

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22846028>

UO‘K: 631.417.2:631.874

TOSHKENT VILOYATI SHAROITIDA INTRODUKSIYA QILINGAN AMARANT GENOTIPLARINING MORFOLOGIK XUSUSIYATLARI VA FUZARIOZ BILAN KASALLANISH DARAJASINI BAHOLASH

Normurodova Munajat Tog‘ayevnia

Toshkent davlat agrar universiteti, doktoranti

E.mail: munojatnormurodova22@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-8692-8170>

Allanov Xolik

Toshkent davlat agrar universiteti professori, qishloq xo‘jaligi fanlari doktori,

E-mail: xoliq72@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2423-8913>

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot Toshkent viloyatining tuproq-iqlim sharoitida xorijdan introduksiya qilingan amarant (*Amaranthus spp.*) genotiplarining morfologik xususiyatlarini tavsiflash, ularning fenotipik xilma-xilligini aniqlash hamda tabiiy infeksiya fonida fuzarioz bilan kasallanish darajasini baholashga bag‘ishlangan. Tadqiqotlar 2019–2022-yillarda olib borilib, Sho‘rlangan yerlarda biodehqonchilik xalqaro markazi (ICBA) orqali introduksiya qilingan New 65, New 21, Check 2, New 41, New 13, New 30, New 45, Check 7, Check 5, Check 3 va RRC-1027 genotiplari hamda andoza sifatida Marhamat navi o‘rganildi. Morfologik baholash jarayonida asosiy poyaning rangi va shakli, urug‘ qobig‘ining rangi, fiziologik pishgan ro‘vakning rangi va zichligi, barg shakli hamda barg cheti kabi belgilar hisobga olindi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, barcha genotiplarda poya shakli, barg shakli, barg cheti va ro‘vak zichligi bo‘yicha nisbatan bir xillik kuzatildi, biroq poya, urug‘ qobig‘i va fiziologik pishgan ro‘vak ranglarida yaqqol fenotipik farqlanish aniqlandi. Urug‘ qobig‘i rangining sariq, yashil, oq va qizil shakllarda namoyon bo‘lishi kolleksiya materiallarining morfologik xilma-xilligini ko‘rsatdi. Tabiiy infeksiya sharoitida fuzarioz bilan kasallanish darajasi genotiplar bo‘yicha 6,8–9,5% oralig‘ida bo‘ldi. Eng past kasallanish New 65, New 41 va RRC-1027 genotiplarida qayd etildi. Dala kuzatuvlarini urug‘larning laboratoriya sharoitidagi fitopatologik tahlili bilan birgalikda olib borish genotiplarning fitopatologik holatini kompleks baholash imkonini berdi. Olingan natijalar amarant genofondini mahalliy agroekologik sharoitda baholash, morfologik jihatdan farqlanuvchi va tabiiy infeksiya fonida nisbatan kam kasallangan genotiplarni ajratish hamda keyingi seleksiya va fitopatologik tadqiqotlar uchun istiqbolli boshlang‘ich materiallarni tanlashda ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: *Amaranthus*, amarant, introduksiya, genotip, morfologik belgilar, fenotipik xilma-xillik, fuzarioz, *Fusarium*, kasallanish darajasi, urug‘ sog‘lomligi, seleksiya.

Аннотация. Настоящее исследование посвящено изучению морфологических особенностей интродуцированных генотипов амаранта



(*Amaranthus spp.*), оценке их фенотипического разнообразия и определению степени поражения растений фузариозом в почвенно-климатических условиях Ташкентской области. Исследования проводились в 2019–2022 годах. В качестве объектов изучения были использованы генотипы New 65, New 21, Check 2, New 41, New 13, New 30, New 45, Check 7, Check 5, Check 3 и RRC-1027, интродуцированные через Международный центр биоземледелия на засоленных землях (ICBA), а сорт Мархамат использовался в качестве стандарта. При морфологической оценке учитывались цвет и форма главного стебля, цвет семенной оболочки, цвет и плотность метёлки в фазе физиологической спелости, форма листа и край листовой пластинки. Установлено, что по форме стебля, форме листьев, краю листа и плотности метёлки изученные генотипы характеризовались относительным сходством. Вместе с тем выраженные фенотипические различия выявлены по окраске стебля, семенной оболочки и физиологически зрелой метёлки. Цвет семенной оболочки варьировал от жёлтого и зелёного до белого и красного, что свидетельствует о морфологическом разнообразии изученной коллекции. В условиях естественного инфекционного фона степень поражения фузариозом варьировала от 6,8 до 9,5%. Наиболее низкий уровень поражения отмечен у генотипов New 65, New 41 и RRC-1027. Комплексная оценка полевых наблюдений и лабораторного исследования фитопатологического состояния семян позволила более полно охарактеризовать изучаемые генотипы. Полученные результаты могут быть использованы при оценке амарантового генофонда в местных агроэкологических условиях, отборе перспективного исходного материала для селекции и проведении последующих фитопатологических исследований.

