

DIVERSITATEA RASELOR DE LUPOAIE (*OROBANCHE CUMANA* WALLR.) ÎN LUME

<https://doi.org/10.52673/18570461.21.3-62.03>

CZU: 582.952.6:[581.1+581.9]

Doctor în biologie **Steliana CLAPCO**

E-mail: stela.clapco@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7147-2740>

Universitatea de Stat din Moldova

RACIAL DIVERSITY OF BROOMRAPE (*Orobanche cumana* Wallr.) IN THE WORLD

Summary. *Orobanche cumana* Wallr. – a root parasitic weed that causes immense damage to sunflower crop, is a polymorphic species characterized by the existence of a series of biotypes, called physiological races, which differ depending on their ability to parasitize a certain genotype of host plant. The co-evolution host-parasite, as a result of specific gene-for-gene interactions, and the pressure on the broomrape by the continuous introduction of resistant sunflower hybrids favors the periodic emergence of new races of the parasite, which overcome existing resistance genes. This paper gives an overview on the chronology of the evolution of broomrape races in different countries of the world and presents some current analyses on the racial status of *O. cumana* in a number of sunflower-growing countries, such as China, Turkey, Bulgaria, Serbia, Spain, Ukraine and Romania.

Keywords: *Orobanche cumana* Wallr., physiological races, racial status, resistance genes, virulence.

Rezumat. Planta *Orobanche cumana* Wallr. – un parazit specific și devastator al culturii de floarea-soarelui, este o specie polimorfă caracterizată prin existența unui șir de biotipuri, numite rase fiziologice, care diferă în funcție de capacitatea de a parazita un anumit genotip al plantei gazdă. Co-evoluția gazdă-parazit, determinată de specificul interacțiunii genă pentru genă, și presiunea exercitată asupra lupoaiei de introducerea continuă a hibridilor de floarea-soarelui rezistenți în cultură favorizează apariția periodică a noi rase ale parazitului, care depășesc genele de rezistență existente. Prezenta lucrare reflectă cronologia evoluției raselor de lupoaie în diferite țări ale lumii și unele analize actuale privind statutul rasial al *O. cumana* într-un șir de țări cultivatoare de floarea-soarelui, precum China, Turcia, Bulgaria, Serbia, Spania, Ucraina și România.

Cuvinte-cheie: *Orobanche cumana* Wallr., rase fiziologice, statut rasial, gene de rezistență, virulență.

INTRODUCERE

Planta angiospermă *Orobanche cumana* Wallr. este un rizoparazit obligatoriu, care afectează, în special, cultura de floarea-soarelui, provocând pierderi de productivitate semnificative. Spre deosebire de alte specii de *Orobanche*, lupoaia florii-soarelui este una polimorfă, populațiile acesteia fiind clasificate în rase fiziologice, capabile să infesteze anumite genotipuri de *Helianthus annuus* cu rezistență distinctă. Populațiile de lupoaie sunt atribuite la o rasă sau alta în baza reacției (rezistență sau susceptibilitate) unui set de linii de floarea-soarelui care poartă diferite gene de rezistență (linii diferențiate). Până la momentul actual au fost detectate opt rase distincte de lupoaie, notate cu literele alfabetului latin de la A la H.

Apariția de noi rase de *O. cumana*, capabile să depășească imunitatea genotipurilor rezistente, reprezintă rezultatul evoluției conjugate a plantei gazdă și a parazitului. Astfel, se cunoaște că rezistența florii-soarelui la lupoaie, în majoritatea cazurilor, este verticală, calitativă, controlată de gene dominante unice, specifice pen-

tru fiecare rasă [1]. Acest tip de rezistență este guvernat de mecanismul de interacțiune genă pentru genă, potrivit căruia genele de rezistență ale gazdei (gene majore *R*) corespund unor gene ale patogenilor care codifică efectori detectați de genele *R*, denumite gene de avirulență (*Avr*) [2]. Modelul dat este acceptat pe scară largă pentru mai multe patosisteme caracterizate prin rezistență calitativă sau verticală, indicând, în general, specificitatea rasei și un răspuns hipersensibil de rezistență. În acest caz, plantele declanșează un răspuns defensiv doar atunci când un produs codificat de genă *R* a gazdei recunoaște, direct sau indirect, un produs specific genei efector a agentului patogen. Genele de rezistență la gazdă și genele de avirulență (incapacitatea de a infecta) ale agentului patogen, de obicei, sunt dominante [3].

Cercetătorii români au fost primii care au întreprins încercări de a determina rasele parazitului, folosind în calitate de linii diferențiate un set de genotipuri de floarea-soarelui, fiecare dintre acestea purtând o singură genă majoră de rezistență. În anii 1980, Vrânceanu și colaboratorii [4; 5] au identificat 5 rase fiziologice ale lupoaiei (de la A la E) și, respec-

tiv, 5 gene dominante (Or_1, Or_2, Or_3, Or_4 și Or_5) care confereau rezistență la acestea, fiecare dintre genele noi asigurând rezistență inclusiv față de rasele precedente, mai puțin virulente. De asemenea, au fost puse în evidență un șir de surse genetice ce conțineau gene de rezistență față de fiecare rasă fiziologică a parazitului.

