

# FLOAREA-SOARELUI ÎN VIZORUL CERCETĂTORILOR DIN REPUBLICA MOLDOVA

DOI: 10.5281/zenodo.2905972

CZU: 001.891:633.864.78

Academician **Maria DUCA**Doctor în biologie **Steliana CLAPCO**Doctor în biologie **Rodica Martea**

Universitatea de Stat „Dimitrie Cantemir”

## SUNFLOWER AS OBJECT OF STUDY FOR THE MOLDAVIAN RESEARCHERS

**Summary.** Over 200 years have passed since the introduction of sunflower into world agriculture and more than 150 years since this plant, known for its wide use of food, is grown in the Republic of Moldova.

In this period, with the involvement of research institutes, universities and private companies, more than 1 000 scientific papers have been published, over 40 doctoral dissertations written and 12 inventions patented. By reviewing their content, we conclude that the research of the sunflower in Moldova has integrated the fundamental studies with the improvement and the creation of the hybrids – with the growth, development and harvesting, thus developing advanced cultivation technologies, created and approved over 100 hybrids that are marketed in Republic of Moldova, Russian Federation, Belarus, Uzbekistan, Ukraine etc.

**Keywords:** sunflower, historico-graphical studies, genetics, breeding, biochemistry.

## FLOAREA-SOARELUI ÎN VIZORUL CERCETĂTORILOR DIN REPUBLICA MOLDOVA

**Rezumat.** Au trecut peste 200 de ani de la introducerea florei-soarelui în agricultura mondială și mai bine de 150 de ani de când această plantă, cunoscută pentru larga sa utilizare alimentară, se cultivă în Republica Moldova.

În perioada dată, cu implicarea savanților din diverse institute, universități și companii private au fost publicate peste 1 000 de lucrări științifice, susținute peste 40 de teze de doctor și doctor habilitat, obținute 12 brevete de invenții având floarea-soarelui drept obiect de studiu. Trecând în revistă conținuturile acestora, conchidem că cercetările vizate au integrat studiile fundamentale cu ameliorarea, iar crearea noilor varietăți – cu stabilirea condițiilor optime de creștere și dezvoltare, astfel fiind creați și omologați peste 100 de hibrizi care se comercializează în Republica Moldova, Federația Rusă, Belarus, Uzbekistan, Ucraina etc. și elaborate tehnologii intensive de cultivare care asigură obținerea recoltelor performante.

**Cuvinte-cheie:** floarea-soarelui, studii istoriografice, genetică, ameliorare, biochimie.

## INTRODUCERE

Floarea-soarelui (*Helianthus annuus* L.) face parte din familia *Asteraceae*, genul *Helianthus*, fiind unica specie din acest gen, cultivată ca plantă de importanță alimentară majoră, grație semințelor bogate în ulei. Primele documente care atestă cultivarea industrială a florei-soarelui pe teritoriul Republicii Moldova se referă la începutul anilor 1840, iar primele dovezi referitoare la extragerea uleiului din semințele acesteia datează cu 1867.

În prezent, floarea-soarelui reprezintă planta oleaginoasă de bază în țara noastră și este una dintre cele mai răspândite culturi agricole, plasându-se pe locul trei, după porumb și grâu. Prețul avantajos al uleiului pe piață, susținut de cererea permanentă pentru producția de semințe, menține tendința de creștere a suprafețelor cultivate, depășindu-se esențial limitele admisibile ale acestei culturi în asolament.

Anual, aproximativ 260-360 mii ha de câmpuri arabile sunt cultivate cu hibrizi de floarea-soarelui, atât de origine autohtonă, cât și de import, producția anuală de semințe constituind cca 320 de mii de tone.

Conform datelor statistice oferite de Organizația Națiunilor Unite pentru Agricultură și Alimentație (FAO), Republica Moldova ocupă locul 15 în ceea ce privește exportul de semințe de floarea-soarelui, iar exportul de ulei se situează pe locul doi în lista mărfurilor comercializate. Importul/exportul anual al materialului semincer constituie aproximativ 1500-1800 de tone de semințe hibride de prima generație. În acest domeniu activează circa 75 de producători de semințe de floarea-soarelui, 19 exportatori, precum și un producător mare și mai mult de 590 de producători mici de ulei.

Luând în considerare importanța economică a florei-soarelui, pe parcursul ultimilor 60 de ani, strategiile guvernamentale s-au focalizat pe crearea și

dezvoltarea infrastructurii și a capitalului uman în cercetare. O componentă majoră a ramurii a constituit-o ameliorarea florei-soarelui, prioritară fiind îmbunătățirea calitativă și cantitativă a producției, ameliorarea la rezistență față de stresul biotic și abiotic etc. Aceste programe au fost dezvoltate preponderent la Stația experimentală VNIIMK, Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp (ICCC) „Seleția” din Bălți, iar în ultimii zece ani și în diverse companii private, precum AMG „Agroselect Comerț” SRL și AMG „Magroselect” din Soroca, „Novosem” și „Euroceres” din Chișinău [1].

Primele investigații, ce au avut ca obiect de studiu floarea-soarelui, au fost inițiate în anul 1945 la Stațiunea Moldovenească științifico-experimentală a Plantelor de Câmp de pe lângă Institutul Agricol „M. V. Frunze”, fiind axate pe studiul productivității în diverse condiții climaterice și elaborarea indicațiilor practice privind tehnologiile de cultivare a florei-soarelui [2].