Ключевые слова: *Amaranthus*, амарант, интродукция, генотип, морфологические признаки, фенотипическая изменчивость, фузариоз, степень поражения, здоровье семян, генофонд, селекция.

Abstract. This study was aimed at characterizing the morphological traits of introduced amaranth (*Amaranthus spp.*) genotypes, assessing their phenotypic diversity, and determining the degree of *Fusarium* disease incidence under the soil and climatic conditions of the Tashkent Region. The research was conducted during 2019–2022. The study included the genotypes New 65, New 21, Check 2, New 41, New 13, New 30, New 45, Check 7, Check 5, Check 3, and RRC-1027, introduced through the International Center for Biosaline Agriculture (ICBA), while the Marhamat cultivar was used as a standard. Morphological evaluation included the color and shape of the main stem, seed coat color, color and density of the panicle at physiological maturity, leaf shape, and leaf margin. The results showed relative uniformity among the studied genotypes in stem shape, leaf shape, leaf margin, and panicle density. However, clear phenotypic differences were observed in stem color, seed coat color, and the color of physiologically mature panicles. Seed coat color varied among yellow, green, white, and red phenotypes, indicating considerable morphological diversity within the studied collection. Under natural infection conditions, *Fusarium* disease incidence ranged from 6.8 to 9.5% among the genotypes. The lowest incidence was recorded in New 65, New 41, and RRC-1027. The combined assessment of field observations and



laboratory analysis of the phytopathological condition of seeds provided a more comprehensive characterization of the introduced genotypes. The obtained results provide a scientific basis for evaluating amaranth germplasm under local agroecological conditions, identifying promising genotypes as initial breeding material, and conducting further controlled inoculation and phytopathological studies.

Keywords: *Amaranthus*, amaranth, introduction, genotype, morphological traits, phenotypic variation, *Fusarium* disease, disease incidence, seed health, germplasm, breeding.

KIRISH

Amarant (*Amaranthus*) oziq-ovqat, ozuqa va qayta ishlash sanoatida ko'p yo'nalishli foydalanish imkoniyatiga ega ekinlardan biri hisoblanadi. Amarant urug'lari oqsil, lipidlar va boshqa oziqaviy komponentlarning manbai bo'lib, uning vegetativ biomassasidan ozuqa maqsadlarida foydalanish mumkin [2, 3]. Amarant moyining biologik qiymati tarkibidagi skvalen va boshqa lipid komponentlari bilan ham bog'liq [2, 3].

Amaranthus genofondi morfologik belgilarning keng xilma-xilligi bilan tavsiflanadi. Poya va to'pgul pigmentatsiyasi, barg morfologiyasi, to'pgul tuzilishi hamda urug' rangi amarant kolleksiya materiallarini tavsiflash va differensiatsiyalashda qo'llaniladigan muhim fenotipik deskriptorlardir [1]. Morfologik tavsiflash genofondni dastlabki baholash imkonini bersa-da, seleksiya uchun qimmatli boshlang'ich materiallarni aniqlashda biologik va fitopatologik xususiyatlarni ham hisobga olish zarur.

Amarant C4 fotosintez tipiga mansub bo'lib, ushbu fiziologik xususiyat yuqori harorat sharoitida fotosintetik jarayonlarning samaradorligi va suvdan foydalanish xususiyatlari bilan bog'liq. Shu sababli turli geografik hududlardan introduksiya qilingan amarant genotiplarini muayyan tuproq-iqlim sharoitida o'rganish ularning fenotipik xususiyatlarini aniqlash hamda mahalliy seleksiya dasturlari uchun boshlang'ich materiallarni ajratishda muhimdir.

