *The Royal Society*. 1997, vol. 352., nr. 1356. pp. 907-916. Disponibil: <https://www.jstor.org/stable/56534>
 54. XU, Wei, MAGE, Julius A. *A review of concepts and criteria for assessing agroecosystem health including a preliminary case study of southern Ontario* [online]. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2001, nr. 83. pp. 215-233. [citat 11.02.2013]. Disponibil: file:///D:/Downloads/WeiXu_PaperinAEE2001.pdf
 55. АФАНАСИЕВ, В. *Энергетический базис адаптивного земледелия*. Кишинев: 1989. с. 82-91.
 56. ЕСЕПЧУК, Н. И., ГРИДНЕВ, Е. К., РЯБОТА, А. Н. *Интенсивная технология производства подсолнечника*. Москва: Россагропромиздат, 1992. 222 с.
 57. КОРБУТ, А. В. Продовольственная безопасность населения: краткая история проблемы и основные понятия. В: *Аналитический Вестник Совета Федерации РФ*. Москва: 2007. с. 9-12.
 58. КРУПЕНИКОВ, И.А. *Черноземы: возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения*. Chişinău: Pontos, 2008. 115 с. ISBN: 978-9975-102-66-7.
 59. КУЧКОВ, Р. Россия и мировой продовольственный рынок. В: *Экономист*, 1998, 94 с.
 60. *Продовольственные потери и пищевые отходы в контексте устойчивых продовольственных систем* [online]. Доклад ГЭВУ, 2014. с. 27-29. [citat 12.03.2016]. Disponibil: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6d3bbd55-6fc5-4fee-8429-b8674b5967f2/content>
 61. ШАШКО, Даниил. *Агроклиматические ресурсы СССР*. Ленинград Гидрометеоиздат, 1985, 154 с.

LISTA PUBLICAȚIILOR ȘTIINȚIFICE LA TEMA TEZEI

1. Articole în reviste științifice recunoscute în străinătate

- 1.1 **RACOVITA, Gheorghe.** Security Threats Caused by Climate Change - Case Study on the Republic of Moldova [online]. In: *European Union Foreign Affairs Journal*. 2017, nr. 02, LIBERTAS. pp. 75 – 88. ISSN 2190-6122. Disponibil: <https://www.libertas-institut.com/wp-content/uploads/2017/07/EUFAJ-2-2017.pdf>
- 1.2 **RACOVIȚA, Gheorghe.** Assessment of the interconnections between the agroecosystem components and food security domains. Case study - Republic of Moldova [online]. In: *Agriculture/Agricultura*. Cluj-Napoca, 2023, nr. 3 - 4 (127-128), pp. 22-37. ISSN 1221-5317. Disponibil: <file:///D:/Downloads/14658-Article%20Text-56864-2-10-20240103.pdf>

2. Articole în reviste din Registrul Național al revistelor de profil, categoria B

- 2.1 **RACOVIȚA, Gheorghe.** Cercetări privind productivitatea agroecosistemului grâului de toamnă în condițiile de producere ale Republicii Moldova [online]. In: *Știința Agricolă*, Chișinău: UTM, 2024, Nr. 2, pp. 7-17. ISSN 1857-0003. E-ISSN 2587-3202. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/7-17_18.pdf

3. Articole în culegeri științifice în lucrările conferințelor științifice internaționale (RM)

- 3.1. **RACOVIȚA, Gheorghe.** Analiza consumului și a randamentului de conversie a energiei investite în agroecosistemul grâului de toamnă [online]. In: *Agronomie și ecologie*, 9-11 oct. 2013, Chișinău. Chișinău: Centrul editorial UASM, 2013, Vol.39, pp. 342-346. ISBN 978-9975-64-250-7. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/342-346_0.pdf
- 3.2. **RACOVIȚA, Gheorghe, ANDRIUCĂ, Valentina.** Estimarea pierderilor de recoltă la cultura grâu de toamnă și a efectelor de agroecosistem și securitate alimentară [online]. In: *Agronomie și agroecologie*, 1 ian. 2018, Chișinău. Chișinău: Centrul editorial UASM, 2018, Vol.52(1), pp. 385-395. ISBN 978-9975-64-301-6. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/385-395.pdf

4. Articole în culegeri științifice în alte culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

- 4.1. **RACOVIȚA, Gheorghe.** Evaluarea optimului de producere la nivelul agroecosistemelor culturilor de câmp. In: *Lucrări științifice: Agronomie*. Chișinău: UASM, 2014, vol.41. pp. 198-201. ISBN 678-9975-64-263-7.

