

THE INITIAL BREEDING MATERIAL FROM THE SPHERICAL SHARADA WHEAT

Romanov B. V., Kozlov A. A., Paramonov A. V.

*Federal State Budget Scientific Institution "Federal Rostov Agricultural Research Center"
Rassvet, Rostov region, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: triticumrbw@mail.ru

Received 20.11.2023

Submitted 08.02.2024

Summary

The article presents the results of the study of the selection material obtained under the influence of colchicin from the original spherical wheat grade of Sharad wheat. It was found that despite higher production characteristics, the qualitative characteristics of its grain corresponded to ball wheat, including the original Sharad. The cleaved macromutant soft wheat, in terms of its production indicators, did not exceed the soft wheat variety, but had the best grain quality.

Abstract

Introduction. The foundation of wheat breeding remains a combination of high yield potential and grain quality with a certain resistance to abiotic and biotic stressors. Therefore, breeders pay close attention to the corresponding indicators of the starting material. However, since there is a negative correlation between harvest and grain quality, the increase in gross harvest of soft wheat *T. aestivum* L. AuAuBBDD is accompanied by some decrease in grain quality. As one of the possible options for improving the quality of the resulting products, some researchers suggest using *T. Sphaerococcum* Perc ball wheat. AuAuBBDD. The useful properties of this wheat include high quality of grain, resistance to subsidence, erektoid arrangement of leaves, low requirement for soil conditions, precocity, sunniness, undevelopment and spherical shape of the grain. The results of a comparative analysis of the area-settled varieties of spherical and soft wheat showed that the former are significantly inferior in their production indicators to the latter, but this, in some way, is compensated by the higher grain quality of the former. Therefore, it is of great interest to create, with the help of mutagenic exposure to colchicine, one of the first varieties of spherical wheat, its improved shape and macromutant soft wheat. **Materials and methods.** One of the first varieties of Sharad ball wheat and macromutant forms obtained from it under the influence of colchicine served as objects of research: Sharad improved, and isolated at the same time with it, macromutant soft wheat, as well as districtsettled varieties of shearer wheat. When comparing soft wheat from Sharada with varieties of *T.aestivum* L, standard in the region varieties of soft milletsa Don 107, Yermak and modern zoned varieties were used. At the final stage, the line 1/10-17 and the line of soft wheat of hybrid origin 2/13-19, obtained from the combination Sharada improved x Rassvet 1, as well as 1/20-21 (Sharada improved x soft from Sharada) were used. Plants in each test were grown according to the principle of a single difference. Morphometric parameters were determined in the scale phase before or at the beginning of the scale. Morphometric parameters were determined in the scale phase before or at the beginning of flowering. In the full ripeness phase, 15-20 productive shoots were selected and after bringing them to standard humidity, structural analysis was carried out. Grain quality determination was carried out in the laboratory of general analyses of FSBNU FRANZ according to GOSTs. Statistical processing of data for B. A. Dospikhov according to Michsoft Excel standard programs. **Results and discussion.** As a result of studies of the original Sharada grain wheat and macromutant forms obtained from it, it was established that plucked soft wheat has higher morphometric and production indicators. It has larger ears and, accordingly, grains and, as a result, the largest mass of grain from the ear. The lowest indicators were the original Sharada. The charade, improved in terms of the parameters of its ears and grains, occupies an intermediate position. At the same time, it is noteworthy that in turn, Sharada has an improved larger grain than the original Sharada, despite the same spherical shape. In terms of morphostructural indicators, Sharada improved significantly exceeds the original Sharada and is quite close to soft wheat., both in weight 1000 grains and in size of its flag leaf. Accordingly, the improved Sharada was superior in such an important selection feature as the mass of grains from the ear of zoned varieties of spherical wheat. At the same time, in terms of quality indicators of grain, it remained almost at the level of the original Sharada and the varieties of spherical wheat used in the production. The isolated macromutant soft wheat was, in terms of its production characteristics, at the level of those varieties of soft wheat, and in terms of grain quality at the forefront. Therefore, lines based on macromutant soft wheat had relatively good grain quality. **Conclusions.** Due to the effect of colchicine, macromutant Charades improved and soft wheat are obtained from the original Sharad spherical wheat. The improved charade significantly exceeded the original charade and, currently available, other zoned varieties of ball millet. Despite higher production characteristics, the qualitative characteristics of its grain corresponded to spherical wheat, including the original Sharad. The cleaved macromutant soft wheat, in terms of its production shows, did not exceed the soft wheat variety, but had the best grain quality, which it apparently inherited from the original

