

EFFECT OF BROODRAPE ON SUNFLOWER YIELD UNDER CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

THE EFFECT OF BROODRAPE ON SUNFLOWER YIELD UNDER CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Maria DUCA, ORCID: 0000-0002-5855-5194

Universitatea de Stat din Moldova

Ion BURCOVSCHI, ORCID: 0000-0003-4417-3846

Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Steliana CLAPCO, ORCID: 0000-0001-7147-2740

Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Rodica MARTEA, ORCID: 0000-0002-1244-7147

Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Republica Moldova

Ion GÎSCĂ, ORCID:

Universitatea de Stat din Moldova; Seedeco Semences SRL,

Chișinău, Republica Moldova

Mihail MACHEDON, ORCID:

Comisia de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante, Chișinău, Republica Moldova

CZU: 632.5:633.854.78(478)

e-mail: mduca2000@yahoo.com

e-mail: burcowski@gmail.com

e-mail: steliana.clapco@usm.md

e-mail: rodica.martea@gmail.com

e-mail: mihail.machidon@cstsp.md

Orobanche cumana Wallr. is one of the main biotic factors that cause considerable losses to the sunflower yield in the majority of growing countries. The parasite significantly affects productivity by disrupting the processes of normal crop development. The present study was focused on the comparative evaluation of the harvest of 11 hybrids characterized by different degrees of susceptibility to infection, cultivated in 4 localities for 2 years. As a result, the losses caused by the effect of the parasite were estimated quantitatively depending on the genotype and the conditions of the cultivation environment.

Keywords: *impact of infestation, Orobanche cumana, seed yield, sunflower.*

Cuvinte-cheie: *floarea-soarelui, impactul infestării, Orobanche cumana, recoltă.*

INTRODUCERE

Floarea-soarelui este o plantă oleaginoasă de mare importanță economică și alimentară. Valoarea economică ridicată a culturii este determinată de multiplele întrebuințări

ale acesteia: utilizarea directă în alimentație, obținerea uleiului, folosirea în calitate de materie primă industrială, produs secundar, furaj, precum și ca plantă meliferă [1,p.1291; 2,p.]. Sporirea considerabilă a producției de semințe și ulei, determinată de extinderea pe scară largă a hibridilor de floarea-soarelui cu productivitate înaltă, situează această cultura pe poziții avantajoase nu numai în competiția cu alte plante oleaginoase, dar și cu unele culturi preferențiale din agricultura modernă.

Conform datelor Organizației pentru Alimentație și Agricultură a Națiunilor Unite (FAO), în ultimul deceniu Republica Moldova se plasează pe locul 12-16 în clasamentul celor mai mari producători de semințe de floarea-soarelui pe plan mondial [3].

Printre factorii care produc pierderi considerabile de productivitate la floarea-soarelui într-un număr mare de țări cultivatoare, precum Serbia, Spania, Turcia, Bulgaria, România, Republica Moldova, se enumeră inclusiv holoparazitul lupoaia (*Orobanche cumana* Wallr). Din regiunile sudice ale Rusiei și Ucrainei, adiacente Mării Negre, lupoaia s-a extins împreună cu cultura de floarea-soarelui pe care o parazitează atât spre alte țări riverane ca România, Bulgaria, Turcia și Spania [4,5,6], cât și în Serbia, Ungaria, Grecia, Israel, Iran, Republica Moldova, Kazahstan, China, Mongolia, Franța și Australia [8 -11].

Amplitudinea pagubelor determinate de parazitarea cu lupoaie variază foarte mult, de la scăderi ne semnificative de producție până la pierderi de 90%, în funcție de intensitatea atacului. La un atac slab producția poate să scadă cu până la 20% [12]. Parazitul afectează mai multe trăsături asociate cu productivitatea, precum înălțimea plantei, diametrul calatidiului și numărul de semințe per calatidiu [13,14], conținutul de lipide și proteine în semințe, calitatea și cantitatea uleiului etc. [15].

