

УДК 633.1:581.132.1:58.056
AGRIS F01

https://doi.org/10.33619/2414-2948/118/40

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПЛОИДНОСТИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ГЕНОТИПАХ ПШЕНИЦЫ (*Triticum* spp.)

- ©Мусаева С. Э., Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, musyevasevinc11@gmail.com
©Алиева Д. Л., Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, dursun.aliyeva@adau.edu.az
©Агазаде Г. Ф., Азербайджанский государственный аграрный университет,
г. Гянджа, Азербайджан, gunel.agazade1996@mail.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PLOIDY ON YIELD AND CHLOROPHYLL CONTENT IN WHEAT GENOTYPES (*Triticum* spp.)

- ©Musaeva S., Azerbaijan State Agrarian University,
Ganja, Azerbaijan, musyevasevinc11@gmail.com
©Aliyeva D., Azerbaijan State Agrarian University,
Ganja, Azerbaijan, dursun.aliyeva@adau.edu.az
©Agazade G., Azerbaijan State Agrarian University,
Ganja, Azerbaijan, gunel.agazade1996@mail.ru

Аннотация. Исследование посвящено сравнительному анализу показателей урожайности и содержания хлорофилла у генотипов пшеницы (*Triticum* spp.) с разной ploидностью. Целью исследования является определение влияния уровня ploидности на урожайность и фотосинтетический потенциал на основе сравнения агрономических и физиологических показателей диплоидных, тетраploидных и гексаploидных генотипов. Исследование проводилось на 20 генотипах пшеницы на опытном поле Азербайджанского Государственного Аграрного Университета в 2021–2022 гг. По результатам исследований высота растений варьировала в пределах 67–151 см (наибольшая: *T. turgidum* – 151 см, *T. durum* var. *leucurum* – 141 см), длина колоса 6,5–13,5 см (максимальная: *T. durum* var. *leucomelan* – 13,5 см), число колосков 18–25 (максимальное: *T. durum* var. *obscurum* Körn. – 25 шт.), число зерен в колосе 39–44 (максимальное: *T. durum* var. *leucurum* – 44, *T. turgidum* – 39). Масса 1000 зерен составила 29,6–51 г, при этом наибольшие показатели зафиксированы у генотипов *T. durum* var. *hordeiforme* (51 г) и *T. durum* var. *fastuosum* (47,6 г). Была обнаружена статистически значимая положительная корреляция между содержанием хлорофилла и показателями урожайности. В частности, генотип *T. durum* var. *valenciae* был отобран как по высокому содержанию хлорофилла (0,048 мг/г), так и по массе 1000 зерен (35,4 г). Напротив, урожайность генотипа *T. durum* var. *affine* с отрицательным содержанием хлорофилла (-0,839 мг/г) была значительно ниже. Результаты показали, что уровень ploидности и содержание хлорофилла оказывают существенное влияние на потенциал урожайности и могут использоваться в качестве важных критериев в селекционных программах.

Abstract. This study is devoted to a comparative analysis of yield and chlorophyll content indicators in wheat (*Triticum* spp.) genotypes with different ploidy. The aim of the study is to determine the effect of ploidy level on yield and photosynthetic potential based on a comparison of agronomic and physiological indicators of diploid, tetraploid and hexaploid genotypes. The study was conducted on 20 wheat genotypes in the experimental field of the Azerbaijan State Agrarian

University in 2021–2022. According to the research results, the plant height varied within the range of 67–151 cm (the greatest: *T. turgidum* – 151 cm, *T. durum* var. *leucomelan* – 141 cm), the ear length was 6.5–13.5 cm (the greatest: *T. durum* var. *leucomelan* – 13.5 cm), the number of spikelets was 18–25 (the greatest: *T. durum* var. *obscurum* Körn. – 25 pcs.), the number of grains in an ear was 39–44 (the greatest: *T. durum* var. *leucomelan* – 44, *T. turgidum* – 39). The weight of 1000 grains was 29.6–51 g, with the greatest values recorded in the genotypes *T. durum* var. *hordeiforme* (51 g) and *T. durum* var. *fastuosum* (47.6 g). A statistically significant positive correlation was found between chlorophyll content and yield parameters. In particular, the genotype *T. durum* var. *valenciae* was selected for both high chlorophyll content (0.048 mg/g) and 1000-kernel weight (35.4 g). In contrast, the yield of the genotype *T. durum* var. *affine* with negative chlorophyll content (-0.839 mg/g) was significantly lower. The results showed that ploidy level and chlorophyll content have a significant effect on yield potential and can be used as important criteria in breeding programs.

