

STUDIUL MORFOLOGIC AL SEMINTELOR DE *OROBANCHE CUMANA* WALLR. DIN DIFERITE ZONE GEOGRAFICE

DUCA Maria, GLIJIN Aliona, BATÎR Ludmila,
ACCIU Adriana, GORCEAG Maria

*Centrul universitar de Biologie Moleculară,
Universitatea Academiei de Științe a Moldovei*

Rezumat

Orobanche cumana Wallr. (lupoiaia) este o plantă holoparazită distribuită în mod natural din Asia Centrală până în sud-estul Europei, care parazitează cultura de floarea-soarelui. Scopul acestei lucrări este studiul comparativ al semințelor, colectate din diferite regiuni geografice, pentru identificarea polimorfismului morfologic al populațiilor de *Orobanche cumana*.

În lucrare este prezentată o evaluare statistică a nivelului variabilității intra- și interpopulaționale în baza morfologiei și dimensiunilor semințelor de lupoaie. Studiul efectuat a relevat existența diferențelor semnificative în ceea ce privește lățimea semințelor în cadrul și între populațiile geografice. S-a constatat o tendință clară de distribuție a parametrilor cercetați în funcție de habitatul geografic.

Cuvinte-cheie: *Orobanche cumana*, semințe, morfologie, dimensiuni, populație, microscopie optică.

Depus la redacție 30 septembrie 2014

Adresa pentru corespondență: Aliona Glijin, Centrul universitar de Biologie Moleculară, Universitatea Academiei de Științe a Moldovei, str. Academiei 3/2, MD-2028 Chișinău, Republica Moldova; e-mail: aglijin@yahoo.com; tel. (+37322) 73 74 27.

Introducere

Genul *Orobanche* L., în comparație cu alte genuri din familia *Orobanchaceae*, se caracterizează printr-o complexitate și o diversitate genetică mare a speciilor,

care parazitează atât pe plantele de cultură, cât și pe cele din flora spontană [30]. Reprezentanții genului *Orobanche* sunt lipsiți de clorofilă și în totalitate depind de metabolismul carbonului și azotului, precum și de regimul de apă al gazdei [9].

Specii de *Orobanche* au fost semnalate în 58 de țări, în special în Europa de Est, în țările bazinului Mării Mediterane, în Orientul Mijlociu, Africa de Nord și de Est, Asia de Vest și Sud [18]. Reducerea recoltei cauzată de *Orobanche* depinde de severitatea infectării culturilor cu acești fitopatogeni și poate varia de la 5 % până la 100% [22, 4, 8, 3, 17].

Orobanche cumana Wallr. (lupoia) se caracterizează printr-un coeficient ridicat de propagare și este principalul parazit care atacă floarea-soarelui la nivelul sistemului radicular, provocând pagube semnificative acestei strategice culturi oleaginoase în multe țări, cum ar fi Turcia, România, Ucraina, Bulgaria, China, îndeosebi din regiunea Mării Negre [13, 26, 21, 11, 23, 27], inclusiv și Republica Moldova [33, 31, 10, 16, 15].

Sursa principală de inocul o reprezintă solul infestat cu semințe de lupoiaie, care se acumulează prin cultivarea repetată a florii-soarelui pe același teren. Pacenko (1968) [25] a stabilit că o dată cu mărirea numărului de semințe în sol, crește și intensitatea infestării florii-soarelui. Controlul fitoparazitului este foarte dificil, întrucât semințele de lupoiaie sunt de dimensiuni mici și pot fi ușor dispersate de vânt, apă, sol, animale, oameni sau utilaje.

O singură plantă de *O. cumana* poate produce până la o jumătate de milion de semințe, care rămase în sol își păstrează facultatea germinativă un timp îndelungat [22]. Lupoia se mai transmite de la an la an și în ariile noi de cultură prin achenele de floarea-soarelui [5]. S-a stabilit că această plantă-parazit este autogamă și se caracterizează printr-o variabilitate intrapopulațională mică [12].

