

УДК 633.11
AGRIS F30

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/117/43>

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ГЕНОТИПОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (*Triticum durum* Desf.)

- ©Алиева Д. Л., Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Баку, Азербайджан, nicat-zamanov-94@mail.ru
- ©Агазаде Г. Ф., Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Баку, Азербайджан, gunel.agazade1996@mail.ru
- ©Бабаева К. Э., канд. с.-х. наук, Азербайджанский государственный
аграрный университет, г. Баку, Азербайджан
- ©Мусаева С. Э., Азербайджанский государственный
аграрный университет, г. Баку, Азербайджан, musayevasevinc11@gmail.com,
- ©Гусейнова А. М., канд. с.-х. наук, Азербайджанский государственный
аграрный университет, г. Баку, Азербайджан

COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOMORPHOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL TRAITS OF DURUM WHEAT GENOTYPES (*Triticum durum* Desf.)

- ©Aliyeva D., Azerbaijan State Agrarian University, Baku, Azerbaijan, nicat-zamanov-94@mail.ru
- ©Agazade G., Azerbaijan State Agrarian University,
Baku, Azerbaijan, gunel.agazade1996@mail.ru
- ©Babayeva K., Ph.D., Azerbaijan State Agrarian University, Baku, Azerbaijan
- ©Musaeva S., Azerbaijan State Agrarian University,
Baku, Azerbaijan, musayevasevinc11@gmail.com
- ©Guseynova A., Ph.D., Azerbaijan State Agrarian University,
Baku, Azerbaijan, aysel-h91@mail.ru

Аннотация. Исследование проведено с целью изучения биоморфологических и технологических показателей генотипов твердой пшеницы разного происхождения. Опыты проводились в Азербайджанском государственном аграрном университете в 2022-2024 гг на 37 из 77 генотипов твердой пшеницы. Были проанализированы основные морфологические показатели. Из технологических показателей были определены стекловидность, содержание клейковины, коэффициент деформации глютена и содержание белка. Полученные результаты показали, что по всем показателям между генотипами имеются статистически значимые различия. В частности, наибольшую массу 1000 зерен имел сорт Гянджа-5 (79,2 г), а по высоте растения (118,0 см) превосходил сорт Гянджа-6. Установлено, что наибольшее количество зерен в колосе — 3,3 г и урожайность зерна имеет генотип GDP-701. В технологическом отношении GDP-741 и GDP-535 превосходили по высоким показателям КДГ, а GDP-560 и GDP-574 по содержанию клейковины. Эти результаты свидетельствуют о том, что некоторые генотипы рекомендованы для селекции как по биоморфологическим, так и по технологическим показателям и обладают потенциалом адаптации к условиям Азербайджана.

Abstract. The study was conducted with the aim of studying the biomorphological and technological parameters of durum wheat genotypes of different origins. Experiments were conducted at the Azerbaijan State Agrarian University in 2022-2024 on 37 of 77 genotypes of durum wheat. The main morphological indicators were analyzed. Glass viscosity, gluten content, gluten deformation coefficient and protein content were determined from the technological

indicators. The obtained results showed that there are statistically significant differences between the genotypes for all indicators. In particular, the highest weight of 1000 grains was the variety Ganja-5 (79.2 g), and the height of the plant (118.0 cm) was superior to the variety Ganja-6. It is established that the highest amount of grains in the ear is 3.3 g and the yield of the grain has the genotype GDP-701. In terms of technology, GDP-741 and GDP-535 were superior in terms of KDG, and GDP-560 and GDP-574 in terms of gluten content. These results indicate that some genotypes are recommended for selection based on both biomorphological and technological parameters and have the potential to adapt to the conditions of Azerbaijan.

Ключевые слова: *Triticum durum*, биоморфологический анализ, генотип, клейковина, продуктивность.

Keywords: *Triticum durum*, biomorphological analysis, genotype, gluten, productivity.

Твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) является одной из стратегических сельскохозяйственных культур во всем мире. Она в основном используется для приготовления макаронных изделий, кускуса и других сухих продуктов и отличается высоким содержанием белка, качеством клейковины и технологическими свойствами. Высокое содержание белка, стекловидность, содержание клейковины и другие технологические свойства повышают ее значимость в пищевой промышленности. В последние годы глобальное изменение климата и необходимость повышения устойчивости в сельскохозяйственных системах сделали отбор более адаптированных и продуктивных генотипов твердой пшеницы приоритетным [1, 2].

