

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЧЕЧЕВИЦЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А.Г. СУББОТИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID 0000-0003-4497-0175,
AuthorID 444674. E-mail: subbotinag2014@mail.ru

Ж.Н. МУХАТОВА, Н.В. СТЕПАНОВА, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕНЕТИКИ,
БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА

Аннотация. Одной из ценных зернобобовых культур, используемых в пищевой промышленности и экспортируемой за рубеж, является чечевица. На фоне усиливающейся аридизации климата, возникает острая необходимость в создании новых сортов обладающих устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам. А так же способных формировать стабильно высокую продуктивность в складывающихся условиях. В связи с этим оценка исходного материала для дальнейшей селекции в условиях сухостепного Заволжья Саратовской области является актуальным направлением исследований. В статье представлены результаты оценки 22 сортов чечевицы по хозяйственно-ценным признакам на тёмно-каштановых почвах Саратовского Левобережья. Статистическая оценка выявила, что показатели высоты прикрепления нижнего боба, полегания растений, массы семян с 1 растения, содержания клетчатки и золы отнесены к категории со средним варьированием ($20,0 \% > V > 10,0 \%$). Содержание протеина и БЭВ имели слабую межсортовую изменчивость признаков ($V < 10,0 \%$). Средние положительные корреляционные связи установлены между высотой прикрепления нижнего боба и массой 1000 семян ($r=0,56$); количеством семян с 1 растения и содержанием протеина ($r=0,59$); массой семян с 1 растения и содержанием протеина ($r=0,61$); биологической урожайностью и содержанием протеина ($r=0,59$). Выявлено, что урожайность значимо коррелирует с элементами структуры урожая: количеством бобов на растении ($r=0,89$), количеством семян с 1 растения ($r=0,91$), массой семян с 1 растения ($r=0,90$), массой 1000 семян ($r=-0,83$), а также биохимическими показателями: содержанием протеина ($r=0,59$) и клетчатки ($r=-0,50$). Расчёт коэффициента детерминации, выявил наибольший вклад исследуемых параметров в общую продуктивность: количество бобов на растении – 19,6 %, количество семян с 1 растения – 20,5 %, масса семян с 1 растения – 20,1% и масса 1000 семян – 17,1%. Факторные нагрузки составили: по первому фактору – 43,40%, по второму – 15,66 %, по третьему – 12,10 %, по четвертому – 9,68 %, по пятому – 7,74 %, по шестому – 5,26 %.

Ключевые слова: чечевица, селекция, исходный материал, урожайность, факторный анализ.

Для цитирования: Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Степанова Н.В. Факторный анализ исходного материала чечевицы в условиях Нижнего Поволжья. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025;3(55):33-41. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-33-41

FACTORIAL ANALYSIS OF LENTIL RAW MATERIALS IN THE LOWER VOLGA REGION

A.G. Subbotin, Zh.N. Mukhatova, N.V. Stepanova

VAVILOV SARATOV STATE UNIVERSITY OF GENETICS, BIOTECHNOLOGY AND
ENGINEERING

Abstract. *Lentils are one of the valuable legume crops used in the food industry and exported abroad. Against the background of increasing climate aridization, there is an urgent need to create new varieties that are resistant to abiotic and biotic factors. These varieties should also be able to maintain consistently high productivity in the current conditions. Therefore, evaluating the initial material for further breeding in the dry steppe region of the Volga region of the Saratov region is an important research area. The article presents the results of the evaluation of 22 lentil varieties for economically valuable traits on dark chestnut soils of the Saratov Left Bank. Statistical evaluation revealed that the indicators of the height of the lower bean attachment, plant lodging, seed weight per plant, and the content of fiber and ash were classified as having medium variation ($20.0\% > V > 10.0\%$). The content of protein and NDF had low intervarietal variability ($V < 10.0\%$). Average positive correlations were established between the height of the lower bean attachment and the weight of 1,000 seeds ($r=0.56$); the number of seeds per plant and the protein content ($r=0.59$); the weight of seeds per plant and the protein content ($r=0.61$); and the biological yield and the protein content ($r=0.59$). It was found that the yield is significantly correlated with the elements of the yield structure: the number of beans per plant ($r=0.89$), the number of seeds per plant the number of seeds per plant ($r=0.91$), the weight of seeds per plant ($r=0.90$), the weight of 1,000 seeds ($r=-0.83$), and biochemical indicators: protein content ($r=0.59$) and fiber content ($r=-0.50$). The determination coefficient was calculated, and the greatest contribution of the studied parameters to the total productivity was determined: the number of beans per plant – 19.6%, the number of seeds per plant – 20.5%, the weight of seeds per plant – 20.1%, and the weight of 1,000 seeds – 17.1%. The factor loadings were as follows: 43.40% for the first factor, 15.66% for the second factor, 12.10% for the third factor, 9.68% for the fourth factor, 7.74% for the fifth factor, and 5.26% for the sixth factor – 5.26%.*