În general variabilitatea în cadrul populațiilor de lupoiaie este scăzută, ceea ce reflectă o oarecare stabilitate conservată a genomului [6]. Până în prezent pentru sistematizarea speciilor de *Orobanche* au fost utilizate metode genetico-moleculare [30], biochimice [37, 36], chimico-taxonomice de măsurare a conținutului de compuși fenolici [2, 14] și a acizilor grași [36].

În ceea ce privește descrierea morfologică a semințelor [24, 29, 35], au fost efectuate mai multe studii utilizând microscopia fluorescentă [19] și microscopia electronică de scanare [1, 24, 20, 7]. Conform datelor obținute, semințele speciilor din genul *Orobanche* au fost clasificate în patru tipuri morfologice (tab. 1).

Reieșind din aceste considerente, scopul prezentei lucrări constă în studiul comparativ al semințelor, colectate din diferite regiuni geografice pentru identificarea polimorfismului morfologic al populațiilor de *Orobanche cumana*.

Material și metode

În calitate de obiect de studiu au fost utilizate 12 populații de *Orobanche cumana* Wallr. colectate din diferite regiuni ale R. Moldova (Sîngera, Ștefan Vodă, Ceadr-Lunga, Cimișlia, Chișinău, Rezeni, Dondușeni, Taraclia, Bălți, Băcioi), Ucraina (Ismail) și semințe de lupoiaie din România (Fundulea, oferite de dr. Maria Păcureanu).

Descrierea morfologică a semințelor de lupoiaie prin studiul dimensiunilor (lungime și lățime) s-a efectuat cu utilizarea microscopului optic (mărire: 64 și 160 ori). Pentru

fiecare eșantion au fost analizate câte 50 semințe. Prelucrarea statistică a datelor a fost realizată după Dospheov [38]. Evaluarea distanței genetice și construirea dendrogramei filogenetice s-a bazat pe clusterizarea UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean; <http://genomes.urv.cat/UPGMA/>), iar similaritatea valorilor de mulțimi s-a calculat după coeficientul Jaccard [32].

Tabelul 1. Tipurile morfologice ale semințelor de *Orobanche* [28].

Tipul	Particularități morfologice ale semințelor	Lungime, mm	Lățime, mm	Specii
I	Perete exterior periclinal ce împiedică vederea celui interior; forma elipsoidă / ovoidă; culoare maro-închis.	0,28 – 0,47	0,17 – 0,30	<i>O. rapumgenistae</i>
II	Perete interior periclinal perforat; forma oblongoidă, trigonoidă, tetragonoidă; culoare de la maro-închis la gri.	0,27 – 0,57	0,14 – 0,41	<i>O. calendulae</i> , <i>O. crenata</i> , <i>O. minor</i>
III	Perete interior periclinal granulat sau rugos; forma ovoidă, oblongoidă sau elipsoidă; culoare maro-închis.	0,25 – 0,50	0,16 – 0,30	<i>O. cumana</i> , <i>O. densiflora</i> , <i>O. santolinae</i>
IV	Perete exterior periclinal fibrilar; forma ovoidă, oblongoidă; culoare gri-marou-de-schis / închis.	0,28 – 0,61	0,17 – 0,41	<i>O. reticulata</i> , <i>O. minor</i> , <i>O. nana</i> , <i>O. arenaria</i>

Rezultate și discuții

Descrierea morfologică. Studiul semințelor de lupoaie, colectate din diverse zone, analizate la microscopul optic demonstrează o variabilitate evidentă a mărimii și formei semințelor și a structurii tegumentului seminal (fig. 1).

Semințele de *Orobanche* sunt mici, cu o mare varietate de forme – elipsoidale, oblongoide, ovoide, sferice, trigonometrice sau tetragonometrice. Culoarea tegumentului semințelor este maro închisă și opacă. Scoarța semințelor este reticulată cu celule poligonale, care variază mai mult sau mai puțin de la izodiametrice la tangențial alungite, fiind uneori neregulate. Acestea au de obicei un perete membranos periclinal exterior cu un aspect variabil (găurit, granulos, rugulos, etc.). Rezultatele obținute confirmă apartenența semințelor de *Orobanche cumana* Wallr. colectate din 12 regiuni diferite ale R. Moldova, Ucraina și România la tipul morfologic III, conform clasificării propuse de Plaza și colab. [28], iar descrierea morfologică a suprafeței și microstructurii tegumentului seminal poate fi considerat ca un criteriu taxonomic important, fapt susținut și de alți autori [24, 29, 35].