Биоморфологические и агрономические показатели твердой пшеницы (высота растения, длина колоса, количество колосков и зерен, масса 1000 зерен и т.д.) характеризуют ее генетический потенциал и способность адаптироваться к окружающей среде. Эти показатели являются ключевым компонентом урожайности и качества и используются на начальном этапе оценки в программах селекции и генетического улучшения. Поэтому сравнительный анализ генотипов разного происхождения на основе биоморфологических показателей очень важен [3].

В странах с различными регионами с точки зрения климата и почвенных условий, таких как Азербайджан, систематический анализ местных и интродуцированных генотипов пшеницы играет фундаментальную роль как в повышении производительности, так и в создании новых селекционных материалов. В то время как большая часть существующих научных работ проводится по мягкой пшенице, обширные генотипные и биоморфологические исследования по твердой пшенице относительно редки [4, 5].

Это может ограничивать источник генетического материала для национальных селекционных программ. Целью исследования является выявление высокоадаптивных и продуктивных генотипов в условиях Азербайджана путем биоморфологического анализа генотипов твердой пшеницы разного происхождения.

Материалы и методы

Исследование проводилось в 2022-2024 гг в лаборатории полевых исследований зерновых и бобовых культур Азербайджанского Государственного Аграрного Университета. Экспериментальный участок был выбран в соответствии с климатическими и почвенными условиями города Гянджа (географические координаты: 40°40' с ш, 46°20' в д, высота — 468 м). Климат этого региона полупустынный, а температура и влажность в весенние и летние

месяцы влияли на развитие растений. Растительный материал, используемый в исследовании, состоял из 33 интродуцированных и 4 местных (Гянджа) генотипов твердой пшеницы. Исследование было основано на рандомизированном полном блочном дизайне (Randomized Complete Block Design-RCBD).

Каждый из 37 генотипов был высажен на площади 2 м². Расстояние между растениями составляло 15 см, а расстояние между рядами — 20 см. Фенологические наблюдения проводили в течение вегетационного периода по методу Купермана [3].

Показатели качества зерна хлебных злаков определяли в лаборатории качества зерна НИИ Земледелия. Анализировали массу 1000 зерен, количество стекловидных и полустекловидных зерен в поперечном сечении зерна.

Содержание клейковины определяли методом ручного отмывания крахмала и отрубей из теста в проточной воде. Коэффициент деформации глютена (КДГ) измеряли на приборе ИДК-1 отечественного производства и определяли группу качества клейковины. Общий азот определяли по методу Кельдаля. Его определяли на основании методических указаний по оценке качества зерна [6].

Анализ и обсуждение

Согласно результатам, представленным в Таблице 1, высота растений варьировалась от 59,5 см (GDP-537) до 118,0 см (Гянджа-6). Самый длинный колос был зафиксирован у генотипа GDP-647 — 12,1 см. Масса 1000 зерен варьировалась от 17,8 г (GDP-597) до 79,2 г (Гянджа-5), что свидетельствует о высоком генетическом разнообразии среди генотипов. Эти результаты подтверждают изменчивость биоморфологических признаков в зависимости от генотипа и климатических условий.

Таблица 1

СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УРОЖАЙНОСТИ ГЕНОТИПОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ (2022-2024 гг.)

Номер генобанка	Страна	РР, см	ДК, см	ККОК, шт	КЗОК, шт	ВЗОК, г	Вес 1000 зерен, г	ВК
GDP-466	Франция	71.5	8.5	17.0	62.0	1.6	37.3	25.6
GDP-469	Франция	71.0	6.0	19.0	47.5	2.4	38.1	24.3
GDP-501	Франция	82.5	8.9	20.0	59.5	1.9	37.7	29.8
GDP-503	Франция	92.5	8.5	20.5	66.5	2.2	38.3	19.4
GDP-505	Франция	63.5	9.5	23.5	61.0	2.8	35.5	24.3
GDP-512	Франция	102.0	8.0	22.5	49.5	2.6	35.0	25.3
GDP-534	Франция	68.0	8.0	20.5	37.0	2.3	36.6	25.0
GDP-535	Франция	98.5	9.3	20.0	41.0	1.7	38.7	23.3
GDP-537	Франция	59.5	7.7	18.0	51.5	1.5	42.2	24.9
GDP-551	ЕТН	65.0	6.9	21.0	56.5	2.0	36.1	21.4
GDP-560	Турция	72.0	6.8	13.0	45.0	1.5	43.1	29.1
GDP-566	Израиль	78.0	6.8	20.5	38.5	1.6	46.8	25.9
GDP-574	Казахстан	113.5	7.5	18.0	48.5	1.6	44.6	28.9
GDP-590	Оман	111.0	7.2	23.0	51.5	1.6	36.5	31.9
GDP-597	Испания	106.5	6.3	22.5	45.5	1.3	41.5	17.8
GDP-609	Сирия	103.5	8.5	16.0	46.5	1.6	47.6	30.7
GDP-611	Иран	99.5	7.9	18.0	46.0	1.8	44.3	20.4
GDP-647	Тунис	100.0	12.1	17.5	38.5	1.9	35.6	26.3
GDP-664	Ираг	85.5	10.0	22.0	37.2	2.3	38.9	23.8
GDP-669	Португалия	109.5	7.7	18.0	53.5	1.5	55.3	18.4
GDP-671	Тунис	94.0	8.7	18.5	43.0	1.30	34.9	25.2