Ulterior, cercetările agrotehnice, fitotehnice și tehnologice au constituit factori cheie în eficientizarea producerii florei-soarelui și creșterea economică a ramurii. În contextul acestor preocupări, elaborarea tehnologiilor de cultivare, identificarea locului florei-soarelui în asolamentul culturilor, rotația culturilor, managementul utilizării îngrășămintelor minerale și organice, influența condițiilor climatice, utilizarea apei, incidența bolilor, combaterea buruienilor etc., dar și studiul unor aspecte fundamentale privind bazele moleculare ale fenomenului de androsterilitate citoplasmatică, mecanismele de rezistență la factorii biotici și abiotici și particularitățile interacțiunii gazdă-parazit, au fost și sunt în continuare în șirul priorităților cercetătorilor din Moldova. Astfel, în prezent în țară există 13 instituții de cercetare, inclusiv trei universități, șase institute de cercetare și patru companii private care se ocupă de întreaga gamă a aspectelor de studii privind floarea-soarelui.

Cele mai relevante rezultate ale cercetărilor în domeniu au fost incluse în peste 1 000 de lucrări științifice, au servit drept bază la elaborarea a peste 40 de teze de doctorat, 3 teze de doctor habilitat și 12 brevete de invenții, au fost valorificate în crearea a cca 200 de hibrizi de floarea-soarelui cu indici de productivitate înalți, adaptați la condițiile de mediu.

În lucrarea de față se propune o trecere în revistă a celor mai importante rezultate obținute de cercetătorii autohtoni, care au contribuit la crearea și dezvoltarea ramurii de utilizare a florei-soarelui la scară industrială, ramură cu un randament economic pe potriva așteptărilor savanților, oamenilor de afaceri și consumatorilor.

## STUDII FUNDAMENTALE ALE FLOREI-SOARELUI

Creșterea și dezvoltarea plantelor se realizează în condiții variabile de mediu, fiind influențate de factorii de stres biotic și abiotic. Aceste procese sunt determinate de multiple interacțiuni dinamice – lineare și nonlineare – între elementele care formează matricea structurală și baza funcțională a organismelor (ADN, ARN, proteine, metaboliți, organite, celule, țesuturi, organe etc.). Din aceste considerente o prioritate strategică a științelor biologice moderne reprezintă investigațiile sistemice care ar permite identificarea conexiunii dintre factorii ereditari nucleari și extranucleari, elucidarea expresiei genelor la diverse niveluri de organizare a materiei vii, precum și relevarea unor noi aspecte moleculare ale fenomenelor biologice generale.

Această strategie integrativă, precum și asocierea investigațiilor fundamentale cu cele aplicative, a stat la baza cercetărilor realizate în Republica Moldova asupra florei-soarelui. Valorificând o abordare multidisciplinară și diversificând de la an la an metodele de cercetare au fost efectuate studii în domeniul **geneticii, fiziologiei și biochimiei** plantelor în scopul elucidării mecanismelor polivalente de inducere și expresie fenotipică a genelor sub influența factorilor endo- și exogeni.

Cele mai numeroase studii de **genetică** în Republica Moldova au fost realizate cu utilizarea sistemului model androsterilitate citoplasmatică (ASC) – restaurare de fertilitate (*Rf*), acestea fiind impulsionate de implementarea fenomenului de heterozis la floarea-soarelui la nivel global. Astfel, în cadrul cercetărilor efectuate la ICCC „Seleția” în colaborare cu Institutul Unional de Fitotehnie „N. I. Vavilov” (VIR), inițiate la sfârșitul anilor 1970, au fost identificate și caracterizate fenotipic și genetic două tipuri de androsterilitate citoplasmatică, fiind elaborată și brevetată o metodă genetică de tipizare a surselor de ASC la plante în baza analizei hibridologice clasice [3].

Un alt ciclu de lucrări s-a axat pe analiza mecanismului genetic de restaurare a fertilității și de moștenire a genelor *Rf*, fiind identificată o nouă genă *Rf1* cu expresie specifică la liniile cu androsterilitate de tipul ASC1 [4]. Recent, cercetările au fost completate cu studii centrate pe elucidarea bazelor moleculare ale mecanismelor de interacțiune a genelor mitocondriale și nucleare [5]. Un aspect aparte a constituit evaluarea influenței factorilor de mediu asupra sistemului *ASC-Rf* și identificarea nivelului de variabilitate în manifestarea fenotipică a genelor analizate [6].

În cadrul Centrului de Genetică Funcțională (CGF) al Universității de Stat „Dimitrie Cantemir” (USDC), prin analize PCR cu primeri specifici a fost identificată gena mitocondrială *orf H522*, care determină androsterilitatea citoplasmatică la floarea-soarelui, metoda fiind propusă pentru determinarea gradului de sterilitate și purității genetice a liniilor materne [6]. O serie de lucrări au fost consacrate analizei tipului de moștenire a două sau mai multe caractere, constatându-se moștenirea independentă a genelor restauratoare de fertilitate și a genelor care conferă culoarea antociană a frunzelor.

Un alt aspect al cercetărilor efectuate în Republica Moldova ține de analiza efectelor unor tipuri de mutații plastomice asupra caracterelor cantitative valoroase de productivitate, calitate și rezistență, realizate sub conducerea academicianului A. Jacota, precum și studii privind genetica rezistenței florii-soarelui la acțiunea factorilor biotici și abiotici de stres.

