

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ ГЕНОТИПОВ ЧЕЧЕВИЦЫ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ (LENS CULINARIS MEDIC)

CHARACTERIZATION OF ELEMENTS OF PRODUCTIVITY IN LENTIL (LENS CULINARIS MEDIC) GENOTYPES BY STATISTICAL METHODS

Sh. Mamedova

Summary. The research has conducted a comparative study based on structural analysis of some productivity parameters of the new lentil collections. In genotypes have been recorded the average genetic variation on plant height, number of seeds in beans, number of beans per plant, and 100 seeds weight. 31% of the studied samples have been determined as high productive, 43% moderately productive, and 26% low productive. Genotypes Flip 2011–61, Flip 2011–41, Flip 2011–43, 10941, 10940, 10939, 10929 and variety Jasmin have been evaluated as the most perspective samples.

Keywords: lentil, productivity, quality, correlation.

Мамедова Шамсия Эльхан

*Диссертант, н.с., Институт Генетических Ресурсов
НАНА, Баку, Азербайджан
sh.mammadova.agri@gmail.com*

Аннотация. В ходе исследования было проведено сравнительное исследование на основе структурного анализа некоторых параметров продуктивности новых коллекций чечевицы. В генотипах были зафиксированы средние генетические различия по высоте растения, количеству семян в бобах, количеству бобов на растении и массе 100 семян 31% исследованных образцов были признаны высокоурожайными, 43% — среднеурожайными, а 26% — низкоурожайными. Генотипы Flip 2011–61, Flip 2011–41, Flip 2011–43, 10941, 10940, 10939, 10929 и Жасмин оценены как наиболее перспективные образцы.

Ключевые слова: чечевица, урожайность, качество, корреляция.

Введение

Голод и недоедание — одна из важнейших проблем современности. Ограниченная доступность некоторых аминокислот и высокая стоимость продуктов животного происхождения сделали бобовых важной альтернативой для удовлетворения потребностей в белке [7].

Бобовые культуры богаты белком, они выращиваются для пищевых, кормовых и технических целей. Из-за низкого содержания протеина (в производимых кормах кормовая единица составляет 85–86 граммов перевариваемого протеина) потребление корма происходит выше нормы. По зоотехнической норме, это приводит к росту цен на продукцию животного происхождения. На каждую кормовую единицу должно приходиться 105–110 граммов перевариваемого протеина. Бобовые содержат все аминокислоты, необходимые человеку и животным. Семена и плоды содержат большое количество различных витаминов (А, В, С, РР и др.), необходимых для нормального функционирования организма.

Злаки и бобовые имеют большое значение как основной источник высокобелковой пищи и различных видов кормов для сельскохозяйственных животных.

Бобовые имеют ряд преимуществ перед другими небобовыми культурами. Во-первых, вегетативные и генеративные органы бобовых культур в 2–3 раза богаче белком, чем другие растения. Семена, стебли, ветви и листья бобовых, содержат большое количество белка. Во время кормления сельскохозяйственных животных зернобобовыми, а также смесью зернобобовых, увеличивается переваримость протеина зерна на 20–50%. 80–90% белка бобовых культур хорошо усваивается животным организмом.

Еще одно преимущество бобовых культур состоит в том, что они накапливают много азота на одном участке земли. Белок, производимый бобовыми, очень дешево обходится для хозяйства. Бобовые являются хорошими предшественниками для большинства небобовых растений. С пожнивными остатками корней и ревеня, бобовые сохраняют в почве значительное количество азота и другие питательные вещества. Бобовые культуры выращивают для получения сухой травы, зеленой массы и силоса. Семена бобовых также богаты незаменимыми аминокислотами. Соя, бобы, чечевица, зеленый горошек и нут богаты незаменимым лизином, метионином, триптофаном. Процент переваримости протеинов этих бобовых организмом высокий.