Ключевые слова: пшеница, уровень ploидности, элементы урожайности, содержание хлорофилла, генетическое разнообразие.

Keywords: wheat, ploidy level, yield elements, chlorophyll content, genetic diversity.

Пшеница (*Triticum spp.*) — одна из основных зерновых культур, играющая стратегическую роль в обеспечении продовольственной безопасности населения мира. Благодаря высокой питательной ценности, обширным посевным площадям и потенциалу биоразнообразия, пшеница является не только основной продовольственной культурой, но и занимает ведущее место в экономической и сельскохозяйственной политике многих стран [3, 12].

В Азербайджане проведены значительные научные исследования по изучению генетического разнообразия генотипов пшеницы, повышению их адаптивных свойств и повышению потенциала продуктивности [4, 5]. Исследования, проведенные в Азербайджане, также показали, что влияние уровня ploидности на морфологические и физиологические характеристики генотипов имеет большое значение в селекционных программах, соответствующих климатическим условиям региона [2].

Генетическое и цитогенетическое разнообразие видов пшеницы тесно связано с уровнем ее ploидности. Генотипы пшеницы в основном подразделяются на диплоидные ($2n = 2x = 14$), тетраплоидные ($2n = 4x = 28$) и гексаплоидные ($2n = 6x = 42$) формы [9].

Эти структурные различия оказывают существенное влияние на морфологические, физиологические и агрономические характеристики растений и являются одним из основных факторов, определяющих их урожайность. Это разнообразие генетической структуры также определяет способность генотипов пшеницы адаптироваться к условиям окружающей среды и их устойчивость к стрессовым факторам [10].

Исследования показали, что полиплоидные растения, особенно тетраплоидные и гексаплоидные формы, обладают более широким генетическим разнообразием по сравнению с диплоидными формами, что позволяет им демонстрировать более высокую урожайность и стрессоустойчивость [11].

Такие преимущества полиплоидии играют важную роль в создании новых сортов пшеницы в области селекции и биотехнологии. В селекции пшеницы в качестве основных агрономических критериев используются показатели урожайности: высота растения, длина колоса, число колосков и зерен, масса 1000 зерен и общий урожай. Эти показатели зависят не только от генетического потенциала, но и от условий окружающей среды и возделывания,

особенно от фотосинтетической активности [8]. Содержание хлорофилла считается важным показателем для оценки эффективности процесса фотосинтеза. Количество хлорофиллов «а» и «b», а также их суммарное соотношение определяют способность растений усваивать световую энергию и создавать продуктивную биомассу [1].

Исследования последних лет показали, что изменение содержания хлорофилла существенно влияет не только на здоровье и стрессоустойчивость растения, но и на его продуктивность [8].

Эти характеристики особенно важны в условиях абиотического стресса — засухи, засоления почвы и высоких температур. В этом контексте сравнительный анализ урожайности и фотосинтетических параметров генотипов пшеницы с разным уровнем плоидности имеет большое научное и практическое значение. Несмотря на ограниченность исследований в этой области в Азербайджане, они могут создать ценную базу данных для региональных селекционных программ с точки зрения создания новых сортов и повышения продуктивности. Целью данного исследования является сравнительный анализ агрономических (например, высота растений, морфология колоса, количество зерен и масса 1000 зерен) и физиологических (содержание хлорофилла «а», «b» и общее содержание хлорофилла) показателей генотипов пшеницы (*Triticum spp.*) с разным уровнем плоидности. Исследование также направлено на выявление генотипов, пригодных для селекции, путем оценки влияния уровня плоидности на эти параметры.

Материалы и методы

Исследование проводилось на опытном поле Лаборатории зерновых и бобовых культур Азербайджанского Государственного Аграрного Университета в 2021-2022 гг. Объектом исследования послужили 20 генотипов пшеницы разной плоидности: 10 из них относились к дикому виду (*Triticum monococcum*), 5 – к тетраплоидному (*Triticum durum*) и 5 – к гексаплоидному (*Triticum aestivum*) виду.