Introduksiya qilingan genotiplarni baholashda kasalliklarga munosabati alohida ahamiyat kasb etadi. *Fusarium* turkumiga mansub zamburug'lar tuproq, o'simlik qoldiqlari va urug' materialida uchrab, ko'plab qishloq xo'jaligi ekinlarida kasalliklarni keltirib chiqarishi mumkin [5, 7, 8]. *Fusarium oxysporum* tur kompleksi biologik va genetik jihatdan murakkab bo'lib, uning tarkibida patogen va patogen bo'lmagan shtammlar mavjud [6–8]. Shu sababli dala sharoitidagi kasallanish ko'rsatkichlarini urug' sog'lomligining laboratoriya tahlili bilan birgalikda o'rganish genotiplarning fitopatologik holatini to'liqroq tavsiflash imkonini beradi.

Tadqiqotning maqsadi: Toshkent viloyati tuproq-iqlim sharoitida xorijdan introduksiya qilingan amarant genotiplarining asosiy morfologik belgilarini tavsiflash, tabiiy infeksiya fonida fuzarioz bilan kasallanish darajasini aniqlash va keyingi seleksion hamda fitopatologik tadqiqotlar uchun istiqbolli boshlang'ich materiallarni ajratish.

TADDIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

Tadqiqotlar 2019–2022-yillarda Toshkent viloyati tuproq-iqlim sharoitida olib borildi. Tadqiqot obyekti sifatida Sho'rlangan yerlarda biodehqonchilik xalqaro



markazi (ICBA) orqali xorijdan introduksiya qilingan New 65, New 21, Check 2, New 41, New 13, New 30, New 45, Check 7, Check 5, Check 3 va RRC-1027 (Oq amarant) genotiplari o'rganildi. Marhamat navi andoza sifatida tajribaga kiritildi.

Dala tajribalarida fenologik kuzatuvlar va morfologik tavsiflash ishlari olib borildi. Morfologik baholashda asosiy poyaning rangi va shakli, urug' qobig'i rangi, fiziologik pishgan ro'vakning rangi va zichligi, barg shakli hamda barg cheti hisobga olindi.

Fuzarioz bilan tabiiy kasallanish dala sharoitida genotiplar kesimida kasallik belgilari qayd etilgan o'simliklar sonini hisoblash asosida baholandi. Kasallangan o'simliklar ulushi quyidagi formula asosida aniqlandi:

$$P = (n / N) \times 100,$$

bunda:

P-kasallangan o'simliklar ulushi, %;

n-kasallangan o'simliklar soni, dona;

N-hisobga olingan jami o'simliklar soni, dona.

Urug' sog'lomligini baholash laboratoriya sharoitida amalga oshirildi. Urug' yuzasi bilan bog'liq zamburug'larni aniqlash uchun steril suvda tayyorlangan suspenziya mikroskopik tekshirildi va oziqa muhitiga ekildi. Urug'ning ichki to'qimalari bilan bog'liq zamburug'larni aniqlash uchun yuzaki sterilizatsiya qilingan urug'lar oziqa muhitiga joylashtirildi. Ekilgan namunalar 23–26 °C haroratda inkubatsiya qilinib, rivojlangan zamburug' koloniyalari makro- va mikromorfologik belgilariga ko'ra baholandi.

Urug'larning zamburug' bilan zararlanish ulushi quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$X = (n_1 / M) \times 100,$$

bunda:

X-zararlangan urug'lar ulushi, %;

n₁-zamburug' rivojlanishi aniqlangan urug'lar soni, dona;

M-tahlil qilingan jami urug'lar soni, dona.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

Introduksiya qilingan amarant genotiplarining morfologik xususiyatlari.

Toshkent viloyati sharoitida introduksiya qilingan amarant genotiplarini morfologik baholash natijasida ayrim belgilar bo'yicha umumiylik, ayrim belgilar bo'yicha esa fenotipik farqlanish mavjudligi aniqlandi (1-jadval).

Toshkent viloyati tuproq-iqlim sharoitida introduksiya qilingan amarant genotiplarining morfologik belgilari (2019–2022-yy.) 1-jadval.

