

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2021

AVIZAT

Secția AȘM _____

_____ 2021

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL

privind implementarea proiectului din cadrul Programului de Stat (2020-2023)

STUDII GENETICO-MOLECULARE ȘI BIOTEHNOLOGICE ALE FLORII-SOARELUI
ÎN CONTEXTUL ASIGURĂRII MANAGEMENTULUI DURABIL
AL ECOSISTEMELOR AGRICOLE,
cu cifrul 20.80009.5107.01

Prioritatea Strategică II. Agricultură durabilă, securitate alimentară și siguranța alimentelor

Conducătorul proiectului

_____ DUCA Maria, acad.

Rectorul Universității de Stat
din Moldova

_____ / ȘAROV Igor

Președintele Senatului USM

_____ / ȘAROV Igor

L.Ș.



Chișinău 2021

1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs

Estimarea efectului practicilor agricole și a factorilor de mediu asupra incidenței și evoluției patogenilor la floarea-soarelui

2. Obiectivele etapei anuale

1. Stabilirea particularităților fiziologice și genetice ale patogenilor
2. Stabilirea influenței practicilor agricole și a factorilor de mediu asupra incidenței și evoluției patogenilor la floarea-soarelui

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Montarea experiențelor în vase de vegetație și sere în vederea stabilirii statutului rasial actual al lupoaiei pe teritoriul Republicii Moldova.
2. Montarea experiențelor de stabilire a apartenenței rasiale a populațiilor de lupoaie din străinătate.
3. Demontarea experiențelor și calcularea numărului de lăstari (aerieni, subterani), tuberculi (inclusiv necotizați) de lupoaie per plantă.
4. Calcularea frecvenței, intensității și gradului de atac cu lupoaie.
5. Analiza datelor experimentale și stabilirea statutului rasial al lupoaiei.
6. Colectarea materialului vegetal pentru analizele moleculare și congelarea acestuia.
7. Elaborarea hărților privind distribuția raselor de lupoaie pe teritoriul Moldovei.
8. Studiul variabilității inter- și intra-populaționale a patogenilor cu origine geografică diferită inclusiv proveniți din diferite țări din bazinul Mării Negre cu aplicarea markerilor SSR.
9. Studiul variabilității inter- și intra-populaționale a patogenilor cu origine geografică diferită inclusiv proveniți din diferite țări din bazinul Mării Negre cu aplicarea markerilor ISSR.
10. Determinarea structurii genetice a populațiilor de lupoaie, prezența/absența unui transfer de gene între populații.
11. Estimarea contribuției locilor/alelor în caracterizarea genetică a populațiilor și identificarea tendințelor de covariație în frecvența alelelor.
12. Stabilirea posibilităților variante alelice specifice indivizilor unei populații, precum și profilul molecular comun tuturor populațiilor de patogen luate în studiu.
13. Identificarea populațiilor cu cel mai mare potențial de evoluție și apariție de noi rase fiziologice ale patogenului.
14. Analiza efectului practicilor agricole asupra incidenței și severității atacului cu patogeni la floarea-soarelui.
15. Estimarea influenței factorilor de mediu asupra incidenței și agresivității patogenilor la floarea-soarelui, inclusiv în baza datelor multianuale.
16. Identificarea potențialelor relaționări dintre rase/tipuri de patogen/ și factorii climatici și tehnologiile agricole în scopul stabilirii condițiilor favorabile dezvoltării și evoluției raselor/patogenului.
17. Organizarea celui de-al XI-lea Congres Internațional al Geneticienilor și Amelioratorilor cu editarea Materialelor Congresului
18. Analiza datelor și elaborarea raportului semestrial.

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Au fost montate experiențe în vase de vegetație și seră în vederea stabilirii agresivității și statutului rasial actual al 15 populații de lupoaie colectate din diverse zone de pe teritoriul Republicii Moldova (3 populații din partea de Nord, 5 – din partea Centrală și 7 – din partea de Sud).
2. Au fost montate experiențe în vase de vegetație și seră în vederea stabilirii agresivității și statutului rasial actual al 24 populații de lupoaie colectate din diverse țări cultivatoare de floarea-soarelui (2 populații din România, 2 – din Ucraina, 4 – din Bulgaria, 5 – din Turcia, 1 din Spania, 7 – din Serbia și 3 – din China, respectiv).
3. A fost calculat numărul de lăstari (aerieni, subterani) și tuberculi de lupoaie per plantă gazdă (în calitate de diferențiatori servind 8 linii și hibridi de floarea-soarelui cu rezistență specifică la anumite rase de lupoaie – D, E, F, G, H, cât și genotipul sensibil lipsit de gene de rezistență la parazit, oferiți de Institutul Național de Cercetare Dezvoltare Agricolă, Fundulea, România sau care au drept originatori compania internațională Limagrain, Pioneer (volum total de probe studiate: 8 genotipuri diferențiatoare x 39 populații lupoaie=312).
4. În vederea relevării agresivității și clasificării în rase fiziologice a populațiilor de lupoaie au fost calculate: frecvența, intensitatea și gradul de atac cu parazitul *O. cumana*.
5. Au fost analizate datele evaluărilor fenotipice realizate în sere și vase de vegetație, fiind stabilit statutul rasial al celor 39 populații de lupoaie cu origine diferită.
6. Au fost colectați și congelați în azot lichid câte 20 lăstari de lupoaie din fiecare populație inclusă în studiu pentru analiza moleculară a diversității genetice intra- și interpopulaționale în baza markerilor moleculari SSR și ISSR ((volum total de probe colectate: 20 de plante individuale x 37 populații lupoaie=740).
7. A fost stabilit statutul rasial al populațiilor de lupoaie în diferite zone de cultivare a floarea-soarelui pe teritoriul Republicii Moldova, prin screening fiziologic realizat în sere.
8. Au fost realizate experiențe moleculare de evaluare a diversității genetice intra- și interpopulaționale a patogenilor cu origine geografică diferită, inclusiv proveniți din diferite țări din bazinul Mării Negre (România, Turcia, Bulgaria) cu aplicarea markerilor SSR (volum total de probe analizate: 20 de plante individuale x 37 populații lupoaie=740; Analize cu implicarea markerilor SSR: 740 indivizi x 15 markeri SSR= 11100 de profile moleculare).
9. Au fost realizate experiențe moleculare de evaluare a diversității genetice intra- și interpopulaționale a patogenilor cu origine geografică diferită, inclusiv proveniți din diferite țări din bazinul Mării Negre (România, Turcia, Bulgaria) cu aplicarea markerilor ISSR (volum total de probe analizate: 20 de plante individuale x 37 populații lupoaie=740; Analize cu implicarea markerilor ISSR: 740 indivizi x 14 markeri ISSR= 10360 de profile moleculare).
10. Au fost analizate profilele moleculare ale populațiilor de patogen luate în studiu prin genotiparea cu 15 markeri SSR și 14 ISSR.
11. A fost stabilit numărul total de variante alelice, identificate alelele specifice indivizilor unei populații, precum și profilul molecular comun.
12. În vederea evaluării nivelului de polimorfism genetic a populațiilor de lupoaie, relevat cu utilizarea markerilor moleculari SSR și ISSR, a fost calculat numărul total de alele identificate numărul de alele observate (N_a), numărul efectiv de alele per locus (N_e),

indicele conținutului informațiilor polimorfe (PIC), diversitatea genetică Nei, indicele de diversitate Shannon, puterea de rezoluție (Rp), ponderea procentuală a locilor polimorfi inter- și intrapopulațional.