Pe parcursul evoluției agenții patogeni dezvoltă efectori specifici capabili să inhibe mecanismele de recunoaștere de către gazdă și, respectiv, activarea răspunsurilor defensive [6]. Corespunzător, evoluția conjugată a patosistemului *H. annuus* - *O. cumana* și presiunea de selecție exercitată asupra parazitului de introducerea continuă a hibridilor de floarea-soarelui rezistenți contribuie la apariția periodică a noi rase de lupoaie mai virulente, care depășesc genele de rezistență ale plantei gazdă. Deși mecanismele de evoluție a raselor nu sunt pe deplin elucidate, au fost înaintate un șir de ipoteze ce explică evoluția parazitului, cum ar fi recombinarea genetică a genelor avirulenței [7], mutațiile la nivelul unei singure gene în cadrul populațiilor locale ale parazitului, fluxul de gene dintre populațiile de *O. cumana* ce parazitează plantele de cultură și cele ce afectează speciile din flora spontană [8].

Având în vedere ritmul accelerat de introducere în cultură a hibridilor rezistenți din ultimii ani, noile

rase de lupoaie apar și se răspândesc în câmpurile de floarea-soarelui cu o periodicitate de cca 4-5 ani, impunând necesitatea studierii mecanismelor de evoluție a raselor și identificarea de noi surse de rezistență. În acest context prezintă interes inclusiv cunoașterea dinamicii apariției raselor de lupoaie în diferite țări cultivate de floarea-soarelui, analiza dată constituind subiectul prezentei lucrări.

STATUTUL RASIAL AL LUPOAIEI ÎN DIFERITE ȚĂRI ALE LUMII

Primele mențiuni privind infestarea culturii de floarea-soarelui cu lupoaie datează cu a doua jumătate a sec. al XIX-lea, aceasta fiind identificată în câmpurile din regiunea Voronej [9]. Ulterior, parazitul s-a răspândit în regiunile sudice ale Rusiei și Ucrainei, adiacente Mării Negre, iar concomitent cu extinderea culturii de floarea-soarelui – și în celelalte țări riverane, precum Bulgaria, România, Turcia ș.a., dezvoltând rase cu virulență sporită (tabelul 1) [10].

Lupoaia constituie una dintre cele mai importante constrângeri ale culturii de floarea-soarelui în partea de sud și de sud-est a Ucrainei, persistând în aceste zone de la începutul anilor 1920–1930, când, în premieră,

Tabelul 1

Identificarea raselor de *O. cumana* în lume

Rase	Identificate pentru prima dată		Identificate ulterior	
	Anul	Țara / Referința	Anul	Țara / Referința
A	1918	Rusia (Saratov, Voronej) [9]	1990	China [11]
B	1920	Rusia (Rostov, Krasnodar) [12]	1930	Moldova [13]
			1930	Ucraina [14]
			1950	Serbia [15]
C	1963	Moldova [16]	1966	Bulgaria [17]
			1970	Rusia (Krasnodar) [18]
			1970	Spania [19]
			1978	România [5]
D	1980	Spania [20]	1981	România [21]
E	1980	Spania [20]	1983	Turcia [22]
			1990	Serbia [23]
			1995	Bulgaria [24]
F	1991	Turcia [22]	1995	Spania [25]
			1997	România [26]
			2003	Bulgaria [27]
			2004	Rusia [28]
			2004	Israel [29]
G	2005	România [30]	2007	Bulgaria [24]
			2009	Turcia [31]
			2016	Spania [7]
H	2014	România [32]	2015	Spania [10]
				Rusia [33]

a fost semnalată rasa A și B [14] și până în prezent. Actualmente, în Ucraina cele mai răspândite rase de *O. cumana* sunt E (aproximativ 70 %) și G (aproximativ 29 %), iar regiunile cele mai afectate sunt Donețk, Odessa, Zaporojie și Lugansk [34]. De menționat că recent, în nord-estul Ucrainei a fost relevată prezența rasei H, precum și a unui biotip nou cu virulență mai mare decât rasa H [35]. În ultimii ani, rase noi, extrem de virulente de *O. cumana* (F, G și H), au fost semnalate în regiunile sudice ale Federației Ruse [36], precum și în Kazahstan – unde predomină rasele C și G [33].

Primele rapoarte privind afectarea culturii de floarea-soarelui de către lupoaiie în Republica Moldova au fost publicate în anii '40 [37]. O infecție puternică a fost observată, în diferite regiuni ale țării, în anii '60 [13]. Unele dintre biotipurile depistate s-au dovedit a fi mai virulente decât cele cunoscute pentru moment, afectând soiurile rezistente la rasele A și B. Astfel, în Moldova a fost identificat un nou biotip de lupoaiie, numit rasa moldovenească, sau rasa C, care s-a răspândit ulterior în alte regiuni de cultivare a florii-soarelui din fosta URSS, precum și în sud-estul României, în Insula Mare a Brăilei și în Dobrogea, în partea estică a Bulgariei [13; 16]. În ultimii ani pe teritoriul Republicii Moldova s-a elucidat existența întregului complex de rase fiziologice cunoscute [38].

În România lupoaiia a fost observată începând cu anii 1940 [32], dezvoltând rapid rase cu virulență înaltă. În perioada 1960–1963, au fost identificate două rase ale parazitului lupoaiia (A și B), în anii 1975–1980 – alte trei rase (C, D și E), peste 16-19 ani (1996–1999) a fost constatată prezența rasei F, iar recent, după o perioadă de doar 8-10 ani, a fost depistată o nouă populație a parazitului care depășește genele de rezistență la rasa F, numită rasa G [30]. În ultimii ani, în special în zona Tulcea și Brăila, a fost constatată prezența unei forme și mai virulente a parazitului (rasa H) [39].