spherical form, which is subject to the lines created on its basis. Therefore, Sharada improved can be quite used as a source selection material for increasing the productivity of existing varieties of spherical wheat. Macromutant soft as a grain quality improver in soft wheat.

Keywords: wheat varieties, Sharada, breeding of spherical wheat, spherical wheat.

Citation. Romanov B. V., Kozlov A. A., Paramonov A. V. The initial breeding material from the spherical Sharada wheat. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 1(73). 125-135 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-13.

Author's contribution. All the authors of this study were directly involved in the planning, execution or analysis of this study. All the authors of this article have read the final version presented and approved it.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 633.11:631.527

ИСХОДНЫЙ СЕЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ИЗ ШАРОЗЁРНОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ШАРАДА

Романов Б. В., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Козлов А. А., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Парамонов А. В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»
п. Рассвет, Ростовская область, Российская Федерация

Исследования проведены в рамках выполнения НИР FNFZ-2019-0002 «Сформировать и изучить базовые коллекции генетических ресурсов сои, нута и пшеницы для выделения и создания селекционно-перспективных форм» (№ госрегистрации АААА – А19-119081690036-2)

Актуальность. Фундаментом селекции пшеницы остается сочетание высокого потенциала урожайности и качества зерна при определённой устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам. Поэтому селекционеры обращают пристальное внимание на соответствующие показатели исходного материала. Вместе с тем, поскольку существует отрицательная корреляция между урожаем и качеством зерна, увеличение валового сбора урожая мягкой пшеницы T.aestivum L. A^uA^uBBDD сопровождается некоторым снижением качества зерна. Как один из возможных вариантов улучшения качества получаемой продукции, некоторые исследователи предлагают использовать шарозёрную пшеницу T.sphaerococcum Pers. A^uA^uBBDD. К полезным свойствам данной пшеницы относятся высокое качество зерна, устойчивость к полеганию, эректоидное расположение листьев, малая требовательность к почвенным условиям, скороспелость, зноевыносливость, неосыпаемость и шаровидная форма зерновки. Результаты сравнительного анализа районированных сортов шарозёрной и мягкой пшениц показали, что первые значительно уступают по своим продукционным показателям последним, но это, в какой-то степени компенсируется более высоким качеством зерна первых. Поэтому вызывает большой интерес, создание при помощи мутагенного воздействия колхицином на один из первых сортов шарозёрной пшеницы, улучшенной её формы и макромутантной мягкой пшеницы. **Материалы и методы.** В качестве объектов исследования служили один из первых сортов шарозёрной пшеницы Шарада и, полученные из неё под воздействием колхицина, макромутантные формы: Шарада улучшенная, и выделенная одновременно с ней, макромутантная мягкая пшеница, а также районированные сорта шарозёрной пшеницы. При сравнении мягкой пшеницы из Шарады с сортами T.aestivum L использовали стандартные в регионе сорта мягкой пшеницы Дон 107, Ермак и современные районированные сорта. На завершающем этапе применяли созданную на базе Шарады улучшенной, линию 1/10-17 и линии мягкой пшеницы гибридного происхождения: 2/13-19, полученную из комбинации – Шарада, улучшенная х Рассвет 1, а также 1/20-21 (Шарада улучшенная х мягкая из Шарады). Растения в каждом опыте выращивали в соответствии с принципом единственного различия. Морфометрические показатели определяли в фазу колошения перед цветением или в начале его. В фазу полной спелости отбирали по 15-20 продуктивных побегов и после доведения их до стандартной влажности, проводили структурный анализ. Определение качества зерна осуществляли в лаборатории общих анализов ФГБНУ ФРАНЦ согласно ГОСТам. Статистическая обработка данных по Б. А. Доспехову согласно стандартных программ Microsoft Excel. **Результаты и обсуждение.** В результате проведенных исследований исходной шарозёрной пшеницы сорта Шарада и полученных из неё макромутантных форм установлено, что более высокими морфометрическими и продукционными показателями обладает выщипившаяся мягкая пшеница. У неё более крупные колосья и соответственно зерновки и, как итог, наибольшая масса зерна с колоса. Наименьшими показателями выделялась исходная Шарада. Шарада улучшенная по параметрам своих колосьев и зерновок занимает промежуточную позицию. В то же время, не смотря на разницу