Номер генобанка	Страна	РР, см	ДК, см	ККОК, шт	КЗОК, шт	ВЗОК, г	Вес 1000 зерен, г	ВК
GDP-682	ЕТН	90.0	9.0	18.5	47.0	1.20	42.6	20.0
GDP-684	Кипр	102.0	9.5	18.0	47.0	2.1	45.9	22.6
GDP-694	Тунис	60.0	9.8	17.5	38.0	1.7	44.1	19.3
GDP-700	Иран	92.5	8.7	21.5	48.5	1.6	45.7	22.7
GDP-701	Иран	60.5	7.7	19.0	41.0	3.3	55.3	22.1
GDP-705	Греция	69.5	10.5	20.5	45.5	2.0	50.2	21.8
GDP-737	Узбекистан	77.5	11.8	17.0	41.0	1.6	42.1	20.9
GDP-738	Узбекистан	68.0	7.9	18.5	49.5	1.5	35.5	24.1
GDP-741	Узбекистан	86.5	8.0	21.5	49.0	1.6	39.7	30.1
GDP-748	Италия	80.0	9.7	19.0	48.5	1.9	47.0	23.7
GDP-761	Тунис	84.5	8.0	22.5	40.0	2.0	51.0	28.3
GDP-762	Иран	88.0	6.7	22.5	47.5	1.7	51.9	32.8
Гянджа -5	Гянджа	91.0	8.0	18.5	45.5	1.6	79.2	25.5
Гянджа -6	Гянджа	118.0	5.0	21.5	42.0	3.2	47.7	35.0
Гянджа -7	Гянджа	95.0	5.9	20.0	51.5	1.8	40.0	32.5
Гянджа -8	Гянджа	107.0	6.1	21.0	40.0	1.9	35.7	35.0

Рост растения (РР), высота растения (ВВ, см), длина колоса (ДК, см), количество колосков в основном колосе (ККОК, шт), количество зерен в основном колосе (КЗОК, шт), вес зерен основного колоса (ВЗОК, г), вес 1000 зерен (г), плотность колоса ПК (шт).

Матрица корреляции Пирсона, представленная в Таблице 2, отражает взаимосвязи между биоморфологическими показателями. Между высотой растения и плотностью колоса наблюдается слабая положительная связь ($r=0,17$); $p>0,05$. Также наблюдается слабая положительная связь между массой 1000 зерен и плотностью колоса ($r=0,24$); $p<0,05$. Между другими показателями взаимосвязи слабые или отрицательные, что свидетельствует о сложной природе биоморфологических показателей.

Таблица 2

МАТРИЦА КОРРЕЛЯЦИИ (коэффициенты корреляции Пирсона)

Показатели	РР	ДК	ККОК	КЗОК	ВЗОК	От 1000	ПК
РР, см	1.00	-0.04	0.02	0.09	-0.09	-0.09	0.17
ДК, см	-0.04	1.00	0.03	-0.06	0.03	-0.21	-0.21
ККОК, шт	0.2	0.03	1.00	0.07	0.23	-0.12	-0.01
КЗОК, шт	0.09	-0.06	0.07	1.00	-0.15	-0.04	0.06
ВЗОК, г	-0.09	0.03	0.23	-0.15	1.00	-0.01	-0.08
1000, г	-0.09	-0.21	-0.12	-0.04	-0.01	1.00	0.24
ПК, шт	0.17	-0.21	-0.01	0.06	-0.08	0.24	1.00

Согласно данным, представленным в Таблице 3, стекловидность варьировала от 25,0% до 100,0%. Наиболее высокие показатели стекловидности наблюдались у генотипов GDP-469 и GDP-762 (100%), что свидетельствует об их высоком технологическом потенциале по качеству зерна. Наиболее низкий показатель зафиксирован у генотипа GDP-761 (25%). Содержание клейковины варьировалось от 24,0% (GDP-761) до 45,0% (GDP-560). Среди генотипов с высоким содержанием клейковины особенно выделялись GDP-560 (45,0%), GDP-574 (39,2%) и GDP-741 (36,0%). Данные генотипы считаются пригодными для использования в хлебопекарной и макаронной промышленности. Коэффициент деформации клейковины KDF варьировался от 67,8 у.г. (GDP-505) до 113,2 у.г.