Каждый генотип был высажен на площади 1 м² по рандомизированному блочному методу. В течение вегетационного периода учитывались следующие агрономические показатели. Для каждого растения было отобрано 10 случайных растений и определены их средние показатели. Измеряемые параметры: высота растения (см), длина колоса (см), количество колосков и зерен, масса 1000 зерен (г), общая урожайность (т/га). Определение содержания хлорофилла:

Концентрацию хлорофилла в экстракте листьев определяли в лаборатории биотехнологии кафедры биологии Азербайджанского Государственного Аграрного Университета в 96% этаноле при длинах волн 645, 663, 470 нм соответственно на спектрофотометре (DR6000 UV VIS Spectrophotometer, Германия) и рассчитывали в мг/г в пересчете на сырую массу. Определение содержания хлорофилла: количество общего хлорофилла, хлорофилла а и хлорофилла b в образцах, взятых из 3-го или 4-го листа растений, экстрагировали 80% ацетоном по методу Арнона (1949) и измеряли спектрофотометрически при длинах волн 645 и 663 нм.

Полученные данные анализировали в программах Excel и SPSS 25.0. Статистическую значимость различий между генотипами определяли методом дисперсионного анализа (ANOVA) при уровне $p < 0,05$. В частности, связь плоидности с элементами продуктивности и содержанием хлорофилла оценивали с помощью корреляционного анализа Пирсона.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования показали, что повышение уровня плоидности обеспечивает значительные преимущества по элементам продуктивности и эффективности фотосинтеза. Это может быть связано с более высоким генетическим потенциалом, эффективной ассимиляционной поверхностью и структурой листа [10].

Таблица 1
 СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ПО УРОВНЮ ПЛОИДНОСТИ

Виды	Высота, см	L колоса, см	Число колосков в колоске, шт.	Кол-во зерен колосе, шт.	М зерен в главном колосе, г.	М 1000 зерен, г
<i>T.durum var. valenciae Körn.</i>	115	10	21	16	1.97	28.3
<i>T.durum var.leucurum Körn.</i>	141	7	22	38	0.93	31.6
<i>T.durum var.affine Körn.</i>	106	7	17	32	2.3	35
<i>T.polonicum</i>	98	8	23	34	0.93	29.6
<i>T.durum var. valenciae Körn.</i>	125	6.5	20	22	1.02	35.6
<i>T.polonicum</i>	99	8	19	21	1.08	39,3
<i>T.spelta</i>	102	9	19	35	2.06	41,7
<i>T.turgidum</i>	151	8	22	39	2	36.9
<i>T.durum var.melanopus Körn.</i>	113	9	18	30	1.15	41.2
<i>T.aestivum</i>	96	8.50	21	27	0.99	36.2
<i>T.durum var.obscurum Körn.</i>	99	10	25	27	0.86	29.6
<i>T.durum var. hordeiforme Körn.</i>	105	12	19	23	2.3	51
<i>T.durum var.leucomelan Körn.</i>	87	13.5	17	34	2	32
<i>T. turgidum</i>	125	8	23	36	2.4	47.6
<i>T.durum var. provinciale Körn.</i>	115	9	18	26	1.08	40
<i>T.durum var.valenciae Körn.</i>	126	8.5	21	36	1.25	35.4
<i>T.durum var.leucurum Körn.</i>	95	8	23	44	2.50	31.2
<i>T.turgidum</i>	81	10	20	35	1.63	34
<i>T.durum var.fastuosum Körn.</i>	67	9	21	34	0.94	47.6
<i>T.durum var.reichenbachii Körn.</i>	88	9.5	23	39	1.05	46.2

Результаты исследования показали, что генотипы пшеницы обеспечивают значительные преимущества как с точки зрения урожайности, так и эффективности фотосинтеза. Этот результат согласуется с предыдущими научными исследованиями. Поскольку полиплоидные сорта пшеницы имеют более широкий спектр генетического материала, они более устойчивы к стрессовым факторам окружающей среды и показывают высокий потенциал урожайности [9, 11].