În Bulgaria *O. cumana*, care parazita floarea-soarelui, a fost detectată pentru prima dată în 1935. În anii '50, Knyazkov a menționat prezența rasei A și B de lupoaiie, iar mai târziu, în 1966, s-a constat apariția rasei C, care afectă puternic soiul Peredovik cu gene de rezistență la rasele anterioare [17]. La începutul anilor '90, hibridii și soiurile rezistente de floarea-soarelui dintr-un șir de regiuni ale țării au fost masiv atacate de *Orobanche* fiind, astfel, pusă în evidență dezvoltarea unor noi rase fiziologice ale parazitului – D și E [40]. În anul 2000, în partea de nord-est a Bulgariei, în apropierea graniței cu România, a fost remarcată o populație foarte agresivă de lupoaiie identificată ca rasa H [24], care însă nu a mai fost semnalată ulterior. În prezent, pe câmpurile de floarea-soarelui din Bulgaria, cele mai răspândite rase ale patogenului sunt E (35 %), F (16 %) și G (80 %) [41].

Prima epifitie de lupoaiie în producția de floarea-soarelui în regiunea Trakya din Turcia a fost semnalată la începutul anilor 1960. După o perioadă de imunitate (până la începutul anilor '80), asigurată prin introducerea soiurilor rezistente, a fost constatată apariția unei noi rase, ce depășea barierele de protecție asigurate de genele de rezistență la rasele A, B, C și D din Turcia. În anii '90, în regiunea Trakya s-a declanșat o explozie de virulență, fiind raportată prezența unei noi rase, numită rasa F [42]. Recent, noile rase virulente au fost depistate și în alte zone, precum Cukurova, Anatolia de Mijloc și regiunile de pe litoralul Mării Negre [43], iar în ultimii ani, în Turcia și Spania a fost observată o rasă de lupoaiie mai virulentă decât F [42].

Cu referire la Spania menționăm că în anul 1980 au fost caracterizate două biotipuri de *O. cumana* (unul – predominant în partea de sud a țării și altul – în partea centrală), identificate ca rasa D și E, respectiv [20]. Mai târziu (1995), pe câmpurile cultivate cu floarea-soarelui a fost depistat un nou patotip de lupoaiie, numit rasa F [44], care la începutul anilor 2000 s-a răspândit pe scară largă în partea de sud [45] și în unele regiuni din nordul și centrul Spaniei [46]. De remarcat că testele din ultimii ani privind virulența unor populații de *O. cumana*, colectate din diferite regiuni ale Spaniei, au pus în evidență prezența unui biotip care nu infesta liniile diferențiatore rezistente la rasa F și G din țară, dar susceptibile la rasa G provenită din alte țări. În consecință, pentru a distinge aceste biotipuri de alte forme din rasa G, noile populații de lupoaiie au fost clasificate ca rasă G_{GV} [7].

Spre deosebire de modificările frecvente ale compoziției rasiale a lupoaiiei în Rusia, în sudul Ucrainei, Moldovei, României, Turciei și Spaniei, studiul cronologic al apariției *O. cumana* în Serbia susține opinia că evoluția raselor fiziologice ale acestei plante parazit este, de fapt, destul de lentă, fiind rezultatul unor mutații ale genelor de virulență în populația de lupoaiie care se produc cu o rată foarte mică. În conformitate cu Miladinovic și coautorii [47], inoculul primar de *O. cumana* ar putea fi introdus din regiuni îndepărtate geografic, concomitent cu semințele de floarea-soarelui infectate, în timpul importului necontrolat, ulterior, fiind supus presiunii de selecție ce favorizează rasele cu diferite gene de virulență. O situație mai stabilă în populațiile de lupoaiie din Serbia, comparativ cu alte țări, variabilitatea genetică scăzută și potențialul mai mic de schimbare a compoziției rasiale este explicată de cercetători prin faptul că populațiile actuale provin dintr-un număr relativ mic de indivizi introduși în țară din alte regiuni. Or, în Serbia (în special în regiunea Vojvodina) lupoaiia a fost semnalată pentru prima dată la începutul anilor 1950, fiind introdusă în țară concomi-

tent cu semințele soiurilor sovietice de floarea-soarelui importate din Ucraina. Date referitoare la compoziția rasială a populațiilor de lupoai menționate nu există însă, deoarece ele nu afectau soiurile rusești rezistente la rasa C, se presupune că acestea aparțineau rasei B [47]. Mai târziu, la începutul anilor '90, pe teritoriul Serbiei a fost confirmată apariția rasei E, mai virulente [23], fără a fi raportată prezența raselor C și D. Recent, pe unele loturi limitate s-a stabilit prezența rasei F [48].

O situație similară a fost remarcată și în Ungaria, pe a cărei teritoriu au fost depistate în special populații de *O. cumana* cu virulență moderată, aparținând raselor A – E, preponderentă fiind E [49]. Deși în unele câmpuri de floarea-soarelui a fost identificată inclusiv prezența rasei F a parazitului, aceasta este întâlnită destul de sporadic [46].