Cel mai intens *O. cumana* Wallr. s-a răspândit în ultimele decenii ale secolului trecut, începutul secolului actual, intensificându-și semnificativ virulența, o expansiune considerabilă fiind relevată, inclusiv pe teritoriul Republicii Moldova. Astfel, dacă în anii 50-70 lupoaia era descrisă preponderent în zonele de sud ale țării [16], ultimele date pun în evidență o migrație a parazitului și extinderea *O. cumana* pe noi arealuri din partea de centru și nord, fiind identificate rase din ce în ce mai agresive [17].

Cele expuse pun în evidență importanța majoră și necesitatea cercetărilor focusate pe studiul efectelor provocate de lupoaie asupra plantei gazdă. În prezenta lucrare ne-am propus drept scop evaluarea impactului lupoaiei asupra productivității florii-soarelui în diverse condiții temporale (2020 și 2021) și spațiale (Grigorievca și Svetlâi) de mediu.

MATERIAL ȘI METODE

Datele folosite în acest studiu au fost colectate de pe loturile experimentale ale Comisiei de Stat pentru Testarea Soiurilor de Plante (CSTSP) în anii 2020 și 2021.

Pentru evaluarea gradului de infestare cu lupoaie și impactul acesteia au fost selectați 11 hibridi (*Tabelul 1*), care fac parte din diferite grupe de maturitate, notați convențional: HT1, HT2, HT3 – hibridi timpurii; HS4, HS5 – hibridi semi-timpurii; HM6, HM7, HM8 – hibridi mijlocii, HZ9, HZ10, HZ 11 – hibridi semitardivi. Hibridii

se caracterizează printr-o structură genetică variată și sunt produși de diferite companii, specializate în ameliorarea și producerea semințelor F_1 de floarea-soarelui.

Experiențele de câmp, au fost montate în sistem de blocuri aleatorii în cinci repetiții, în timpul semănatului fiind introduse câte 250 kg/ha de nitroamofos. Pe terenurile de testare nu au fost aplicate erbicide, fungicide și insecticide și nu s-a practicat irigarea. Culturi predecesoare în toate cazurile au fost cerealele păioase. Loturile experimentale sunt situate în patru locații pe teritoriul Republicii Moldova: Nord (Visoca, Pelenia) – terenuri ne infestate cu lupoaiie și Sud (Grigorievca, Svetlîi) – terenuri cu un grad înalt de infestare cu acest parazit.

Datele meteorologice au fost colectate din bazele de date ale Serviciului Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova și completate cu datele meteorologice înregistrate nemijlocit la sectoarele de testare ale CSTSP.

Datele primare au fost prelucrate statistic folosind programul XLSTAT. Interacțiunea genotipului, cu mediul, precum și ponderea contribuției factorilor în varianța recoltei au fost determinate în baza analizei dispersive realizate prin testul ANOVA bifactorial [4].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Efectul negativ al lupoaiiei asupra culturii de floarea-soarelui este estimat într-un număr mare de publicații, totuși cuantificarea impactului și expresia lui asupra diferitor indici biochimici și morfologici este un subiect controversat, diversitatea mare de rezultate întâlnite în literatura de specialitate fiind determinată de interacțiunea complexă între condițiile de mediu, genotipul florii-soarelui și genotipul patogenului, diferența condițiilor experimentale etc.

În cadrul studiului prezentat, din cele 4 localități analizate, două (Visoca și Pelenia) situate în zona de Nord a țării, sunt lipsite de infecția cu *Orobanche cumana*, iar altele două (Grigorievca, și Svetlîi), amplasate în partea de Sud, se caracterizează printr-o incidență înaltă a parazitului, care variază în funcția de an, locație și genotip. Astfel, conform datelor prezentate în tabelul 1 se observă că hibridii HT1, HT3, HM6, HS4, HS5 și HZ11 au fost infestați cu angiosperma parazită și prezintă între 12-507 lăstari de lupoaiie per 100 plante gazdă. Hibridul HZ11 prezintă o incidență slabă a atacului cu lupoaiie în Grigorievca în 2021, rămâne ne afectat în aceeași localitate în 2020, dar este infectat puternic în Svetlîi în anul 2021.