Keywords: lentils, breeding, initial material, yield, factor analysis.

Введение. В современном земледелии отмечается тенденция увеличения посевных площадей под такими зернобобовыми культурами как соя, нут и чечевица. Одной из ценных культур для производства питания является чечевица (*Lens culinaris* Medik.). Археологические раскопки показали, что она выращивалась более 8 тысяч лет назад на территории Европы и Азии. На территорию России культура попала через Балканские страны, Германию и Литву [1, 2, 3]. Ценность её заключается в биохимическом составе семян – содержание белка варьирует от 24,6 до 31,5 %, жира – 1,06-1,22%, углеводов – 44,2-48,8%. Качественный состав белка представлен незаменимыми аминокислотами, а по содержанию лизина, фенилаланина, треонина и лейцина, чечевица приближается к белкам животного происхождения. Необходимо отметить, что чечевица не накапливает токсины, нитраты и радионуклиды, что позволяет использовать культуру для изготовления экологически безопасных продуктов питания. Кроме того, семена чечевицы обладают хорошими вкусовыми качествами, развариваются и усваиваются (85-86 %) лучше, чем другие традиционные бобовые культуры, используются в кулинарии для приготовления супов, гарниров и др. В пищевой промышленности чечевичное зерно используют для приготовления белковых препаратов, колбас, консервов, шоколада, конфет, печенья. В животноводстве зерно чечевицы используется как ценный концентрированный корм, в то же время солома и мякина содержат переваримого протеина в 2 раза больше, чем в соломе и мякине овса [4].

Увеличивающийся спрос на зерно этой ценной культуры приводит к расширению посевных площадей под чечевицей, на фоне этого возникает острая необходимость в создании новых высокопродуктивных сортов, обладающих высокой устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам внешней среды [5, 6, 7]. Особая роль в данном случае отводится изучению генетически разнообразного исходного материала, выделению ценных генотипов для включения их в селекционный процесс в условиях конкретного региона [8, 9, 10]. В результате воздействия условий внешней среды встает проблема изменчивости исходного материала, что затрудняет его оценку, а, следовательно, и поиск генетически ценных форм [11, 12, 13]. Использование статистических методов оценки позволяет

провести всестороннюю оценку, выявить и сгруппировать наиболее ценные генотипы в качестве исходного материала для получения новых объектов интеллектуальной собственности в засушливых условиях Нижнего Поволжья.

Цель исследований – изучить коллекцию сортов чечевицы различного происхождения, провести факторный анализ и выделить источники хозяйственно-ценных признаков для создания новых генотипов, адаптированных к условиям Нижневолжского региона.