№	Genotip	Poya rangi	Poya shakli	Urug' qobig'i rangi	Fiziologik pishgan ro'vak rangi	Ro'vak zichligi	Barg shakli	Barg cheti
1	New 65	Qizil	Oval	Sariq	Oq	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon
2	New 21	Yashil	Oval	Yashil	Oq	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon
3	Check 2	Qizil	Oval	Oq	Qizil	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon
4	New 41	Yashil	Oval	Oq	Qizil	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon



N ^o	Genotip	Poya rangi	Poya shakli	Urug' qobig'i rangi	Fiziologik pishgan ro'vak rangi	Ro'vak zichligi	Barg shakli	Barg cheti
5	New 13	Yashil	Oval	Qizil	Qizil	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon
6	New 30	Yashil	Oval	Yashil	Qizil	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon
7	New 45	Yashil	Oval	Sariq	Oq	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon
8	Check 7	Yashil	Oval	Yashil	Oq	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon
9	Check 5	Yashil	Oval	Sariq	Qizil	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon
10	Check 3	Yashil	Oval	Yashil	Oq	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon
11	RRC-1027 (Oq amarant)	Yashil	Oval	Sariq	Oq	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon
12	Marhamat (andoza)	Yashil	Oval	Oq	Qizil	Zich	Tuxumsimon	Arrasimon

Barcha genotiplarda asosiy poya shakli oval, barg shakli tuxumsimon, barg cheti arrasimon va fiziologik pishgan ro'vak zich bo'ldi. Mazkur belgilar o'rganilgan kolleksiya doirasida genotiplarni differensiatsiyalash imkonini bermadi.

Poya rangida esa aniq fenotipik farqlanish kuzatildi. New 65 va Check 2 namunalarida asosiy poya qizil, qolgan 10 ta genotipda yashil bo'ldi. Shunga ko'ra, kolleksiyaning 16,7% ida qizil, 83,3% ida yashil poya fenotipi qayd etildi.

Fiziologik pishgan ro'vak rangiga ko'ra genotiplar ikki guruhga ajraldi. New 65, New 21, New 45, Check 7, Check 3 va RRC-1027 namunalarida oq, Check 2, New 41, New 13, New 30, Check 5 hamda andoza Marhamat navida qizil ro'vak qayd etildi. Oq va qizil ro'vakli genotiplar o'rganilgan materiallarning mos ravishda 50,0 va 50,0% ini tashkil etdi.



Amarant ekini 1-rasm

Nisbatan keng fenotipik xilma-xillik urug' qobig'i rangida kuzatildi. New 65, New 45, Check 5 va RRC-1027 namunalarida sariq; New 21, New 30, Check 7 va Check 3 da yashil; Check 2, New 41 va Marhamat navida oq; New 13 namunasida qizil urug' qobig'i qayd etildi. Sariq va yashil urug' qobig'iga ega genotiplarning ulushi 33,3% dan, oq urug'lilar 25,0%, qizil urug'li genotip esa 8,3% ni tashkil etdi.

Natijalar poya rangi, urug' qobig'i rangi va fiziologik pishgan ro'vak rangining o'rganilgan kolleksiyani morfologik tavsiflashda differensial belgilar ekanligini



ko'rsatdi. Amarant germplazmasini o'rganishga bag'ishlangan tadqiqotlarda ham poya, to'pgul va urug' pigmentatsiyasi genotiplarni morfologik differensiatsiyalashda informativ belgilar sifatida qayd etilgan [1].

Fuzarioz bilan kasallanish darajasi: Dala kuzatuvlari davomida introduksiya qilingan amarant genotiplarining tabiiy infeksiya fonida fuzarioz bilan kasallanishi baholandi. Kasallangan o'simliklar ulushi genotiplar bo'yicha 6,8–9,5% oralig'ida o'zgardi (2-jadval).

Introduksiya qilingan amarant genotiplarining dala sharoitida fuzarioz bilan kasallanish darajasi

2-jadval.