Alături de cercetările genetice, unul dintre cele mai importante domenii de investigare îl reprezintă studiul **fiziologiei** eredității florii-soarelui, sistemul *ASC-Rf* fiind un model excelent în relevarea aspectelor fiziologice și genetice ale fenomenelor ce conduc spre exteriorizarea genelor nucleare și mitocondriale. Problema interacțiunii sistemului genetic cu cel fitohormonal privind autoreglarea androfertilității/androsterilității în procesul de microsporogeneză a constituit baza cercetărilor efectuate la Catedra biologie vegetală a Universității de Stat din Moldova pe parcursul a mai bine de 15 ani. De rând cu studiile ce țin de elucidarea aspectelor spațiale și temporale de inducere a activității funcționale a genelor în diverse organe ale plantei, la diverse faze ontogenetice și diferite faze ale meiozei, a fost realizată analiza calitativă și cantitativă a proteinelor vegetale (sumare și fracționare), extrase din rădăcini, frunze și apex la diverse faze de creștere și dezvoltare, fiind relevat polimorfismul genetic la genotipurile homo- și heterozigote de floarea-soarelui [7].

Un ciclu de lucrări a vizat acumularea pigmentilor clorofilieni, ca element de bază al aparatului fotosintetic și studiul conținutului de acizi nucleici în diferite genotipuri de floarea-soarelui în corelare cu productivitatea, heterozisul și nutriția minerală, precum și modificarea acestora la aplicarea exogenă a gibberelinelor [7].

În cadrul USM, utilizând cultura *in vitro*, au fost realizate cercetări ce țin de reacția de răspuns a florii-soarelui la stresul abiotic, iar în cadrul USDC, cu aplicarea metodei RT-PCR – la stresul biotic [8], analizând concomitent și activitatea diferitor grupe de enzime implicate în mecanismele defensive.

Un aspect important aflat în vizorul cercetătorilor din Republica Moldova a constat în sporirea calității și cantității uleiului [9] și analiza proteinelor de rezervă din semințe – obiectiv inclus în programul cercetărilor fundamentale ale Laboratorului de Chimie a Proteinelor, fondat în anul 1956 la inițiativa profesorului V. G. Klimenko în cadrul Facultății de Biologie și Pedologie a USM. Cercetările **biochimice** ulterioare, realizate de echipa condusă de dr. I. Vaintraub, au contribuit la descrierea detaliată a compoziției fracționare a complexului de proteine din semințele de floarea-soarelui, precum și a conținutului de impurități neproteice asociate. În același timp, a fost determinată compoziția aminoacidică a proteinelor totale, a globulinelor, albuminelor și globulinei 11S purificate, a fost descoperită și parțial purificată proteaza cisteinică acidă care hidrolizează proteinele 11S, au fost obținute rezultate privind efectul proteolizei limitate asupra proprietăților fizico-chimice și funcționale ale proteinelor de rezervă. Adicional, au fost elaborate un șir de metode de obținere și purificare a proteinei alimentare din făina de semințe și șrotul de floarea-soarelui care conține o cantitate suficientă de aminoacizi esențiali [10, 11].

Un interes deosebit pentru cercetătorii autohtoni au prezentat inclusiv studiile privind utilizarea proteinelor de rezervă în calitate de marcheri proteici în cercetări aplicative, precum pașaportizarea liniilor, soiurilor, hibridurilor și altor genotipuri din colecția de floarea-soarelui din Republica Moldova, fiind, astfel, perfectată metoda de extragere a heliantininei dintr-o singură sămânță [12] și analizându-se peste 600 de spectre electroforetice în scopul evaluării gradului de hibridare și polimorfismului genotipurilor [13]. Polimorfismul heliantininei a fost utilizat ca procedeu de certificare a semințelor hibride de floarea-soarelui și de către cercetătorii de la ICCC „Selectia” [14].

Un domeniu de pionierat în Republica Moldova îl constituie aplicarea instrumentelor **bioinformaticice** de analiză a datelor biologice, înțâietatea în aplicarea acestora, în principiu, și în domeniul studiului florii-soarelui, în special, aparținând echipei USDC [15].

## AMELIORAREA FLORII-SOARELUI

Deși la începutul introducerii florii-soarelui în circuitul culturilor agricole pe teritoriul Republicii Moldova au fost utilizate varietăți autohtone, iar mai apoi – soiuri obținute în cadrul Institutului Unional de Plante Oleaginoase din Krasnodar (VNIIMK), totuși pe parcursul ultimilor 50-60 de ani au fost întreprinse vaste cercetări care au avut drept scop selecția și ameliorarea acestei culturi.

Primele lucrări de ameliorare, axate pe studiul adaptabilității soiurilor în diverse zone ecologice, s-au realizat la stațiunea experimentală a Institutului Agricol din Chișinău [16]. Ulterior (1959–1965), la Stațiunea Experimentală VNIIMK din Chișinău, au fost dezvoltate lucrări orientate, cu precădere, în direcția creării unor soiuri cu conținut sporit de ulei, adaptate la condițiile pedo-climaterice ale țării, iar începând cu sfârșitul anilor 1970 s-au inițiat și desfășurat activități de ameliorare și creare a hibrizilor cu productivitate înaltă și rezistență sporită la factorii biotici și abiotici, având la bază sistemul ASC-Rf. Astfel, sub conducerea metodologică a prof. A. V. Anascenko, cu suportul științific în pregătirea cadrelor oferit de VIR, au fost inițiate lucrări de ameliorare ce aveau drept obiective: crearea și evaluarea liniilor materne cu ASC și a liniilor paterne Rf, evaluarea colecției de linii după indici de performanță economică și crearea în baza acestora a hibrizilor cu productivitate înaltă, rezistenți la boli și factori nefavorabili de mediu. Succese remarcabile în acest sens au fost obținute de echipa din cadrul Institutului de Cercetare a Plantelor de Câmp „Selecția” din Bălți condusă de dr. M. Buciușianu – coautor a 16 hibrizi de floarea-soarelui și a peste 128 de publicații și brevete de invenții [16, 17].