5. Teze în culegeri științifice în lucrările conferințelor științifice internaționale (RM)

- 5.1. ANDRIUCĂ, Valentina, **RACOVIȚA, Gheorghe.** The genesis of food security risks in the conditions of agro-ecosistem dysfunctions [online]. In: *Modern Trends in the Agricultural Higher Education: int. sci. sympos.*, october 5-6, 2023: Book of Abstracts. Chisinau, 2023, p. 36. ISBN 978-9975-64-360-3. Disponibil: <http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/25341/Symp-Modern-trends-Agricult-Higher-Educ-Book-Abstracts-p36.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 5.2. **RACOVIȚA, Gheorghe.** Applied agroecological methods for evaluating the agroecosystems of field crops [online]. In: *Modern Trends in the Agricultural Higher Education: dedicated to the 90th anniversary of the founding of higher agricultural education in the Republic of Moldova*, 5-6 octombrie 2023, Chișinău. Chișinău: Tehnica-UTM, 2023, p. 39. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/39_42.pdf

ADNOTARE

RACoviȚA Gheorghe „*Evaluarea agroecologică a productivității potențiale și efective a culturilor de câmp în condiții de producere ale Republicii Moldova*”, teză de doctor în științe agricole, Chișinău, 2024.

Structura tezei: introducere, 5 capitole, concluzii și recomandări, bibliografia conține 151 surse, 13 anexe (cu 115 tabele), 127 pagini text de bază, 46 figuri, 62 tabele. Rezultatele obținute sunt publicate în 8 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: productivitate potențială și efectivă, grâu de toamnă, floarea-soarelui, porumb pentru boabe, indici de recoltă, agroecosistem, securitate alimentară, bilanț energetic.

Scopul: Evidențierea și identificarea mecanismului de determinare a productivității agroecosistemelor culturilor de câmp – grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb, în condiții reale de producere, racordat la satisfacerea necesităților în produse agroalimentare conform indicilor de securitate alimentară a Republicii Moldova.

Obiectivele cercetării: determinarea productivității potențiale și efective a agroecosistemelor culturilor de câmp (grâu de toamnă, floarea-soarelui, porumb pentru boabe) în condiții actuale de producere și pe poligoanele de monitorizare ecopedologică; aprecierea productivității agroecosistemelor prin prizma valorilor de recoltă (potențială și efectivă), eficienței energetice, randamentului de conversie al energiei și ai indicatorilor de eficiență economică; estimarea productivității agroecosistemelor culturilor cercetate conform necesităților de securitate alimentară; elaborarea modelului de prognozare a productivității agroecosistemelor în funcție de cerințele de securitate alimentară a Republicii Moldova.

Noutatea și originalitatea științifică: Productivitatea agroecosistemelor culturilor de câmp: grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb au fost studiate inter- și trans-disciplinar, în condiții actuale de producere ale Republicii Moldova. Pentru prima dată a fost cercetată relația dintre principiile de structură și funcționalitatea agroecosistemică cu factorii de securitate alimentară.

Problema științifică importantă soluționată constă în aplicarea metodelor agroecologice complexe în evaluarea productivității sistemului agroalimentar național, integrând parametri cantitativi, economici și energetici, ce au permis evidențierea și identificarea unor aspecte de securitate alimentară, cauzate de instabilitatea productivității agroecosistemice, inclusiv degradării unor resurse naturale – soluri, ca rezultat al dehumificării, ineficienței energetice a unor tehnologii de producere, creșterii costurilor economice, cu posibile consecințe de securitate națională. Rezultatele au contribuit la elaborarea modelului de evaluare, diagnosticare și prognozare a productivității în agroecosistem.