Rezultatele studiilor actuale au confirmat prezența raselor A, D, E și G de *O. cumana* în zonele de cultivare a florii-soarelui din China, cea mai virulentă rasă (G) limitându-se, în special, la partea de vest a regiunii Inner Mongolia [50]. De remarcat că pentru prima dată lupoai, și anume rasa A, a fost identificată în China la începutul anilor 1990 [11].

În ultimii ani lupoai a mai fost depistată în Tunisia, și anume rasele E și G [51], în Maroc – rasa G [52] și Franța, unde, deși nu este încă pe deplin elucidat statutul rasial al parazitului, se consideră că ar exista un amestec de biotipuri incluzând rasa E și forme mai virulente ca E [53]. Prezența lupoai (în special, aparținând rasei C) a fost semnalată și în Israel, primul raport în acest sens datând cu anul 1995. Ulterior, la începutul anilor 2000, s-a observat infestarea hibridizilor rezistenți într-un șir de localități din nordul țării, constatându-se apariția unor biotipuri cu virulență mai mare [29]. În conformitate cu studiile recente, realizate asupra unui șir de populații de *O. cumana* colectate din diverse regiuni din Israel, a fost pusă în evidență o nouă rasă, numită CUCE, cu un spectru mult mai larg de gazde, extins inclusiv la specii de *Solanaceae*, aceasta fiind capabilă să infesteze, pe lângă cultura de floarea-soarelui, plantele de tutun și tomate [54]. Descoperirea dată este una foarte alarmantă în contextul posibilei dispersări și apariții a unor astfel de biotipuri, capabile să-și modifice gama de plante gazde și în alte țări ale lumii.

STABILIREA STATUTULUI RASIAL AL UNOR POPULAȚII DE LUPOAIE CU ORIGINE DIFERITĂ

În pofida multitudinii de rapoarte care vizează patogenul lupoai, până în prezent rămân a fi deschise un șir de întrebări importante, inclusiv cea cu referire la diferențierea raselor. Absența unui set universal de

diferențiatori și folosirea în acest scop a diferitor genotipuri de floarea-soarelui, în diverse țări și centre de cercetare, creează confuzii esențiale în stabilirea statutului rasial al lupoaii în lume. În acest sens, se întreprind încercări de consolidare a eforturilor savanților din țările cultivatoare de floarea-soarelui, interes prezentând și analizele unor populații de lupoai cu origine diferită în experiențe unice, desfășurate în condiții identice. Astfel, un obiectiv al prezentei lucrări a vizat evaluarea statutului rasial al lupoaii provenite din China (regiunea Inner Mongolia, notate convențional nr. 1 și 6 și regiunea He Bei), Turcia (Edirne, Merkez; Edirne, Kesan; Kirklareli, Luleburgaz; Adana), Bulgaria (Debovo), Serbia (notată în mod convențional ca ORSR 04; ORSR 07; ORSR 11; ORSR 14; ORSR 24; ORSR 25; ORSR 43), Spania (Sevilia), Ucraina (Ismail) și România (Brăila și Tulcea).

În calitate de linii diferențiatoare au servit linii și hibridi comerciali de floarea-soarelui care includ diferite gene de rezistență, după cum urmează: LC1003A (oferit de Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare Agricolă Fundulea, România – INCDA) – rezistent la rasa E; LC1093A (INCDA) – rezistent la rasa F; H₁E – rezistent la rasa G (INCDA) și H₂Lg (Limagrain) – rezistent la rasa H, inclusiv genotipul Performer susceptibil la acțiunea lupoaii. Câte 15 plante de floarea-soarelui, în două repetiții, au fost plantate în lăzi care conțineau un amestec de nisip și turbă în raport 1:1, v/v, infectate uniform cu semințe de lupoai (30 mg semințe la 200 g amestec). Plantele au fost cultivate în seră timp de 80 de zile la temperaturi de 18/24 °C (noapte/zi) cu o fotoperioadă de 14 h/10 h.

După perioada de cultivare a fost cuantificat numărul total de plante infestate, precum și numărul de atașamente de lupoai (tuberculi, lăstari aeriени și subterani) per plantă gazdă, determinându-se frecvența (F, %), intensitatea (I) și gradul de atac (GA). Plantele care au manifestat o frecvență a atacului de 0-5 % au fost considerate genotipuri rezistente; 5-20 % au fost acceptate ca fiind tolerante; 20 % și mai mare – sensibile.

Toate populațiile analizate au infestat hibridul susceptibil și au fost avirulente față de hibridul H₂Lg care poartă gene de rezistență la rasa H. Cele mai virulente au fost populațiile din Turcia, România, Ucraina și o populație colectată din China (regiunea Inner Mongolia), care au afectat toate genotipurile de floarea-soarelui (figura 1 A-D), cu excepția hibridului rezistent la rasa H.

Populațiile analizate au prezentat un patern diferit de agresivitate față de genotipul susceptibil și cele rezistente de floarea-soarelui.