Материал и методы исследований

В качестве объектов исследований были выбраны сорта чечевицы различного происхождения: 1. Нива 95 стандарт. 2. Веховская 1. 3. Анфия. 4. Надежда. 5. Аида. 6. Октава. 7. Даная. 8. Екатериновская. 9. Восточная 10. Дельта. 11. Рауза 12. Донская краснозёрная. 13. Рисовая. 14. Новая луна. 15. Розовосемянная. 16. Белая Небуреющая. 17. Орловская краснозерная. 18. Чернава. 19. Пикантная. 20. Фламенко. 21. КДЦ Редклифф. 22. Чёрная жемчужина

Полевые исследования проводили в 2022-2024 гг. на опытном участке УНПО «Поволжье», расположенного в южной части центральной Левобережной микрзоны. Содержание органического вещества (гумуса) в пахотном горизонте – 2,3%. Реакция почвенного раствора нейтральная – слабощелочная (РН = 7,0-7,2). В период проведения исследований отмечали различное количество осадков по годам и месяцам вегетационного периода, а так же высокую вариацию температуры (ГТК вегетационного периода в 2021 г. – 0,47; в 2022 г. – 0,25; в 2023 г. – 0,8).

Повторность в опыте четырёхкратная, размещение вариантов – систематическое, площадь учётной делянки 1 м², ширина междурядья 30 см, глубина заделки семян – 6 см. При проведении полевых экспериментов руководствовались методиками ФГБУ Госсорткомиссия и ВИР (1985). Оценка биохимических показателей проводилась на базе лаборатории ФГБОУ ВО Вавиловского университета по рекомендуемым методикам [11]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена методами дисперсионного, корреляционного, кластерного и факторного анализов с использованием программ Microsoft Excel и «AGROS 2.09» [12].

Результаты и их обсуждение

Морфометрический и биохимический анализ изучаемых сортообразцов чечевицы показал следующие результаты (таблицы 1, 2).

Анализ изменчивости морфофизиологических характеристик и биохимического состава сортообразцов чечевицы позволил выявить признаки, с высокой степенью вариабельности ($V > 20,0\%$): высота растений, количество бобов на растении, количество семян с 1 растения, масса 1000 семян, биологическая урожайность, содержание жира (рис. 1).



Рис. 1. Общая характеристика изменчивости признаков сортов чечевицы

Морфометрические параметры растений чечевицы, в среднем за 2021-2023 гг.

№	Сортообразец	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Полегание растений, балл
1	Нива 95	51,4	16,0	3,4
2	Веховская 1	44,9	14,3	2,8
3	Анфия	47,2	14,4	2,9
4	Надежда	47,4	14,5	3,3
5	Аида	42,5	15,5	2,8
6	Октава	38,7	15,2	2,9
7	Даная	45,0	17,1	3,3
8	Восточная	34,9	12,3	3,0
9	Дельта	56,1	14,9	2,9
10	Рауза	42,9	15,7	2,7
11	Екатериновская	49,1	16,0	3,2
12	Донская красnozёрная	38,3	13,0	3,0
13	Рисовая	28,7	11,2	3,5
14	Новая луна	25,6	12,6	2,5
15	Розовосемянная	24,0	15,3	2,1
16	Белая небуреющая	32,6	16,9	3,0
17	Орловская красnozерная	36,6	16,4	3,1
18	Чернава	35,2	12,4	2,7
19	Пикантная	34,2	14,2	3,5
20	Фламенко	38,0	14,0	3,0
21	КДЦ Редклифф	50,2	12,7	3,1
22	Чёрная жемчужина	27,9	14,2	2,9
НСР ₀₅		1,97	0,71	

Структура урожая и результаты биохимической оценки изучаемых образцов чечевицы, в среднем за 2021-2023 гг.