Prin utilizarea diferitor metode clasice și moderne, inclusiv consangvinizarea și hibridarea, s-a urmărit sporirea, cu precădere, a producției de semințe la hibridii simpli și trilineali, astfel încât să se realizeze un salt considerabil al producției de ulei la unitatea de suprafață [18]. Pentru sporirea efectului de heterozis și a producției de semințe, în atenția permanentă a cercetătorilor a fost elaborarea materialului inițial de ameliorare și creșterea variabilității genetice. Astfel, în cadrul ICCC „Selecția” și a unor companii private, grație colaborării internaționale în domeniu, au fost create colecții de soiuri, linii și hibrizi locali și străini, care reprezintă o bază genetică diversă și variată pentru ameliorare.

În vederea realizării cu succes a obiectivelor de ameliorare, la USM, la Institutul de Genetică al AȘM (2000–2006) și, ulterior, la USDC au fost efectuate cercetări fundamentale axate pe evaluarea germoplasmei, determinarea bazei genetice și valorii ameliorative a resurselor utilizate. Totodată, au fost elaborate și implementate diferite metode genético-moleculare de evaluare a gradului de sterilitate și nivelului de heterozigoție, precum și metode de determinare și pronosticare a nivelului de heterozis [6]. Un ciclu de cercetări privind *screening*-ul germoplasmei a fost realizat cu valorificarea primerilor specifici, linkați genetic cu locii responsabili de diferite însușiri prețioase, precum rezistența la lupoaie, mană, rugină.

Mai recent, un obiectiv de importanță majoră în ameliorarea culturii îl constituie retrogresia genelor de rezistență la erbicidele de tip imidazolinone și sulfonilureice de la speciile sălbatice ale genului *Helianthus*.

## STUDII PRIVIND REZISTENȚA FLORII-SOARELUI LA FACTORII DE STRES

Deși floarea-soarelui manifestă rezistență sporită față de stresul biotic și abiotic, extinderea semnificativă a suprafețelor ocupate de această plantă, exploatarea irațională a terenului și rotația necorespunzătoare a culturilor duc la creșterea frecvenței și agresivității diferitor agenți patogeni, iar schimbările climatice și utilizarea excesivă a metodelor chimice de protecție pot deveni factori ce limitează producția, afectând esențial cantitatea și calitatea recoltei obținute.

Pornind de la aceste considerente, un obiectiv de importanță majoră în ameliorarea culturii florei-soarelui, promovat intens de ICCC „Selecția” din Bălți și de companiile private „Magroselect” AMG S.R.L., „AMG-Agroselect Comerț” SRL, „Novosem” SRL și „Euroceres” SRL, este crearea hibrizilor rezistenți la factorii de stres – secetă și arșiță, dăunători, agenți fitopatogeni cu grad ridicat de polifagie și paraziți specifici.

Interacțiunea dintre agentul patogen și gazdă este într-o strânsă dependență de particularitățile fiziologice ale parazitului (afinitate, agresivitate și virulență), de caracteristicile plantei gazdă (rezistență nespecifică, specifică și indusă), precum și de acțiunea factorilor de mediu. Astfel, cunoașterea mecanismelor morfofiziologice și moleculare de acțiune și reacțiune pe parcursul stabilirii raporturilor parazitare permite amelioratorilor valorificarea eficientă a potențialului genetic cu rezistență sporită în crearea noilor soiuri și hibrizi de culturi agricole.

Un impediment deosebit în cultivarea florei-soarelui este lupoaia (*Orobanche cumana* Wallr.), o fanerogamă holoparazită care provoacă pagube semnificative acestei culturi oleaginoase. Daunele cauzate de patogen variază între 20-90%, în funcție de intensitatea atacului, fiind afectați esențial atât unii parametri de productivitate (masa totală a semințelor per calatidiu, diametrul calatidiului), cât și calitatea semințelor de floarea-soarelui – conținutul de lipide și proteine [19].

Selecția formelor de floarea-soarelui rezistente la lupoaie a constituit o preocupare de bază începând cu a doua jumătate a secolului al XX-lea, cercetări ample în acest domeniu fiind realizate de dr. Polina Șarova care, analizând statutul rasial al populațiilor de lupoaie răspândite pe teritoriul Moldovei, a evidențiat o nouă rasă cu virulență sporită, numită rasa C sau rasa moldovenească [20]. Odată apărută pe teritoriul țării, lupoaia a

evoluat rapid, dezvoltând noi rase, mai agresive, care s-au extins spre noi zone de cultivare a florii-soarelui. Astfel, expedițiile în teren, realizate în perioada 2008–2014 de echipa Centrului Genetică Funcțională a USDC demonstrează că zonele infestate din Republica Moldova sunt vaste și în continuă creștere, lupoaia fiind răspândită îndeosebi în părțile de sud și de centru ale republicii, o expansiune considerabilă manifestându-se, în ultimii ani, inclusiv în nordul țării. Utilizând metode moderne de analiză moleculară, cercetătorii din cadrul CGF au relevat o variabilitate genetică pronunțată a populațiilor de *O. cumana* și o diferențiere în funcție de originea geografică și de rasă [21].