Таблица 1. Название, происхождение и номера образцов чечевицы по каталогу

№	Название и номер образца чечевицы по каталогу	Происхождение	№	Название и номер образца чечевицы по каталогу	Происхождение
1	Flip2010–19	ICARDA	24	Flip2011–59	ICARDA
2	Flip2010–26	ICARDA	25	Flip2011–61	ICARDA
3	Flip2010–81	ICARDA	26	Flip2011–64	ICARDA
4	Flip2010–91	ICARDA	27	10932	
5	Flip2010–94	ICARDA	28	10946	
6	Flip2010–95	ICARDA	29	10939	
7	Flip2010–96	ICARDA	30	10943	
8	Flip2010–97	ICARDA	31	Flip2011–32	ICARDA
9	Flip2010–101	ICARDA	32	Flip2011–31	ICARDA
10	Flip2011–13	ICARDA	33	10928	
11	Flip2011–14	ICARDA	34	Flip2011–40	ICARDA
12	Flip2011–17	ICARDA	35	10937	
13	Flip2011–18	ICARDA	36	10940	
14	Flip2011–19	ICARDA	37	10926	
15	Flip2011–20	ICARDA	38	10925	
16	Flip2011–26	ICARDA	39	Flip2011–384	ICARDA
17	Flip2011–35	ICARDA	40	10942	
18	Flip2011–37	ICARDA	41	10934	
19	Flip2011–41	ICARDA	42	10929	
20	Flip2011–42	ICARDA	43	10930	
21	Flip2011–43	ICARDA	44	Flip2011–29	ICARDA
22	Flip2011–51	ICARDA	45	Flip2011–36	ICARDA
23	Flip2011–57	ICARDA	46	Jasmin	Азербайджан

Чечевица (*Lens culinaris Medic.*) — одни из первых и самых ценных бобовых культур и выращивается на зерно. Для развивающихся стран, она считается важным продуктом питания с высоким содержанием протеина. Особенно важную роль играют в пищеварении у жвачных животных также солома чечевицы, которая содержит 13% протеина[9].

Чечевица не накапливает нитраты, токсичные вещества, радионуклиды, поэтому представляет собой экологически чистый продукт. Хозяйственное значение чечевицы напрямую связано с химическим составом ее семян. В чечевице содержится до 22–35% белка, 48–53% углеводов, 0,6–2% жира и 2,2–4,4% минеральных солей. Кроме того, в чечевице присутствуют такие микроэлементы, как Fe, Zn, P, Ca, B и витамины групп C, β-каротин [11, 15].

Фибриллярные волокна и сапонины в составе чечевицы, подавляют рост опухоли, подавляя синтез ДНК в раковых клетках [14].

В последние годы, усиление засухи в Азербайджане препятствует выращиванию устойчивых к дождю и засухе образцов чечевицы, а нестабильные урожаи способствуют тому, что фермеры в поисках новых сортов.

Создание высокоурожайных, устойчивых к засухе и болезням, скороспелых, высокорослых, но устойчивых к полеганию, здоровых сортов — основные требования фермеров. В этом направлении ведутся различные исследования [3, 4, 5].

Помимо высокой урожайности важно изучить другие количественные и качественные характеристик бобовых. Из-за узкой генетической базы этой культуры, сложно создать разные сорта по любому признаку, но в этом отношении, включение в исследования большого количества генотипов из мировой коллекции может быть полезным [2, 6].

Материалы и методы

Характеристика генотипов чечевицы проводилась в полевых условиях на Апшеронской научно-исследовательской базе в 2-х экспериментальных условиях (с орошением и без орошения) в течение 2013–2016 гг. Начиная со стадии цветения, один повтор образца поливался регулярно, а другой повтор –раз в два дня. Были проведены наблюдения и сравнивались результаты структурного анализа. Анализы проводились отдельно по годам, и на основе общих результатов за два года с помощью кластерного анализа была построена дендрограмма.

Таблица 2. Степень вариации некоторых элементов продуктивности в образцах чечевицы.