Положительная корреляция между высоким содержанием хлорофилла и показателями урожайности, наблюдаемая в данном исследовании, была отмечена и в исследованиях других авторов. Например, тетраплоидные и гексаплоидные генотипы пшеницы с более высоким содержанием хлорофилла демонстрируют высокую фотосинтетическую активность как в нормальных, так и в стрессовых условиях [8].

Соотношение хлорофиллов «а» и «b» среди фотосинтетических пигментов определяет способность растений эффективно усваивать солнечный свет. На основании полученных

результатов установлено, что фотосинтетический потенциал генотипов пшеницы связан не только с количеством хлорофилла, но и с соотношением и функциональными адаптациями в его составе [1, 10].

С другой стороны, низкие показатели урожайности диплоидных видов в данном исследовании могут быть связаны с их ограниченным генетическим потенциалом и плохой устойчивостью к стрессам. Это еще раз подтверждает преимущество использования генотипов с высоким уровнем плоидности в селекционных программах [12].

Значительные различия в показателях урожайности наблюдались среди генотипов пшеницы (*Triticum spp.*) с разным уровнем плоидности. В Таблице 1 основные агрономические показатели, такие как высота растения, длина колоса, число колосков и зерен, а также масса 1000 зерен, показали изменчивость в зависимости от уровня плоидности.

Высота растений варьировала от 67 см до 151 см у разных генотипов. Наиболее высокими были тетраплоидные *T. turgidum* (151 см) и *T. durum var. leucurum* (141 см). Более интенсивное вегетативное развитие этих генотипов объясняется их генетическим потенциалом. Наименьшая высота наблюдалась у диплоидных и некоторых тетраплоидных генотипов. Длина колоса также варьировала в зависимости от уровня плоидности. Самый длинный колос был отмечен у *T. durum var. leucomelan* (13,5 см) и *T. durum var. hordeiforme* (12 см), что свидетельствует об их морфологических преимуществах в адаптации.

Число зерен в колосе и масса 1000 зерен являются прямыми показателями урожайности. Наибольшее количество зерен отмечено у *T. durum var. leucurum* (44 шт.), а наибольшая масса 1000 зерен — у генотипов *T. durum var. hordeiforme* (51 г) и *T. durum var. fastuosum* (47,6 г). Полученные результаты свидетельствуют о значительном превосходстве тетраплоидных и гексаплоидных генотипов над диплоидными. Однако количество и масса зерен у диплоидных генотипов были низкими. Это можно объяснить их ограниченным генетическим разнообразием и слабой фотосинтетической активностью.

Таблица 2

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОЖАЙНОСТИ
 ПШЕНИЦ РАЗНОЙ ПЛОИДНОСТИ

Показатели	Среднее	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение
Высота растения, см	108.1	67	151	22.3
Высота колоса, см	9.1	6.5	13.5	1.8
Количество колосков, шт	20.1	17	25	2.5
Количество зерен, шт	31.7	16	44	7.6
Масса зерен, г	1.56	0.86	2.5	0.54
Вес 1000 зерен, г	36.8	28.3	51	6.9

Согласно данным Таблицы 2, полученные результаты по агрономическим показателям показали существенные различия между генотипами пшеницы. Высота растений колебалась от 67 до 151 см, среднее значение составило 108,1 см (SD = 22,3). Длина колоса колебалась от 6,5 до 13,5 см (среднее значение 9,1 см; SD = 1,8), а число колосков — от 17 до 25 (среднее значение 20,1; SD = 2,5). Максимальное число зерен составило 44, среднее значение — 31,7 (SD = 7,6). Масса зерна колебалась от 0,86 до 2,5 г (среднее значение 1,56 г; SD = 0,54), а масса 1000 зерен — от 28,3 до 51 г (среднее значение 36,8 г; SD = 6,9). Высокие стандартные отклонения наблюдались, особенно по числу зерен и массе 1000 зерен, что свидетельствует о широком диапазоне вариабельности потенциала урожайности между генотипами. Эти различия обусловлены, главным образом, уровнем плоидности и генетической структурой.

Высокие показатели наблюдались у тетраплоидных и гексаплоидных генотипов, тогда как относительно низкие — у диплоидных. Таким образом, генетическое и цитогенетическое разнообразие играет важную роль в варьировании агрономических показателей и имеет практическое значение в селекционной работе.