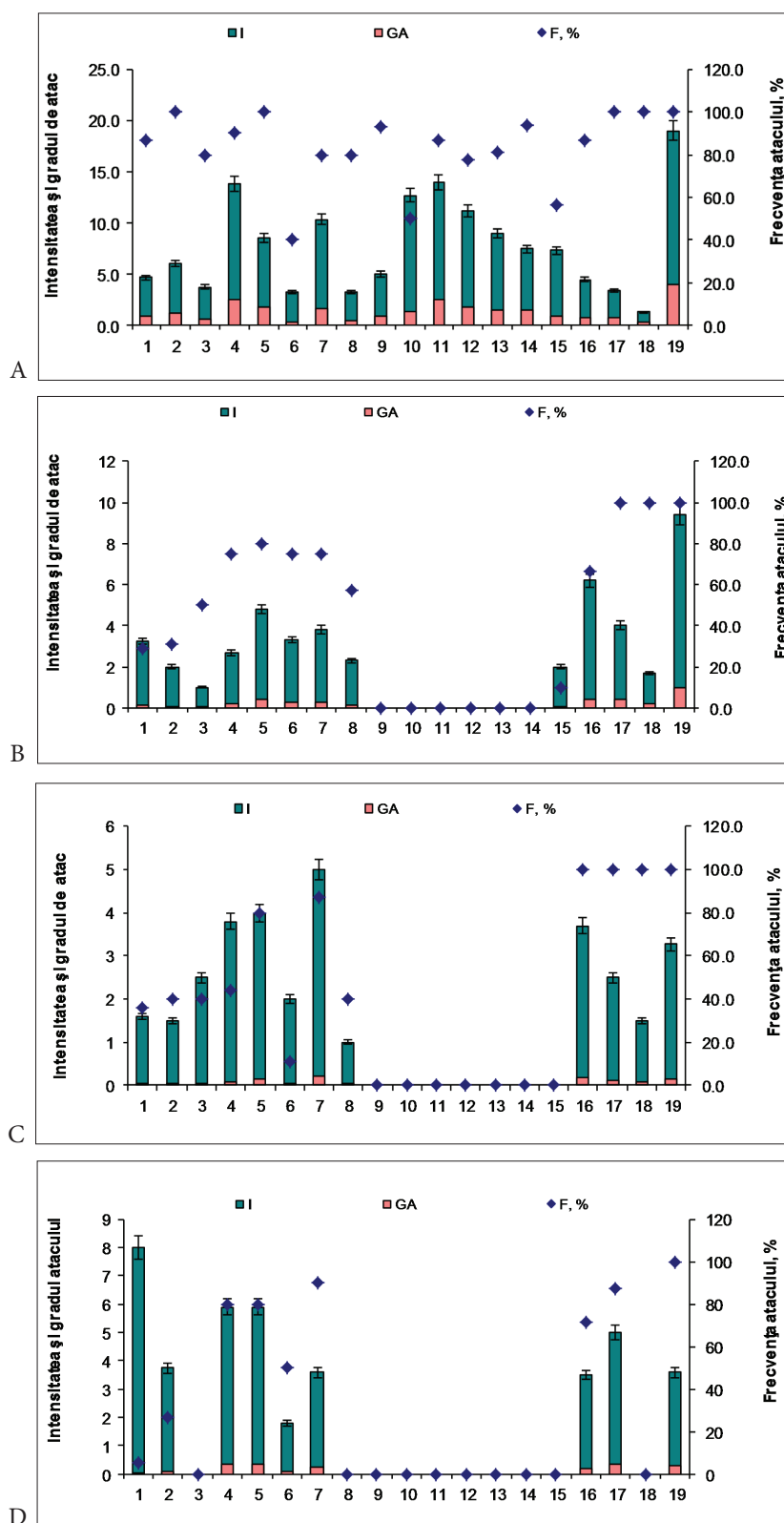


Figura 1. Frecvența, intensitatea și gradul de atac al populațiilor de lupoae asupra diferențiatorilor de floarea-soarelui: **A** – hibridul sensibil Performer; **B** – LC1003A, rezistent la rasa E; **C** – LC1093A, rezistent la rasa F; **D** – H₁E, rezistent la rasa G.

1 – China, Inner Mongolia, nr. 1; 2 – China, Inner Mongolia nr. 6; 3 – China, He Bei; 4 – Turcia, Edirne, Merkez; 5 – Turcia, Edirne, Kesan; 6 – Turcia, Adana; 7 – Turcia, Kirklareli, Luleburgaz; 8 – Bulgaria, Debovo; 9 – Serbia, ORSR 04; 10 – Serbia, ORSR 07; 11 – Serbia, ORSR 11; 12 – Serbia, ORSR 14; 13 – Serbia, ORSR 25; 14 – Serbia, ORSR 26; 15 – Serbia, ORSR 43; 16 – România, Brăila; 17 – România, Tulcea; 18 – Spania, Sevilla; 19 – Ucraina, Ismail.

Frecvența atacului a variat între 40,0-100,0 %; 28,6-100,0 %; 11,0-100,0 % și 5,0-100,0 %, cu un număr mediu de atașamente per plantă între 3,3-19,0; 1,0-9,4; 1,0-5,0 și 1,8-5,9, în cazul hibridului sensibil Performer, LC1003A, LC1093A și, respectiv, H₁E. Hibridul Performer a fost cel mai grav afectat de populația din Ismail, două populații din Turcia (Edirne, Merkez și Kirkareli, Luleburgaz) și una din Serbia (ORSR11), incidența atacului constituind 80-100 %, iar intensitatea – 8,5-19,0 (figura 1A).

Cel mai puțin virulent au fost populațiile provenite din Serbia, care au infestat doar hibridul sensibil, frecvența atacului variind între 50,0 și 93,8 %, iar numărul de lăstari de lupoaie per plantă gazdă – de la 7,3 până la 14,0. În baza rezultatelor testării, populațiile date pot fi atribuite la rasa E sau la o rasă mai puțin virulentă ca E, ceea ce este în corespundere cu informațiile prezentate de cercetătorii sârbi, reflectate mai sus.