Признаки	Мин.	Макс.	Среднее число, ±	Среднее квадратическое отклонение	Статистическая значимость
Высота расположения 1-го боба, см	9,0	18,7	13,8±0,11	2,2	**
Высота растения, см	27,00	44,7	35,0±0,21	4,1	***
Число семян на растение, шт.	50,00	153,0	100,4±0,25	41,1	**
Кол-во бобов на растение, шт.	50,00	167,0	104,4±0,41	24,6	**
Масса 100 семян, гр	2,50	5,2	3,6±0,15	0,6	***
Количество выходов, шт.	62,00	100,0	81,4±0,19	7,2	*

Образцы выращивались в нормальных (орошаемых) условиях на Апшеронской опытной базе Института генетических ресурсов НАНА в 2013–2016 гг. По схеме посева расстояние между рядами составляло 45 см, длина ряда — 2 м, расстояние между растениями — 5 см. Глубина заделки семян составила 5–7 см. В течение вегетационного периода проводились морфологические (количество цветков, окраска и др.) и фенологические (первый всходы, 50% цветение и др.) наблюдения, а также проводились агротехнические работы. После полной зрелости из каждого образца отбирались 10 растений с корнями и проводилось сравнительное исследование на основе структурного анализа по 9 параметрам продуктивности (высота растения, количество продуктивных стеблей, количество бобов на растении, количество семян на растении, масса семян на растении, масса 100 семян, количество семян на один боб, ширина и длина бобов).

Высота растения (см) на 10 случайно выбранных растениях определялась путем измерения части почвы от верха почвы до самой высокой точки растения. С целью определения массы (г) 100 семян, взятых из образцов, семена были разделены на 4 группы по 100 семян в каждой, их масса измерялась и определялось среднее число. Количество бобов и семян (единиц) определялось путем подсчета бобов и семян на 10 случайно выбранных растениях и по определению среднего числа. Ширина и длина боба измерялись линейкой.

Статистический анализ полученных результатов проводился с помощью компьютерной программы SPSS. Степень вариации компонентов продуктивности между генотипами и статистическую значимость этой вариации оценивали методом ANOVA. Была рассчитана фенотипическая корреляция между признаками, анализ основных компонентов использовался для определения компонентов, ответственных за вариации в соответствии с фенотипическими признаками, а кластерный анализ был использован для определения генетического расстояния между образцами.

Корреляции определялись с помощью компьютерной программы SPSS по следующей формуле (формула 1):

$$r = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{(\sum x_i^2 - n \bar{x}^2)(\sum y_i^2 - n \bar{y}^2)}} \quad (1)$$

Здесь x и y означает отдельные символы, а n — примеры.

Кластерный анализ был выполнен с использованием программы SPSS. Этот анализ основан на методах Уорда и UPGMA, определяет генетическое расстояние между образцами, таким образом, помещает генетически близкие образцы в единую группу. Результаты группировки описываются в виде дендрограммы с помощью кластерного анализа.

Кластерный анализ для экономических показателей UPGMA (Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Average) основан на евклидовой расстоянии [16].

Результаты исследования и их обсуждение

Исследовались 46 образцов чечевицы разного происхождения выращенные в условиях орошения, в течение 3 лет на Апшеронской научно-исследовательской базе, и структурные элементы образцов были изучены. Полученные результаты были проанализированы с помощью статистических методов. Самым эффективным методом анализа показателей продуктивности является вариационный анализ. Высота растения является наиболее чувствительным признаком, подвергающийся влиянию окружающей среды и оказывающий широкую вариацию. В наших исследованиях была зафиксирована высокая вариация по высоте растений (27,0–44,7 см). Максимальная высота была зафиксирована в образцах Жасмин (44,7 см) и 10932 (43,3 см), а минимальная — в образцах Flip 2010–81 (28,0 см) и Flip 2010–96 (27,0 см).

В своем исследовании по образцам чечевицы, Али Коч., изучив их фенологических и морфологических

Таблица 3. Корреляция показателей продуктивности образцов чечевицы (*Lens culinaris Medic*)

	Высота расположения 1-го боба	Высота растения	Количество семян на растение	Количество бобов на растении	Масса 100 семян	Количество выходов
Высота расположения 1-го боба	1	0.650**	0.119	0.250	0.318*	0.020
Высота растения		1	0.572**	0.471*	0.435*	0.140
Количество семян на растение			1	0,598**	0.093	0.080
Количество бобов на растении				1	0,247	0,089
Масса 100 семян					1	0,05
Количество выходов						1

* = P < 0.05, ** = P < 0.01, *** = P < 0.001

особенностей показал, что высота у растений составляла 44–55 см [1], в то время как в Индии, Гупта и его коллеги в своем исследовании над чечевицей отметили, что высота у растений составляла 6,2–24,2 см [9]. Исходя из литературных источников, в целом изученные нами образцы можно назвать средневысокими (32–36 см).