O atenție deosebită s-a acordat *screening*-ului rezistenței florii-soarelui la lupoaie (frecvența, intensitatea și rata de atac) în condiții controlate și naturale, alăturat *screening*-ului fenotipic efectuându-se analiza RAPD și SCAR [22]. În urma evaluării germoplasmei, mai mult de 2 000 de genotipuri de floarea-soarelui au fost clasificate ca fiind rezistente, tolerante și sensibile. Alte aspecte ale cercetărilor s-au referit la identificarea semnalelor chimice exsudate de către planta-gazdă, interacțiunea floarea-soarelui – lupoaia la diferite stadii ontogenetice și regimuri de temperatură, precum și relevarea mecanismelor rezistenței culturii la patogen, contribuindu-se, astfel, la facilitarea proceselor de ameliorare și dezvoltare a strategiilor de control al fitopatogenului [23]. În scopul înțelegerii mecanismelor specifice, nespecifice și sistemice dobândite (SAR) de rezistență ale florii-soarelui la *O. cumana*, au fost efectuate investigații fenotipice, biochimice, fiziologice și moleculare, fiind stabilite corelații dintre profilele histologice (acumularea de lignină, caloză), expresia unor gene asociate cu patogeneză, cum ar fi cele din cadrul sistemului antioxidant (*MnSOD1*, *APX3*, *AOX1A*), consolidarea peretelui celular (*PAL*) etc. și activitatea enzimelor studiate (*PAL*, *SOD*) [24].

O prerogativă importantă în cercetările biologice din Republica Moldova a fost și rămâne a fi studiul rezistenței și receptivității florii-soarelui la mană, o boală devastatoare cauzată de micromiceta *Plasmopara halstedii* F. Berl et de Toni. Conform primelor investigații, efectuate încă în anii 1950 în Laboratorul de Micologie și Virusologie al Institutului de Fiziologie și Biochimie a Plantelor, patogenul se întâlnea pe tot teritoriul republicii, iar infectarea în masă, care se producea în cazul coincidenței perioadei de susceptibilitate a plantei cu prezența sursei de infecție și condițiile meteo favorabile, determina reducerea esențială a recoltei, aceasta constituind doar 5-6 q/ha. A fost demonstrată eficiența aplicării fungicidelor în combinație cu metodele agrotehnice în combaterea manei, fiind formulate recomandări practice pentru producători [25].

În cadrul ICCC „Selecția” au fost intens studiate particularitățile morfologice și ciclul vital al manei, factorii genetici, mecanismul și sursele de rezistență, precum și procedeele de combatere a patogenului. Rezistența la mană a constituit un subiect de interes inclusiv pentru echipa CGF a USDC, fiind, astfel, realizat *screening*-ul molecular al prezenței genelor *Pl1*, *Pl6* și *Pl5/Pl8* la diferite genotipuri de floarea-soarelui din Moldova și analizându-se unele aspecte ale mecanismelor specifice și nespecifice de rezistență ale florii-soarelui la *P. halstedii* [8, 26].

De rând cu patologiiile deja menționate, floarea-soarelui prezintă susceptibilitate înaltă la un șir de boli fungice și bacteriene, precum: putregaiul alb (*Sclerotinia sclerotiorum*), phomopsisul (*Phomopsis helianthi/Diaportha helianthi*), rugina (*Puccinia helianthi*), ofilirea (*Verticillium dahliae*), care cauzează pierderi economice considerabile. În acest context, un ciclu de studii a fost axat pe evaluarea unor aspecte ale ciclului vital al putregaiului alb (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. de Bary), stabilindu-se mecanismele de infectare a tulpinii și tipurile morfologice de infectare a calatidiului în corelație cu gradul de rezistență a plantelor [27]. A fost evaluată germoplasma de floarea-soarelui, constituindu-se o colecție de linii rezistente și tolerante față de *Sclerotinia*, au fost elaborate și propuse metode biologice de combatere și tehnologii de cultivare a florii-soarelui, care permit evitarea fazelor de infectare și diminuarea impactului negativ. Investigații analoage au fost realizate de către specialiștii de la ICCC „Selecția” și cu referire la phomopsis – o boală ce afectează aparatul foliar și tulpina plantelor [28].

Un alt factor limitativ al recoltei de floarea-soarelui este prezentat de rugină. Aceasta s-a plasat pe lista priorităților de cercetare a echipei ICCC „Selecția” și a unor companii private, precum AMG „Magroselect” și AMG „Agroselect Comerț” SRL, care pe parcursul anilor evaluează rezistența la rugină a colecțiilor de linii și hibrizi. În laboratoarele CGF al USDC s-au efectuat lucrări de triere a unor genotipuri și hibrizi autohtoni de floarea-soarelui în baza prezenței genelor *R1* și *R2* ce oferă rezistență la rugină.

De mare importanță sunt și studiile centrate pe dăunătorii florii-soarelui, în special cei mai păgubitori, precum gărgărița sau rățișoara-porumbului (*Tanymecus dilaticollis*), gândacul-pământiu (*Opatrum sabulosum*) și viermii-sârmă (*Agriotes* sp). Pentru combaterea acțiunii devastatoare a acestora s-au elaborat măsuri agrotehnice integrate de protecție, eficiente atât pentru combaterea dăunătorilor, cât și pentru diferiți patogeni identificați în agrofitecenozele de floarea-soarelui [29].