№	Genotip	Hisobga olingan o'simliklar, dona	Kasallangan o'simliklar, dona	Kasallanish, %
1	New 65	44	3	6,8
2	New 21	43	4	9,3
3	Check 2	42	4	9,5
4	New 41	44	3	6,8
5	New 13	43	3	7,0
6	New 30	43	4	9,3
7	New 45	44	4	9,1
8	Check 7	43	4	9,3
9	Check 5	44	4	9,1
10	Check 3	43	3	7,0
11	RRC-1027 (Oq amarant)	44	3	6,8
12	Marhamat (andoza)	43	4	9,3

Andoza Marhamat navida 43 ta hisobga olingan o'simlikdan 4 tasida kasallik belgilari qayd etilib, kasallanish 9,3% ni tashkil etdi. New 21, New 30 va Check 7 namunalarida ham kasallanish 9,3% bo'lib, andoza bilan bir xil ko'rsatkich qayd etildi. Check 2 namunasida 9,5% bilan tajribadagi eng yuqori ko'rsatkich kuzatildi. New 45 va Check 5 namunalarida kasallangan o'simliklar ulushi 9,1% ni tashkil etdi.

Eng past kasallanish New 65, New 41 va RRC-1027 namunalarida qayd etilib, 6,8% ni tashkil etdi. Bu andoza Marhamat navidan 2,5 foiz punktga past. New 13 va Check 3 namunalarida 7,0% kasallanish kuzatilib, andozaga nisbatan farq 2,3 foiz punktni tashkil etdi.

Shunday qilib, tabiiy infeksiya fonida New 65, New 41, New 13, Check 3 va RRC-1027 genotiplarida fuzarioz bilan kasallangan o'simliklar ulushi andoza Marhamat naviga nisbatan past bo'ldi. Biroq mavjud tajribada genotiplararo farqlarning statistik ishonchliligi va sun'iy inokulyatsiya sharoitidagi reaksiyasi aniqlanmaganligi sababli ushbu namunalarni "fuzariozga chidamli" deb qat'iy tasniflash ilmiy jihatdan yetarli asosga ega emas. Ularni tabiiy infeksiya fonida fuzarioz bilan nisbatan kam kasallangan genotiplar sifatida tavsiflash maqsadga muvofiq.

Mazkur natija seleksiya nuqtayi nazaridan ahamiyatli bo'lib, nisbatan past kasallanish ko'rsatkichiga ega genotiplarni nazorat qilinadigan infeksiya fonida takroriy baholash uchun ajratish imkonini beradi.



Amarant urug'larining sog'lomligini laboratoriya sharoitida baholash

Dala kuzatuvlarini to'ldirish maqsadida amarant genotiplarining urug' sog'lomligi laboratoriya sharoitida o'rganildi. Urug' yuzasi va ichki to'qimalari bilan bog'liq zamburug'larni differensial aniqlashga alohida e'tibor qaratildi.

Urug' yuzasidagi mikobiotani tekshirishda urug'lardan steril suv yordamida tayyorlangan suspenziya mikroskopik kuzatildi va oziqa muhitiga ekildi. Urug'ning ichki to'qimalari bilan bog'liq zamburug'larni aniqlash uchun urug'lar yuzaki sterilizatsiya qilinib, oziqa muhitiga joylashtirildi. Inkubatsiyadan keyin rivojlangan koloniyalar makroskopik va mikroskopik belgilariga ko'ra baholandi.

Urug' bilan bog'liq zamburug'larni aniqlashda mikroskopik tekshiruv va oziqa muhitida inkubatsiya qilish klassik fitopatologik yondashuvlardan hisoblanadi [5, 9, 10]. Ushbu usullar urug' materialida zamburug'larning mavjudligini aniqlash va izolyatlarni dastlabki tavsiflash imkonini beradi.

Shu bilan birga, *F. oxysporum* tur kompleksining genetik va biologik jihatdan murakkabligi hisobga olinishi zarur. Mazkur kompleks tarkibida patogen va patogen bo'lmagan shtammlarning mavjudligi qayd etilgan [6–8]. Shuning uchun morfologik va mikroskopik belgilarga asoslangan identifikatsiya natijalarini tur va patogenlik darajasida yakuniy tasdiqlash uchun patogenlik sinovlari hamda molekulyar diagnostika usullaridan foydalanish ilmiy jihatdan maqsadga muvofiq.

Dala fitopatologik bahosi bilan urug' sog'lomligining laboratoriya tahlilini birgalikda olib borish introduksiya qilingan amarant genotiplarining fitopatologik holatini kompleks tavsiflash imkonini beradi.