Резкая вариация наблюдалась на количестве бобов и семян. Таким образом, количество бобов на растение составляло 50,0–167,0, а количество семян на растение — 50,0–853,0. Наибольшее количество семян было отмечено в Flip 2011–41 (167,0 шт.), 10943 (165,0 шт.), наименьшее количество зерен было отмечено в Flip 2010–81 (50 шт.). Количество семян в 1 бобе обычно 1–2, в некоторых образцах 3, а масса 100 семян колеблется в пределах 2,5–5,2 г.

Масса 100 семян варьировала от 2,5 до 5,2 г. Самый низкий показатель этого признака был отмечен у Flip 2011–42 (2,5 г), а самый высокий — у образца Жасмин (5,2 г). Другие исследования показали, что масса 100 семян не зависит от воздействия окружающей среды и для разных генотипов колеблется в пределах 1,07–8,55 грамма [6, 13, 15].

Для определения взаимосвязи между различными элементами продуктивности, корреляционный анализ был рассчитан на основе трехлетних средних значений (таблица 3). Значимая положительная корреляция (P < 0,001) была обнаружена между высотой растения и количеством бобов на растение, между количеством семян на растение и массой. Однако значимость этой корреляции варьируется. Хотя корреляция между высотой расположения 1-го боба и количеством семян на растении и количеством бобов на растении не является статистически значимой, существует очень значимая (P < 0,001) положительная корреляция между этим признаком и высотой растения. В наших эксперимен-

тах положительная корреляция была зафиксирована между количеством семян на растение и количеством бобов, а также отрицательная корреляция (r = -0,093) была отмечена между количеством семян на растение и массой 100 семян.

Это свидетельствует о том, что увеличение количества семян привело к уменьшению массы 100 семян. Отрицательная корреляция между количеством семян и массой 100 семян отмечена также в других исследованиях [6, 8, 12, 17]. В своем исследовании, Токлу и его коллеги (2009) отметили значимую взаимосвязь между количеством и массовыми признаками у семян местных генотипов чечевицы [18]. По литературным сведениям, также отмечается, что количество бобов на растение, количество зерен в растении, масса и высота расположения 1-го боба должны приниматься во внимание в качестве критериев селекции [9, 10, 15].

В нашем исследовании не было обнаружено значимой корреляции между количеством выходов и исследованными показателями продуктивности.

Среди исследованных образцов чечевицы был проведен кластерный анализ и на основании изученных показателей продуктивности образцы были сгруппированы.

Анализ проводился на основании чисел в среднем за 3 года, результаты были описаны с помощью дендрограммы (рисунок 1). Как видно из дендрограммы, 46 изученных образцов чечевицы разного происхождения были сгруппированы в 5 основных группах, при этом количество и происхождение генотипов, включенных в каждую группу, были разными (Таблица 4).

Большая часть вариации между образцами была связана с количеством семян на растении. Кластерный