Creșterea și dezvoltarea plantelor de cultură este influențată de fluctuația condițiilor de mediu în perioada de vegetație, precum și de schimbările climatice pe parcursul evoluției. Realizarea programului genetic în ontogeneză și, respectiv, recolta plantelor este un rezultat al raportului genotip-tehnologii-mediu. Deși floarea-soarelui se caracterizează printr-o mare plasticitate ecologică, pentru valorificarea deplină a potențialului productiv al plantei, aflat în continuă perspectivă de ameliorare, este nevoie de condiții ecologice favorabile și de o practică agricolă adecvată.

Din aceste considerente, studiul rezistenței la acțiunea factorilor de stres abiotic de diversă natură, îmbinate cu cercetări metabolice și proteomice în scopul determinării tipului de reacție adaptivă, a constituit un aspect important în investigațiile de la Catedra biologie vegetală a USM. Astfel, a fost studiată norma de reacție a diferitor genotipuri homo- și heterozigote, a liniilor fertile și cu androsterilitate citoplasmatică de floarea-soarelui pe fundal de salinitate, nitrozocompuși și pesticide, constatându-se că factorii stresogeni produc modificări esențiale în statutul fitohormonal la etapa de cotiledoane și cea de butonizare și diminuează cantitatea de proteine ușor solubile în masa vegetativă [30].

Un alt ciclu de cercetări, efectuate la ICCC „Selecția” s-a axat pe evaluarea germoplasmei și selecția genotipurilor rezistente la secetă, arșiță și cădere, fiind întreprinse inclusiv investigații ce țin de optimizarea condițiilor și tehnologiilor de cultivare [18].

În cadrul USDC în experimente de laborator s-a stabilit temperatura optimă de dezvoltare a lupoaiei [23], iar în colaborare cu Institutul de Ecologie și Geografie a fost studiată influența schimbărilor climatice asupra evoluției și răspândirii acestui fitoparazit pe teritoriul țării [21]. În cadrul aceluiași institut au fost evidențiate tendințele de manifestare spațio-temporală a fazelor fenologice la floarea-soarelui, au fost analizate, în aspect spațial, valorile termice și hidrice optime pentru cultură, precum și impactul secetei asupra productivității [31].

#### TEHNOLOGII DE CULTIVARE A FLORII-SOARELUI

Managementul tehnologic corect necesită cunoașterea particularităților agrotehnice și fitotehnice de cultivare a florei-soarelui, inclusiv succesiunea în spațiu și timp a acestei culturi oleaginoase în asolament și sistemul corespunzător de lucrări agricole și fertilizare, care ar asigura obținerea cantitativă și calitativă a unor recolte stabile, cu menținerea fertilității solului.

Aceste probleme au constituit obiectul cercetărilor din Republica Moldova, cele mai relevante rezultate fiind obținute de colectivul ICCC „Selecția”, cel al Universității Agrare de Stat din Moldova și al Universității de Stat din Moldova.

Studiile efectuate s-au referit la metodele de lucrare a solului specifice pentru fiecare zonă în parte, locul florei-soarelui în asolament, rolul succesiunii și rotația culturilor, cultura premergătoare, gradul de îmburuienare, utilizarea îngrășămintelor minerale și organice, aplicarea erbicidelor etc.. Drept rezultat, la dispoziția agricultorilor au fost puse multiple materiale și recomandări privind diverse aspecte și procedee tehnologice de cultivare a florei-soarelui în corespundere cu cerințele de protecție a mediului, inclusiv tehnologiile intensive.

Cercetătorii consideră că pentru crearea condițiilor optime de realizare a potențialului genetic al hibridilor și obținerea recoltei scontate, suprafețele cultivate cu floarea-soarelui nu trebuie să depășească cota de 170 000 ha din suprafața arabilă a țării [18], cultura solicitând, obligatoriu, asolamente de lungă durată, adică revenirea pe același teren cel puțin după șase ani, cu implementarea unor strategii de control al buruienilor, bolilor și dăunătorilor [32]. De menționat însă că eficiența economică a florei-soarelui a stimulat în ultimii ani creșterea spectaculoasă a suprafețelor cultivate, structura și ponderea culturilor fiind stabilită în funcție de piață, fără a se respecta restricțiile tehnologice. Astfel, suprafețele ocupate de această cultură depășesc limitele recomandabile de cca 2,3 ori, iar, conform rezultatelor sondajului realizat de către echipa CGF în 80 de localități din 27 de raioane ale Republicii Moldova în 2014, cerințele înaintate față de asolament se respectă doar în nouă dintre asociațiile agricole analizate [21].

Lucrări importante focusate pe stabilirea locului florei-soarelui în asolament, evidențierea culturilor premergătoare și succesoare, elaborarea hărților tehnologice și recomandărilor de cultivare au fost realizate, cu precădere, în cadrul ICCC „Selecția”. Ținând cont de tendința mondială de obținere a produselor biologice pure, s-a pus accent inclusiv pe dezvoltarea unor tehnologii prietenoase mediului, bazate, în special, pe lucrarea mecanică și valorificarea la maximum a factorilor optimi (umiditatea, elementele nutritive și energia solară) pentru obținerea unui nivel sporit de roadă [18].