13. A fost analizat efectul practicilor agricole (data semănatului, respectarea rotației și succesiunii culturilor în rotație, tipul și cantitatea îngrășămintelor azot componente) asupra atacului florii-soarelui de către patogenii specifici în 34 de gospodării agricole din diverse zone ale Republicii Moldova.
14. Au fost analizate la nivel național și zonal pentru ultimii 20 de ani datele statistice privind: variația suprafețelor cultivate cu floarea-soarelui; variația recoltei globale și a productivității culturii; repartiția precipitațiilor și a temperaturii aerului; perioadele secetoase și foarte secetoase și impactul lor asupra creșterii, dezvoltării și productivității florii-soarelui.
15. Au fost colectate, analizate și descrise datele cu referire la condițiile climatice (temperatură, cantitate de precipitații) din ultimii 5 ani în diverse zone pedoclimatice a republicii, după cum urmează: Nord (Visoca, Soroca; Pelinia, Drochia); Centru (Băcioi, Chișinău); Sud (Grigorievca, Căușeni; Svetlâi, Comrat) și s-a evaluat influența acestora asupra incidenței și agresivității patogenilor la floarea-soarelui pe exemplu a 7-15 hibridi de floarea-soarelui, aparținând diferitor grupe de maturitate (timpurie, semitimpurie, mijlocie și semitardivă).
16. Au fost colectate, analizate și descrise datele cu referire la condițiile climatice (temperatură, cantitate de precipitații) din 34 de localități din diverse zone de cultivarea a florii-soarelui din Republica Moldova.
17. Au fost analizate și puse în evidență dependențe dintre prezența/absența diferitor patogeni specifici florii-soarelui, factorii climatici și tehnologiile agricole.
18. A fost organizat cel de-al XI-lea Congres Internațional al Geneticienilor și Amelioratorilor cu editarea Materialelor Congresului (15-16 iunie 2021), precum și Atelierul internațional de Genetică Funcțională (webinar) "Sunflower genetic resources for breeding: germplasm evaluation and conservation" sub egida Asociației Internaționale a Florii-soarelui, în colaborare cu Institutul de Resurse Genetice Vegetale N.I. Vavilov (15 iunie 2021).
19. Au fost analizate datele obținute și perfectate rapoartele corespunzătoare.

5. Rezultatele obținute

În conformitate cu obiectivele proiectului, a fost evaluat statutul rasial al 39 populații de lupoaie colectate din diferite țări cultivatoare de floarea-soarelui (Republica Moldova, România, Bulgaria, Ucraina, Turcia, Serbia, Spania, China). În baza datelor cu referire la frecvența (F), intensitatea (I) și gradul de atac (GA) s-a constatat prezența unor rase înalt virulente (G, H) în toate localitățile analizate, excepție constituind doar populațiile din Serbia atribuite la rasa E sau o rasă mai puțin virulentă ca E, ceea ce este în acord cu rapoartele cercetătorilor sârbi. Cele mai virulente populații se întâlnesc preferențial în România, Ucraina, Turcia, fapt ce confirmă ipoteza conform căreia rasele mai agresive de lupoaie au evoluat, în special în jurul Mării Negre, ulterior răspândindu-se spre zone noi. În premieră a fost pusă în evidență prezența rasei H pe teritoriul Chinei (regiunea Inner Mongolia), unde cea mai virulentă rasă de lupoaie raportată a fost G.

Studiul realizat asupra a 15 populații de lupoaie din Republica Moldova a relevat, în

majoritatea localităților analizate, prezența unor rase mai agresive comparativ cu cele stabilite în investigațiile din 2014, iar unele populații de lupoae (Soroca, Izbiște, Svetlâi, Taraclia și Alexanderfield) au infestat inclusiv genotipul de floarea-soarelui ce conține gene de rezistență la rasa H, ce sugerează apariția unor noi patotipuri mai virulente în timp scurt. Rase mai virulente ca H au fost relevate inclusiv în România și Turcia, fiind confirmată ipoteza apariției în aceste țări a unei noi rase, numită rasa I. Datele acumulate în experiențe unice, desfășurate în condiții identice, contribuie la eliminarea unor confuzii referitoare la apartenența rasială a populațiilor de lupoae din diverse țări și sunt utile în elaborarea unor strategii eficiente de management și control a parazitului capabil să se disperseze rapid în toate statele cultivate.

Evaluarea agresivității a 27 de populații de *O. cumana* originare din Republica Moldova, China, Turcia, Bulgaria, Spania, Ucraina și România, în experiențe realizate în sere și în laborator (în vase de vegetație), a pus în evidență un patern diferit de agresivitate față de genotipul susceptibil și cele rezistente de floarea-soarelui. Prin cel mai înalt nivel de agresivitate (F – 40-100%; I – 3,3-22,9; GA – 2,5-22,9) asupra tuturor genotipurilor de floarea-soarelui s-au caracterizat populațiile din Turcia (Keşan și Luleburgaz), România (Brăila), Ucraina (Ismail) și Moldova (Soroca).

A fost elucidată variabilitatea genetică a populațiilor de lupoae de proveniență diferită, fiind stabilite amprentele moleculare SSR (*Simple Sequence Repeats* – 15 marcheri) și ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats* – 14 marcheri). S-a relevat un grad diferit de variabilitate genetică, fiind constatată o diversitate intrapopulațională înaltă în cazul utilizării markerilor SSR și interpopulațională a secvențelor ISSR. Indicii de apreciere a polimorfismului genetic (numărul de alele per locus (N_e), indicele conținutului informațiilor polimorfe (PIC), diversitatea genetică Nei și puterea de rezoluție (R_p)) au constituit – N_e : 7.857; N_e : 5.243; PIC: 0.745; H: 0.782; R_p : 5.794 în cazul markerilor SSR și N_e :1.99; N_e :1.58; PIC:0.29; H: 0.34; R_p :10.53 pentru ISSR.

Pe baza analizei polimorfismului alelic au fost identificați markerii genetici cei mai informativi, cu importanță aplicativă în evaluarea diversității genetice. Markerii SSR care au prezentat cele mai mari valori ale parametrilor statistici calculați (N_e : 8-16 alele; N_e : 5,051-10,515; PIC: 0,774-0,897; H: 0,802-0,905; R_p : 6,130-9,910) au fost Ocum-052, Ocum-059, Ocum-074, Ocum-081, Ocum-087, Ocum-196, Ocum-197. Majoritatea markerilor au indicat valori PIC mai mari de 0,5, indicând un polimorfism genetic mare în cadrul populațiilor de *O. cumana*. Valorile indicelui R_p și PIC au pus în evidență un nivel mai înalt de diversitate genetică în populațiile de lupoae din Turcia (R_p : 4,774, PIC: 0,722) și Moldova (R_p : 4,394, PIC: 0,716) comparativ cu celelalte populații.

Analiza ISSR a relevat faptul că secvențele di- (BC841, BC857, (AG)₈YA) și trinucleotidice ((CAG)₅, (CAA)₅) sunt mai informative comparativ cu cele tetranucleotidice. Investigarea diversității genetice a permis evidențierea diferențelor semnificative și similitudinii în funcție de populația analizată sau tipul de primer. În baza indicilor statistici de apreciere a polimorfismului genetic au fost identificați un șir de marcheri informativi și eficienți în analiza populațiilor cu origine diferită: ca ex. (AG)₈YA, (CTC)₄RC, BC807, (CAA)₅, BC841, (CAG)₅, (CT)₈TC, BC857, BC835 (rata de polimorfism >92.86%, PIC≥0,3, h_j ≥0.19, R_p ≥10,49) – pentru populațiilor din Serbia; BC841, BC857, (CAA)₅, (CAG)₅ și (AG)₈YA (rata de polimorfism >60% , PIC≥0,35, h_j ≥0,05 și R_p ≥7,20) – pentru populațiile din China; BC841, (AG)₈YA, BC857, BC807, (CAG)₅, BC810, BC835 (rata de

polimorfism $\geq 90\%$, PIC ≥ 0.25 , $h_j \geq 0.06$, $R_p \geq 11.66$) - pentru populațiile din Moldova; (CTC)₄RC, (CAG)₅, (AG)₈YA, BC807, BC841, (CT)₈TC (rata de polimorfism 88,89%, PIC $\geq 0,36$, $h_j \geq 0,11$ și $R_p \geq 11.37$) – pentru populațiile din Turcia. A fost constatată eficiența sistemelor de marcheri utilizate în caracterizarea structurii genetice a populațiilor de lupoai incluse în studiu.

În vederea stabilirii influenței unor factori de mediu (temperatura și cantitatea de precipitații) asupra incidenței patogenilor florii-soarelui în diferite zone ale Republicii Moldova au fost analizate datele multianuale (2015-2020) privind infecția naturală a unui set de 7-15 hibrizi de floarea-soarelui, aparținând diferitor grupe de maturitate (timpurie, semitimpurie, mijlocie și semitardivă), colectate de la 5 stațiuni ale Comisiei de Stat de Testare a Soiurilor din diferite zone pedoclimatice (Nord - Visoca, Soroca; Pelinia, Drochia; Centru - Băcioi, Chișinău; Sud - Grigorievca, Căușeni; Svetlâi, Comrat).