№	Сорт	Количество растений к уборке, шт./м ²	Количество бобов на растении, шт.	Количество семян с 1 растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га	Содержание протеина, %	Содержание жира, %	Содержание клетчатки, %	Содержание золы, %	Содержание БЭВ
1	Нива 95	135,8	15,2	18,5	1,17	63,2	1,59	22,5	0,8	6,4	4,1	66,2
2	Веховская 1	140,2	18,3	16,7	1,14	68,4	1,61	21,8	1,9	6,8	3,8	65,7
3	Анфия	145,0	16,0	20,0	1,22	61,5	1,79	21,3	1,1	7,1	3,0	68,5
4	Надежда	128,6	19,4	28,8	1,61	56,0	2,08	25,1	0,5	4,7	3,2	66,5
5	Аида	120,5	22,6	25,2	1,54	59,7	1,82	23,2	1,3	5,4	3,9	66,2
6	Октава	131,8	14,7	21,5	1,33	61,2	1,74	25,7	0,8	5,9	4,8	62,8
7	Даная	127,2	18,9	21,9	1,38	59,4	1,66	21,4	1,0	5,5	3,5	68,6
8	Восточная	120,9	13,7	25,4	1,10	47,2	1,45	24,5	1,0	9,2	3,1	62,2
9	Дельта	134,5	14,8	29,7	1,41	47,2	1,89	23,0	1,3	8,0	3,9	63,8
10	Рауза	153,7	18,6	21,3	1,16	53,6	1,76	23,1	1,0	6,4	3,2	66,3
11	Екатериновская	147,2	19,0	30,1	1,44	48,4	2,15	25,0	0,7	6,6	3,5	64,2
12	Донская краснозёрная	159,2	31,2	46,5	1,66	35,6	2,64	23,6	1,1	5,3	3,8	66,2
13	Рисовая	144,9	36,6	43,2	1,53	35,4	2,22	21,1	1,3	5,2	4,6	67,8
14	Новая луна	155,5	28,0	36,0	1,40	38,9	2,18	23,1	0,8	4,4	3,5	68,2
15	Розовосемянная	159,3	30,7	39,4	1,49	37,9	2,38	24,4	1,7	4,9	3,2	65,8
16	Белая небуреющая	156,2	22,5	25,1	1,47	58,4	2,29	24,5	1,3	6,1	3,6	64,5
17	Орловская краснозерная	141,8	30,1	40,2	1,69	41,9	2,39	25,1	0,9	5,5	3,1	65,4
18	Чернава	135,6	33,7	47,5	1,68	35,4	2,28	25,9	1,0	4,8	3,2	65,1
19	Пикантная	146,8	35,0	58,0	1,96	33,7	2,87	25,6	0,9	5,0	4,4	64,1
20	Фламенко	133,5	38,3	52,6	1,96	37,3	2,62	25,4	1,3	5,3	4,2	63,8
21	КДЦ Редклифф	160,2	38,7	67,5	1,82	27,0	2,92	26,5	0,8	6,3	3,8	62,6
22	Чёрная жемчужина	157,4	40,1	70,1	1,74	24,8	2,74	25,6	1,0	6,0	3,9	63,5
НСР ₀₅		1,31	0,05	2,11	0,07	0,98	0,04	0,24	0,14	2,80	1,32	0,05

Показатели высоты прикрепления нижнего боба, полегания растений, массы семян с 1 растения, содержания клетчатки и золы отнесены к категории со средним варьированием ($20,0 \% > V > 10,0\%$).

Содержание протеина и БЭВ имели слабую межсортовую изменчивость признаков ($V < 10,0\%$). Средние положительные корреляционные связи установлены между высотой прикрепления нижнего боба и массой 1000 семян ($r=0,56$); количеством семян с 1 растения и содержанием протеина ($r=0,59$); массой семян с 1 растения и содержанием протеина ($r=0,61$); биологической урожайностью и содержанием протеина ($r=0,59$).

Следует отметить, что урожайность значимо коррелирует с элементами структуры урожая: количеством бобов на растении ($r=0,89$), количеством семян с 1 растения ($r=0,91$), массой семян с 1 растения ($r=0,90$), массой 1000 семян ($r=-0,83$), а также биохимическими показателями: содержанием протеина ($r=0,59$) и клетчатки ($r=-0,50$) (рис. 2).