Generalizând datele obținute în eșantionul analizat, constatăm următoarea grupare în funcție de sensibilitatea hibridilor de floarea soarelui la infestarea cu lupoaiie:

- Hibridi sensibili (HT1, HT3, HM6) care constant au fost infestați cu lupoaiie în ambele localități și ambii ani de studiu, inclusiv un hibrid (HZ11), ce poate fi considerat sensibil doar în localitatea Svetlîi, cunoscută prin prezența unor rase înalt virulente de lupoaiie (G, H, H+);
- Hibridi toleranți (HS4, HS5; HZ9, HZ10) care, în anumite condiții, au atestat o incidență scăzută a infestării, dar acest fapt practic nu a afectat indicii de recoltă;

- Hibridi rezistenți (HT2, HM7, HM8) care nu au fost parazitați de lupoaiie în toate condițiile analizate.

Tabelul 1

Incidența infecției cu lupoaiie (lăstari de lupoaiie per 100 plante gazdă)

Codul hibridului	Grupa de maturitate	Grigorievca		Svetlâi	
		2020	2021	2020	2021
HT1*	Timpurie	109	131	56	163
HT2	Timpurie	0	0	0	0
HT3*	Timpurie	95	469	143	507
HS4	Semitimpurie	0	0	0	45
HS5	Semitimpurie	22	21	0	12
HM6*	Mijlocie	231	216	52	98
HM7	Mijlocie	0	0	0	0
HM8	Mijlocie	0	0	0	0
HZ9	Semitardivă	0	0	0	47
HZ10	Semitardivă	0	0	0	39
HZ11*	Semitardivă	0	58	28	351

De menționat importanța factorilor de mediu asupra incidenței infecției, precum și a impactului infecției asupra recoltei. În general, condițiile climaterice ale anului 2021 au fost mai favorabile atât pentru floarea-soarelui, cât și pentru lupoaiie. Astfel, pentru majoritatea hibrizilor infestați, incidența lupoaiiei în ambele localități este mai mare în anul 2021.

Se constată că hibrizii sensibili la infecția cu lupoaiie fac parte din diferite grupe de coacere (timpurie, mijlocie și semitardivă), ceea ce relevă faptul că impactul infecției practic nu depinde de grupa de maturitate din care face parte hibridul.

Conform datelor din tabelul 2, media recoltei este mai mare în 2020 față de 2021, în toate localitățile analizate. Totodată, în ambii ani, aceasta este mai mare în localitățile din nord (Visoca și Pelinia) comparativ cu cele din sud (Svetlîi și Grigorievca). Această diferență între localitățile din nord și sud sunt explicate atât de factorii abiotici (cantitatea de precipitații, temperatura aerului, calitatea solului), cât și factori biotici (prezența în localitățile din sud a parazitului *O. cumana*).

Pentru a cuantifica impactul infecției cu lupoaiie asupra recoltei au fost selectați hibrizii sensibili care au valoarea minimă a incidenței infecției >50 lăstari de parazit per 100 plante gazdă, și anume – HT1, HT3, HM6, HZ11 (Tab 1). Acești hibrizi au manifestat o diminuare mai accentuată a recoltei atât comparativ cu hibrizii rezistenți și toleranți crescuți în aceleași condiții, cât și comparativ cu aceeași hibrizi crescuți în alte localități în lipsa lupoaiiei (Tab 2).