Evaluarea dimensiunilor semințelor. Studiul parametrilor semințelor de lupoaie au permis evidențierea diferențelor intra- și interpopulaționale (tab. 2.).

S-a constatat că **lungimea** semințelor de *O. cumana* a variat între 0,41 mm (Bălți) și 0,47 mm (Dondușeni). Valorile mici ale abaterii de la medie (0,006 – 0,009 mm) indică un nivel de variabilitate intrapopulațională scăzut.

La nivel interpopulațional, în majoritatea cazurilor nu au fost puse în evidență diferențe semnificative. Doar trei eșantioane se deosebesc evident de celelalte populații. Astfel, lupoaia colectată în regiunea Bălți se caracterizează prin valori ale lungimii semințelor semnificativ mai mici comparativ cu populațiile de lupoaie din Sîngera și

Chișinău (la nivelul de probabilitate de 95 %) și de populațiile Ismail, Ceadâr-Lunga și Băcioi (la pragul de probabilitate de 99,5 %). Diferențele de lungime înregistrate la populația Dondușeni sunt statistic semnificative față de populațiile din Cimișlia, Băcioi ($p < 95\%$) și Ceadâr-Lunga, Ismail, Taraclia și Bălți ($p < 99\%$ și $p < 99,5\%$). Iar populația Taraclia a indicat valori semnificativ diferite în comparație cu cele din Rezeni, Cimișlia și Dondușeni. Dintre cele douăsprezece eșantioane de lupoae, populațiile din Ștefan Vodă și Fundulea nu au demonstrat diferențe statistic semnificative nici cu una dintre populațiile incluse în studiu.

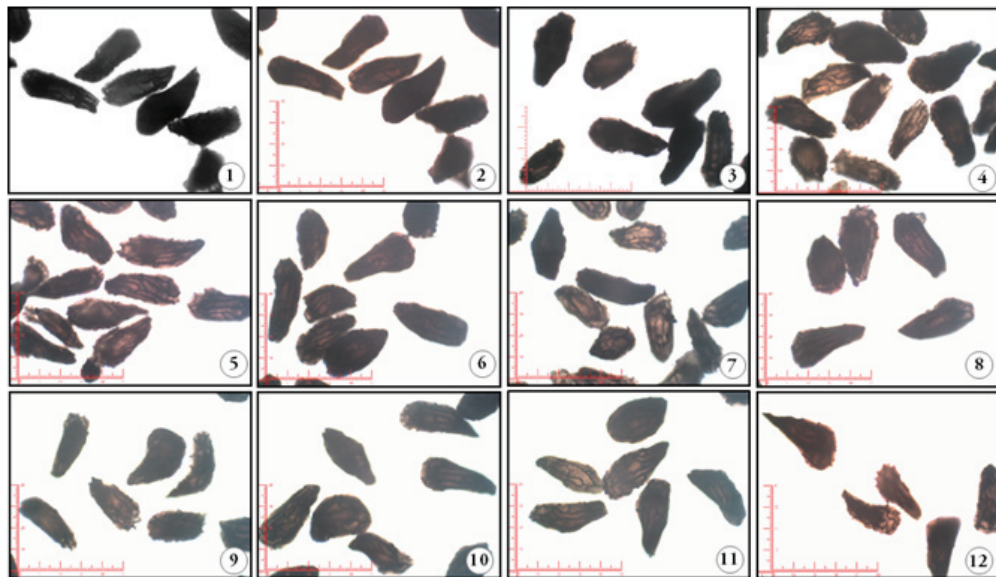


Figura 1. Semințe de lupoae vizualizate la microscopul optic (x160).

1 – Sîngera, 2 – Ștefan Vodă, 3 – Chișinău, 4 – Dondușeni, 5 – Rezeni, 6 – Bălți, 7 – Ismail, 8 – Ceadâr Lunga, 9 – Cimișlia, 10 – Taraclia, 11 – Fundulea, 12 – Băcioi.