Au fost analizate datele climaterice în perioada evaluată, cu accent pe condițiile meteo din perioada de vegetație a culturii de interes. Conform datelor, în câmpurile de floarea-soarelui au fost identificați un șir de patogeni specifici culturii, precum micromicetele *Leptosphaeria lindquistii*, *Diaporthe helianthi*, *Puccinia helianthi*, *Botrytis cinerea* și angiosperma *Orobanche cumana*. Tulpinile fungice au infectat floarea-soarelui doar în câmpurile experimentale amplasate în partea de nord și centru a țării, în special loturile experimentale din Visoca și Băcioi caracterizate prin cele mai mari cantități de precipitații. Astfel, înnegrirea tulpinilor s-a constatat doar în localitatea Băcioi în anul 2016 și 2018, care, cu mici excepții, s-a destins prin cea mai mare cantitate de precipitații căzute în luna iunie pe parcursul celor șase ani incluși în studiu (158,6 mm în anul 2016 și 124,2 mm – în 2018). Cantitatea mai mare de precipitații din localitatea Băcioi a favorizat inclusiv dezvoltarea micromicetei *Diaporthe helianthi*, rata de afectare variind între 1,8-13,4%, cu media de 6,4%. Patogenul a fost depistat și în localitatea Visoca (2020), deși cantitatea de precipitații din luna iunie (75,5 mm) este mai mică comparativ cu valorile relevate în alte localități sau ani. În anul 2020 în Visoca a fost observată inclusiv micromiceta *Puccinia helianthi* care a afectat trei din hibridii analizați. Micromiceta *Botrytis cinerea* a fost prezentă în anul 2018 în Băcioi și în 2019 în Băcioi și Visoca. În anul 2018 localitatea Visoca și Băcioi s-au caracterizat prin cea mai mare cantitate de precipitații, 645,5 și, respectiv, 513,1 mm anual, 346,0 și 223,1 mm, revenind perioadei mai-iulie, comparativ cu 316,3-399,8 mm anual în celelalte localități analizate. Lupoai a infestat cultura preferențial în sud și sporadic în centru, zone caracterizate, în perioada mai-iunie, când se stabilesc condiții favorabile pentru dezvoltarea lupoai, prin valori cu 1,1-2,7° C mai înalte față de localitățile din nord, ceea ce ar putea contribui la declanșarea infecției. A fost stabilit un grad distinct de infestare cu lupoai, cel mai înalt nivel de atac cu rizoparazitul *O. cumana* fiind observat în câmpurile de testare din localitatea Svetlâi, numărul maximal de lăstari de lupoai per 100 plante gazdă constituind în mediu 463,6 atașamente (2016), iar nivelul inferior de atac a constituit 10,6 lăstari de lupoai per 100 de plante de floarea-soarelui (2019). În câmpurile din Grigorievca numărul de lăstari de lupoai a fost cuprins în limitele de 7,7-156,9 (în 2020, respectiv, 2017), iar în localitatea Băcioi s-a marcat o intensitate a atacului destul de mică, numărul de lăstari de lupoai per 100 de plante variind între 1,0 și 43,0 (cu o medie anuală de 8,0) în 2016 și 1,0-12,0 (cu media de 2,1) – în 2017.

Analiza corelativă a datelor obținute denotă lipsa unor corelații semnificative între gradul de atac a florii-soarelui și condițiile climatice, fapt ce denotă dependența procesului

de formare și dezvoltare a patosistemului de o multitudine de factori ce interacționează concomitent.

De asemenea, au fost analizate datele cu referire la suprafețele de cultivare a florii-soarelui, distribuția zonală a acestora, recolta și productivitatea culturii, distribuția precipitațiilor și temperatura din zonele de cultivare a florii-soarelui din ultimii 20 ani. Au fost caracterizate secetele catastrofale din această perioadă (în special cele din anul 2007, 2012 și 2020), s-a evaluat impactul acestora asupra dezvoltării culturii de floarea-soarelui și indicilor de productivitate, fiind relevată diminuarea producției și recoltei medii cu 21-50% față de anii precedenți. Analiza datelor a demonstrat lipsa oricărei dependențe dintre recolta la hectar și cantitatea de precipitații anuale, mult mai importantă fiind cantitatea de precipitații din perioada de vegetație. În ceea ce privește impactul temperaturii medii anuale a aerului și în perioada de vegetație, a fost stabilită o corelație directă, pozitivă, mai evidentă în anii secetoși.

Analiza comparativă a practicilor agricole (data semănatului, respectarea rotației și succesiunii culturilor în rotație, tipul și cantitatea îngrășămintelor azot componente) aplicate în 34 de gospodării agricole din diverse zone ale Republicii Moldova, inclusiv 18 gospodării din regiunea de nord, 13 din regiunea centrală și 3 din partea de sud (dintre care 17 infectate și 17 lipsite de infecție) denotă practicile ce favorizează infecția și anume: revenirea florii-soarelui pe același teren în mai puțin de 5 ani, folosirea unor cantități mai mari de îngrășăminte minerale azot-componente. În 8 câmpuri de floarea-soarelui din nord și 9 din centru s-a remarcat prezența diferitor agenți patogeni, precum *Diaporthe helianthi*, *Plasmopara halstedii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Puccinia helianthi*, *Septoria helianthi* și angiosperma parazită *Orobancha cumana*, cele mai frecvente fiind *P. halstedii* și *P. helianthi* detectate în 5 și, respectiv, 4 din câmpurile analizate. Potrivit fermierilor, rata de atac a fost mică, plantele infectate fiind detectate sporadic.

Conform rezultatelor, înainte de plantarea florii-soarelui se folosesc diferite cantități de azot-fosfor-potasiu (NPK) și alte îngrășăminte care conțin azot. În câmpurile analizate s-a aplicat NPK, ureea, azotat de amoniu, amofos și sulfamofos, individual sau în diferite combinații. Analiza datelor colectate din câmpurile infectate și neinfectate a arătat că, în majoritatea cazurilor, cantitatea de îngrășămintă cu azot utilizate a fost mai mare în gospodăriile în care au fost identificați agenții patogeni decât în cele în care aceștia au lipsit. Comparând cantitatea aceluiași tip de îngrășămintă aplicată în câmpurile infectate și neinfectate s-a observat că, în majoritatea cazurilor, aceasta a fost mai mare în gospodăriile în care au fost prezenți agenții patogeni. Astfel, cantitatea de azotat de amoniu în câmpurile infectate a fost în mod obișnuit de 150 kg/ha, în timp ce la cele neinfectate nu a depășit 120 kg/ha. O situație similară, cu mici excepții, a fost observată și pentru alte îngrășăminte. Mucegaiul alb a fost găsit în câmpurile în care s-a folosit azotat de amoniu (150 kg/h), NPK (150 kg/ha) sau combinație de amofos (150 kg/ha) și NPK (120 kg/ha). Similar altor autori ce au stabilit efectul inhibitor al îngrășămintelor cu azot, în special a formelor amoniacale, asupra dezvoltării lupoaiei, s-a constatat lipsa acestui parazit în câmpurile în care au fost utilizate îngrășăminte cu amoniu.

Pe baza datelor sondajului fermierilor s-a stabilit că recomandările privind rotația culturilor au fost respectate mai des în câmpurile în care agenții patogeni nu au fost depistați decât în cele în care aceștia erau prezenți. Astfel, în câmpurile afectate o rotație de 5 sau mai mulți ani între culturi succesive de floarea-soarelui a fost respectată doar în 6% din cazuri,

comparativ cu 29% în câmpurile neafectate. Analiza organizării rotației culturilor într-un lot mai extins de gospodării agricole cu dimensiuni diferite (49 de gospodării, dintre care 19,7% gospodării mici și 8,6, respectiv, 71,7% gospodării medii și mijlocii) a arătat că în gospodăriile mari floarea-soarelui a revenit pe aceleași parcele după 4 sau mai mulți ani în 67% din cazuri, în timp ce în cele mici și mijlocii această rată a constituit 44%, respectiv 18,2%. Dimensiunea redusă și natura dezagregată a parcelelor de plantare limitează capacitatea de a respecta asolamentul corect, iar, conform datelor obținute, în gospodăriile mici și mijlocii, floarea-soarelui este cultivată pe aceleași câmpuri după 1-3 ani (66% și 81,8%). De asemenea, prezența patogenilor a fost relevată, în special, în gospodăriile mici (33,3%) și mijlocii (44,4%), ceea ce, parțial, se poate datora nerespectării asolamentului corect.