Tabelul 2

Recolta (t/ha) hibridilor de floarea-soarelui în sectoarele analizate

Cod hibrid	Grupa de maturitate	Visoca		Pelinia		Grigorievca		Svetlii	
		2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
HT1*	Timpurie	3,27	3,49	3,35	3,87	1,60	2,74	1,14	1,74
HT2	Timpurie	4,12	4,07	3,37	4,58	2,95	3,34	3,46	3,83
HT3*	Timpurie	3,17	3,81	2,36	2,88	1,70	1,65	0,84	1,45
HS4	Semitimpurie	4,13	4,62	3,13	4,25	3,45	4,22	3,30	4,22
HS5	Semitimpurie	4,19	3,82	3,63	3,61	2,37	3,85	3,93	4,02
HM6*	Mijlocie	3,64	2,91	3,40	3,06	0,74	2,08	1,43	1,78
HM7	Mijlocie	3,63	4,31	3,80	4,30	2,96	3,66	3,66	4,27
HM8	Mijlocie	3,32	3,71	2,97	3,71	2,56	3,14	2,83	3,23
HZ9	Semitardivă	4,32	4,13	3,85	3,35	2,52	3,19	3,61	3,33
HZ10	Semitardivă	4,20	4,08	3,19	4,06	2,49	3,54	3,23	2,92
HZ11*	Semitardivă	3,59	4,15	3,09	3,19	2,16	1,95	3,43	3,08
Media		3,78± 0,12	3,92± 0,13	3,29± 0,12	3,71± 0,16	2,30± 0,22	3,00± 0,24	2,80± 0,32	3,10± 0,29

Reieșind din datele disponibile au fost folosite următoarele valori de referință:

- Caz I – Media recoltei a altor 7 hibridi rezistenți sau toleranți (HT2, HS4, HS5, HM7, HM8, HZ9, HZ10) cultivați în aceeași localitate și același an (VR1). Astfel variația recoltei hibridilor afectați poate fi explicată de efectul infecției + efectul genotipului
- Caz II - Media recoltei aceluiași hibridi (HT1, HT3, HM6, HZ11) cultivați în alte localitățile (Visoca, Pelinia) unde nu este prezentă lupoia (VR2). În acest caz variația recoltei hibridilor afectați poate fi explicată de efectul infecției + efectul condițiilor de mediu.

Prin analiza dispersională bifactorială (ANOVA) au fost calculate ponderea genotipului și a factorilor de mediu în variația recoltei de floarea-soarelui la hibridii incluși în studiu. Din tabelul 3 se observă că 41,8 % din variația valorilor recoltei este atribuită genotipului și în proporție de doar 27,8 % – condițiilor de mediu. Astfel, drept valoare de referință pentru calculul impactului lupoaii a fost folosită media recoltei hibridilor sensibili (HT1, HT3, HM6, HZ11) cultivați în localitățile (Visoca, Pelinia), lipsite de infecție.

În 2020 (an secetos) în localitatea Grigorievca recolta medie a atins 1,55 t/ha, la hibridii afectați de infecția cu *O. cumana* constatându-se o diminuare medie a recoltei cu 51,0%. În același an în localitatea Svetlii, recolta medie a constituit 1,71 t/ha, atestându-se o scădere a valorii recoltei în medie cu 48,0% (Tab. 4).

Tabelul 3

Rezultatele analizei ANOVA bifactoriale

Sursa de Variație	SS	df	MS	Ponderea (%)
Genotip (G)	27.9970	10	2.7997**	41.8
Mediu (M)	18.6105	3	6.2035**	27.8
Inter. (GxM)	11.0520	30	0.3684*	16.5
Rezidual	9.3665	44	0.2128	
Total	67.0260	87		

**p< 0,001; *p< 0,05;

În anul 2021, caracterizat prin condiții climaterice mai favorabile pentru creșterea și dezvoltarea florii-soarelui, recolta medie a hibrizilor afectați a constituit în Grigorievca 2,11 t/ha, iar în Svetlîi 1,97 t/ha. Respectiv, valoarea recoltei a scăzut în medie cu 38,4% în Grigorievca și cu 42,5% în Svetlîi. Cel mai puternic impact al infecției asupra recoltei s-a constatat la hibridul HM6 în Grigorievca în 2020, cu o diminuare a recoltei cu 2,78 t/ha ceea ce constituie 79,0 % față de valoarea de referință.

