

НАСЛЕДУЕМОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ В ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ЧЕЧЕВИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.В. Маракаева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия

E-mail: tv.marakaeva@omgau.org

Ключевые слова: чечевица, образец, гибридизация, гибридная популяция, коэффициент наследуемости, элементы продуктивности.

Реферат. Приведены результаты изучения коэффициентов наследуемости основных элементов продуктивности (число бобов с растения, число и масса семян с растения) в гибридных популяциях чечевицы второго поколения. Исследования проводились в период с 2020 по 2022 г. на опытном участке учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО Омский ГА в южной лесостепи Омской области. Значение гидротермического коэффициента указывает на очень засушливые условия в 2020 г. (ГТК = 0,62) и 2021 г. (ГТК = 0,68), слабозасушливые – в 2022 г. (ГТК = 1,02). Почва опытного участка – лугово-черноземная среднемошная (45 см) малогумусная (3,95% гумуса) среднесуглинистая (35% физической глины) с реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной (рН – 6,5). Предшественник – яровая мягкая пшеница. Изучению подлежали четыре коллекционных образца чечевицы с комплексом хозяйственно-ценных признаков разного эколого-географического происхождения: к-2888 (Молдова), к-2849 (Россия, Алтайский край), Рауза (Россия, Орловская область), Веховская (Россия, Саратовская область) и полученные в результате гибридизации четыре гибрида F₂: к-2888 x Рауза, к-2888 x Веховская, к-2849 x Рауза, к-2849 x Веховская. Анализ полученных данных показал, что число бобов и число семян с одного растения характеризуются высокой наследуемостью (H₂ = 54,8% и H₂ = 56,1% соответственно), а масса семян с растения – низкой (H₂ = 21,7%). Это значит, что фенотипическая изменчивость числа бобов и семян с одного растения обусловлена генотипическими показателями, а массы семян с растения – условиями среды в период вегетации. Перспективными в практической селекции чечевицы на повышение продуктивности в совокупности по трем основным показателям являются гибридные комбинации к-2888 x Рауза и к-2888 x Веховская.

INHERITANCE OF PRODUCTIVITY ELEMENTS IN HYBRID POPULATIONS OF LENTILS IN THE CONDITIONS OF OMSK REGION

T.V. Marakaeva, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

P.A. Stolypin Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia

E-mail: tv.marakaeva@omgau.org

Keywords: lentils, sample, hybridisation, hybrid population, heritability coefficient, productivity elements.

Abstract. The paper presents the results of studying the heritability coefficients of key productivity elements (number of pods per plant, number and mass of seeds per plant) in second-generation hybrid populations of lentils. The authors conducted the study from 2020 to 2022 on an experimental plot at the educational and experimental farm of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Omsk SAU in the southern forest-steppe of the Omsk Region. The hydrotechnical coefficient values indicated arid conditions in 2020 (HTC = 0.62) and 2021 (HTC = 0.68) and slightly dry conditions in 2022 (HTC = 1.02). The soil of the experimental plot is meadow-chnozem, moderately thick (45 cm), with low humus content (3.95% humus), and rather clayey (35% physical clay) with a soil solution reaction close to neutral (pH – 6.5). The predecessor crop was spring soft wheat. Four collection samples of lentils with a set of economically valuable traits of different eco-geographical origins were studied: k-2888 (Moldova), k-2849 (Russia, Altai Krai), Rauza (Russia, Oryol Region), Vekhovskaya (Russia, Saratov Region), and four hybrids F₂ obtained as a result of hybridisation: k-2888 x Rauza, k-2888 x Vekhovskaya, k-2849 x Rauza, k-2849 x Vekhovskaya. The analysis of the received data showed that the number of pods and seeds per plant is characterised by high heritability (H₂ = 54.8% and H₂ = 56.1%, respectively). In comparison, the seed mass per plant has low heritability (H₂ = 21.7%). It means that genetic indicators determine the phenotypic variability of the number of pods and seeds per plant. In contrast, environmental conditions influence the seed mass per plant during the growing season. Promising in practical lentil breeding for increasing productivity, considering three leading indicators, are the hybrid combinations k-2888 x Rauza and k-2888 x Vekhovskaya.

Дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства, необходимый уровень продовольственной безопасности страны предъявляют более конкретные требования к планированию научных исследований по созданию новых сортов зернобобовых и крупяных культур, совершенствованию технологий их возделывания и семеноводства [1].

Чечевица – зернобобовая культура многостороннего использования, возделывание которой актуально и рентабельно в эпоху современного органического сельского хозяйства [2]. Выращивание зернобобовых культур является важной частью посевного и зернового комплекса Российской Федерации, поскольку при этом решается проблема обеспечения населения высококачественными продуктами питания, а животных – кормами [3]. К тому же представители зерновых бобовых способствуют сохранению плодородия почвы благодаря уникальной способности накапливать азот [4]. В связи с этим снижаются объемы применения минеральных азотных удобрений, и как результат – растет получение экологически чистой продукции [5].

Представители сельскохозяйственных организаций Омской области это понимают, и в последнее время больше заинтересованы во введении культуры в структуру посевных площадей [6]. Возросший интерес сдерживается тем, что районированные в условиях Омской области сорта чечевицы не отвечают производственным требованиям. Они менее конкурентоспособные, малоурожайные и низкотехнологичные [7].

Решением этой проблемы является создание новых адаптированных к биотическим и абиотическим факторам среды сортов [8]. Исходным материалом при этом является коллекция образцов чечевицы разнообразного эколого-географического происхождения [9]. Благодаря применению генетико-статистических методов оценки, а именно определению наследуемости ценных признаков в гибридных популяциях, уже на ранних этапах селекционного процесса возможно провести отбор уникальных генотипов [10]. Ориентируясь на значение коэффициента наследуемости, возможно определиться с видом отбора ценных генотипов. При высоком значении коэффициента наследуемости фенотипическое разнообразие обусловлено генотипической изменчивостью (генотип), при низком – модификационной (условия среды). Соответственно, в первом случае более эффективным будет массовый отбор, во втором – индивидуальный [11].

Цель исследований – определить коэффициенты наследуемости элементов продуктивности (число бобов, число и масса семян с растения) в гибридных популяциях чечевицы (F_2) для выявления спектра генетического разнообразия, ускорения отбора ценных генотипов и создания адаптированных к условиям региона сортов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследовательская работа выполнялась в учебно-опытном хозяйстве ФГБОУ ВО Омский ГАУ, расположенном в южной лесостепной климатической зоне Омской области (2020–2022 гг.). В последние годы в регионе отмечается тенденция к повышению среднесуточной температуры воздуха. Сумма активных температур (выше 10°C) за вегетационный период в 2020 г. составила 2045°C , в 2021 г. – 2238°C , в 2022 г. – 2488°C . Осадков в 2020 г. выпало 155,3 мм (70,6% от нормы), в 2021 г. – 166,0 мм (75,4% от нормы), в 2022 г. – 287,6 мм (130,72% от нормы). Гидротермический коэффициент, характеризующий обеспеченность растений влагой, указывает на очень засушливые условия в 2020 г. (ГТК = 0,62) и 2021 г. (ГТК = 0,68), слабозасушливые – в 2022 г. (ГТК = 1,02).

Почва опытного участка – лугово-черноземная среднесуглинистая (45 см) малогумусная (3,95%) среднесуглинистая (35% физической глины) с реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной (рН – 6,5).

Предшественник – яровая мягкая пшеница. Посев проведен в трехкратной повторности с площадью питания одного растения 10×45 см в оптимальные сроки (вторая декада мая) на глубину заделки семян 5 см. Количество семян в каждом повторении родительских форм – 25 шт., F_2 – 25 шт.