Semnificația teoretică: Abordarea agroecologică a productivității contribuie la evidențierea solului, condițiilor climatice și tehnologiilor de producere agroalimentară ca componente principale de structură și funcționalitate agroecosistemică și determinanți ai stării de sănătate agroecosistemică, fiind stabiliți unii parametri de organizare a sistemului național agroalimentar pentru asigurarea echilibrului ecologic, alimentar și social, conform rigorilor de suficiență și securitate alimentară.

Valoarea aplicativă a lucrării: Realizările în cadrul cercetării au permis elaborarea conceptului unor metode integrate de diagnosticare a stării agroecosistemului, la nivel de culturi agricole, câmp, lanț alimentar, condiții pedo-climatice și cerințe fenotipice ale soiului, pentru un management agricol durabil și rezilient la schimbările climatice aplicabil în condiții reale de producere agroalimentară.

Implementarea rezultatelor științifice: Rezultatele cercetărilor științifice sunt utilizate pentru crearea unui „Sistem de diagnostic agrometeorologic – AgroApp”, elaborat și coordonat cu specialiști IT, fiind oferite recomandări pentru Planul de implementare a SSA al RM pentru anii 2023-2030.

ANNOTATION

RACoviŢA Gheorghe „*Agroecological assessment of the potential and effectiveness productivity of the field crops in the production conditions of the Republic of Moldova*”, doctoral thesis in agronomy sciences, Chisinau, 2024.

Thesis structure: introduction, 5 chapters, conclusions and recommendations, the bibliography includes 151 sources, 13 annexes (with 115 tables), 127 basic text pages, 46 figures, 62 tables. The obtained results are published in 8 scientific researches.

Key-words: potential and effective productivity, winter wheat, sunflower, corn, harvest indices, agroecosystem, food security, energy efficiency, energy output, insecurity indicators.

The purpose: Identifying and emphasizing the mechanism for determining the productivity of field crops agroecosystems - winter wheat, sunflower and corn, in real production conditions, related to meeting the requirements in agrofood products according to the food security indices of the RM.

The research purpose: determining the potential and effective productivity of the field crops agroecosystems (winter wheat, sunflower, corn) in the current conditions and ecopedological monitoring polygons; evaluating the productivity of agroecosystems based on the crop indicators (real versus potential), energy efficiency, energy conversion efficiency and economic efficiency; estimating the productivity of the researched agroecosystems in accordance with food security necessities; elaborating a forecasting model of the agroecosystem productivity based on the national food security necessities.

Scientific novelty and originality: The productivity of field crops agroecosystems: winter wheat, sunflower and corn, were studied inter and trans-disciplinary, in current production conditions of the Republic of Moldova. For the first time, the relationship between structural principles, agri functionality and food security factors was studied.

The relevance of the solved scientific issue lies in applying the complex agro-ecological methods in evaluating the productivity of the national agro-food system, based on the quantitative, economic and energy parameters, that had exposed and revealed food security issues caused by unstable agro-systemic productivity, including the degradation of the natural resources – soils, as a result of dehumification, the energetic inefficiency of some production technologies, the increase in prices, having consequences on the national security. The results of the research provide us with a model for evaluating, identifying and forecasting the agroecosystems productivity.

The theoretical value: Assessing the agro-ecological productivity has pointed out the fact that the soils, climatic conditions and agro-food production technologies are the main components for ensuring the structure and agro-ecosystemic functionality, determining the agro-ecosystemic stability, that helped us establish the criteria for organizing the national agro-food system, finding an ecologic, social and food balance, in accordance with the food security and sufficiency.

The practical value: The results of the research allowed the development of the diagnostic methods of the agroecosystem, based on agricultural and field crops, food chains, pedo-climatic conditions and phenotypic requirements of the soil, in order to ensure an agricultural management resilient to climate changes, operating under the real conditions of food production.

Implementation of scientific results: The scientific results of the research are used for developing an “Agrometeorological diagnostic system – AgroApp”, created and coordinated with IT specialists, providing recommendations for the National Implementation Plan for the period 2023-2030.

АННОТАЦИЯ

РАКОВИЦА Георге «Агроэкологическая оценка потенциальной и эффективной продуктивности полевых культур в производственных условиях Республики Молдова», докторская диссертация в области агрономических наук, Кишинев, 2024.