Tabelul 4

Gradul de diminuare a recoltei hibrizilor afectați în raport cu valoarea de referință

Genotip	Grigorievca						Svetlîi					
	2020			2021			2020			2021		
	Rec	VR	Dif (%)	Rec	VR	Dif (%)	Rec	VR	Dif (%)	Rec	VR	Dif (%)
HT1	1.60	3.31	51.7	2.74	3.68	25.5	1.14	3.31	65.6	1.74	3.68	52.7
HT3	1.70	2.77	38.5	1.65	3.35	50.7	0.84	2.77	69.6	1.45	3.35	56.7
HM6	0.74	3.52	79.0	2.08	2.99	30.3	1.43	3.52	59.4	1.78	2.99	40.4
HZ11	2.16	3.34	35.3	1.95	3.67	46.9	3.43	3.34	-2.7	2.92	3.67	20.4
Media	1.55± 0,18	3.23± 0,10	51.1± 6,0	2.11± 0,14	3.42± 0,1	38.4± 3,7	1.71± 0,35	3.23± 0,1	48.0± 10,3	1.97± 0,2	3.420,10±	42.5± 4,9

Rec.- recolta (t/ha), VR. – valoarea de referință (t/ha), Dif. - diferența dintre valoarea recoltei hibridului și valoarea de referință (%).

În anul 2021, în aceeași localitate, hibridul a prezentat o diminuare a recoltei cu 30,3%, chiar dacă incidența lupoaiei a fost similară cu cea din anul precedent. Hibridul HZ11, în pofida faptului că înregistrează o incidență mai mare în Svetlîi, a manifestat o descreștere mai mare a recoltei în Grigorievca. De asemenea, s-a stabilit o corelație pozitivă slabă ($r=0,4$) dintre intensitatea atacului cu lupoaie și gradul de diminuare a recoltei.

Efectul infecției cu *O. cumana* asupra recoltei hibrizilor de floarea-soarelui a variat nu doar în funcție de incidența lupoaiei și genotipul plantei gazdă, dar și în funcție de condițiile meteo ale anului, condițiile specifice ale localității, precum și interacțiunea tuturor factorilor. Conform datelor prezentate în tabelul 5, se constată că diminuarea valorilor recoltei este mai accentuată în anul 2020 care a fost caracterizat printr-o distribuție neuniformă a precipitațiilor și insuficiență de precipitații, în special, în zona de sud a țării. Pentru a dezmembra efectul cumulativ al mediului și infecției, am încercat să estimăm efectul mediului în baza variației recoltei la hibridii care nu au fost afectați. Pornind de la premisa că variația recoltei medii a celor 7 hibridi neafectați de lupoaie poate fi explicată de variația condițiilor de mediu din diferite localități, putem cuantifica, cu un anumit nivel de aproximație, efectul condițiilor de mediu asupra recoltei comparând media recoltei hibrizilor rezistenți la infecția cu lupoaie, din fiecare din locațiile afectate (Grigorievca și Svetlii) cu valoarea de referință formată din media aceluiași hibridi cultivați în stațiile în care lupoaia lipsește.