КДГ характеризует упругость и прочностные свойства клейковины зерна. Наиболее высокие показатели КДГ составили GDP-741 (113,2 у.г.) и GDP-535 (112,8 у.г.).

Содержание белка варьировалось от 10,1% (GDP-761) до 19,7% (GDP-738). В целом, пригодными для производства высококачественной продукции считаются генотипы с содержанием белка выше 14,0%. К генотипам, различающимся по содержанию белка, относятся GDP-738 (19,7%), GDP-701 (17,8%), GDP-737 и GDP-597 (16,8%).

Таблица 3

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ГЕНОТИПОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ,
 Гянджа, 2024

<i>Код генобанка</i>	<i>Стекловидность, %</i>	<i>Клейковина, %</i>	<i>КДГ, г</i>	<i>Белок, %</i>
GDP-466	85,0	38,0	86,6	15,4
GDP-469	100	30,0	78,0	15,0
GDP-501	79,5	36,0	91,8	14,4
GDP-503	41,0	29,0	81,1	15,2
GDP-505	61,0	28,4	67,8	13,8
GDP-512	84,0	28,0	96,2	14,6
GDP-534	61,0	28,0	92,5	17,6
GDP-535	59,0	23,0	112,8	14,2
GDP-537	51,5	36,0	104,9	13,4
GDP-551	49,0	37,6	107,0	16,2
GDP-560	70,5	45,0	85,4	15,8
GDP-566	70,1	36,0	75,9	17,2
GDP-574	74,0	39,2	88,4	15,2
GDP-590	52,0	36,2	94,5	15,6
GDP-597	38,5	28,0	91,6	16,8
GDP-609	63,5	42,0	92,7	16,8
GDP-611	78,0	37,0	82,5	14,8
GDP-647	64,0	39,0	80,9	15,2
GDP-664	88,5	35,0	93,4	14,6
GDP-669	67,5	28,0	92,6	15,6
GDP-671	78,5	30,0	92,7	14,8
GDP-682	91,0	34,2	89,6	17,0
GDP-684	81,5	34,0	83,8	14,8
GDP-694	68,5	33,0	82,5	18,0
GDP-700	33,0	36,0	75,5	17,4
GDP-701	26,5	33,0	94,5	17,8
GDP-705	32,0	36,0	88,6	16,8
GDP-737	88,5	33,0	93,0	14,6
GDP-738	26,0	39,0	87,6	19,7
GDP-741	48,0	36,0	113,2	14,8
GDP-748	72,5	34,0	94,3	14,6
GDP-761	25,0	24,0	92,5	10,1
GDP-762	100	32,0	87,7	13,6
Гянджа -5	63,5	33,0	92,7	15,6
Гянджа -6	78,0	34,0	82,5	14,8
Гянджа -7	64,0	29,0	80,8	15,8
Гянджа -8	88,5	36,0	94,4	14,8

Вывод

Сравнительный анализ биоморфологических и технологических показателей в рамках проведенных исследований показал, что с биоморфологической точки зрения наибольшая высота растений отмечена у генотипа Гянджа-6 (118,0 см), наибольшая масса 1000 зерен — у «Гянджа-5» (79,2 г), а наибольшая урожайность зерна - у сорта GDP-701 (ВЗОК 3,3 Q). По технологическим показателям: наибольшее содержание клейковины отмечено у генотипов GDP-560 (45,0%) и GDP-574 (39,2%).

Самый высокий коэффициент деформации глютена (КДГ) отмечен у генотипов GDP-741 (113,2 ц.г.) и GDP-535 (112,8 ц.г.), а самое высокое содержание белка — у генотипов GDP-738 (19,7%) и GDP-701 (17,8%). Генотипы GDP-741, GDP-535, GDP-560 и GDP-738 превосходили как по биоморфологическим, так и по технологическим показателям, а местные сорта Гянджа-5, Гянджа-6 и Гянджа-8 показали хорошие результаты по урожайности, что подтверждает их адаптацию к региону.