6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații

Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice publicate în anul de referință în cadrul proiectului din Programul de Stat

Studii genético-moleculare și biotehnologice ale floării-soarelui în contextul asigurării managementului durabil al ecosistemelor agricole

1. Monografii (recomandate spre editare de consiliul științific/senatul organizației din domeniile cercetării și inovării)

1.1. monografii naționale

1. DUCA, Maria, PORT, Angela, CLAPCO, Steliana. *Elemente de genetică și genomică la angiospermele de cultură (floarea-soarelui) și cele parazite (lupoia)*. Chișinău: Tipografia, 2021. p. . ISBN (în tipar)

2. Capitle în monografii naționale/internaționale – 0

3. Editor culegere de articole, materiale ale conferințelor naționale/internaționale

1. *Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*, Asociația Obștească Științifică a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova, Institutul de Genetică Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova. Responsabili de ediție: Duca M. Chișinău. 15-16 iunie 2021. Chișinău: Centrul editorial poligrafic al USM, 2021. 180 p. ISBN 978-9975-933-56-8. https://ibn.idsi.md/collection_view/1116

4. Articole în reviste științifice

4.1 în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS

1. DUCA, M., CLAPCO, S. Management approaches for sustainable growth in Moldova's sunflower sector. In: *Helia*. 2021, 44(74), 14 p. ISSN 2197-0483. DOI: [10.1515/helia-2021-0002](https://doi.org/10.1515/helia-2021-0002). (IF 0.31). https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/141837, <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/helia-2021-0002/html>
2. CLAPCO, Steliana. Virulence and aggressiveness of some sunflower broomrape populations belonging to different countries. In: *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021, vol. LXIV(1), pp. 266-272. ISSN 2285-5785.

https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/141839,
http://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2021/issue_1/Art34.pdf

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

1. DUCA, M., MUTU, A., CLAPCO, S. Efficiency of microsatellite markers in genotyping of *Orobanche cumana* populations. In: *Lucrări Științifice. Seria Agronomie*. 2021, vol. 64, nr. 1. ISSN 1454-7414 (în tipar).

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, categoria B

1. BOIAN, I., DOMENCO, R. Impactul secetelor în Republica Moldova asupra roadei de floarea-soarelui în contextual schimbărilor climatice regionale. In: *Știința Agricolă*. 2021, nr. 1, pp. 3-9. ISSN 1857-0003. doi.org/10.5281/zenodo.4986484,
https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/138591,
<https://sa.uasm.md/index.php?journal=sa&page=article&op=view&path%5B%5D=729&path%5B%5D=737>
2. BOIAN, I., DOMENCO, R. Influența condițiilor agrometeorologice din anul 2020 asupra creșterii, dezvoltării și roadei de floarea-soarelui în Republica Moldova. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii)*. 2021, nr. 1(141), pp. 68-77. ISSN 1814-3237. doi.org/10.5281/zenodo.4980328,
https://ibn.idsi.md/ru/vizualizare_articol/133661,
<http://dspace.usm.md:8080/xmlui/handle/123456789/4817>
3. BURCOVSCHI, I., TABACARI, R., DUCA, M. Aspecte moderne în cercetarea principalelor boli ale florii-soarelui. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii)*. 2021, nr. 1(141), pp. 58-67. ISSN 1814-3237. doi.org/10.5281/zenodo.4980304,
https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/133660,
<http://dspace.usm.md:8080/xmlui/handle/123456789/4816>.
4. CLAPCO, S. Diversitatea raselor de lupoaie (*Orobanche cumana* Wallr.) în lume. In: *Akademios: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2021, nr. 3(62), pp... ISSN 1857-0461. (în tipar)
5. DOMENCO, R., BOIAN, I. Evaluarea climatică și agroclimatică a iernilor anormale din Republica Moldova pentru ultimele două decenii. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii)*. 2021, nr. 1(141), pp. 78-88. ISSN 1814-3237. doi.org/10.5281/zenodo.4980402, <http://oaji.net/articles/2021/2052-1624273664.pdf>
6. DUCA M., BIVOL I., MUTU A., CLAPCO S., WANG C. Variabilitatea unor populații de lupoaie originare din China. Genotiparea și determinarea polimorfismului genetic (II). In: *Akademios: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2021, nr. 2(61), pp. 61-69. ISSN 1857-0461. doi.org/10.52673/18570461.21.2-61.04,
https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/137118.
7. DUCA M., MUTU A., BIVOL I., CLAPCO S., WANG C. Variabilitatea unor populații de lupoaie originare din China. Morfometria și identificarea raselor (I). In: *Akademios: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2021, nr. 1(60), pp. 42-50. ISSN 1857-0461. doi.org/10.52673/18570461.21.1-60.05, https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/132007.
8. DUCA, M., CLAPCO, S., BURCOVSCHI, I. Statutul florii-soarelui în ecosistemele agricole de pe teritoriul Republicii Moldova. *Akademios: Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2021, nr. 4(63), pp. .. ISSN 1857-0461 (în tipar)
9. DUCA, M., CLAPCO, S., BURCOVSCHI, I. TABACARI, R., DOMENCO, R. Influența factorilor de mediu asupra incidenței patogenilor specifici culturii de floarea-soarelui. In:

Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii). 2021, nr. 2(142), pp. ISSN 1814-3237. (în tipar)

10. MARTEA, R., GÂSCĂ, I., CUCEREAVÎI, A. Analiză explorativă privind domeniile de cercetare a florii-soarelui la nivel global. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii)*. 2021, nr. 1(141), pp. 89-96, ISSN 1814-3237. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4980431>, https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/133662

4.4. în alte reviste naționale - 0

5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare) - 0

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

1. DUCA, M., CLAPCO, S., CUCEREAVÎI, A., GÎSCĂ, I. Studiul unor trăsături asociate cu productivitatea la un șir de hibrizi autohtoni de floarea-soarelui. In: *Conferința științifică internațională „Genetica, fiziologia și ameliorarea plantelor”* (Ediția VII-a), Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor. Chișinău, 4-5 octombrie 2021. Chișinău, 2021, pp. 198-201. ISBN: 978-9975-56-912-5. doi.org/10.53040/gppb7.2021.52. https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/139732
2. DUCA, M., MUTU, A., BIVOL, I., CLAPCO, S. Eficiența unor marker moleculari în discriminarea populațiilor de lupoaie originare din China. In: *Conferința științifică internațională „Genetica, fiziologia și ameliorarea plantelor”* (Ediția VII-a), Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor. Chișinău, 4-5 octombrie 2021. Chișinău, 2021, pp. 135-138. ISBN: 978-9975-56-912-5. doi.org/10.53040/gppb7.2021.35. https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/139650
3. MARTEA, R., GÂSCĂ, I., CUCEREAVÎI, A. Analiza diferitor hibrizi de perspectivă în sectoarele comparative. In: *Conferința științifică internațională „Genetica, fiziologia și ameliorarea plantelor”* (Ediția VII-a), Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor. Chișinău, 4-5 octombrie 2021. Chișinău, 2021, pp. 240-244. ISBN 978-9975-56-912-5. doi.org/10.53040/gppb7.2021.63, https://ibn.idsi.md/ro/author_articles/45314

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

1. BOIAN, Ilie. Estimarea prejudiciilor cauzate de grindină sectorului agricol al Republicii Moldova. In: *Present Environment and Sustainable Development International Symposium*, Iași, 18 iunie 2021. Iași, 2021, pp. 69-70. https://ibn.idsi.md/ru/vizualizare_articol/141833, http://www.pesd.ro/Symposium%20site/2021/Book-of-abstracts-PESD_2021.pdf
2. DUCA M., PORT A., CLAPCO S., MARTEA R., MUTU A. ISSR and SSR markers in assessing genetic diversity of *Orobanche cumana*. In: *6th International Scientific*