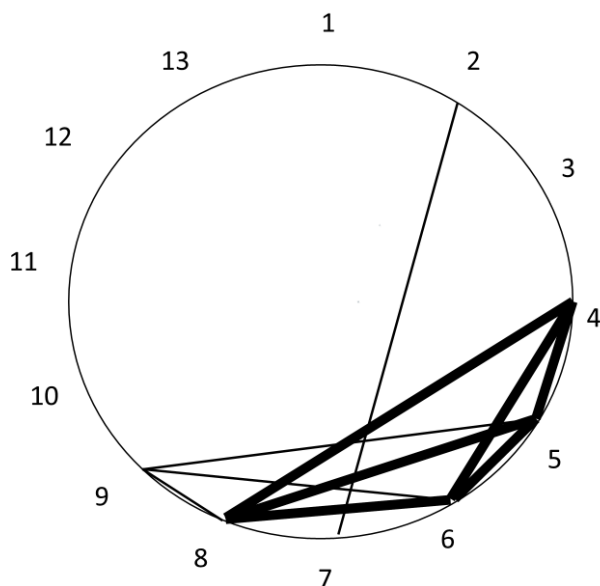


Рис. 2. Коэффициенты корреляции признаков сортов чечевицы

Примечание: *1. Высота растений, 2. Высота прикрепления нижнего боба, 3. Полегание растений, 4. Количество бобов на растении, 5. Количество семян с 1 растения, 6. Масса семян с 1 растения, 7. Масса 1000 семян, 8. Биологическая урожайность, 9. Содержание протеина, 10. Содержание жира, 11. Содержание клетчатки, 12. Содержание золы, 13. Содержание БЭВ. **Критическое значение $r_{05} = 0,423$; $r_{01} = 0,537$.

Согласно коэффициентам детерминации, определен вклад исследуемых параметров в общую продуктивность: высота растений – 3,2 %; высота прикрепления нижнего боба – 1,8 %; полегание растений – 0,1 %; количество бобов на растении – 19,6 %; количество семян с 1 растения – 20,5 %; масса семян с 1 растения – 20,1 %; масса 1000 семян – 17,1 %; содержание протеина – 8,6 %, жира – 0,2 %, клетчатки – 6,2 %, золы – 0,8 % и БЭВ – 1,8 %.

Для повышения эффективности интерпретации матрицы коэффициентов корреляции был выполнен факторный анализ с использованием метода главных компонент (табл. 3). В обсуждение включены шесть гипотетических факторов. Так как вклад последующих факторов в накапливаемые дисперсии не превышает 5 %, то их интерпретация малозначима. Факторные нагрузки по выделенным шести факторам составили: первый фактор – 43,40 %, второй – 15,66 %, третий – 12,10 %, четвертый – 9,68 %, пятый – 7,74 %, шестой – 5,26 %.

В накапливаемую дисперсию первого гипотетического фактора вошло большинство признаков, за исключением, таких как полегание растений, содержание жира, золы и БЭВ. Дисперсия второго фактора определена признаками: высота растений, полегание растений, содержанием жира и БЭВ. Признаки полегание растений, содержание клетчатки и БЭВ обуславливают третий фактор. Дисперсию четвертого фактора составили параметры высоты

Таблица 3

Факторные нагрузки

Признак	Гипотетический фактор					
	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5	Z-6
Высота растений, см	0,49	-0,60	0,17	0,01	0,04	-0,46
Высота прикрепления нижнего боба, см	0,45	-0,17	0,12	0,51	-0,61	-0,16
Полегание растений, балл	-0,04	-0,58	0,66	-0,25	0,13	-0,08
Количество бобов на растении, шт.	-0,94	0,23	0,09	-0,08	-0,01	-0,14
Количество семян с 1 растения, шт.	-0,96	-0,06	-0,05	-0,07	0,09	-0,16
Масса семян с 1 растения, г	-0,90	-0,12	0,21	0,11	-0,18	-0,18
Масса 1000 семян, г	0,91	-0,06	0,15	0,06	-0,26	0,09
Биологическая урожайность, т/га	-0,94	-0,01	0,06	0,10	-0,09	-0,20
Содержание протеина, %	-0,65	-0,47	-0,36	0,36	-0,14	0,22
Содержание жира, %	0,14	0,57	-0,34	-0,45	-0,45	-0,34
Содержание клетчатки, %	0,50	-0,44	-0,53	-0,35	0,21	-0,22
Содержание золы, %	-0,26	-0,23	0,35	-0,65	-0,44	0,31
Содержание БЭВ	0,34	0,66	0,60	0,16	0,22	-0,11
Дисперсия	5,64	2,04	1,57	1,26	1,01	0,68
Дисперсия, %	43,40	15,66	12,10	9,68	7,74	5,26
Накопленная дисперсия, %	43,40	59,06	71,16	80,83	88,57	93,83

Заключение

Согласно результатам анализа общей изменчивости морфологических и биохимических признаков модельной популяции чечевицы отмечены признаки с высокой степенью вариабельности ($V > 20,0\%$): высота растений, количество бобов на растении, количество семян с 1 растения, масса 1000 семян, биологическая урожайность, содержание жира.