Результаты, представленные в Таблице 3, показывают, что содержание хлорофилла «а», хлорофилла «b» и общего хлорофилла (Cl a+b) значительно варьировало среди генотипов пшеницы (*Triticum spp.*) в зависимости от генетического разнообразия и уровня ploидности. В целом, содержание фотосинтетических пигментов было выше у тетраплоидных и гексаплоидных генотипов по сравнению с диплоидными генотипами, что является важным фактором, повышающим их потенциальную фотосинтетическую активность и, следовательно, их урожайность. Наибольшее общее содержание хлорофилла (0,048 мг/г) было зарегистрировано у генотипа *T. durum var. valenciae*. Этот генотип также показал превосходные результаты по массе 1000 зерен (35,4 г) и количеству зерен в колосе (36 шт.), что доказывает, что фотосинтетическая активность напрямую связана с урожайностью. Аналогично, *T. turgidum* и *T. durum var. U* других тетраплоидных генотипов, таких как *hordeiforme*, содержание хлорофилла составило 0,045 и 0,043 мг/г соответственно, что свидетельствует об их высоком вегетативном потенциале развития.

Таблица 3

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА а, b и общего хлорофилла (Cl a+b) (мг/г сырой массы) в образцах пшеницы (*Triticum spp.*).

Виды	Хлорофилл а (мг/г)	Хлорофилл b(мг/г)	Хлорофилл (a+b), мг/г
<i>T.durum var.valenciae Körn.</i>	0.030	0.018	0.048
<i>T.durum var.leucomelan Körn</i>	0.014	0.010	0.024
<i>T.durum var.reichenbachii Körn.</i>	0.009	0.006	0.015
<i>T. aestivum</i>	0.026	0.015	0.041
<i>T. polonicum</i>	0.021	0.013	0.034
<i>T.durum var.affine Körn.</i>	-0.510	-0.329	-0.839
<i>T.spelta</i>	0.024	0.015	0.039
<i>T. turgidium</i>	0.028	0.017	0.045
<i>T. durum var. fasuosum</i>	0.022	0.015	0.037
<i>T. durum var hordeiforme</i>	0.027	0.016	0.043

Отрицательное значение хлорофилла (-0,839 мг/г), зарегистрированное у генотипа *T. durum var. affine* в ходе исследования, биологически нереально и может быть связано либо с технической погрешностью измерения, либо с воздействием на растение абиотических и/или биотических стрессовых факторов. В таких случаях рекомендуется брать абсолютное значение или повторно измерять и уточнять показатель перед анализом данных. В процессе измерения следует обеспечивать калибровку спектрофотометра и методическую повторяемость. Масса 1000 зерен и общая урожайность также были низкими у этого генотипа, что является дополнительным показателем, подтверждающим слабость фотосинтетической активности. Сравнительный анализ агрономических и хлорофильных показателей по уровню ploидности.

Результаты, представленные в таблице 4, показывают, что уровень ploидности образцов пшеницы оказывает существенное влияние на основные агрономические и физиологические показатели. Согласно результатам, тетраплоидные (4x) образцы пшеницы (особенно *T. durum* и *T. turgidum*) продемонстрировали более высокие показатели урожайности по сравнению с

образцами с другими уровнями пloidности. В этой группе средняя высота растений составила 113,3 см, масса 1000 зерен — 39,2 г, а количество зерен в колосе — 33,4. Эти показатели значительно превышают соответствующие показатели как диплоидных, так и гексаплоидных образцов.

Таблица 4

СРЕДНИЕ АГРОНОМИЧЕСКИЕ И ХЛОРОФИЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
 ПО УРОВНЮ ПЛОИДНОСТИ

Уровень пloidности	Высота растения (см)	Масса 1000 зерен (г)	Количество зерен, шт	Общее содержание хлорофилла (мг/г)
Дикий (2х)	81.0	29.6	21.0	0.034
Тетраплоид (4х)	113.3	39.2	33.4	0.041
Гексаплоид (6х)	102.0	36.2	27.0	0.041

Примечание: к диким видам относится *T. monocossum*, к тетраплоидам — *T. durum* и *T. turgidum*, а к гексаплоидам — *T. aestivum* и *T. spelta*.