De remarcat că, în acord cu rezultatele studiilor, obținerea recoltelor mari este puternic influențată de cantitatea și starea materialului semincer, semințele urmând să aparțină hibridului destinat pentru zona respectivă, să provină din ultima recoltă, să fie

mari, pline, libere de boli, cu gradul de puritate de cel puțin 97% și facultatea germinativă de 96% [33], ceea ce asigură uniformitatea culturii în semănătură și reducerea riscului de atac cu fitopatogeni precum putregaiul alb, putregaiul cenușiu și mană. Astfel, se consideră obligatorie atât calibrarea semințelor înainte de semănat, cât și tratarea acestora contra bolilor și dăunătorilor.

O serie de cercetări a fost axată pe stabilirea condițiilor favorabile pentru germinarea rapidă a semințelor și răsărirea uniformă a plantelor (ca ex. perioada optimă a semănăturii), precum și relevarea densității plantelor în scopul evitării frângerii, căderii și răspândirii rapide a bolilor [34]. De menționat inclusiv studiile ce țin de stabilirea maturității fiziologice a plantelor, respectiv elaborarea și propunerea unor recomandări practice privind momentul potrivit de recoltare și a unor metode chimice de desecare a semințelor direct în câmp [33].

În atenția permanentă a cercetătorilor din domeniul fiziologiei plantelor și agrochimiei a fost și problema sporirii productivității și calității recoltei prin determinarea influenței îngrășămintelor minerale asupra indicilor de productivitate și stabilirea concentrațiilor optime ce ar permite evitarea impactului negativ al factorilor nefavorabili de mediu și ar asigura sporirea indicilor fotosintetici [35]. În ultimele decenii a sporit interesul pentru elaborarea unor tehnologii de cultivare cu cheltuieli energetice minime, care, pe lângă alte măsuri, prevăd aplicarea în doze mici a îngrășămintelor, în special a celor locale, care sunt mai ieftine și pot menține fertilitatea solului asigurând majorarea recoltei și îmbunătățirea calității semințelor de floarea-soarelui. Datele obținute au fost valorificate în recomandări practice privind aplicarea îngrășămintelor organice și minerale.

Un ciclu important de lucrări, efectuate la Universitatea Agrară de Stat și la ICCC „Selecția”, au avut drept obiectiv elaborarea unor metode agrotehnice complexe (manuale, mecanice, chimice) de combatere a buruienilor, ținându-se cont de particularitățile biologice ale florii-soarelui și ale buruienilor, precum și de diversitatea condițiilor pedoclimatice ale Republicii Moldova. Rezultatele cercetărilor au fost aplicate la întocmirea tehnologiilor intensive de cultivare a florii-soarelui, fiind elaborat și sistemul de protecție integrată care se bazează pe elemente economice, tehnologice, ecologice, agrotehnice, biologice, chimice și fizice de combatere a buruienilor, precum și pe respectarea cerințelor de ordin strict fitotehnic și fitosanitar ale plantei în cadrul agroecosistemului, astfel asigurându-se eficiența maximă a culturii.

## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Duca M. Historical aspects of sunflower researches in the Republic of Moldova, In: *Helia*, 2015, nr. 38(62), p. 79-93.
2. Duca M., Manolache C., Chilari R. Cultura florii-soarelui (*Helianthus annuus* L.). Repere istorice. În: *Akademios*, 2011, nr. 3(22), p. 68-76.
3. Anashhenko A., Kukosh M. Izuchenie geneticheskoy sistemy CMS-Rf u podsolnechnika. III. V: Vosstanovlenie muzhskoy fertiľnosti u gibridov na osnove CMSI. *Genetika*, 1985, t. 21(12), s. 2005-2010.
4. Kukosh M. Genetiko-selekcionnoe izuchenie priznaka vosstanovlenija fertiľnosti pylcy u podsolnechnika. V: Avtoref. diss. kandidata biol. nauk, Leningrad, 1982, s. 18.
5. Duca M. Aspecte fiziologice și genetice ale sistemului ASC-Rf la floarea-soarelui. În: *Akademios*, Revistă de știință, inovare, cultură și artă, 2013, nr. 1(28), p. 112-118.
6. Midoni A. Identificarea și expresia unor gene (Rf) la floarea-soarelui. Autoref. tezei de doctor în științe biologice, Chișinău, 2010, 28 p.
7. Budeanu O. Modificarea conținutului AIA, GA, AN, activitatea catalazei și peroxidazei în ontogeneza diferitor genotipuri de floarea-soarelui. Autoref. tezei de dr. în științe biologice, Chișinău, 1999, 20 p.
8. Șestacova T., Gisca I., Cucereavii A., Port A., Duca M. NPR1 expression in sunflower infected with downy mildew. In: *Current Opinion in Biotechnology*. Proceedings book of European Biotechnology Congress, Bratislava, Slovakia, Supplement, 2013, vol. 24, p. S131-S132.
9. Gordienko V., Libershtejn I. Bol'she masla s kazhdogo gektara podsolnechnika. V: *Maslobojno-zhirovaja promyshlennost'*, Moskva, 1962, № 4, s. 12-14.
10. Zakharov A., Artycova G., Shutov A. Peculiarity of sunflower 11S seed storage globulin. În: *Analele Științifice ale USM. Științe chimico-biologice*, Chișinău, 2003, p. 204-207.
11. Vaintrau B. I., Kratch V. Changes in free and bound chlorogenic acid and in polyphenoloxidase activity during the industrial processing of sunflower seeds. *Nahrung*, 1989, vol. 1(33), p. 95-97.
12. Duca M., Lapteva N., Levițchi A. Elaborarea procedurii de extragere a heliantininei din semințele de floarea-soarelui. În: *Studia Universitatis. Științe ale naturii*, 2007, nr. 7, p. 50-53.
13. Duca M., Levitsky, A., Anisimova I. Polymorphism of helianthinin polypeptides from various sunflower genotypes. In: *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 2008, nr. 4, p. 897-900.
14. Petkovich I., Taran M. Geneticheskij kontrol' markernyh geliantininov semjan podsolnechnika. V: *Agrarnaja Nauka*, Moskva, 2007, №7, s. 23-24.
15. Duca M. Bioinformatica – un nou domeniu de studii în biologie pentru Republica Moldova. În: *Akademios*, 2013, vol. 3(30), p. 28-35.
16. Buciceanu M. Rezultatele ameliorării florii-soarelui în ICCC AȘP „Selecția”. Conferința internațională