Рекомендуется продолжить эти генотипы в будущих национальных селекционных программах по созданию новых высокоурожайных и технологически качественных сортов.

Список литературы:

1. Kabbaj H., Sall A. T., Al-Abdallat A., Geleta M., Amri A., Filali-Maltouf A., Bassi F. M. Genetic diversity within a global panel of durum wheat (*Triticum durum*) landraces and modern germplasm reveals the history of alleles exchange // *Frontiers in plant science*. 2017. V. 8. P. 1277. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01277>
2. Ouaja M. et al. Morphological characterization and genetic diversity analysis of Tunisian durum wheat (*Triticum turgidum* var. *durum*) accessions // *BMC Genomic Data*. 2021. V. 22. №1. P. 3. <https://doi.org/10.1186/s12863-021-00958-3>
3. Abdulbaqiyeva M. Bitki fiziologiyası üzrə metodik göstərişlər. Bakı: ADNSU, 2018.
4. Royo C., Alvaro F., Martos V., Ramdani A., Isidro J., Villegas D., García del Moral L. F. Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th century // *Euphytica*. 2007. V. 155. №1. P. 259-270. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-9327-9>
5. He Z. H., Chen F., Xia X. C., Xia L. Q., Zhang X. Y., Lillemo M., Morris C. F. Molecular and biochemical characterization of puroindoline A and B alleles in Chinese improved cultivars and landraces // *Wheat Production in Stressed Environments: Proceedings of the 7th International Wheat Conference, 27 November–2 December 2005, Mar del Plata, Argentina*. Dordrecht : Springer Netherlands, 2007. P. 441-448. https://doi.org/10.1007/1-4020-5497-1_53
6. Dursun Ə. Y. Yerli və introduksiya olunmuş bərk buğda (*T. durum* L.) genotiplərində dənin fizioloji və keyfiyyət göstəriciləri // *Endless light in science*. 2024. №2. P. 80-85.

References:

1. Kabbaj, H., Sall, A. T., Al-Abdallat, A., Geleta, M., Amri, A., Filali-Maltouf, A., ... & Bassi, F. M. (2017). Genetic diversity within a global panel of durum wheat (*Triticum durum*) landraces and modern germplasm reveals the history of alleles exchange. *Frontiers in plant science*, 8, 1277. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01277>
2. Ouaja, M., Bahri, B. A., Aouini, L., Ferjaoui, S., Medini, M., Marcel, T. C., & Hamza, S. (2021). Morphological characterization and genetic diversity analysis of Tunisian durum wheat (*Triticum turgidum* var. *durum*) accessions. *BMC Genomic Data*, 22(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s12863-021-00958-3>

3. Abdulbagieva, M. (2018). Metodicheskie ukazaniya po fiziologii rastenii. Baku. (in Azerbaijani).

4. Royo, C., Alvaro, F., Martos, V., Ramdani, A., Isidro, J., Villegas, D., & García del Moral, L. F. (2007). Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th century. *Euphytica*, 155(1), 259-270. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-9327-9>

5. He, Z. H., Chen, F., Xia, X. C., Xia, L. Q., Zhang, X. Y., Lillemo, M., & Morris, C. F. (2007). Molecular and biochemical characterization of puroindoline A and B alleles in Chinese improved cultivars and landraces. In *Wheat Production in Stressed Environments: Proceedings of the 7th International Wheat Conference, 27 November–2 December 2005, Mar del Plata, Argentina* (pp. 441-448). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-5497-1_53

6. Dursun, Ə. (2024). Yerli və introduksiya olunmuş bərk buğda (*T. durum* L.) genotiplərində dənin fizioloji və keyfiyyət göstəriciləri. *Endless light in science*, (2), 80-85. (in Azerbaijani).

Работа поступила
в редакцию 27.06.2025 г.

Принята к публикации
07.07.2025 г.

Ссылка для цитирования:

Алиева Д. Л., Агазаде Г. Ф., Бабаева К. Э., Мусаева С. Э., Гусейнова А. М. Сравнительный анализ биоморфологических и технологических признаков генотипов твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №8. С. 333-339. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/117/43>

Cite as (APA):

Aliyeva, D., Agazade, G., Babayeva, K., Musaeva, S., & Guseynova, A. (2025). Comparative Analysis of Biomorphological and Technological Traits of Durum wheat Genotypes (*Triticum durum* Desf.). *Bulletin of Science and Practice*, 11(8), 333-339. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/117/43>