Toate populațiile analizate, cu excepția populațiilor din Serbia, au infestat liniile LC1003A și LC1093A, care conțin gene de rezistență la rasa E și, respectiv, la rasa F de lupoaie. În cazul liniei LC1003A majoritatea populațiilor virulente au manifestat un nivel ridicat de atac, cu o frecvență de la 75,0 până la 100,0 % și un număr moderat de atașamente per gazdă – de la 3,3 până la 9,4 (figura 1B). Valorile maxime au fost observate în cazul lupoaiei din Ucraina, urmată de populația din Tulcea (România) și populațiile din Turcia. Printr-o agresivitate minimă se distinge populația din Inner Mongolia, China (nr. 6), cu o frecvență a atacului de 31,3 % și două atașamente de lupoaie per plantă gazdă. Linia LC1093A este afectată, în special, de *O. cumana* provenită din România și Ucraina, cu o incidență a atacului de 100 % și intensitate ce variază între 2,5-3,2, urmată de populațiile din Edirne, Kesan și Luleburgaz (Turcia) – cu o frecvență de 80-87,5 % și intensitate de 4,0-5,0 (figura 1C).

Doar 8 dintre cele 19 populații de lupoaie (Inner Mongolia nr. 6, toate cele 4 populații din Turcia și populațiile din România și Ucraina) au infestat inclusiv hibridul H₁E cu rezistență la rasa G, ceea ce relevă faptul că lupoaia din aceste localități se atribuie, probabil, rasei H (figura 1D). *O. cumana* din Luleburgaz, Edirne Merkez și Kesan (Turcia), Ismail (Ucraina) și Tulcea (România) au manifestat un patern similar de agresivitate – incidența atacului de 80,0-100,0 % și un număr moderat de lăstari de lupoaie per plantă (3,6-5,9).

Deși hibridul H₁E a fost afectat inclusiv de populația din Inner Mongolia, notată convențional cu nr. 1, frecvența atacului a fost de doar 5 %, cu un grad de atac de 0,4, ceea ce ne permite să atribuim populația

dată la rasa G. Tot la rasa G este încadrată populația din He Bei, China, precum și populațiile colectate din Debovo, Bulgaria și Sevilla, Spania. Anterior, în câmpurile de floarea-soarelui din Bulgaria și Spania a fost raportată prezența unor populații de lupoaie capabile să paraziteze majoritatea hibridilor rezistenți la rasa F, dar avirulenți față de genotipurile rezistente la rasa G [24; 7], rezultatele studiului prezent fiind în acord cu aceste date. De remarcat că deși, până astăzi, cea mai virulentă rasă de lupoaie identificată pe teritoriul Chinei a fost rasa G, analizele reflectate în lucrare denotă inclusiv prezența rasei H în regiunea Inner Mongolia.

Generalizând rezultatele obținute, constatăm că cele mai virulente sunt populațiile din Turcia (Kesan și Luleburgaz), România și Ucraina, datele fiind în concordanță cu cele enunțate în studiul teoretic prezentat mai sus, potrivit căruia populațiile de lupoaie răspândite în regiunea Mării Negre se disting printr-un nivel înalt de agresivitate și virulență.

CONCLUZII

Studiul teoretic și practic focusat pe analiza cronologică a statutului rasial al parazitului *O. cumana* în lume pune în evidență accelerarea ritmului de apariție și dezvoltare a noilor rase de lupoaie cu virulență și agresivitate sporită, capabile să depășească barierele de rezistență a hibridilor de floarea-soarelui. Printre cauzele care favorizează dezvoltarea de noi populații mai virulente și răspândirea parazitului lupoaia se numără:

- introducerea în cultură a hibridilor rezistenți la populațiile existente de lupoaie care, datorită evoluției asociate a patosistemului *O. cumana* – *H. annuus*, impulsionează apariția a noi biotipuri cu virulență sporită, favorizate de selecția naturală;

- migrarea unor rase fiziologice noi din diferite zone geografice, asigurată atât de răspândirea semințelor de către păsări, vânt, cât și de schimbul intens de semințe de floarea-soarelui (și inclusiv, lupoaie) dintre state;

- apariția de noi rase fiziologice în urma recombinării și acțiunii agenților mutageni naturali;

- lipsa unui program de monitorizare sistematică a evoluției parazitului în condițiile utilizării tot mai intense a rezistenței oligogenice.

BIBLIOGRAFIE

1. Pérez-Vich B., Akhtouch B., Mateos A., Velasco L., Jan C., Fernández J., Domínguez J., Fernández-Martínez J.M. Dominance relationships for genes conferring resistance to broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in sunflower. In: *Helia*, 2004, vol. 27, pp. 183-192.