Un nivel mai ridicat de variabilitate intra- și interpopulațională a fost demonstrat în rezultatul evaluării *lățimii* semințelor. Cea mai mică valoare a indicelui respectiv a fost atestată la populația din Taraclia – 0,17 mm. Valoarea maximă (0,20 mm) a parametrului dat s-a înregistrat la semințele plantelor de *O. cumana* colectate din Ismail (Ucraina). Populațiile Taraclia și Cimișlia indică diferențe semnificative ($p < 0,05$) față de populația Ismail și Rezeni. De asemenea și lățimea semințelor populațiilor de *O. cumana* din Sîngera, Ștefan Vodă, Chișinău, Ceadâr-Lunga și Cimișlia denotă valori diferite la nivelul de probabilitate 99,5% comparativ cu valorile populației din Taraclia. Studiul efectuat a relevat existența diferențelor semnificative în ceea ce privește lățimea semințelor în cadrul populațiilor aceleiași regiuni geografice, abaterea de la medie fiind încadrată în limitele 0,033 – 0,047. Astfel, lățimea semințelor poate constitui un caracter morfologic elocvent în caracterizarea și diferențierea populațiilor de lupoae.

Pentru a evalua *nivelul de variabilitate populațională* a *O. cumana*, conform caracterelor morfologice investigate, au fost utilizate matricele de similaritate și de distanță genetică. Analiza matricei de similaritate a permis evidențierea populațiilor cu valori apropiate ale parametrilor dimensionali în dependență de habitat. Astfel,

populațiile colectate din partea de Centru (Chișinău și Rezeni) și cele din partea de Sud a RM (Ceadr-Lunga și Cimișlia) au demonstrat cel mai înalt grad de similaritate (tab. 3), fapt confirmat și în dendrograma din figura 2. Cea mai mare distanță genetică a fost atestată la populația din Fundulea în comparație cu cele din Sîngera, Ștefan Vodă, Chișinău și Rezeni, fiind corelată cu amplasarea geografică.

Tabelul 2. Parametrii morfologici ai semințelor de *O. cumana*.

r. d/o	Populația geografică	Media (mm), abaterea de la medie, autenticitatea lungimii semințelor	Media (mm), abaterea de la medie, autenticitatea lățimii semințelor
1.	Sîngera	0,440 ± 0,008 * ⁶	0,193 ± 0,035 * ^{4**11***10}
2.	Ștefan Vodă	0,436 ± 0,009	0,196 ± 0,034 * ^{4**11***10}
3.	Chișinău	0,438 ± 0,008 * ⁶	0,185 ± 0,036 * ^{11**10}
3.	Dondușeni	0,467 ± 0,008 * ^{9,12**8***6,7,10}	0,178 ± 0,037 * ^{1,2}
4.	Rezeni	0,450 ± 0,008 * ^{10***6}	0,197 ± 0,034 * ^{10,11}
5.	Bălți	0,410 ± 0,009 * ^{1,3***4,5}	0,199 ± 0,047
6.	Ismail	0,431 ± 0,007 * ⁴	0,202 ± 0,033 * ^{8,9***10,11}
7.	Ceadr-Lunga	0,438 ± 0,008 * ⁴	0,190 ± 0,035 * ^{7**11***10}
8.	Cimișlia	0,443 ± 0,006 * ^{4,10}	0,189 ± 0,035 * ^{7,11**10}
9.	Taraclia	0,424 ± 0,007 * ^{5,9***4}	0,170 ± 0,038 * ^{3,9***1,2,5,7,8}
10.	Fundulea	0,456 ± 0,007	0,175 ± 0,037 * ^{3,9***1,2,8***5,7}
11.	Băcioi	0,444 ± 0,007 * ⁴	0,196 ± 0,034