Tabelul 5

Gradul de diminuare a recoltei hibrizilor neafectați în raport cu valoarea de referință

Genotip	Grigorievca						Svetlii					
	2020			2021			2020			2021		
	Rec	VR	Dif (%)	Rec	VR	Dif (%)	Rec	VR	Dif (%)	Rec	VR	Dif (%)
HT2	2.95	3.75	21.3	3.34	4.33	22.9	3.46	3.75	7.7	3.83	4.33	11.5
HS4	3.45	3.63	5.0	4.22	4.44	5.0	3.30	3.63	9.1	4.22	4.44	5.0
HS5	2.37	3.91	39.4	3.85	3.72	-3.5	3.93	3.91	-0.5	4.02	3.72	-8.1
HM7	2.96	3.72	20.4	3.66	4.31	15.1	3.66	3.72	1.6	4.27	4.31	0.9
HM8	2.56	3.15	18.7	3.14	3.71	15.4	2.83	3.15	10.2	3.23	3.71	12.9
HZ9	2.52	4.09	38.4	3.19	3.74	14.7	3.61	4.09	11.7	3.33	3.74	11.0
HZ10	2.49	3.70	32.7	3.54	4.07	13.0	3.23	3.70	12.7	3.08	4.07	24.3
media	2.76	3.71	25.1	3.56	4.05	11.8	3.43	3.71	7.5	3.71	4.05	8.2

Rec.- recolta (t/ha), VR. – valoarea de referință (t/ha), Dif. - diferența dintre valoarea recoltei hibridului și valoarea de referință (%).

Astfel, s-a relevat o diminuare provocată de diferența condițiilor de mediu de 25,1% în 2020 și 11,8% în 2021 pentru Grigorievca și, respectiv, 7,5% în 2020 și 8,2% în 2021 pentru Svetlii. Prin scăderea din valorile diminuării recoltei provocate de infecție + climă a celor determinate doar de condițiile de mediu, a fost estimat cu aproximație efectul infecției cu lupoaie. Pentru Grigorievca a fost constatată o diminuare de 26% și 26,5% în 2020 și 2021, corespunzător. În cazul localității Svetlii, a fost estimativ stabilită o diminuare a recoltei cu 40,5% și, respectiv, 34,3% în anul 2020 și 2021. S-a relevat că

impactul infecției cu lupoae se modifică mai mult de la o localitate la alta decât de la un an la altul. Efectul negativ mai pronunțat în localitatea Svetlîi poate fi atribuit prezenței unor rase de lupoae mai virulente.

CONCLUZII

Infestarea cu *O. cumana* cauzează reducerea semnificativă a recoltei la hibridii sensibili de flori-soarelui. Diminuarea recoltei de floarea-soarelui provocată de infecția cu lupoae depinde de interacțiunea complexă a mai multor factori ca: genotipul plantei gazdă, genotipul parazitului, condițiile mediului. În condițiile studiului prezentat s-a constatat o diminuare a recoltei cu circa 26 - 37% provocată de infestarea cu *O. cumana*.

Referințe:

1. YILMAZ, M. I., SEZGIN, M., TEZCAN, H., PEKCAN, V., EVCI, G., KAYA, Y. Determining yield stability in confectionery sunflower. In: *II. International Agricultural, Biological & Life Science Conference*, 2020, September 1-3, Edirne, Turkey, p. 1290-1297. ISBN #: 978-975-374-279-5
2. DEBAEKE, P., BEDOUSSAC, L., BONNET, C., BRET-MESTRIES, E., SEASSAU, C., GAVALAND, A., RAFFAILLAC, D., TRIBOUILLOIS, H., VÉRICEL, G., JUSTES, E. Sunflower crop: environmental-friendly and agro-ecological. In: *OCL*, 2017, 24(3), D304. ISSN: 2272-6977.
3. FAOSTAT (2023) Prod stat: crops. FAO Statistical database (faostat), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. [Accessed: 06.09.2023]
4. GUCHETL, S., ANTONOVA, T.S., TCHELUSTNIKOVA, T. Interpopulation genetic differentiation *Orobanche cumana* Wallr. from Russia, Kazakhstan and Romania using molecular genetic markers. In: *Helia*, 2014, vol.37, no.61, p.181-191. ISSN 2197-0483
5. BILGEN, B.B., BARUT, K.A., DEMIRBAŞ, S. Genetic characterization of *Orobanche cumana* populations from the Thrace region of Turkey using microsatellite markers. In: *Turkish Journal of Botany*, 2019, vol.43, p. 38-47. ISSN 1300-008X
6. MOLINERO-RUIZ, L., DELAVAUULT, P., PÉREZ-VICH, B., PACUREANU-JOITA, M., BULOS, M., ALTIERI, E., DOMÍNGUEZ, J. History of the race structure of *Orobanche cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review. In: *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2015, vol.3, no.4, e10R01. eISSN 2171-9292
7. MARTEA, R., RÎȘNOVEANU, L., GÎSCĂ, I., CLAPCO, S., DUCA, M. Impactul lupoaei asupra unor indici de productivitate la hibridii de floarea-soarelui. În: *Studia Universitatis Moldaviae, Seria “Științe reale și ale naturii”*, 2022, nr.6(156), p.26-31. ISSN 1814-3237
8. MILADINOVIĆ, D., JOCIĆ, S., DEDIĆ, B., CVEJIĆ, S., DIMITRIJEVIĆ, A.,