XULOSA

1. Toshkent viloyati tuproq-iqlim sharoitida o'rganilgan introduksiya qilingan amarant genotiplari morfologik belgilar va tabiiy infeksiya fonida fuzarioz bilan kasallanish ko'rsatkichlari bo'yicha differensiatsiyalandi.

2. O'rganilgan 12 ta genotipda poya shakli, barg shakli, barg cheti va ro'vak zichligi bo'yicha bir xillik kuzatilgan bo'lsa, poya rangi, urug' qobig'i rangi va fiziologik pishgan ro'vak rangi fenotipik xilma-xillikni ifodalovchi belgilar sifatida ajralib turdi. Ayniqsa, urug' qobig'i rangida sariq, yashil, oq va qizil fenotiplarning mavjudligi kolleksiya materiallarining morfologik xilma-xilligini ko'rsatdi.

3. Tabiiy infeksiya fonida fuzarioz bilan kasallangan o'simliklar ulushi 6,8–9,5% oralig'ida bo'ldi. Eng past kasallanish New 65, New 41 va RRC-1027 namunalarida 6,8%, New 13 va Check 3 namunalarida 7,0% qayd etildi. Andoza Marhamat navida ushbu ko'rsatkich 9,3% ni tashkil etdi. New 65, New 41 va RRC-1027 da kasallanish andozaga nisbatan 2,5 foiz punktga past bo'ldi.

4. Dala va laboratoriya kuzatuvlarini kompleks baholash New 65, New 41, New 13, Check 3 va RRC-1027 genotiplarini tabiiy infeksiya fonida fuzarioz bilan nisbatan kam kasallangan boshlang'ich materiallar sifatida ajratish imkonini berdi. Ushbu genotiplarning fuzariozga reaksiyasini nazorat qilinadigan inokulyatsiya sharoitida takroriy baholash va ajratilgan *Fusarium* izolyatlarini molekulyar usullar bilan identifikatsiya qilish keyingi tadqiqotlarning muhim yo'nalishi hisoblanadi.



5. Olingan natijalar introduksiya qilingan amarant genofondini morfologik va fitopatologik belgilar bo'yicha kompleks baholash seleksiya uchun istiqbolli boshlang'ich materiallarni ilmiy asosda ajratish imkonini berishini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Thapa R., Blair M.W. Morphological assessment of cultivated and wild amaranth species diversity. *Agronomy*. 2018;8(11):272. DOI: 10.3390/agronomy8110272.
2. Rastogi A., Shukla S. Amaranth: A new millennium crop of nutraceutical values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013;53(2):109–125. DOI: 10.1080/10408398.2010.517876.
3. Venskutonis P.R., Kraujalis P. Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: A review on composition, properties, and uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2013;12(4):381–412. DOI: 10.1111/1541-4337.12021.
4. Sarker U., Oba S. Drought stress effects on growth, ROS markers, compatible solutes, phenolics, flavonoids and antioxidant activity in *Amaranthus tricolor*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2018;186:999–1016.
5. Leslie J.F., Summerell B.A. *The Fusarium Laboratory Manual*. Ames, Iowa: Blackwell Publishing; 2006.
6. Lievens B., Rep M., Thomma B.P.H.J. Recent developments in the molecular discrimination of formae speciales of *Fusarium oxysporum*. *Pest Management Science*. 2008;64(8):781–788. DOI: 10.1002/ps.1564.
7. Gordon T.R. *Fusarium oxysporum* and the Fusarium wilt syndrome. *Annual Review of Phytopathology*. 2017;55:23–39.
8. Summerell B.A. Resolving *Fusarium*: Current status of the genus. *Annual Review of Phytopathology*. 2019;57:323–339.
9. International Seed Testing Association (ISTA). *International Rules for Seed Testing. Chapter 7: Seed Health Testing*. Wallisellen, Switzerland: International Seed Testing Association; 2026.
10. International Seed Testing Association (ISTA). *ISTA Handbook on Seed Health Testing*. Wallisellen, Switzerland: International Seed Testing Association.
11. Dospexov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. 5-e izd. Moskva: Agropromizdat; 1985.
12. Iamónico D. Studies on the genus *Amaranthus* L. (Amaranthaceae): Taxonomic and morphological considerations on seed and vegetative characters. *Plants*. 2023.