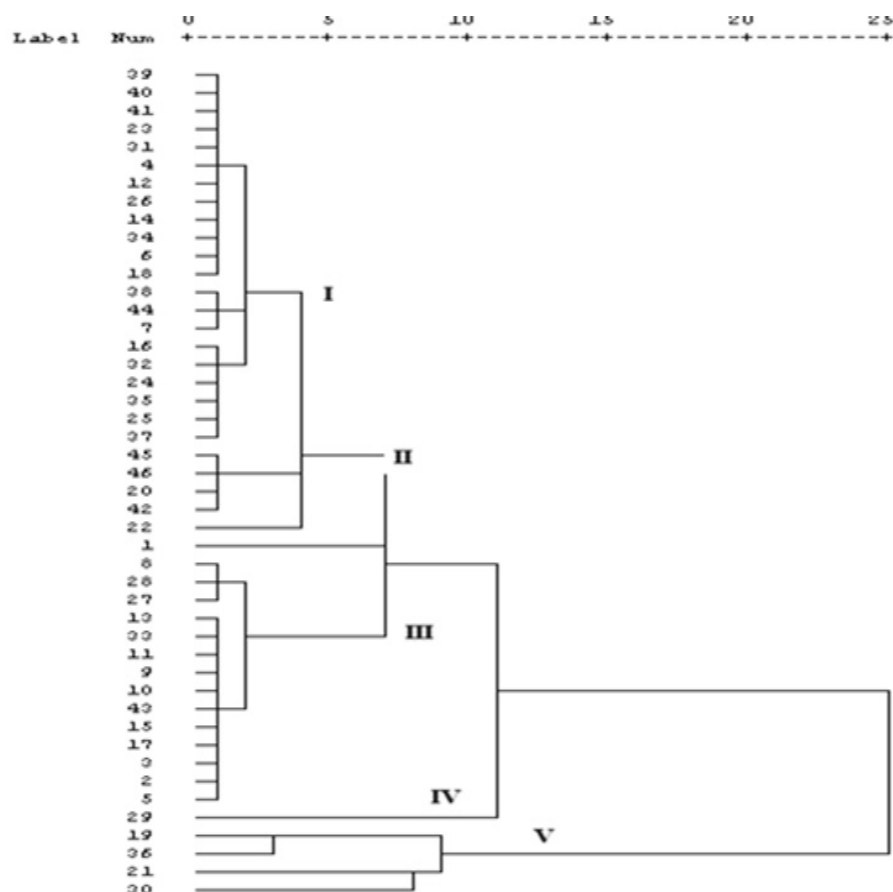


Рис. 1. Группирование генотипов чечевицы по морфологическим и количественным показателям выращенных в 2013–2016 гг.

Таблица 4. Вариация признаков в образцах чечевицы, сгруппированных в разные кластеры.

Кластер	Количество и происхождение генотипов, включенных в кластер	Высота растения, см	Высота расположения 1-го боба	Количество бобов на растении, шт.	Количество семян на растение, шт.	Масса 100 семян, гр.	Количество выходов
I	4, 6, 7, 12, 14, 16, 18, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 44	27,0–40,3	11,0–14,7	85,7–138,0	80,3–153,0	2,9–4,7	68–100
II	20, 22, 42, 45, 46	30,0–44,7	11,3–17,0	81,7–149,3	114,7–151,3	2,5–5,2	78–81
III	1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 26, 27, 33, 43	28,0–43,3	9,0–16,7	50,0–116,0	50,0–149,7	2,5–4,7	62–91
IV	29	41,0	16,3	81,3	133,3	3,4	92
V	19, 21, 30, 36	31,0–38,7	10,0–14,0	53,3–167,0	135,7–225,7	2,6–3,3	73–85
Общее среднее значение		35,1	13,8	104,4	100,43	3,6	81,4

анализ, основанный на этот показатель позволяет разделить генотипы на группы по количеству семян. По таблице 4, кластер I является самой большой группой и объединяет 46% исследованных образцов. Образцов, принадлежащих к этой группе, можно оценить, как ко-

роткорослых, средне урожайных. 10929, Flip 2011–42, Flip 2011–57, Flip 2011–36, Жасмин включенные в 2-ую группу, были оценены как средне рослые и высоко урожайные образцы. 15 образцов, включенных в кластер III, относятся к группе среднерослых, средней урожай-

ности, только один образец, включенный в кластер IV (10939), и 4 образца, включенные в кластер V (Flip2011–41, Flip2011–43, 10941, 10940), являются высоко рослыми и имеют высокое количество семян.

В результате анализа выявлено среднее ($P < 0,01$) статистически значимое генетическое разнообразие среди 46 генотипов чечевицы, культивируемых по отдельным морфологическим и количественным признакам. Среди генотипов, из исследованных образцов 31% отмечены как высокоурожайными, 43% — средне урожайными,