- IMEROVSKI, I. & MALIDŽA, G. Current situation of sunflower broomrape in Serbia. In: *Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (Orobanchae spp.) in Sunflower*. Córdoba, Spain, 2014, p.33-38.
9. SHI, B.X., CHEN, G.H., ZHANG, Z.J., HAO, J.J., JING, L., ZHOU, H.Y., ZHAO, J. First report of race composition and distribution of sunflower broomrape, *Orobanchae cumana*, in China. In: *Plant Disease*, 2015, no.2, p.291. ISSN 0191-2917
10. JESTIN, C., LECOMTE, V., DUROUEIX, F. Current situation of sunflower broomrape in France. In: *Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (Orobanchae spp.) in Sunflower*. Córdoba, Spain, 2014, p.28-31.
11. MARTÍN-SANZ, A., MALEK, J., FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, J.M., PÉREZ-VICH, B., VELASCO, L. Increased virulence in sunflower Broomrape (*Orobanchae cumana* Wallr.) populations from Southern Spain is associated with greater genetic diversity. In: *Frontiers in Plant Science*, 2016, vol.7, p.1-9. ISSN 1664-462X
12. EIZENBERG, H., PLAKHINE, D., HERSHENHORN, J., KLEIFELD, Y. and RUBIN, B. Variation in responses of sunflower cultivars to the parasitic weed broomrape. In: *Plant disease*, 2004. 88(5), p.479-484. ISSN 0191-2917
13. ALCÁNTARA, E., MORALES-GARCÍA, M., DÍAZ-SÁNCHEZ, J. Effects of broomrape parasitism on sunflower plants: growth, development, and mineral nutrition. In: *Journal of Plant Nutrition*. 2006. nr. 29, p. 1199–1206. ISSN 0190-4167.
14. GISCA, 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. 2, nr. 60, p. 97–102. ISSN 1454-7414.
15. DUCA, M., PACUREANU-JOITA, M., GLIJIN, A. Effect of *O. cumana* Walr. on fat content in different sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes. In: *Proc. 2nd Int. Symp. Conservol Plant Diversity*. Chisinau, 2012, p. 96–102.
16. DUCA, M., ACCIU, A., CLAPCO, S. Distribuția geografică și caracteristica unor populații de *O. cumana* din Republica Moldova. În: *Buletinul AȘM. Științele vieții*. 2017. nr. 2, p. 65-76. ISSN 1857-064X.
17. DUCA, M., CLAPCO, S., NEDEALCOV, M., DENCICOV, L., Influence of environmental conditions on the virulence and distribution of *Orobanchae cumana* Wallr. in the Republic of Moldova. In: *OCL*. 2019. nr. 26, p. 1-10. ISSN 2272-6977.

Cercetările au fost realizate în cadrul proiectului 20.80009.5107.01 „Studii genético-moleculare și biotehnologice ale florii-soareului în contextul asigurării managementului durabil al ecosistemelor agricole”, Program de Stat 2020-2023.