Объект исследований – коллекционные образцы чечевицы различного эколого-географического происхождения, отобранные по комплексу хозяйственно-ценных признаков: к-2888 (Молдова), к-2849 (Россия, Алтайский край), Рауза (Россия, Орловская область), Веховская (Россия, Саратовская область) и полученные в результате внутривидовой гибридизации четыре гибридных популяции второго поколения. Гибридный материал F_0 получен в 2018 г., F_1 – в 2019 г. и использовался для посева в последующие годы.

Фенологические наблюдения и учеты проведены согласно «Методическим указаниям по изучению коллекции зерновых бобовых культур» (1975) [12]. Статистическая обработка

полученных результатов велась по методике, изложенной в пособии Б.А. Доспехова [13]. Коэффициент наследуемости (H^2) рассчитан по формуле I. Mahmud и H. Kramer.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В период проведения исследований нами отмечены существенные различия по числу бобов с одного растения среди родительских форм и в гибридных популяциях. Из-за равномерного распределения осадков в течение всего

вегетационного периода наиболее благоприятные условия для формирования бобов сложились в 2021 г., так как именно в этом году отмечено максимальное значение показателя у родительских форм и гибридных комбинаций (табл. 1). В среднем значение показателя варьировало у родительских форм от 63,0 до 72,9 в гибридных комбинациях – от 60,5 до 75,1 г. Среди гибридных популяций наибольшее число бобов зафиксировано у к-2888 х Рауза (в среднем 75,1 г) и к-2888 х Веховская (в среднем 68,0 г).

Таблица 1

Число бобов с одного растения у родительских форм и гибридных комбинаций чечевицы
Number of pods per plant in parental forms and hybrid combinations of lentils

Образец/ гибридная комбинация	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
<i>Родительские формы</i>				
к-2888	74,2	78,6	68,4	71,3
к-2849	71,2	82,7	64,8	72,9
Рауза	64,2	75,9	52,3	64,1
Веховская	62,8	77,2	49,1	63,0
Среднее	68,1	78,6	58,7	67,8
НСР ₀₅	2,24	1,14	0,96	1,64
<i>Гибридные комбинации F₂</i>				
к-2888 х Рауза	103,3	82,3	67,9	75,1
к-2888 х Веховская	106,5	76,3	59,6	68,0
к-2849 х Рауза	91,2	52,8	37,5	60,5
к-2849 х Веховская	98,6	64,2	48,2	70,3
Среднее	94,9	68,9	53,3	68,5
НСР ₀₅	2,36	3,01	4,78	5,72

В изученных гибридных популяциях чечевицы коэффициент наследуемости числа бобов с растения варьировал от 42,6 до 60,5%, а в среднем составил 54,8% (табл. 2). В зависимости от климатических условий отмечены небольшие изменения наследуемости в годы проведения исследований: от 53,1 (2022 г.) до 56,1% (2021 г.). Это обуславливает сильное влияние генотипических факторов на фенотипическую изменчивость признака и эффек-

тивность отбора ценных генотипов на данном этапе селекционного процесса независимо от условий произрастания. Практический интерес в этом плане представляют гибридные комбинации с наибольшим значением коэффициента наследуемости: к-2888 х Рауза ($H^2=59,5\%$) и к-2888 х Веховская ($H^2=57,3\%$), а соответственно, характеризующиеся значительным генетическим разнообразием.

Таблица 2

**Коэффициент наследуемости числа бобов с растения
Heritability coefficient of the number of pods per plant**

Гибридная комбинация	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
к-2888 х Рауза	60,5	57,8	60,3	59,5
к-2888 х Веховская	52,7	56,9	62,3	57,3
к-2849 х Рауза	55,8	52,4	42,6	50,3
к-2849х Веховская	52,1	57,4	47,1	52,2
Среднее	55,3	56,1	53,1	54,8

Число семян с растения является одним из основных показателей элементов продуктивности. Родительские формы и гибридные популяции представлены двусемянными бобами. Подходящие условия периода образования бобов в 2021 г. благоприятно отразились на завязывании семян. Поэтому именно в этот год отмечено наибольшее количество семян с рас-

тения как у родительских форм (157,2 шт.), так и в гибридных комбинациях – (199,8 шт.) (табл. 3). Несмотря на различия климатических условий в течение трех лет изучения наибольшее число семян с растения показали к-2888 х Рауза (в среднем 169,0 шт.) и к-2888 х Веховская (в среднем 161,6 шт.).