в размерах зерновок, отмечено хорошо выраженное отличие в форме зерновок мягкой пшеницы от таковых Шарады исходной и Шарады улучшенной, которые относятся к представителям *T.sphaerosocum* Persiv. Показано, что у макромутантной мягкой пшеницы из Шарады зерновки удлинённой формы и более крупные, а у представителей шарозёрных пшениц, т.е. Шарады исходной и Шарады улучшенной короткие, бочёновидные. Вместе с тем, обращает на себя внимание, что в свою очередь, у Шарады улучшенной более крупные зерновки, по сравнению с Шарадой исходной, несмотря на одинаковую шаровидную форму. По морфоструктурным показателям Шарада, улучшенная существенно превосходит исходную Шараду и вполне приблизилась к мягкой пшенице, как по массе 1000 зёрен, так и по размерам своего флагового листа. Соответственно, Шарада улучшенная превосходила по такому важному селекционному признаку как масса зёрен с колоса районированные сорта шарозёрных пшениц. В тоже время, по качественным показателям зерна она осталась практически на уровне исходной Шарады и используемых на производстве сортов шарозёрной пшеницы. Выделенная макромутантная мягкая пшеница, была по своим производственным признакам на уровне таковых сортов мягкой пшеницы, а по качеству зерна на передовых позициях. Поэтому, созданные на базе макромутантной мягкой пшеницы линии, обладали относительно хорошими качественными показателями зерна. **Выводы.** Благодаря воздействию колхicina из исходного сорта шарозёрной пшеницы Шарада получены макромутантные Шарада улучшенная и мягкая пшеница. Шарада улучшенная существенно превышала исходную Шараду и, имеющиеся на данный момент, другие районированные сорта шарозёрных пшеницы. Несмотря на более высокие производственные признаки, качественные характеристики её зерна соответствовали шарозёрным пшеницам, включая исходную Шараду. Выщепившаяся макромутантная мягкая пшеница, по своим производственным показателям не превышала сорта мягких пшениц, но обладала лучшим качеством зерна, которое она, по-видимому, унаследовала от исходной шарозёрной формы, что подтверждается созданными на её базе линиями. Следовательно, Шарада улучшенная может вполне использоваться как исходный селекционный материал для повышения продуктивности имеющихся сортов шарозёрной пшеницы. Макромутантная мягкая как улучшитель качества зерна у мягких пшениц.

Ключевые слова: сорта пшеницы, Шарада, селекция шарозёрной пшеницы, шарозёрная пшеница.