*LSD – 95%, **LSD – 99%, ***LSD – 99,5%

Tabelul 3. Matricea de similaritate a parametrilor dimensionali ai semințelor diferitor populații de lupoae, obținut în baza coeficientului Jacard.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0,750	0,750	0,200	0,750	0,143	0,500	0,600	0,600	0,091	0,000	0,250
2		1	0,500	0,100	0,500	0,167	0,600	0,750	0,750	0,100	0,000	0,333
3			1	0,222	1,000	0,000	0,333	0,400	0,400	0,000	0,000	0,000
4				1	0,222	0,091	0,300	0,200	0,200	0,455	0,500	0,000
5					1	0,000	0,333	0,400	0,400	0,000	0,000	0,000
6						1	0,125	0,143	0,143	0,500	0,375	0,250
7							1	0,500	0,500	0,300	0,200	0,200
8								1	1,000	0,200	0,100	0,250
9									1	0,200	0,100	0,250
10										1	0,875	0,125
11											1	0,000
12												1

1 – Sîngera, 2 – Ștefan Vodă, 3 – Chișinău, 4 – Dondușeni, 5 – Rezeni, 6 – Bălți, 7 – Ismail, 8 – Ceadr-Lunga, 9 – Cimișlia, 10 – Taraclia, 11 – Fundulea, 12 – Băcioi

Dendrograma confirmă apropierea filogenetică a populațiilor analizate și evidențiază existența a două ramuri A și B (figura 2). Clusterul A este constituit din 4 grupuri minore A₁, A₂, A₃ și A₄. Grupul A₁ include populațiile Sîngera și Ștefan Vodă, grupul A₂ – populațiile Ceadr-Lunga și Cimișlia, iar grupul A₄ – populațiile Chișinău și Rezeni, fiind în concordanță cu localizarea geografică a populațiilor de

O. cumana. Gruparea populației Izmail (Ucraina) într-o ramură separată (A_3) de cea a populațiilor apropiate geografic, pare a fi argumentată, în condițiile în care nu a înregistrat asemănări semnificative cu celelalte populații investigate privind caracterele morfologice analizate. Clusterul B al dendrogramei, de asemenea, este constituit din patru grupuri minore. Trei dintre ele includ doar câte o populație: Dondușeni (B_1), Bălți (B_3) și Băcioi (B_4). Grupul B_2 a reunit populațiile din Taraclia și Fundulea (România).

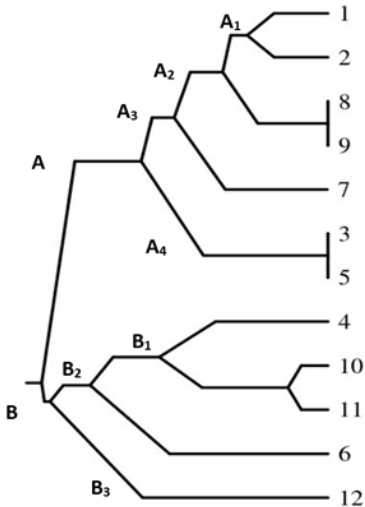


Figura. 2. Dendrograma obținută în baza parametrilor dimensionali ai semințelor *O. cumana*:

1 – Singera, 2 – Ștefan Vodă, 3 – Chișinău,
4 – Dondușeni, 5 – Rezeni, 6 – Bălți, 7 – Ismail,
8 – Ceadăr-Lunga, 9 – Cimișlia, 10 – Taraclia,
11 – Fundulea, 12 – Băcioi

Deși, Spring și colaboratorii au stabilit în baza dimensiunilor semințelor la populații de *O. cumana* din R. Moldova, Romania, Federația Rusă, Spania și Serbia o variabilitate intrapopulațională mai mare comparativ cu cea interpopulațională [34], cercetările noastre au demonstrat o tendință clară de distribuție a parametrilor cercetați în funcție de habitatul geografic.

Rezultatele obținute demonstrează că caracteristicile morfologice ale semințelor pot prezenta criterii importante în descrierea structurii populaționale, distribuția geografică, identificarea și diferențierea raselor de lupoae.

Cercetările au fost efectuate în cadrul proiectului „Utilizarea microscopului holografic digital pentru studiul țesuturilor biologice utilizând LabVIEW” (nr. 13.820.15.10 GA) din Programul de colaborare bilaterală între Academia de Științe a Moldovei și Ministerul Federal al Educației și Cercetării din Germania.