- Conference "Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology (PlantGen2021)", Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, June 14-18 2021. Novosibirsk: ICG SB RAS, 2021, pp. 58. doi.org/10.18699/PlantGen2021-042, https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/141886, https://publ.icgbio.ru/wp-content/uploads/2021/06/PlantGene2021_206-60.pdf
3. CLAPCO, S., Virulence and aggressiveness of some sunflower broomrape populations belonging to different countries. In: *Agriculture For Life International Conference*, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine, Bucharest, 3 - 5 June 2021. Bucharest: CERES Publishing House, 2021, pp. 71. ISSN-L 2457-3205.
 4. DUCA, M., CLAPCO, S., BURCOVSCHI, I. TABACARI, R. Influence of climate conditions on the incidence of sunflower pathogens. In: *International Workshop on Climate change – sunflower resistance to drought*, Universitatea Ovidius, Constanța, August 19th-20th 2021. Constanta: Ovidius University Press, 2021, pp. 22. ISBN 978-606-060-037-4. <https://editura.univ-ovidius.ro/workshop-on-climate-change-sunflower-resistance-to-drought-book-of-abstracts-constantia-romania-august-19-20-2021/>
 5. DUCA, M., CLAPCO, S. The evolution of *Orobanche cumana* races in sunflower crop in the Republic of Moldova. In: *International Agricultural, Biological & Life Science Conference*, Trakya University, Edirne, 1-3 September 2021. Edirne: Trakya University Publisher, 2021, pp. 199. ISBN #: 978-975-374-300-6. https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/141903, https://agbiol.org/files/46/editor/files/AGBIOL_2021_ABSTRACT_BOOK.pdf
 6. DUCA, M., BIVOL, I. Discriminating ability of ISSR markers in the revealing of the genetic polymorphism in Turkish broomrape populations. In: *III. Balkan agricultural congress*, Trakya University, Edirne, 29 august-01 september 2021, Edirne: Trakya University Publisher, 2021. pp. 297. ISBN #: 978-975-374-298-6. https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/141920, [https://www.agribalkan.net/files/59/editor/files/AGRIBALKAN_2021_ABSTRACT BOOK_03_09.pdf](https://www.agribalkan.net/files/59/editor/files/AGRIBALKAN_2021_ABSTRACT_BOOK_03_09.pdf)
 7. DUCA, M., MUTU, A., CLAPCO, S. Efficiency of microsatellite markers in genotyping of *Orobanche cumana* populations. In: *Symposium of Agriculture and Food engineering*, University of Life Sciences, Iași, 21-22 October 2021. Iași: IULS, 2021. pp. 48. https://www.uaiasi.ro/simpozion/fisiere/Program+Rezumate_2021.pdf
 8. PRODAN (POALELUNGI), T., JOITA-PACUREANU, M., ION, V., DUCA, M., DAN, M., RÎȘNOVEANU, L., LIPȘA, F.D., FLOREA A.-M., BRAN, A., SAVA, E., ULEA, E. Sunflower genotypes with high tolerance to drought and extreme temperatures, having good resistance to some specific diseases. In: *Symposium of Agriculture and Food engineering*, University of Life Sciences, Iași, 21-22 October 2021. Iași: IULS, 2021. pp. 45. https://www.uaiasi.ro/simpozion/fisiere/Program+Rezumate_2021.pdf
 9. ДУКА, М.В, БУРКОВСКИЙ, И.А. Основные патогены подсолнечника в Республике Молдова. В: *Біологічні дослідження – 2021: Збірник наукових праць*, Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомир, 23 - 25 марта 2021, Житомир: Видавець ПП "Євро-Волинь", 2021. с. 26-27. ISBN 978-617-7992-07-2, <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/32715>.

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

1. BIVOL I., MUTU A. Studies of broomrape populations associated with increased genetic diversity. In: *Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*, Asociația Obștească Științifică a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova, Institutul de Genetică Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova. Chișinău. 15-16 iunie 2021. Chișinău: Centrul editorial poligrafic al USM, 2021. pp. 20, ISBN 978-9975-933-56-8. doi.org/10.53040/cga11.2021.004.
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p%2020.pdf
2. BOIAN, I., DOMENCO, R. The impact of the 2020 drought on the development and yield of sunflower in the Republic of Moldova. In: *Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*, Asociația Obștească Științifică a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova, Institutul de Genetică Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova. Chișinău. 15-16 iunie 2021. Chișinău: Centrul editorial poligrafic al USM, 2021 pp. 144. ISBN 978-9975-933-56-8.
doi.org/10.53040/cga11.2021.116,
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p%20144.pdf
3. BURCOVSCHI, I., GISCA, I., CUCEREAVÎI, A. The variation of some morphological indices of the sunflower. In: *Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*, Asociația Obștească Științifică a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova, Institutul de Genetică Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova. Chișinău. 15-16 iunie 2021. Chișinău: Centrul editorial poligrafic al USM, 2021. pp. 77. ISBN 978-9975-933-56-8. doi.org/10.53040/cga11.2021.055.
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p%2077.pdf
4. DUCA, M. Molecular techniques and information technologies in modern agriculture. In: *Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*, Asociația Obștească Științifică a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova, Institutul de Genetică Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova. Chișinău. 15-16 iunie 2021. Chișinău: Centrul editorial poligrafic al USM, 2021. pp. 23, ISBN 978-9975-933-56-8. <https://doi.org/10.53040/cga11.2021.007>,
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p%2023.pdf
5. DUCA, M., PORT, A., MARTEA R. Multivariate statistical methods in analysis of broomrape genetic diversity. In: *Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*, Asociația Obștească Științifică a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova, Institutul de Genetică Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova. Chișinău. 15-16 iunie 2021. Chișinău: Centrul editorial poligrafic al USM, 2021. pp. 24, ISBN 978-9975-933-56-8. doi.org/10.53040/cga11.2021.008.
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p%2024.pdf
6. MUNTEANU, V., MARTEA, R., DUCA, M. Information tool for new generation sequence data interpretation. In: *Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*, Asociația Obștească Științifică a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova, Institutul de Genetică Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova. Chișinău. 15-16 iunie 2021. Chișinău: Centrul editorial poligrafic al USM, 2021. pp. 28, ISBN 978-9975-933-56-8. doi.org/10.53040/cga11.2021.011.
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p%2028.pdf
7. PORT, A. Early gibberellin responses associated with stamens development in sunflower. In: *Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*, Asociația

Obștească Științifică a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova, Institutul de Genetică Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova. Chișinău. 15-16 iunie 2021. Chișinău: Centrul editorial poligrafic al USM, 2021. pp. 31. ISBN 978-9975-933-56-8. doi.org/10.53040/cga11.2021.014.
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p%2031.pdf

8. WANG, C., DUCA, M., ZHAO J. Variability and genetic diversity of different Chinese broomrape populations. In: *Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova*, Asociația Obștească Științifică a Geneticienilor și Amelioratorilor din Republica Moldova, Institutul de Genetică Fiziologie și Protecție a Plantelor, Universitatea de Stat din Moldova. Chișinău. 15-16 iunie 2021. Chișinău: Centrul editorial poligrafic al USM, 2021. pp. 38. ISBN 978-9975-933-56-8. <https://doi.org/10.53040/cga11.2021.021>,
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p%2038.pdf
 - 7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională
 - 7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

8. Alte lucrări științifice (recomandate spre editare de o instituție acreditată în domeniu)

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

8.3. atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)

9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții

1. DUCA, M., CLAPCO, S., MARTEA, R., TABĂRĂ, O. Lupoia: *Orobanche cumana* Wallr. Atlas. In: *Salonul de carte tehnico-științifică, artistică și literară "EUROINVENT"*, Romanian Inventors Forum, Iași, 10-20 May 2021. Iași: Romanian Inventors Forum, 2021. pp. 619. ISSN 2601-4564. <http://www.euroinvent.org/cat/E2021.pdf>
2. DUCA, M. Cercetări privind floarea-soarelui în Republica Moldova. In: *Salonul de carte tehnico-științifică, artistică și literară "EUROINVENT"*, Romanian Inventors Forum, Iași, 10-20 May 2021. Iași: Romanian Inventors Forum, 2021. pp. 619. ISSN 2601-4564. <http://www.euroinvent.org/cat/E2021.pdf>
3. DUCA, M., CLAPCO, S., MARTEA, R., TABĂRĂ, O. Lupoia: *Orobanche cumana* Wallr. Atlas. In: *Catalog oficial Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT 2021, Ediția a XVII-a*, AGEPI, Chișinău, 17-20 noiembrie 2021 (în tipar).
4. DUCA, M. Cercetări privind floarea-soarelui în Republica Moldova. In: *Catalog oficial Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT 2021, Ediția a XVII-a*, AGEPI, Chișinău, 17-20 noiembrie 2021 (în tipar).
5. CLAPCO, S., DUCA, M. Lupoia florii-soarelui (*Orobanche cumana* Wallr.). In: *Catalog oficial Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT 2021, Ediția a XVII-a*, AGEPI, Chișinău, 17-20 noiembrie 2021 (în tipar).
6. PORT, A., DUCA, M. Aspecte de semnalizare și expresie genică la plante. In: *Catalog oficial Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT 2021, Ediția a XVII-a*, AGEPI, Chișinău, 17-20 noiembrie 2021 (în tipar).