2. Flor H. H. Current status of the gene-for-gene concept. In: Annual Review of Phytopathology, 1971, vol. 9, pp. 275-279.
3. Rodríguez-Ojeda M.I., Pineda-Martos R., Alonso L.C., Fernández-Escobar J., Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B., Velasco L.A. Dominant avirulence gene in *Orobanche cumana* Triggers *Or5* resistance in sunflower. In: Weed Res., 2013, vol. 53, pp. 322-327.
4. Vrânceanu A. Floarea-soarelui hibridă. București: Ceres, 2000. 1148 p.
5. Vranceanu A.V., Tudor V.A., Stoenescu F.M., Pirvu N. Virulence groups of *Orobanche cumana* Wallr. differential hosts and resistance sources and genes in sunflower. In: Proceedings of the 9th International Sunflower Conference, Torremolinos, Spain, 8-13 June, 1980, pp. 74-80.
6. Bent A. F., Mackey D. Elicitors, effectors, and R genes: The new paradigm and a lifetime supply of questions. In: Annu. Rev. Phytopathol., 2007, vol. 45, pp. 399-436.
7. Martín-Sanz A., Malek J., Fernández-Martínez J. M., Pérez-Vich B., Velasco L. Increased virulence in sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) populations from Southern Spain is associated with greater genetic diversity. In: Front. Plant Sci., 2016, pp. 1-9.
8. Pineda-Martos R., Velasco L., Fernandez-Escobar J., Fernandez-Martinez J.M., Pérez-Vich B. Genetic diversity of *Orobanche cumana* populations from Spain assessed using SSR markers. In: Weed Res., 2013, vol. 53, pp. 279-289.
9. Plachek E.M. Problemy selekcii podsolnechnika. În: Trudy Vsesojuznogo S'ezda po genetike, 1932, nr. 2, 126 p.
10. Molinero-Ruiz L., Delavault Ph., 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. 13, nr. 4, pp. 1-19.
11. Baichun D., Honglin S., Xuejing L., Tingrui L., Haiyan Y., Xinghuan W. Identification of the races of the sunflower broomrape in the principal sunflower production area of Jilin Province. In: Proc. 14th Int. Sunflower Conf., Beijing/Shenyang, China. 1996, vol. 2, pp. 801-805.
12. Zhdanov L.A. Podsolnechnik i zaraziha. In: Bjul. Donskoj selekcionnoj stancii, Rostov-na-Donu, 1927, 22 p.
13. Sharova P. G. Selekcija podsolnechnika na imunitet k agresivnym rasam moldavskoj populjacii zarazih. In: Tr. Vsesojuzn. Soveshhanija po imunitetu rastenij. Kiev, 1969, pp. 28-31.
14. Burlov V., Burlov V. Breeding of sunflower resistant to new races of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). In: Helia, 2010, vol. 33, nr. 53, pp. 165-172.
15. Aćimović M. Distribution of important sunflower diseases in Yugoslavia. Faculty of Agriculture, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Yugoslavia, 1977, pp. 1-16.
16. Sharova P.G. Zaraziha opasnyj parazit podsolnechnika. Kishinev: Izdatel'stvo Kartja Moldovenjaskje. 1977, 20 p.
17. Petrov D. A new physiological race of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria. In: C. R. Acad. Sci. Agric. Bulg., 1968, vol. 1, pp. 27-30.
18. D'jakov A.B., Antonova T.S. Sovershenstvovanie metoda otbora immunnyh k zarazihe rastenij podsolnechnika. În: sb. Vrediteli i bolezni maslichnyh kul'tur. Krasnodar, 1978, pp. 58-64.
19. González-Torres R., Jiménez-Díaz R.M., Melero-Vara J.M., Distribution and virulence of *Orobanche cernua* in sunflower crops in Spain. In: J. Phytopathol., 1982, nr. 104, pp. 78-89.
20. Melero-Vara J.M., Dominguez J., Fernandez-Martinez J.M. Evaluation of differential lines in a collection of sunflower parental lines for resistance to broomrape (*Orobanche cernua*) in Spain. In: Plant. Breed., 1989, nr. 102, pp. 322-326.
21. Vrânceanu A., Tudor V., Stoenescu F., Parvu N. Evoluții ale virulenței parazitului *O. cumana* Wallr. și floarea-soarelui gene corespunzătoare de rezistență la Fundulea. În: Analele ICCPT, 1981, vol. XLVIII, pp. 37-43.
22. Bülbül A., Salihoglu M., Sari C., Aydin A. Determination of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) races of sunflower in the Thrace region of Turkey. In: Helia, 1991, vol. 14, pp. 21-26.
23. Mihaljčević M. Distribution and virulence of *Orobanche* population in Yugoslavia. In: Proc. EUCARPIA Symp. Breed. Oil Prot. Crop, Zaporozhye, Ukraine, 1996, pp. 134-136.
24. Shindrova P., Penchev E. Race composition and distribution of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria during 2007-2011. In: Helia, 2012, vol. 35, nr. 57, pp. 87-94.
25. Alonso L.C., Fernández-Escobar J., López G., Sallago F. New highly virulent sunflower broomrape (*Orobanche cernua* Loefl.) pathotypes in Spain. In: Proc. 6th Int. Parasitic Weed Symposium. Dirección General de Investigación Agraria, Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, Spain, 1996, pp. 639-644.
26. Pacureanu-Joita M., Vrânceanu A.V., Soare G., Marinescu A., Sandu I. The evaluation of the parasite-host interaction in the system *Helianthus annuus* L. – *Orobanche cumana* Wallr. in Romania. In: Proc. 2nd Balkan Symp. on Field Crops. Novi Sad, Yugoslavia, 1998. vol. 1, pp. 153-157.
27. Shindrova P. Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria – Distribution and race composition. In: Helia, 2006, vol. 29, nr. 44, pp. 111-120.
28. Gontcharov S.V., Antonova T.S., Araslanova N.M. Sunflower breeding for resistance to the new broomrape race. In: Helia, 2004, vol. 27, nr. 40, pp. 193-198.
29. Eizenberg H., Plakhine D., Landa T., Achdari G., Joel D.M., Hershenhorn J. First report of a new race of sunflower broomrape (*Orobanche cumana*) in Israel. In: Plant. Dis., 2004, vol. 88, nr. 11, 1284.
30. Păcureanu-Joita M. et al. Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.), the most important parasite in sunflower. În: Genetica și Ameliorarea Plantelor, AN. I.N.C.D.A. Fundulea, 2009, vol. LXXVII, pp. 49-56.