Bibliografie

1. Abu Sbaih H. A., Jury S. L. Seed micromorphology and taxonomy in *Orobanche* (*Orobanchaceae*). // Fl. Medit. 1994, nr. 4, p. 41-48.
2. Andary C. Chemotaxonomical study of the genus *Orobanche*. // Proceedings of the 3rd International Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. Amsterdam, The Netherlands, 1994, p. 121-126.
3. Blamey F. P. C., Zollinger R. K., Schneiter A. A. Sunflower production and culture. // Sunflower technology and production. Agron. Monogr. Madison, 1997, p. 595-669.
4. Bulbul A., Salihoglu M., Sari C., Aydin A. Determination of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) races of sunflower in the Thrace region of Turkey. // Helia, 1991, nr. 14, p. 21-26.

5. Castejon M., Romero-Munoz F., Garcia-Torres L. *Orobanche cernua* seed dispersal through sunflower achenes. // Heha, 1991, nr. 14, p. 51-54.
6. Ciucă M., Păcureanu-Joița M., Iora M. RAPD markers for polymorphism identification in parasitic weed *Orobanche cumana* Wallr. // Romanian Agricultural Research. 2004, nr. 21, p. 29-32.
7. Deif H. A. R., Al-Menou O. A., Ahmed M. F. A taxonomic study on the populations of three common species of the genus *Orobanche* L. (*Orobanchaceae*) in Egypt. // Plant systematics for the 21st Century. London, 2000, p. 251-266.
8. Dominguez J. Estimating effects on yield and other agronomic parameters in sunflower hybrids infested with the new races of sunflower broomrape. // Proc. Symposium on Disease Tolerance in Sunflower, Beijing, China, Interational Sunflower Association, Paris, 1996, p. 118 -123.
9. Duca M., Glijin A., Acciu A. The biological cycle of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.). // Journal of Plant Development, Iasi, 2013, nr. 20, p. 71-78.
10. Duca M., Manolache C., Chilari R. Cultura florii-soarelui (*Helianthus annuus* L.). Repere istorice. // Akademos, 2011, nr. 3(22), p. 68-76.
11. Fernandez Escobar J., Rodriguez Ojeda M. I., Fernandez Martinez J. M., Alonso L. C. Sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Castillaleon, a traditionally non-infested area in northern Spain. // Helia, 2009, nr. 32(51), p. 57-64.
12. Gagne G., Roedel-Drevet P., Grezes-Besset B., Shindrova P., Ivanov P., Grand-Ravel C., Vear F. Study of variability and evolution of *Orobanche cumana* populations infesting sunflower in different European countries. // Theor. Appl. Genet. 1998, nr. 96, p. 1216-1222.
13. Garcia-Torres L. M., Castejon-Munoz M., Lopez-Granados F. The problem of *Orobanche* and its management in Spain. // Proceedings of the 3rd International Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. Amsterdam, The Netherlands, 1994, p. 623-626.
14. Georguieva I., Edreva A. Chemotaxonomical study of the variability of *Orobanche* on tobacco in Bulgaria. // Proceedings of the 3rd International Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. Amsterdam, The Netherlands, 1994, 127-130.
15. Giscă I., Acciu A., Glijin A., Duca M. Highly virulent races of sunflower broomrape in the Republic of Moldova. // Proc. Biotech. Congress. Current Opinion in Biotech., 2013, nr. 24(1), p. S132.
16. Glijin A. Interacțiunea dintre *Orobanche cumana* Wallr. și *Helianthus annuus* L. la nivelul sistemului radicular. // Journal Environment, Chișinău, 2009, nr. 5(47), p. 31-36.
17. Hibberd J. M., Quick W. P., Press M. C., Scholes J. D., Jeschke W. D. Solute fluxes from tobacco to the parasitic angiosperm *Orobanche cernua* and the influence of infection on host carbon and nitrogen relations. // Plant, Cell and Environment, 1999, nr. 22, p. 937-947.
18. Joel D. M. Biology and management of weedy root parasites. // Horticultural reviews, John Wiley & Sons, 2006, v. 38, p. 122-131.
19. Joel D. M. Identification of *Orobanche* seeds. // Parasitic Flowering Plants, Proceedings of the 4th ISPPF. Marburg. 1987, p. 445-448.
20. Joel D. M. *Orobanche cumana*, a new adventive weed in Israel. // Phytoparasitica, 1988, nr. 16, p. 375.
21. Kaya Y., Evci G., Pekcan V., Gucer T. Determining new broomrape infested areas, resistant lines and hybrids in Trakya region of Turkey. // Helia, 2004, v. 27, p. 211-218.
22. Linke K. H., Sauerborn J., Saxena M. C. *Orobanche* field guide. // Hohenheim: University of Hohenheim, 1989, p. 42.
23. Masirevic S, Malidza G. Problem and control of broomrape (in Serbian). Biljni Lekar (Plant Doctor). 2006, 34, p. 353-360.
24. Musselman L. J. Taxonomy of *Orobanche*. // Proceedings of a Workshop on the Biology and Control of *Orobanche*, Wageningen, The Netherlands, 1986, p. 2-20.