7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului

Impactul științific: au fost acumulate date noi cu referire la statutul rasial al populațiilor de lupoae din diverse țări cultivatoare de floarea-soarelui, în experiențe unice, integrate, ce contribuie la eliminarea unor confuzii privind apartenența rasială a parazitului, cât și date privind diversitatea genetică intra- și interpopulațională, în baza profilelor moleculare SSR și ISSR, utile în elucidarea mecanismelor de evoluție a raselor. A fost confirmată ipoteză conform căreia rasele mai agresive de lupoae au evoluat preferențial în zonele adiacente Mării Negre, ulterior răspândindu-se spre noi areale. În premieră, pe teritoriul Republicii Moldova au fost puse în evidență biotipuri de *O. cumana* cu virulență mai înaltă decât rasa H, constatându-se evoluția rapidă a raselor.

Impactul social și economic: rezultatele obținute sunt utile în elaborarea unor strategii integrate, eficiente de management și control a parazitului *O. cumana* capabil să se disperseze rapid în toate statele cultivatoare, eficientizarea programelor de ameliorare a florii-soarelui și obținerea hibridilor rezistenți la patogeni, contribuind la diminuarea impactului negativ al patogenilor asupra indicilor de productivitate a culturii și, respectiv, a pierderilor economice asociate. Datele privind practicile agricole ce favorizează dezvoltarea patogenilor specifici culturii de floarea-soarelui vor fi incluse în recomandările elaborate pentru producători, asigurând reducerea riscurilor.

8. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

Experiențele de laborator (analizele moleculare) au fost realizate cu utilizarea infrastructurii Centrului de Genetică Funcțională, Universitatea de Stat din Moldova. Au fost folosite echipamentele și utilajele necesare conform protocoalelor corespunzătoare (Amplificator cu detecția automată fluorescenței DT-96; Amplificator Gene Amp PCR System 9700; Amplificator PCR Veriti 96-well; Consort 10x10 cm E4100, Aparat pentru electroforeză Orizontală, CONSORT; Sistem de fotodocumentare a gelurilor, Uvitec Cambrige; Sistem de fotodocumentare a gelurilor de electroforeză DOC-PRINT-VX2, Cameră de cultivare BMT Friocell 222; Aparat p/u producerea gheții EVERmed FLM-90A; Autoclav Nuve; Baie de apă cu ultrasunet, Bandelin Sonorix; Balanța analitică, AXIS AGN 200; Bidistilator, ОАО “Химлаборприбор”; Microcentrifuga, SIGMA; Centrifuga cu răcire Heraeus Biofuge Fresco; Centrifugă cu răcire, Nuve; Congelator Panasonic MDF-U3386S-PE; Deionizator SARTORIUS; Etuva, Advantage - Lab1; pH-metru, Sartorius; Shaker Incubator, BIOSAN ES-20; Termostat).

Analiza și documentarea rezultatelor obținute s-a realizat utilizând tehnica de calcul din dotarea Centrului.

Experiențele de screening fenotipic (determinarea statutului rasial al lupoaei și colectarea materialului vegetal pentru experiențele de laborator) s-au realizat în serele companiei AMG Agroselect Comerț, Soroca.

9. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului

1. Comisia de Stat de Testare a Soiurilor – furnizarea de date cu privire la incidența patogenilor specifici florii-soarelui din diverse zone pedoclimatice ale Republicii Moldova și a datelor privind cantitatea de precipitații de la stațiunile de testare corespunzătoare;

colectarea datelor și materialului biologic de pe loturile Stațiunilor de testare ale Comisiei; perfectarea și depunerea unui proiect comun (Sustainable Sunflower Cultivation: Potential – Productivity – Yield), cu tematică complementară proiectului în curs, la apelul anunțat de Agenția de Cooperare Internațională a Germaniei (GIZ).

2. Compania AMG Agroselect Comerț, Soroca – realizarea experiențelor de determinare a agresivității și virulenței populațiilor de lupoaie în serele companiei; colectarea datelor privind incidența patogenilor în câmpurile experimentale ale companiei; implementarea Metodologiei de testare a germoplasmei de floarea-soarelui (*Helianthus annuus* L.), confirmată prin Act de implementare, ce permite screening-ul rapid a genotipurilor rezistente, tolerante și sensibile la lupoaie, mană, rugină; perfectarea și depunerea unui proiect comun (Sustainable Sunflower Cultivation: Potential – Productivity – Yield), cu tematică complementară proiectului în curs, la apelul anunțat de Agenția de Cooperare Internațională a Germaniei (GIZ).

10. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului

1. Institutul Național pentru Cercetare Dezvoltare Agricolă, Fundulea, România – furnizarea semințelor de floarea-soarelui cu rezistență distinctă la rasele de lupoaie (linii diferențiatore) pentru stabilirea statutului rasial al populațiilor de lupoaie; schimb de cunoștințe și experiență în domeniul studiului florii-soarelui (ameliorare, rezistență la factori abiotici și biotici, incidența patogenilor).
2. Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Brăila, România – furnizarea semințelor de lupoaie pentru realizarea experiențelor fiziologice și moleculare, conform obiectivelor proiectului.
3. Universitatea Trakia, Turcia – furnizarea semințelor de lupoaie pentru realizarea experiențelor fiziologice și moleculare, conform obiectivelor proiectului.
4. Institutul Agricol Dobrudja, Bulgaria – furnizarea semințelor de lupoaie pentru realizarea experiențelor fiziologice și moleculare, conform obiectivelor proiectului.
5. Institutul de Culturi de Câmp și Leguminoase, Novi Sad, Serbia – furnizarea semințelor de lupoaie pentru realizarea experiențelor fiziologice și moleculare, conform obiectivelor proiectului.
6. Universitatea Agricolă Inner Mongolia, China – furnizarea semințelor de lupoaie pentru realizarea experiențelor fiziologice și moleculare, conform obiectivelor proiectului; elaborarea în cadrul proiectului a unei teze de masterat (masterand Chao Wang), în cotutelă internațională.
7. Institutul pentru Agricultură Durabilă, Cordoba, Spania – furnizarea semințelor de lupoaie pentru realizarea experiențelor fiziologice și moleculare, conform obiectivelor proiectului.
8. Asociația Internațională a Florii-soarelui, Paris, Franța – organizarea în comun a unui eveniment internațional la tematica proiectului (Atelierul de Genetică Funcțională (webinar): Sunflower genetic resources for breeding: germplasm evaluation and conservation)
9. Institutul de Resurse Genetice Vegetale N.I. Vavilov (VIR), Sankt-Petersburg, Russian Federation – organizarea în comun a unui eveniment internațional la tematica proiectului (Atelierul de Genetică Funcțională (webinar): Sunflower genetic resources for breeding: germplasm evaluation and conservation).

11. Dificultățile în realizarea proiectului

- Dificultatea atragerii și menținerii tinerilor cercetători, cauza invocată fiind salariul mic.
- Imposibilitatea realizării expedițiilor în teren (în volumul planificat) și comunicării active (*tete-a-tete*) cu producătorii de floarea-soarelui în legătură cu pandemia Covid-19.
- Imposibilitatea realizării unor delegații la instituții din domeniu în vederea schimbului de experiență și cunoștințe determinată de restricțiile impuse în contextul pandemiei Covid-19.

12. Diseminarea rezultatelor obținute **în proiect** în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor, reflectate în p. 6)

➤ Manifestări științifice internaționale (în străinătate)

1. Duca Maria, dr. hab.; International Workshop on Climate change – sunflower resistance to drought, International Sunflower Association, Romanian Sunflower Association, National Agricultural Research and Development Institute Fundulea, Ovidius University of Constanta, Romania, August 19th-20th, 2021; Droughts and their impact on sunflower productivity in the Republic of Moldova (Raport oral).