Таблица 3

**Число семян с растения у родительских форм и гибридных комбинаций чечевицы
Number of seeds per plant in parental forms and hybrid combinations of lentils**

Образец/гибридная комбинация	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
<i>Родительские формы</i>				
к-2888	148,4	157,2	136,8	147,5
к-2849	142,4	165,4	129,6	145,8
Рауза	128,4	151,8	104,6	128,3
Веховская	125,6	154,4	98,2	126,1
Среднее	136,2	157,2	117,3	136,9
НСР ₀₅	10,2	7,6	5,8	8,7
<i>Гибридные комбинации F₂</i>				
к-2888 х Рауза	206,6	164,6	135,8	169,0
к-2888 х Веховская	213	152,6	119,2	161,6
к-2849 х Рауза	182,4	105,6	75	121,0
к-2849х Веховская	197,2	128,4	96,4	140,7
Среднее	199,8	137,8	106,6	148,1
НСР ₀₅	13,4	9,7	7,4	8,8

Коэффициент наследуемости числа семян с растения изменялся от 36,8 до 64,9%, а в среднем составил 56,1% (табл. 4). В годы проведения исследований отмечено незначительное варьирование наследуемости – от 53,7 (2022 г.) до 60,1% (2021 г.). Следовательно, фенотипическая изменчивость признака обусловлена генотипическими показателями, а это говорит

о возможности отбора ценных генотипов по фенотипу уже в ранних поколениях гибридов. Практический селекционный интерес в этом плане представляют гибридные комбинации с наибольшим значением коэффициента наследуемости: к-2888 х Рауза (H²=60,4%) и к-2888 х Веховская (H²=59,5%).

Таблица 4

**Коэффициент наследуемости числа семян с растения
Heritability coefficient of the number of seeds per plant**

Гибридная комбинация	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
к-2888 х Рауза	58,7	61,0	61,4	60,4
к-2888 х Веховская	61,1	64,9	52,6	59,5
к-2849 х Рауза	52,7	54,6	36,8	48,0
к-2849 х Веховская	45,2	59,8	63,9	56,3
Среднее	54,4	60,1	53,7	56,1

Еще одним важным показателем при селекции чечевицы на высокую продуктивность является масса семян с растения. Обильное количество осадков в период формирования семян (конец июля – август) отрицательно сказывается на его качестве. Семя часто бывает невыполненное, деформированное и поврежденное болезнями. В связи с этим происходит снижение урожайности. Засушливые условия второй половины вегетационного периода 2020 г. благоприятно сказались на созревании растений, а в итоге на урожайности в целом. Значение показателя изменялось 1,80 до 2,02

г у родительских форм и от 1,98 до 2,26 г – в гибридных комбинациях. В последующие годы погодные условия были хуже за счет обильного количества осадков. Крайне неблагоприятные условия сложились в 2022 г. Обильные осадки негативно повлияли на вегетацию чечевицы, что привело к снижению урожайности до 1,42 г (в среднем) у родительских форм и 1,21 г (в среднем) – у гибридов F_2 . Наиболее продуктивными в среднем за 2020–2022 гг. оказались гибридные комбинации к-2888 х Веховская (1,74 г) и к-2888 х Рауза (1,62 г) (табл. 5).