25. Pacenko A. Y., Djakov A. B. Physiology of accumulation of fats and protein in high oil sunflower varieties. // Proceedings 3rd International Sunflower Conference, Crookston, Minnesota, USA, 1968, p. 65-74.
26. Parker C. Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. Pest Manage. Sci. 2009, 65, p. 453-459.
27. Păcureanu Joița M., Fernandez-Martinez J. M., Sava E., Raranciuc S. Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.), the most important parasite in sunflower. // AN. I.N.C.D.A. Fundulea, vol. 77, 2009, p. 49-56.
28. Plaza L., Fernandez I., Juan R., Pastor J., Pujadas A. Micromorphological Studies on Seeds of *Orobanche* Species from the Iberian Peninsula and the Balearic Islands, and Their Systematic Significance. // Annals of Botany, 2004, v. 94, p. 167-178.
29. Pujadas-Salva A.J. Comparative studies on *Orobanche cernua* L. and *O. cumana* Wallr. (*Orobanchaceae*) in the Iberian Peninsula. // Botanical Journal of the Linnean Society, 2000, vol. 134, p. 513-527.
30. Roman B., Satovic Z., Rubiales D., Torres A. M., Cubero J. I., Katzir N., Joel D. M. Variation among and within populations of the parasitic weed *Orobanche crenata* from Spain and Israel revealed by inter simple sequence repeat markers. // Phytopathology, 2002, nr. 92, p. 1262-1266.
31. Rotarenco V. Aspecte morfo-fiziologice și genetice de interacțiune gazdă-parazit (*Helianthus annuus* L. - *Orobanche cumana* Wallr.). // Autoreferatul tezei de doctorat, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, 2010, 35 p.
32. Saitou N., Nei M. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. // Mol Biol Evol., 1987, nr. 4, p. 406-425.
33. Sharova P. G. Zaraziha – opasnii parazit podsolnecinika. Chișinău, (în rusă), 1977, 50 p.
34. Spring O., Krupp A., Rucker E., Heller A. Seed structure characteristics of *Orobanche cumana* populations. // Proceedings of the 3rd International Symposium on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Cordoba, Spain, 3-6 iunie 2014. (date nepublicate).
35. Toma C., Andronache A., Gostin Ir. Researches regarding the histo-anatomy and floral morphogenesis in some *Orobanche* L. species. // Analele științifice ale Universității „Al. I. Cuza” Iași, II a. Biologie vegetală, 2007, v. 57, p. 11-25.
36. Velasco L., Goffman F.G., Pujadas A. Fatty acids and tocochromanols in seeds of *Orobanche*. // Phytochemistry, 2000, p. 54: 295-300.
37. Verkleij J.A.C., Koevoets P., Lopez Granado F., Egbers W.S., Garcia-Torres L., Pieterse A. H. Genetic variability in populations of *Orobanche crenata* from Spain. // Fifth International Symposium on Parasitic Weeds, Nairobi, Kenya, 24-30 June 1991, p. 462-469.
38. Доснехов А. Методы полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985, 351 с.