Выявлено, что урожайность значимо коррелирует со следующими элементами структуры урожая: количеством бобов на растении ($r=0,89$), количеством семян с 1 растения ($r=0,91$), массой семян с 1 растения ($r=0,90$), массой 1000 семян ($r=-0,83$), а также биохимическими показателями: содержанием протеина ($r=0,59$) и клетчатки ($r=-0,50$).

Определено доленое участие каждого признака в общей урожайности и наибольший вклад отмечен по количеству бобов на растении – 19,6%; количеству семян с 1 растения – 20,5 %; массы семян с 1 растения – 20,1% и массы 1000 семян – 17,1%.

Наибольший процентный вклад в общую урожайность семян сортов чечевицы, согласно коэффициентам детерминации, отмечен по таким элементам структуры, как масса семян с растения (33,02%), количество бобов на растении (23,73%) и количество семян с одного растения (23,73%).

Факторный анализ позволил выделить шесть гипотетических факторов, на которые приходилось 93,83% накапливаемой дисперсии.

Среди изучаемых образцов для дальнейшей селекции необходимо использовать по признаку: **высота прикрепления нижнего боба** - Нива 95, Аида, Октава, Даная, Рауза, Екатериновская, Розовосемянная, Белая небуреющая, Орловская краснозерная; **полегание растений** - Нива 95, Надежда, Даная, Восточная, Екатериновская, Донская краснозёрная, Рисовая, Пикатная, КДЦ Редклифф; **содержание протеина** – Надежда, Октава, Екатериновская, Орловская краснозерная, Чернава, Пикантная, Фламенко, КДЦ Редклифф, Чёрная жемчужина; **содержание жира** - Веховская 1, Розовосемянная; **биологическая урожайность** - Надежда, Екатериновская, Пикатная, КДЦ Редклифф.

Литература

1. Амелин А.В., Кондыков И.В., Иконников А.В. [и др.] Генетические и физиологические аспекты селекции чечевицы. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1(40). – С. 31-38. – EDN PWZNZT.
2. Маслова Г. А, Гусева С. А., Бабушкин Д. Д. Выявление сортообразцов чечевицы с низкой проницаемостью клеточных мембран для селекции на повышение засухоустойчивости. // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2023. – Т. 10, № 1. – С. 65-70. – EDN VNRXGL.
3. Choukri H, Hejjaoui K, El-Baouchi A, El Haddad N, Smouni A, Maalouf F, Thavarajah D and Kumar S (2020) Heat and drought stress impact on phenology, grain yield, and nutritional quality of lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Frontiers in Nutrition* 7, 596307
4. Шихлинский Г.М., Мамедова Ш.Е. Гаджиева А. Ф., Ахмедова Г.Г. Изучение некоторых биохимических показателей генотипов чечевицы. // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 2, № 10. – С. 181-184. – EDN ZELBNP.
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. – DOI 10.23670/IRJ.2022.115.1.028. – EDN BVDELV.
6. Тен Е. А., Ошергина И. П. Селекция чечевицы Научно производственного центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева. // *The Scientific Heritage*. – 2024. – № 134(134). – С. 3-7. – DOI 10.5281/zenodo.10939532. – EDN PGGCHB.
7. Mishra GP, Dikshit HK, Kumari J, Priti, Tripathi K, Devi J, Aski M, Mehra R, Sarker A and Kumar S (2020) Identification and characterization of novel penta-podded genotypes in the cultivated lentil. *Crop Science* 60, 1974–1985.
8. Амелин А. В. Повышение активности и эффективности фотосинтеза культурных растений с помощью селекции. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2(18). – С. 89-94. – EDN WDCRSR.
9. Башинская О. С., Левкина А.Ю., Бабушкин Д.Д. Физиологические особенности адаптации чечевицы в лабораторных условиях для использования в селекции на повышение засухоустойчивости. // *Cognitio Rerum*. – 2022. – № 6. – С. 34-39. – EDN EGCYDF.
10. Маракаева Т. В. Семенная продуктивность перспективных образцов чечевицы в Омской области. // Вестник Вятского ГАТУ. – 2021. – № 4(10). – EDN FZTPHK.
11. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. – М.: Стандартинформ. 2009. – 4 с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Альянс. 2023. 349 с.