Таблица 5

**Масса семян с растения у родительских форм и гибридных комбинаций чечевицы
Seed mass per plant in parental forms and hybrid combinations of lentils**

Образец/гибридная комбинация	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
1	2	3	4	5
<i>Родительские формы</i>				
к-2888	2,02	1,88	1,42	1,77
к-2849	1,92	1,85	1,58	1,75
Рауза	1,86	1,72	1,26	1,61
Веховская	1,80	1,84	1,40	1,68
Среднее	1,90	1,81	1,42	1,70
НСР ₀₅	0,8	0,6	0,6	0,7
<i>Гибридные комбинации F_2</i>				
к-2888 х Рауза	2,26	1,34	1,26	1,62
1	2	3	4	5
к-2888 х Веховская	2,17	1,67	1,38	1,74
к-2849 х Рауза	2,01	1,25	1,12	1,46
к-2849 х Веховская	1,98	1,20	1,09	1,42
Среднее	2,11	1,37	1,21	1,56
НСР ₀₅	0,5	0,4	0,8	0,7

По массе семян с растения доля фенотипического доминирования в гибридных комбинациях варьировала от 17,5 до 27,1, а в зависимости от года исследований – от 18,9 (2022 г.) до 24,9% (2021 г.) (табл. 6). Величина коэффициента наследуемости (в среднем $H^2 =$

21,7%) показывает, что изменчивость изученного признака в основном зависит от условий среды. Поэтому по данному признаку целесообразно проводить индивидуальный отбор в благоприятных условиях произрастания и в более поздних гибридных поколениях.

Таблица 6

**Коэффициент наследуемости массы семян с растения
Heritability coefficient of seed mass per plant**

Гибридная комбинация	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
к-2888 x Рауза	23,5	25,3	19,5	22,8
к-2888 x Веховская	18,7	24,1	17,5	20,1
к-2849 x Рауза	21,9	27,1	18,9	22,6
к-2849 x Веховская	20,8	23,2	19,8	21,3
Среднее	21,2	24,9	18,9	21,7

Перспективными в этом плане являются гибридные комбинации, имеющие наибольшую наследуемость массы семян с растения: к-2888 x Рауза ($H^2 = 22,8\%$) и к-2849 x Рауза ($H^2 = 22,6\%$).

ВЫВОДЫ

1. Число бобов и число семян с одного растения характеризуются высокой наследуемостью ($H^2 = 54,8\%$ и $H^2 = 56,1\%$ соответственно), а масса семян с растения – низкой ($H^2 = 21,7\%$).

2. Фенотипическая изменчивость числа бобов и семян с одного растения обусловлена генотипическими показателями, что указывает

на возможность отбора ценных генотипов по данным признакам уже в ранних поколениях гибридов независимо от условий произрастания.

3. Изменчивость массы семян с растения в основном зависит от условий среды. Поэтому по данному признаку целесообразно проводить индивидуальный отбор в благоприятных условиях произрастания и в более поздних гибридных поколениях.

4. Наиболее перспективными в практической селекции чечевицы на повышение продуктивности в совокупности по трем основным показателям следует считать гибридные комбинации к-2888 x Рауза и к-2888 x Веховская.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений / В.И. Зотиков [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5–17.
2. Роль генофонда чечевицы (*Lens culinaris* Medik.) из коллекции зернобобовых культур в решении задач селекции в Азербайджане / К.Б. Шихалиева [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26). – С. 36–43.
3. Генетические ресурсы зернобобовых Средиземноморья в коллекции ВИР: разнообразие и использование (обзор) / М.А. Вишнякова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51, № 1. – С. 31–45.
4. Дворянинов С.А., Сорокина И.Ю., Пимонов К.И. Исходный материал для селекции чечевицы в условиях Ростовской области РФ // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства: материалы междунар. науч.-практ. конф., пос. Персиановский, 7 февр. 2019 г – Персиановский, 2019. – С. 185–196.