➤ Manifestări științifice internaționale (în Republica Moldova)

1. Duca Maria, dr. hab.; Atelierul de Genetică Funcțională (webinar) Sunflower genetic resources for breeding: germplasm evaluation and conservation; International Sunflower Association, Scientific Society of Geneticist and Breeders, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Center of Functional Genetics of Moldova State University, Republica Moldova, 15 iunie 2021; Introduction in VIR sunflower germplasm collection (Raport oral).
2. Duca Maria, dr. hab.; Conferința Științifică Internațională ”Genetica, Fiziologia și Ameliorarea Plantelor” (Editia a 7-ea); Ministry of Education and Research, Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Scientific Association of Geneticists and Breeders of the Republic of Moldova, Republica Moldova, 4-5 octombrie, 2021; Sunflower: Productivity – Drought – Climate Change (Raport oral în plen).
3. Clapco Steliana, dr.; Conferința Științifică Internațională ”Genetica, Fiziologia și Ameliorarea Plantelor” (Editia a 7-ea); Ministry of Education and Research, Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Scientific Association of Geneticists and Breeders of the Republic of Moldova, Republica Moldova, 4-5 octombrie, 2021; Aspecte fiziologice și morfometrice a populațiilor de lupoaie (*Orobanche cumana* Wallr.) din diverse țări cultivatoare de floarea-soarelui (Raport oral în plen).

13. Aprecierea și recunoașterea rezultatelor obținute **în proiect** (premii, medalii, titluri, alte aprecieri).

Medalii

1. Duca Maria; Medalie de aur pentru lucrarea *Cercetări privind floarea-soarelui în Republica Moldova*; Salonul de Carte (Euroinvent Book Salon) din cadrul Salonul Internațional de Invenții INVENTICA-2021, 23-25 iunie 2021, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, România.
2. Duca Maria; Medalia de Excelență în Inovare pentru lucrarea *Cercetări privind floarea-soarelui în Republica Moldova*; Salonul de Carte (Euroinvent Book Salon) din cadrul Salonul

Internațional de Invenții INVENTICA-2021, 23-25 iunie 2021, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, România.

3. Duca Maria, Clapco Steliana, Marte Rodica; Medalie de aur pentru lucrarea *Lupoaia: Orobanche cumana Wallr.: Atlas*; Salonul de Carte (Euroinvent Book Salon) din cadrul Salonului Internațional de Invenții INVENTICA-2021, 23-25 iunie 2021, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, România.

14. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute **în proiect** în mass-media

➤ Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

1. Duca Maria / Radio Moldova, 14 iunie 2021/ Provocări și perspective a investigațiilor genetice. Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor.
2. Duca Maria / Știință și inovare, Moldova 1, 27 iunie 2021, la ora 12:00 / Perspective de cercetare în domeniul geneticii și ameliorării. Congresul Geneticienilor și Amelioratorilor.

➤ Articole de popularizare a științei

1. Duca Maria / Timpul, 12 Ianuarie 2021 / Poate fi considerată sustenabilă politica actuală privind cultivarea florii-soarelui? <https://www.timpul.md/articol/poate-fi-considerata-sustenabila-politica-actuala-privind-cultivarea-florii-soarelui-162233.html>

15. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2021 de membrii echipei proiectului

16. Materializarea rezultatelor obținute **în proiect**

Forme de materializare a rezultatelor cercetării în cadrul proiectului pot fi produse, utilaje și servicii noi, documente ale autorităților publice aprobate etc.

17. Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2021

➤ Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor

1. Duca Maria / XIth International Congress of Geneticists and Breeders from the Republic of Moldova / 15-16 iunie 2021 / Președinte
2. Duca Maria / Conferința Științifică Internațională ”Genetica, Fiziologia și Ameliorarea Plantelor” (Editia a 7-ea) / 4-5 octombrie 2021 / Membru comitet științific/organizatoric
3. Duca Maria / Conferința științifică națională cu participare internațională dedicată aniversării a 75-a a Universității de Stat din Moldova „Integrare prin Cercetare și Inovare” / 10-11 noiembrie 2021 / Membru comitet științific
4. Clapco Steliana / XIth International Congress of Geneticists and Breeders from the Republic of Moldova / 15-16 iunie 2021 / membru secretariat (comitet organizatoric)
5. Marte Rodica / XIth International Congress of Geneticists and Breeders from the Republic of Moldova / 15-16 iunie 2021 / membru secretariat (comitet organizatoric)
6. Port Angela/ XIth International Congress of Geneticists and Breeders from the Republic of Moldova / 15-16 iunie 2021 / membru secretariat (comitet organizatoric)
7. Duca Maria / Comisia Națională pentru Securitatea Biologică/ Membru

➤ Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale

1. Duca Maria / Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții / Membru al colegiului de redacție
2. Duca Maria / Helia / Membru al colegiului de redacție
3. Duca Maria / Analele Științifice ale Universității „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Serie Nouă, Secțiunea II A. Biologie Vegetală / Membru al colegiului de redacție
4. Duca Maria / Bulletin of scientific information / Membru al colegiului de redacție

18. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect

Ro. În conformitate cu obiectivele proiectului, a fost evaluat statutul rasial al 39 populații de lupoae colectate din diferite țări cultivate de floarea-soarelui (Republica Moldova, România, Bulgaria, Ucraina, Turcia, Serbia, Spania, China), constatându-se prezența unor rase înalt virulente (G, H) în toate localitățile analizate, excepție constituind doar populațiile din Serbia atribuite la rasa E sau o rasă mai puțin virulentă ca E. Cele mai virulente populații se întâlnesc preferențial în România, Ucraina, Turcia, ceea ce confirmă ipoteza conform căreia rasele mai agresive de lupoae au evoluat, în special în jurul Mării Negre, ulterior răspândindu-se spre zone noi. În premieră a fost pusă în evidență prezența rasei H pe teritoriul Chinei. Studiul realizat asupra a 15 populații de lupoae din Republica Moldova a relevat, în majoritatea localităților analizate, prezența unor rase mai agresive comparativ cu cele stabilite în investigațiile din 2014, iar unele populații de lupoae (Soroca, Izbiste, Svetlii, Taraclia și Alexanderfield) au infestat inclusiv genotipul de floarea-soarelui ce conține gene de rezistență la rasa H, ce sugerează apariția unor noi patotipuri mai virulente. Rase mai virulente ca H au fost relevate și în România și Turcia, fiind confirmată ipoteza apariției în aceste țări a unei noi rase I. Datele acumulate contribuie la eliminarea unor confuzii referitoare la apartenența rasială a populațiilor de lupoae din diverse țări și sunt utile în elaborarea unor strategii eficiente de management și control a parazitului capabil să se disperseze rapid în toate statele cultivate.

A fost elucidată variabilitatea genetică a populațiilor de lupoae de proveniență diferită, fiind stabilite amprentele moleculare SSR și ISSR. Au fost identificați markerii genetici cei mai informativi, cu importanță aplicativă în evaluarea diversității genetice, SSR (Ocum-052, Ocum-059, Ocum-074, Ocum-081, Ocum-087, Ocum-196, Ocum-197) și ISSR ((AG)₈YA, (CTC)₄RC, BC807, (CAA)₅, BC841, (CAG)₅, (CT)₈TC, BC857, BC835). S-a constatat că secvențele ISSR di- și trinucleotidice sunt mai informative comparativ cu cele tetranucleotidice. S-a relevat un grad diferit de variabilitate genetică, fiind constatată o diversitate intrapopulațională înaltă în cazul utilizării markerilor SSR și interpopulațională a secvențelor ISSR. Indicii de apreciere a polimorfismului genetic (numărul de alele per locus (Ne), indicele conținutului informațiilor polimorfe (PIC), diversitatea genetică Nei și puterea de rezoluție (Rp)) au constituit – N: 7.857; Ne: 5.243; PIC: 0.745; H: 0.782; Rp: 5.794 în cazul markerilor SSR și Na:1.99; Ne:1.58; PIC:0.29; H: 0.34; Rp:10.53 pentru ISSR.

Evaluarea influenței condițiilor climatice asupra incidenței patogenilor în diferite zone pedoclimatice de pe teritoriul Republicii Moldova a relevat prezența tulpinilor fungice (*Leptosphaeria lindquistii*, *Diaporthe helianthi*, *Plasmopara halstedii*, *Puccinia helianthi*, *Botrytis cinerea*) preferențial în câmpurile de floarea-soarelui din partea de nord și centru a țării, caracterizate prin cele mai mari cantități de precipitații, pe când lupoaii a infestat cultura în special în sud și sporadic în centru – regiuni cu valori ale temperaturii cu aproximativ 1,0-2,5°C mai înalte comparativ cu localitățile nordice. Analiza corelativă a datelor obținute denotă lipsa unor corelații semnificative între gradul de atac cu diferiți

agenților patogeni specifici florii-soarelui și condițiile climatice.