Структура диссертации: введение, пять глав, общие заключения и рекомендации, список использованной литературы из 151 источника, 13 приложений (с 115 таблицами), 127 страниц основного текста, 46 рисунков, 62 таблиц. Результаты опубликованы в 8 научных статьях.

Ключевые слова: потенциальная и эффективная продуктивность, озимая пшеница, подсолнечник, кукуруза, индексы урожайности, агроэкосистемы, продовольственная безопасность, энергетическая эффективность, показатели необеспеченности.

Цель исследования: Выделение и выявление механизма определения продуктивности агроэкосистем полевых культур - озимой пшеницы, подсолнечника и кукурузы в производственных условиях, связанных с обеспечением потребности в агропродовольственной продукции по индексам продовольственной безопасности Республики Молдова.

Задачи исследования: определение потенциальной и эффективной продуктивности агроэкосистем полевых культур (озимая пшеница, подсолнечник, кукуруза на зерно) в современных производственных условиях и на участках экопедологического мониторинга; оценка продуктивности агроэкосистем через призму показателей урожайности (потенциального и эффективного), энергоэффективности, урожайности преобразования энергии и показателей экономической эффективности; оценка продуктивности агроэкосистем исследуемых культур в соответствии с потребностями продовольственной безопасности; разработка модели прогнозирования продуктивности агроэкосистем в соответствии с требованиями продовольственной безопасности Республики Молдова.

Научная новизна и оригинальность полученных результатов: Продуктивность агроэкосистем полевых культур: озимой пшеницы, подсолнечника и кукурузы изучалась междисциплинарно и трансдисциплинарно, в текущих производственных условиях Республики Молдова. Впервые исследована взаимосвязь принципов строения и функциональности агроэкосистем с факторами продовольственной безопасности.

Решаемая важная научная задача заключается в применении комплексных агроэкологических методов оценки продуктивности национальной агропродовольственной системы, интегрирующих количественные, экономические и энергетические показатели, что позволило выделить и выявить проблемы продовольственной безопасности, вызванные нестабильностью продуктивности агроэкосистем, в том числе деградация некоторых природных ресурсов - почв, в результате осушения, энергетическая неэффективность некоторых технологий производства, рост экономических издержек, с возможными последствиями для национальной безопасности. Полученные результаты способствовали разработке модели оценки, диагностики и прогнозирования продуктивности агроэкосистемы.

Теоретическая значимость: Агроэкологический подход к продуктивности способствовал выделению почвы, климатических условий и технологий производства агропродовольственных товаров как основных компонентов структуры и функциональности агроэкосистемы, а также детерминантов состояния здоровья агроэкосистемы, с определением некоторых параметров для организации национальной агропродовольственной системы, создаваемой для обеспечения баланса экологического, продовольственного и социального, в соответствии с требованиями продовольственной достаточности и безопасности.

Прикладное значение работы: Достижения в рамках исследования позволили разработать концепцию комплексных методов диагностики состояния агроэкосистемы на уровне сельскохозяйственных культур, поля, пищевой цепи, почвенно-климатических условий и фенотипических требований сорта, для устойчивого управления сельским хозяйством к изменению климата, применимого в реальных условиях агропродовольственного производства.

Внедрение научных результатов: Результаты научных исследований используются для создания «Системы агрометеорологической диагностики – AgroApp», разработанной при поддержке IT-специалистов, с предложением рекомендаций для Плана реализации Стратегии продовольственной безопасности Республики Молдова на 2023-2030 годы.

RACoviȚA GHEORGHE

**EVALUAREA AGROECOLOGICĂ A PRODUCTIVITĂȚII
POTENȚIALE ȘI EFECTIVE A CULTURILOR DE CÂMP
ÎN CONDIȚII DE PRODUCERE ALE REPUBLICII MOLDOVA**

411.10 – AGROECOLOGIE

Rezumatul tezei de doctor în științe agricole

Aprobat spre tipar: 17.08.2024 Hârtie ofset. Tipar ofset. Coli de tipar.:	Formatul hârtiei 60x84 1/16 Tiraj... ex. 40 Comanda nr.
---	---

Centrul Editorial-Poligrafic al Universității Pedagogice de Stat „Ion Creanga” din
Chișinău, str. Ion Creangă, nr. 1, MD-2069