26% — низко урожайными. Таким образом, в результате анализа среди 46 генотипов чечевицы, культивируемых по индивидуальным морфологическим и количественным характеристикам было выявлено среднее ($P < 0,01$) статистически значимое генетическое разнообразие. Установлено, что из исследованных образцов 31% из них были отмечены как высоко урожайными, 43% — средне урожайными, 26% — низко урожайными. Среди генотипов Flip2011–61, Flip2011–41, Flip2011–43, 10941, 10940, 10939, 10929 и Жасмин были оценены как наиболее перспективные образцы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ali Koç, Hakkı Akdeniz, 2019. Determination of yield and technological characteristics of some red lentil (*Lens Culinaris medik.*) Genotypes in watery conditions of Beyazkule Ceylanpinar. *Erciyes Journal of Agriculture and Animal Sciences ETHABD*, Volume 2, Issue 2 (2019), pp. 15–20.
2. Aydogan, A., Karagul, V., Gyurbuz, A., 2008. Effect of different sowing times on yield and yield components of green and red lentils (*Lens culinaris Medik.*). *Journal of the Central Research Institute of Field Crops*, 2008, 17 (1–2).
3. Amirov L.A., Mirzaev R. Sh., Hasanova G.M., Mamedov Kh.I., Shikhalieva K.B., Babaeva S.M. Results of research and breeding of the lentil gene pool // *Proceedings of the Azerbaijan Research Institute of Crop Husbandry*. Baku: Muallim, 2014, v.XXV, p.38–41.
4. Mirzaev R.S., Amirov L.A., Dzhahangirov A.A. (2014) Study of drought resistance of samples of food and leguminous crops // *Proceedings of the Azerbaijan Research Institute of Crop Husbandry*. Baku; Muallim, v.XXV, p. 152–155
5. Yusifov M.A. *Plant growing*. Baku: Ganun, 2011, pp. 112–125.
6. Beecher B.T, Toncher E. and Chakar, D. Relationship between yield and yield elements of local lentil varieties in the Southeast Anatolia region. Turkey 4. *Field Crops Congress*, 381–384, 2001.
7. Bukak, B., Al, V., Baisal, I. and Polat T. Alternative varieties and lines of lentils GAP III. *Agricultural Congress*, 555–558, 2003.
8. Chiftchi V. and Yulker M. Analysis of adaptation and stability of yield and some components of the yield of winter lentils // *ukurova Uni. Zir. Fac. Derg.*, 16: 47–54, 2001.
9. Gupta A, Sinha MK, Mani VP, Dube SD. 1996. Classification and Genetic Diversity in Lentil Germplasm. *Lens Newsletter*. Vol: 23, No: 1/2, Icarda.
10. Gunel E., Yilmaz N., Erman M., Kulaz H. 1993. Investigations of the phenological and morphological properties of lentils (*Lens culinaris Medic.*) Under environmental conditions Wang, *Journal of the Faculty of Agriculture of Yuzyuncu Yil University*, 3 (12): 315–323
11. Chehrali S. *Fodder Grain legumes*. Faculty of Agriculture, University of Ankara Publications: 1089 Textbook: 314, Ankara, 1988.
12. Luthra and P.C. Sharma. Correlation and path analysis in lentils., Department of Agricultural Botany, Meerut University, India, *Lens Newsletter* Vol. 17, no. 2, 1990.
13. Sepetoğlu H. *Food Grain Legumes*. Ege University Faculty of Agriculture Publications, No: 24, İzmir. 1994.
14. Montemurro Filippo, Redana Stefania, Viale Giuseppe et al. Eating Beans May Stave of Breast Cancer // *Int. J. Cancer* 2005, V. 114, p. 628–633
15. Saxena MC. *Agronomy of lentils*. In: C. Webb and G. Hawtin (eds.), *Lentils*. C.A.B., London, UK., p. 111–130, 1981.
16. Rohlf F.J. *NTSYS-pc numerical taxonomy and multivariate analysis system*, version 2.1. New York: Exeter. Publ., 2004, 38 p., p.21–22.
17. Sozen, O., Karadavut, U. Determination of the Relationships Between Grain Yield and Yield Components in Some Green Lentil Genotypes. *Journal of the Field Crops Central Research Institute*, 26 (1), 104–104. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.323605>, 2017.
18. Toklu, F., Bicer, B.T., Karakoy, T., 2009. Agro-morphological characterization of the Turkish lentil landraces. *African Journal of Biotechnology*, 8(17):4121–4127.

© Мамедова Шамсия Эльхан (sh.mammadova.agri@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»