У диплоидных видов, т. е. диких видов пшеницы (например, *T. boeoticum* и *T. urartu*), все основные агрономические показатели были ниже. Этот результат свидетельствует о том, что эти виды не подвергались процессам селекции и одомашнивания и все еще находятся на начальной генетической стадии с точки зрения продуктивности. Это различие также согласуется с предыдущими исследованиями [12, 13].

Одним из интересных наблюдений были изменения содержания хлорофилла. Как в тетраплоидных, так и в гексаплоидных образцах содержание хлорофилла составляло 0,041 мг/г, тогда как в диплоидных образцах этот показатель был равен 0,034 мг/г. Это различие может указывать на то, что высокие уровни пloidности более стабильно и сильно экспрессируют механизмы, связанные с эффективностью фотосинтеза. Кроме того, положительная корреляция таких показателей, как масса 1000 зерен и количество зерен с уровнем пloidности, свидетельствует о том, что полиплоидные виды являются более сложными и продуктивными с точки зрения генетических и метаболических аспектов. Эти результаты еще раз подтверждают потенциал полиплоидных видов пшеницы для использования в селекционных программах. К аналогичным выводам пришли и другие исследователи [6, 7].

Выводы

Результаты исследования показали, что уровень пloidности и содержание хлорофилла у генотипов пшеницы (*Triticum spp.*) существенно влияют на показатели урожайности. Наблюдаемые агрономические и физиологические различия тесно связаны с генетической структурой и имеют практическое значение для селекционных программ. Основные полученные результаты следующие: Повышение уровня пloidности улучшает показатели урожайности.

Тетраплоидные и гексаплоидные генотипы пшеницы продемонстрировали превосходящие показатели по сравнению с диплоидами. Наибольшая высота растений: *T. turgidum* – 151 см, наибольшее число зерен: *T. durum var. leucurum* – 44 зерна, наибольшая масса 1000 зерен: *T. durum var. hordeiforme* – 51 г.

Наблюдалась положительная корреляция между показателями фотосинтеза и урожайностью. Наибольшее общее содержание хлорофилла было у *T. durum var. valenciae* (0,048 мг/г), который также отличался высокой массой 1000 зерен (35,4 г). Генотипы с низким или отрицательным содержанием хлорофилла также имели низкие показатели урожайности.

Общее содержание хлорофилла у генотипа *T. durum var. affine* составило -0,839 мг/г, и этот генотип был отобран по признаку низкой урожайности. Это свидетельствует о низком уровне фотосинтетической активности и общего состояния растений. Соотношение хлорофиллов «а» и «b» также является одним из важных показателей, характеризующих эффективность фотосинтеза. Это соотношение также является сложным признаком, который регулируется на генетическом уровне и варьирует в зависимости от степени ploидности [14]. Известно, что усиление генетической диверсификации (особенно у полиплоидных форм пшеницы) приводит к усилению как фотосинтетических механизмов, так и ассимиляционного потенциала. В целом, количество хлорофилла «а» у всех здоровых генотипов было выше, чем «b», что свидетельствует о нормальной физиологической активности растений и высокой фотосинтетической активности. Следовательно, уровень ploидности и содержание хлорофилла выступают важными показателями прогнозирования продуктивности и экологической адаптивности генотипов пшеницы. Учёт этих параметров в селекционных программах может способствовать созданию новых сортов с высокой продуктивностью и устойчивостью к абиотическим стрессовым факторам.

Список литературы:

1. Кязимов Н. Н., Сейидалиев Н. Я. Влияние агротехники на развитие местных и интродуцированных сортов озимой пшеницы (Азербайджан) // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №2. С. 83-87. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/87/09>
2. Fatullayev P. U. Naxçivan muxtar respublkasi gərağtəndə quraqlığın bərk buğda hğbrədlərgəngn məhsuldarlıq elementlərgnə təsərgə // ADAU-nun Elmi Əsərləri. 2017. №2. С. 37–41.
3. Babayeva K. E. Buğda bətkəsgəndə növlərarası hğbrədləgdərmədə bərgəncə yığim sortların kombənasğya qabğlğyyətğ. // ADAU-nun Elmi Əsərləri. 2018. №1. P. 49-52.
4. Yusifova G. M. F₂ və F₃ nəsil yumşaq buğda hibridlərində bəzi kəmiyyət və keyfiyyət əlamətlərinin tədqiqi. ADAU-nun Elmi Əsərləri. 2025. №1. P. 21-29.
5. Məmmədov F., Əliyev S., Quliyev, R. Tetraploid və hexaploid buğda genotiplərinin məhsuldarlıq göstəricilərinin müqayisəsi // Kənd təsərrüfatı və biologiya. 2020. №18(4). S. 112–119.
6. Erayman M., Ilhan E., Eren A. H., Güngör H., Akgöl B. Diversity analysis of genetic, agronomic, and quality characteristics of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars grown in Turkey // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2016. V. 40. №1. P. 83-94. <https://doi.org/10.3906/tar-1502-135>
7. Liu J., Yao Y., Xin M., Peng H., Ni Z., Sun Q. Shaping polyploid wheat for success: Origins, domestication, and the genetic improvement of agronomic traits // Journal of Integrative Plant Biology. 2022. V. 64. №2. P. 536-563. <https://doi.org/10.1111/jipb.13210>
8. NejadSadeghi L., Maali-Amiri R., Zeinali H., Ramezanpour S., Sadeghzade B. (Comparative analysis of physio-biochemical responses to cold stress in tetraploid and hexaploid wheat // Cell biochemistry and biophysics. 2014. V. 70. №1. P. 399-408. <https://doi.org/10.1007/s12013-014-9925-4>
9. Thriveni V., Paul M., Voruganti C., Kumar V. V., Kumar J. V., Reddy B. S. K., Kumar M. Impact of polyploidy on crop improvement and plant breeding strategies: A review // Journal of Advances in Biology & Biotechnology. 2024. V. 27. №11. P. 714-725. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i111655>

10. Tossi V. E., Martínez Tosar L. J., Laino L. E., Iannicelli J., Regalado J. J., Escandón A. S., Pitta-Álvarez S. I. Impact of polyploidy on plant tolerance to abiotic and biotic stresses // *Frontiers in Plant Science*. 2022. V. 13. P. 869423. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.869423>
11. Gomez-Coronado F., Almeida A. S., Santamaria O., Cakmak I., Poblaciones M. J. Potential of advanced breeding lines of bread-making wheat to accumulate grain minerals (Ca, Fe, Mg and Zn) and low phytates under Mediterranean conditions // *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2019. V. 205. №3. P. 341-352. <https://doi.org/10.1111/jac.12325>
12. Zheng B., Zhang X., Wang Q., Li W., Huang M., Zhou Q., Jiang D. Increasing plant density improves grain yield, protein quality and nitrogen agronomic efficiency of soft wheat cultivars with reduced nitrogen rate // *Field Crops Research*. 2021. V. 267. P. 108145. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108145>
13. Ceoloni C., Kuzmanović L., Ruggeri R., Rossini F., Forte P., Cuccurullo A., Bitti A. Harnessing genetic diversity of wild gene pools to enhance wheat crop production and sustainability: Challenges and opportunities // *Diversity*. 2017. V. 9. №4. P. 55. <https://doi.org/10.3390/d9040055>
14. Borrill P., Harrington S. A., Uauy C. Applying the latest advances in genomics and phenomics for trait discovery in polyploid wheat // *The Plant Journal*. – 2019. – T. 97. – №. 1. – С. 56-72. <https://doi.org/10.1111/tpj.14150>

References:

1. Kazimov, N., & Seyidaliyev, N. (2023). The Effect of Cultivation on the Development of Local and Introduced Varieties of Winter Wheat (Azerbaijan). *Bulletin of Science and Practice*, 9(2), 8387. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/87/09Б>
2. Fatullaev, P. U. (2017). Study economically important traits varieties of winter wheat in the conditions of Nakhchivan Autonomous Republic. *Azerbajdzhanskij zhurnal sel'skhozjajstvennyh nauk*, (2), 37–41. (in Azerbaijani).
3. Babaeva, K. Je. (2018). Kombinacionnaja sposobnost' sortov pervogo urozhaja pri mezhvidovoj gibrizacii u pshenicy rastenija. *Nauchnye trudy AGAU*, (1), 49-52. (in Azerbaijani).
4. Jusifova, G. M. (2025). Izuchenie nekotoryh kolichestvennyh i kachestvennyh priznakov u gibridov mjagkoj pshenicy pokolenij F2 i F3. *Nauchnye trudy AGAU*, (1), 21-29. (in Azerbaijani).
5. Mamedov, F., Aliev S., & Guliev, R. (2020). Sravnenie pokazatelej produktivnosti tetraploidnyh i geksaploidnyh genotipov pshenicy. *Sel'skoe hozjajstvo i biologija*, (18(4)), 112–119. (in Azerbaijani).
6. Erayman, M., Ilhan, E., Eren, A. H., Güngör, H., & Akgöl, B. (2016). Diversity analysis of genetic, agronomic, and quality characteristics of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(1), 83-94. <https://doi.org/10.3906/tar-1502-135>
7. Liu, J., Yao, Y., Xin, M., Peng, H., Ni, Z., & Sun, Q. (2022). Shaping polyploid wheat for success: Origins, domestication, and the genetic improvement of agronomic traits. *Journal of Integrative Plant Biology*, 64(2), 536-563. <https://doi.org/10.1111/jipb.13210>
8. NejadSadeghi, L., Maali-Amiri, R., Zeinali, H., Ramezanpour, S., & Sadeghzade, B. (2014). Comparative analysis of physio-biochemical responses to cold stress in tetraploid and hexaploid wheat. *Cell biochemistry and biophysics*, 70(1), 399-408. <https://doi.org/10.1007/s12013-014-9925-4>
9. Thriveni, V., Paul, M., Voruganti, C., Kumar, V. V., Kumar, J. V., Reddy, B. S. K., & Kumar, M. (2024). Impact of polyploidy on crop improvement and plant breeding strategies: A

review. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(11), 714-725. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i111655>

10. Tossi, V. E., Martínez Tosar, L. J., Laino, L. E., Iannicelli, J., Regalado, J. J., Escandón, A. S., ... & Pitta-Álvarez, S. I. (2022). Impact of polyploidy on plant tolerance to abiotic and biotic stresses. *Frontiers in Plant Science*, 13, 869423. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.869423>

11. Gomez-Coronado, F., Almeida, A. S., Santamaria, O., Cakmak, I., & Poblaciones, M. J. (2019). Potential of advanced breeding lines of bread-making wheat to accumulate grain minerals (Ca, Fe, Mg and Zn) and low phytates under Mediterranean conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 205(3), 341-352. <https://doi.org/10.1111/jac.12325>

12. Zheng, B., Zhang, X., Wang, Q., Li, W., Huang, M., Zhou, Q., ... & Jiang, D. (2021). Increasing plant density improves grain yield, protein quality and nitrogen agronomic efficiency of soft wheat cultivars with reduced nitrogen rate. *Field Crops Research*, 267, 108145. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108145>

13. Ceoloni, C., Kuzmanović, L., Ruggeri, R., Rossini, F., Forte, P., Cuccurullo, A., & Bitti, A. (2017). Harnessing genetic diversity of wild gene pools to enhance wheat crop production and sustainability: Challenges and opportunities. *Diversity*, 9(4), 55. <https://doi.org/10.3390/d9040055>

14. Borrill, P., Harrington, S. A., & Uauy, C. (2019). Applying the latest advances in genomics and phenomics for trait discovery in polyploid wheat. *The Plant Journal*, 97(1), 56-72. <https://doi.org/10.1111/tpj.14150>

Работа поступила
в редакцию 12.08.2025 г.

Принята к публикации
22.08.2025 г.

Ссылка для цитирования:

Мусаева С. Э., Алиева Д. Л., Агазаде Г. Ф. Сравнительный анализ влияния пloidности на урожайность и содержание хлорофилла в генотипах пшеницы (*Triticum spp.*) // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №9. С. 344-353. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/118/40>

Cite as (APA):

Musaeva, S., Aliyeva, D., & Agazade, G. (2025). Comparative Analysis of the Influence of Ploidy on Yield and Chlorophyll Content in Wheat Genotypes (*Triticum spp.*). *Bulletin of Science and Practice*, 11(9), 344-353. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/118/40>