31. Kaya Y., Evcı G., Pekcan V., Gucer T., Yilmaz M.I. Evaluation of broomrape resistance in sunflower hybrids, In: *Helia*, 2009, vol. 32, pp. 161-169.
32. Pacureanu M. Current situation of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Romania. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape in Sunflower, Córdoba, Spain, 3-6 June. Paris, France: International Sunflower Association, 2014, pp. 39-43.
33. Antonova T., The history of interconnected evolution of *Orobanche cumana* Wallr. and sunflower in the Russian Federation and Kazakhstan. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain, 2014, pp. 57-64.
34. Pototskyi G., Current situation of sunflower broomrape in Ukraine. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain, 2014, p. 56.
35. Maklyak E., Kyrychenko V.V., Pacureanu M.J. Race composition and phenology of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Ukraine. In: Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower; Bucharest, Romania, 2-4 July 2018, pp. 67-78.
36. Antonova T.S., Araslanova N.M., Strelnikov E.A., Ramazanov S.A., Guchetl S.Z., Chelyustnikova T.A. Distribution of highly virulent races of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in the Southern regions of the Russian Federation. In: *Russ. Agr. Sci.*, 2013, vol. 39, pp. 46-50.
37. Arhiva Națională a Republicii Moldova. Fond 3, inv. 2, d. 376.
38. Duca M., Acciu A., Clapco S. Distribuția geografică și caracteristica unor populații de *O. cumana* din Republica Moldova. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții*, 2017, vol. 332, nr. 2, pp. 65-76.
39. Rîșnoveanu L., Joița-Păcureanu M., Anton F. G. The virulence of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in sunflower crop in Braila Area, in Romania. In: *Helia*, 2016, vol. 39, nr. 65, pp. 189-196.
40. Shindrova P., Ivanov P., Nikolova V. Effect of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) intensity of attack on some morphological and biochemical indices of sunflower (*Helianthus annuus* L.). In: *Helia*, 1998, vol. 21, nr. 29, pp. 55-62.
41. Batchvarova R. Current situation of sunflower broomrape in Bulgaria. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain, 2014, pp. 51-54.
42. Demirci M., Kaya Y. Status of *Orobanche cernua* Loefl. and weeds in sunflower production in Turkey. In: *Helia*, 2009, vol. 32, nr. 51, pp. 153-160.
43. Kaya Y. Current situation of sunflower broomrape in Turkey. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain, 2014, pp. 55.
44. Domínguez J. Inheritance of the resistance to *Orobanche cumana* Wallr. In: Cubero J.I. et al., [Eds.], *Resistance to broomrape: The state of the art. Congresos y Jornadas 51/99*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Seville, Spain, 1999, pp. 139-141.
45. Molinero-Ruiz M.L., Melero-Vara J.M., García-Ruiz R., Domínguez J. Pathogenic diversity within field populations of *Orobanche cumana* and different reactions on sunflower genotypes. In: *Weed. Res.* 2006, vol. 46, pp. 262-469.
46. Molinero-Ruiz L., Domínguez J. Current situation of sunflower broomrape in Spain. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain, 2014, pp. 19-27.
47. 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 (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. Int. Sunflower Assoc., Paris, France, 2014, pp. 33-38.
48. Dedić B., Miladinović D., Jocić S., Cvejić S., Jocković M., Miklić V. Increase in virulence of sunflower broomrape in Serbia. In: Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower, Bucharest, Romania, 2-4 July 2018, pp. 27-35.
49. Hargitay L. Current situation of sunflower broomrape in Hungary. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain, 2014, p. 32.
50. 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, *Orobanche cumana*, in China. In: *Plant Dis.*, 2015, nr. 2, 291.
51. Jebri M., Ben Khalifa M., Fakhfakh H., Pérez-Vich B., Velasco L. Genetic diversity and race composition of sunflower broomrape populations from Tunisia. In: *Phytopathol. Mediterr.*, 2017, vol. 56, pp. 421-430.
52. Nabloussi A., Velasco L., Assissel N. First report of sunflower broomrape, *Orobanche cumana* Wallr., in Morocco. In: *Plant. Dis.*, 2018, vol. 102, 457.
53. Jestin C., Lecomte V., Duroueix F. Current situation of sunflower broomrape in France. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain, 2014, pp. 28-31.
54. Dor E., Plakhine D., Joel D.M., Larose H. A new race of sunflower broomrape (*Orobanche cumana*) with a wider host range due to changes in seed response to strigolactones. In: *Weed science*, 2020, vol. 68, nr. 2, pp. 134-142.

NOTĂ. Cercetările prezentate în lucrare au fost realizate în cadrul proiectului 20.80009.5107.01 *Studii genetico-moleculare și biotehnologice ale florii-soarelui în contextul asigurării managementului durabil al ecosistemelor agricole.*