Analiza comparativă a practicilor agricole (data semănatului, respectarea rotației și succesiunii culturilor în rotație, tipul și cantitatea îngrășămintelor azot componente) aplicate în 34 de gospodării agricole din diverse zone ale țării (inclusiv 17 infectate și 17 lipsite de infecție) denotă practicile ce favorizează infecția, și anume: revenirea florii-soarelui pe același teren în mai puțin de 5 ani, folosirea unor cantități mai mari de îngrășămintă minerale azot-componente.

En. According to the objectives of the project, the racial status of 39 populations of broomrape collected from different sunflower-growing countries (Republic of Moldova, Romania, Bulgaria, Ukraine, Turkey, Serbia, Spain, China) was assessed. The presence of highly virulent populations (G, H) was found in all analyzed localities, excepting Serbian populations attributed to race E or less virulent as E. The most virulent populations were found preferentially in Romania, Ukraine, Turkey, which confirms the hypothesis according to whose more aggressive races of broomrape evolved, especially around the Black Sea region, later spreading to new areas. For the first time, the presence of the race H on the territory of China was highlighted. The study conducted on 15 *O. cumana* populations belonging from the Republic of Moldova revealed, in the most of the analyzed localities, the presence of more aggressive races compared to 2014 data. Also, populations (Soroca, Izbiste, Svetlii, Taraclia and Alexanderfield), infecting inclusive the sunflower genotype containing genes of resistance to the race H have been identified, which suggests the emergence of new more virulent pathotypes. The biotypes more virulent than race H have also been detected in Romania and Turkey, confirming the hypothesis of the appearance in these countries of a new race named race I. The accumulated data help to eliminate the confusion regarding the racial status of *O. cumana* in various countries and are useful in developing effective strategies for management and control of the parasite.

The genetic diversity of broomrape populations with different provenance was elucidated, being established the molecular fingerprints SSR and ISSR. The most informative genetic markers, useful for the assessment of broomrape genetic diversity were identified, as follow: SSR – Ocum-052, Ocum-059, Ocum-074, Ocum-081, Ocum-087, Ocum-196, Ocum-197) and ISSR – (AG)₈YA, (CTC)₄RC, BC807, (CAA)₅, BC841, (CAG)₅, (CT)₈TC, BC857, BC835. The di- and trinucleotide ISSR sequences were found to be more informative compared to the tetranucleotide ones. It has been established that SSR markers revealed a high intrapopulational genetic, while ISSR markers could be successfully used to assess genetic diversity between populations. Indices of appreciation of genetic polymorphism (effective number of alleles per locus (Ne), Polymorphic Information Content index (PIC), Nei's genetic diversity (H) and Resolving power (Rp)) were - N: 7,857; No: 5,243; PIC: 0.745; H: 0.782; Rp: 5,794 and, respectively, N: 1.99; No: 1.58; PIC: 0.29; H: 0.34; Rp: 10.53 in the case of SSR and ISSR markers.

The evaluation of the influence of climatic conditions on the incidence of pathogens in different pedoclimatic areas on the territory of the Republic of Moldova revealed the presence of fungal strains (*Leptosphaeria lindquistii*, *Diaporthe helianthi*, *Plasmopara halstedii*, *Puccinia helianthi*, *Botrytis cinerea*) preferentially in the sunflower fields from north and center of the country, characterized by the highest amounts of precipitation, while *O. cumana* infested the crop especially in the south and sporadically in the center - regions with temperature values about 1.0-2.5° C higher compared to northern localities. However,

no significant correlations between the incidence of sunflower specific pathogens and the analyzed climate conditions have been found. Comparative analysis of agricultural practices (sowing date, crop rotation, type and quantity of nitrogen containing fertilizers) applied in 34 farms in various areas of the country (including 17 infected and 17 non-infected) denotes practices that favor infection , namely: the return of sunflower on the same land after less than 5 years, the use of larger amounts of nitrogen containing mineral fertilizers.

19. Recomandări, propuneri

Cu referire la tematica proiectului, în baza rezultatelor obținute, în vederea diminuării impactului negativ al patogenilor și reducerii pierderilor de productivitate, se recomandă producătorilor de floarea-soarelui respectarea organizării rotației corecte a culturii în asolament și revenirea acesteia pe aceleași parcele minim peste 5 ani, cât și aplicarea rațională a îngrășămintelor de azot care, concomitent cu intensificarea dezvoltării culturii, favorizează și dezvoltarea patogenilor. Din punct de vedere a cercetărilor științifice, ținând cont de evoluția rapidă a noilor rase de patogeni, se recomandă evaluarea periodică a statutului rasial al populațiilor de lupoaie pe teritoriul țării în scopul elaborării unor strategii de monitorizare și control.

Cu referire la procedura de evaluare și raportare la proiecte, în vederea asigurării conformării echipelor de cercetare la cerințele înaintate, recomandăm ANCD enunțarea structurii rapoartelor și a criteriilor de evaluare a activității de cercetare la începutul anului, concomitent cu semnarea contractelor de finanțare și nu la finele anului (în perioada de raportare). De asemenea, menționăm că pct. 12 al raportului (Diseminarea rezultatelor obținute **în proiect** în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor, reflectate în p. 6)), presupune prezentarea unor rapoarte cu altă temă decât cea a rezumatelor publicate, deși, perfectarea și prezentarea rapoartelor (oral/poster) la evenimente naționale/internaționale implică un volum mare de lucru și, evident, rapoartele, în special cele orale, cuprind tematici mult mai vaste, ce reflectă un volum mult mai mare de informații comparativ cu cele reflectate în rezumatele lucrărilor publicate în culegerile de lucrări. Totodată, pentru majoritatea evenimentelor înregistrarea se realizează pe platforme online ce nu permit indicarea distinctă a temei rezumatului lucrării și a titlului rapoartelor ce urmează a fi prezentate. De asemenea, la compartimentul *Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei* ar fi oportună includerea unor criterii suplimentare – ca ex. calitatea de membru a asociațiilor naționale și internaționale în domeniu, calitatea de membru/președinte/secretar a SȘP, activitatea de avizare a actelor normative etc.

Conducătorul de proiect _____ / Maria DUCA, acad.

Data: _____

LS

**Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare
nr. 41 PS din 04.01.2021**

Cifrul proiectului: 20.80009.5107.01

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune 2021	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	883,3		883,3
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii	212100	212,0		212,0
Servicii editoriale	222910	12,5	+8,6	21,1
Servicii de protocol	222920	12,2	-8,6	3,6
Total		1120,0		1120,0

Conducătorul organizației _____ / Șarov Igor

Contabil șef _____ / Cojocaru Liliana

Conducătorul de proiect _____ / Duca Maria

Data: _____

L.Ș.

Componența echipei proiectului

Cifrul proiectului 20.80009.5107.01

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr.	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Duca Maria	1956	Dr. hab.	1,0	04.01.2021	
2.	Port Angela	1973	Dr.	1,0	04.01.2021	
3.	Clapco Steliana	1978	Dr.	1,0	04.01.2021	
4.	Martea Rodica	1987	Dr.	1,0	04.01.2021	
5.	Bivol Ina	1975	Dr.	1,0	04.01.2021	
6.	Boian Ilie	1955	Dr.	0,5	04.01.2021	
7.	Domenco Rodion	1983	Dr.	0,5	04.01.2021	
8.	Mutu Ana	1986	Dr.	1,0	04.01.2021	
9.	Cucereavii Aliona	1972	Dr.	0,5	04.01.2021	16.08.2021
10.	Gîscă Ion	1957	Dr.	0,5	04.01.2021	
11.	Burcovschi Ion	1982		1,0	04.01.2021	

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	18,2%
---	-------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2021					
Nr.	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.	Severin Maricela	1961		0,5	01.09.2021
2.					
3.					

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	18,2%
--	-------

Conducătorul organizației _____ / Șarov Igor

Contabil șef _____ / Cojocaru Liliana

Conducătorul de proiect _____ / Duca Maria

Data: _____