References

1. Amelin A. V., Kondykov I. V., Ikonnikov A. V. [et al.] Geneticheskie i fiziologicheskie aspekty seleksii chechevitsy. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, no. 1(40), pp. 31-38. EDN PWZNZT.
2. Maslova G. A., Guseva S. A., Babushkin D. D. Vyyavlenie sortoobraztsov chechevitsy s nizkoi pronitsaemost'yu kletochnykh membran dlya seleksii na povyshenie zasukhoustoichivosti. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur*, 2023, Vol. 10, no. 1, pp. 65-70, EDN VNRXGL.
3. Choukri H, Hejjaoui K, El-Baouchi A, El Haddad N, Smouni A, Maalouf F, Thavarajah D and Kumar S. Heat and drought stress impact on phenology, grain yield, and nutritional quality of lentil (*Lens culinaris* Medikus). 2020, *Frontiers in Nutrition*, Vol. 7, 596307
4. Shikhlinskii G. M., Mamedova Sh. E., Gadzhieva A. F., Akhmedova G. G. Izuchenie nekotorykh biokhimicheskikh pokazatelei genotipov chechevitsy. *Uspekhi sovremennoi nauki*, 2017, Vol. 2, no. 10, pp. 181-184, EDN ZELBNP.
5. Sorokina I. Yu., Kumacheva V. D. Izuchenie kollektсионnykh obraztsov chechevitsy dlya sozdaniya novykh sortov v usloviyakh Yuga Rossii. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2022, no. 1-1(115), pp. 140-143, DOI 10.23670/IRJ.2022.115.1.028, EDN BVDELV.

6. Ten E. A., Oshergina I. P. Seleksiya chechevitsy Nauchno proizvodstvennogo tsentra zernovogo khozyaistva im. A.I. Baraeva. *The Scientific Heritage*, 2024, no. 134(134), pp. 3-7, DOI 10.5281/zenodo.10939532, EDN PGGCHB.
7. Mishra GP, Dikshit HK, Kumari J, Priti, Tripathi K, Devi J, Aski M, Mehra R, Sarker A and Kumar S. Identification and characterization of novel penta-podded genotypes in the cultivated lentil. *Crop Science*, 2020, Vol.60, pp. 1974–1985.
8. Amelin A. V. Povysheenie aktivnosti i ehffektivnosti fotosinteza kul'turnykh rastenii s pomoshch'yu seleksii. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 2(18), pp. 89-94. – EDN WDCRSR.
9. Bashinskaya O. S., Levkina A. Yu., Babushkin D. D. Fiziologicheskie osobennosti adaptatsii chechevitsy v laboratornykh usloviyakh dlya ispol'zovaniya v seleksii na povysheenie zasukhoustoichivosti. *Cognitio Rerum*, 2022, no. 6, pp. 34-39. – EDN EGCYDF.
10. Marakaeva T. V. Semennaya produktivnost' perspektivnykh obraztsov chechevitsy v Omskoi oblasti. *Vestnik Vyatskogo GATU*, 2021, no. 4(10), EDN FZTPHK.
11. GOST 10842-89 Zerno zernovykh i bobovykh kul'tur i semena maslichnykh kul'tur. Metod opredeleniya massy 1000 zeren ili 1000 semyan. Moscow, Standartinform. 2009, 4 p.
12. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy. 5th edition, revised. Moscow, Al'jans Publ., 2023, 349 p.