„Rezultatele și perspectivele cercetărilor în domeniul ameliorării, producerii de semințe și tehnologiei de cultivare a florii-soarelui în Republica Moldova”, Bălți, 1999, p. 3-5.

17. Buciuceanu M., Rotaru T., Lesnic V. Noi hibridi de floarea-soarelui creați în ICCC AȘP „Selecția”. În: Bul. Informativ, Chișinău: ICȘITE, 1999, 9 p.

18. Vronskih M. Progressivnaja tehnologija vzdelyvanija podsolnechnika, Kishinev, 1988, c. 276.

19. Gîscă I., Joita-Pacureanu M., Clapco S., Duca M. Influence of broomrape on some productivity indices of sunflower. In: Revista Lucrări Științifice, seria Agronomie, 2017, vol. 60, p. 97.

20. Sharova P. Zaraziha – opasnyj parazit podsolnechnika. Kishinev: Kartja Moldovenjaskje, 1977, 48 c.

21. Duca M., Clapco S., Nedealcov M., Dencicov L. Influence of environmental conditions on the virulence and distribution of *Orobanche cumana* Wallr. in the Republic of Moldova. In: Journal OCL – Oilseeds and fats, Crops and Lipids, 2018, p. 1-10.

22. Duca M., Glijin A., Lupașcu V., Rotarenco V., Teleuță A., Rotaru T. The molecular and phenotypic screening of broomrape resistance at sunflower genotypes cultivated in RM. Crop plants for sustainable agriculture in the 21st century, 2011, nr. 4, p. 70-84.

23. Rotarenco V. Aspecte morfo-fiziologice și genetice de interacțiune gazdă-parazit (*Helianthus annuus* L. – *Orobanche cumana* Wallr.). Autoref. tezei de doctor în biologie, Chișinău, 2010, 26 p.

24. Duca M., Levițchi A., Popescu V., Popa E. Aspecte genetico-moleculare ale rezistenței florii-soarelui la *Orobanche cumana* Wallr. În: Buletinul AȘM. Științe ale vieții, Chișinău, 2009, nr. 2 (308), p. 49-57.

25. Popushoj I., Grinberg Sh. Lozhnaja muchnistaja rosa podsolnechnika v Moldavii i mery bor'by s nej. RIO AN MSSR, Kishinev, 1971, 16 s.

26. Șestacova T. Controlul genetico-molecular al rezistenței florii-soarelui la mana. Autoref. tezei de doctor în biologie, Chișinău, 2014, 30 p.

27. Petcovici I., Lungu E., Buciuceanu M. Afectarea hibridilor de floarea-soarelui cu putregaiul alb. În: Tezele conferinței internaționale „Cultura plantelor de câmp – rezultate și perspective”. Bălți, 2004, p. 163-164.

28. Buciuceanu M., Rotaru T., Lupașcu C. Crearea materialului inițial de floarea-soarelui rezistent la agentul patogen *Phomopsis helianthi*. Tezele conferinței jubiliare consacrată celor 50 ani de activitate ICCC. Editura UAȘM, Chișinău.

29. Vronskih M. Zashhita polevyh kul'tur ot vreditelej i boleznej. Kishinev, 1998, c. 240.

30. Duca M., Bîrsan A., Grigorcea P. Modificarea conținutului de proteine la floarea-soarelui sub acțiunea unor factori de stres. Probleme de agrofitehnie teoretică și aplicată, 2002, vol. 24(1-2), p. 45-55.

31. Nedealcov M., Duca M., Dencicov L. Sunflower's Productivity in the Context of Climatic Changes on Republic of Moldova's Territory. In: Helia, 2017, 40(67), p. 115-132.

32. Bondarenko Ju., Shoncu G. Razmeshhenie podsolnechnika v sevooborote. V kn.: Dostizhenija nauki – proizvodstvu. Kishinev: Kartja Moldovenjaskje, 1973, s. 89-93.

33. Nagirnjak P., Batura A. Progressivnaja tehnologija vzdelyvanija podsolnechnika. Kishinev: Kartja Moldovenjaskje. 1988, s. 57- 145.

34. Șchiopu L. Metode mecanice de combatere a buruienilor în semănăturile de floarea-soarelui. În: Tezele conferinței internaționale „Culturile tehnice în agricultura modernă”. Bălți, 2008, p. 182- 185.

35. Kordunjanu, P. Udobrenija i produktivnost' podsolnechnika. V: Agrohimiya. 1988, № 4. s. 127-137.



Eleonora Romanescu. Concert în poiană, tapiserie, 156 × 240 cm, 1976.