5. *Сорокина И.Ю., Кумачева В.Д.* Изучение коллекционных образцов чечевицы для создания новых сортов в условиях юга России // *Международный научно-исследовательский журнал.* – 2022. – № 1-1 (115). – С. 140–143.
6. *Иконников А.В.* Семенная продуктивность перспективных коллекционных образцов чечевицы // *Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов.* – 2019. – С. 67–69.
7. *Маракаева Т.В., Горбачева Т.В.* Перспектива развития производства чечевицы в Омской области // *Второй Международный форум «Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России», Омск, 17–20 июля 2018 г. / Омск: Полиграф. центр КАН, 2018.* – С. 123–126.
8. *Поминов А.В.* Мировая коллекция ВИР – исходный материал для селекции чечевицы в условиях нижнего Поволжья РФ // *Вавиловские чтения – 2019: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 132-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова.* – 2019. – С. 100–103.
9. *Сравнительное изучение биологических и хозяйственно-ценных признаков зернобобовых культур в условиях предуральной степи Республики Башкортостан / Ф.А. Давлетов [и др.] // Известия Уфимского научного центра РАН.* – 2018. – № 3–6. – С. 31–33.
10. *Зайцев С.А., Рожков П.Ю., Миронов И.В.* Испытание чечевицы отечественной селекции в различных условиях выращивания // *Вавиловские чтения – 2022: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 135-й годовщине со дня рождения акад. Н.И. Вавилова, Саратов, 22–25 нояб. 2022 г. – Саратов: Амирит, 2022.* – С. 98–103.
11. *Маракаева Т.В.* Взаимосвязь урожайности и элементов продуктивности чечевицы // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет).* – 2019. – № 3 (52). – С. 40–47.
12. *Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Н.И. Корсаков [и др.].* – Л.: ВИР, 1975. – 59 с.
13. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов. – М., 1985. – 351 с.

REFERENCES

1. Zotikov V.I. [i dr.], *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, No. 4 (36), pp. 5–17. (In Russ.)
2. Shihalieva K.B. [i dr.], *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, No. 2 (26), pp. 36–43. (In Russ.)
3. Vishnyakova M.A. [i dr.], *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2016, T. 51, No. 1, pp. 31–45. (In Russ.)
4. Dvoryaninov S.A., Sorokina I.YU., Pimonov K.I., *Resursosberezhenie i adaptivnost' v tekhnologiyah vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur i pererabotki produktsii rastenievodstva (Resource-saving and adaptability in the technologies of cultivation of agricultural crops and processing of crop products)*, Proceedings of the Conference Title, Persianovskij, 2019, pp. 185–196. (In Russ.)
5. Sorokina I.YU., Kumacheva V.D., *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2022, No. 1–1 (115), pp. 140–143. (In Russ.)
6. Ikonnikov A.V., *Rol' molodyh uchenyh v innovacionnom razvitii sel'skogo hozyajstva (The role of young scientists in the innovative development of agriculture)*, Proceedings of the Conference Title, 2019, pp. 67–69. (In Russ.)
7. Marakaeva T.V., Gorbacheva T.V., *Vtoroj Mezhdunarodnyj forum "Zernobobovye kul'tury, razvivayushcheesya napravlenie v Rossii"*, Omsk, 17–20 iyulya 2018 g., Omsk: Poligraficheskij centr KAN, 2018, pp. 123–126. (In Russ.)
8. Pominov A.V., *Vavilovskie chteniya – 2019 (Vavilov Readings – 2019)*. Proceedings of the Conference Title, 2019, pp. 100–103. (In Russ.)
9. Davletov F.A. [i dr.], *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo centra RAN*, 2018, No. 3–6, pp. 31–33. (In Russ.)

10. Zajcev S.A., Rozhkov P.YU., Mironov I.V., Vavilovskie chteniya – 2022 (Vavilov Readings – 2022), Proceedings of the Conference Title, Saratov: Amirit, 2022, pp. 98–103. (In Russ.)
11. Marakaeva T.V., Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet), 2019, No. 3 (52), pp. 40–47. (In Russ.)
12. Korsakov N.I. [i dr.], Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kolekcii zernovyh bobovyh kul'tur (Guidelines for the study of the collection of grain legumes), Leningrad: VIR, 1975, 59 p.
13. Dospekhov B.A., Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov (Field experiment methodology with the basics of statistical processing of results), Moscow, 1985, 351 p.