Цитирование. Романов Б. В., Козлов А. А., Парамонов А. В. Исходный селекционный материал из шарозёрной пшеницы сорта Шарада. *Известия НВ АУК*. 2024. 1(73). 125-135. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-13.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Основой селекции пшеницы является сочетание высокого потенциала урожайности и качества зерна при определённой устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам. В настоящее время, при создании в селекции исходного материала, широко используются молекулярно-биологические методы, гермоплазма диких видов пшениц [1-4]. Урожайность вновь создаваемых сортов базируется на таких важных селекционных признаках как масса зерна с колоса, масса 1000 зёрен, уборочный индекс и др. [5-9]. Поэтому селекционеры обращают пристальное внимание на соответствующие показатели исходного материала. Как правило, высокие производственные признаки исходных генотипов в дальнейшем реализуются в высокопродуктивные сорта. Вместе с тем, поскольку существует отрицательная корреляция между урожаем и качеством зерна, повышение валового сбора урожая мягкой пшеницы *T.aestivum* L. A^uA^uBBDD сопровождается некоторым снижением качества её товарной продукции. Как один из возможных вариантов улучшения качества воспроизводимого зерна, некоторые исследователи предлагают использовать шарозёрную пшеницу *T.sphaerosocum* Pers. A^uA^uBBDD (А. Н. Боровик, 2001). К полезным свойствам шарозёрной пшеницы относятся, в первую очередь, высокое качество зерна, устойчивость к полеганию, эректоидное расположение листьев, малая требовательность к почвенным условиям, скороспелость, зноевыносливость, неосыпаемость и, главное, за, что она получила своё название, шаровидная форма зерновки. Последнее позволяет ей, при одинаковых объёмах зерна при помолё, получать больший выход муки, по сравнению с мягкой пшеницей. Однако результаты сравнительного анализа районированных сортов шарозёрной и мягкой пшениц показали, что первые значительно уступают по своим производственным показателям последним, но это, в какой-то степени, компенсируется более

высоким качеством зерна первых [10]. Поэтому вызывает большой интерес, создание при помощи мутагенного воздействия колхицином на один из первых сортов шарозёрной пшеницы сорта Шарада, улучшенной её формы и, одновременно выделенную при этом макромутантную мягкую пшеницу [11].

Цель настоящих исследований оценка продукционных и качественных показателей выделенных макромутантных форм из Шарады как исходного селекционного материала.

Условия, материалы и методы. Полевые исследования проводили в ФГБНУ ФРАНЦ (Федеральный Ростовский аграрный научный центр) в приазовской зоне Ростовской области в 2019-2022 гг. Климат территории проведения исследований засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Годовая температура воздуха составляет в среднем за 40 лет наблюдений в институте – 9,6⁰С, сумма температур воздуха – 3200-3400⁰. Продолжительность теплого периода – 230-260 дней, безморозного – 175-180 дней [12].

В качестве объектов исследования служили один из первых сортов шарозёрной пшеницы Шарада и, полученные из неё под воздействием колхицина, макромутантные формы: шарозёрная Шарада улучшенная, и выделенная одновременно с ней, мягкая пшеница. При сравнении мягкой пшеницы из Шарады с сортами T.aestivum L. опирались, в основном, на стандартные в регионе сорта мягкой пшеницы Дон 107 и Ермак, а также широко известный сорт Безостая 100. На завершающем этапе использовали созданный на базе Шарады улучшенной линию 1/10-17 и линии гибридного происхождения: 2/13-19, полученную из комбинации Шарада улучшенная х Рассвет 1, а также 1/20-21 (Шарада улучшенная х мягкая из Шарады). Растения в каждом опыте выращивали одновременно в одинаковых условиях. Морфометрические показатели определяли в фазу колошения перед цветением или в начале его. Площадь флагового листа рассчитывали по А. М. Гродзинскому. В фазу полной спелости отбирали по 15-20 продуктивных побега и после доведения их до стандартной влажности, проводили структурный анализ. Определение качества зерна осуществляли в лаборатории общих анализов ФГБНУ ФРАНЦ согласно ГОСТам. Математическая обработка данных проводили по Б. А. Доспехову согласно стандартных программ Microsoft Excel (Б. А. Доспехов, 1985).

Результаты и обсуждение. Для лучшего понимания и оценки материала обратимся к рисунку. На нём представлены колосья и зерновки Шарады исходной (слева) и, полученных из неё макромутантных форм: мягкой пшеницы из Шарады (в центре) и Шарады улучшенной (справа).

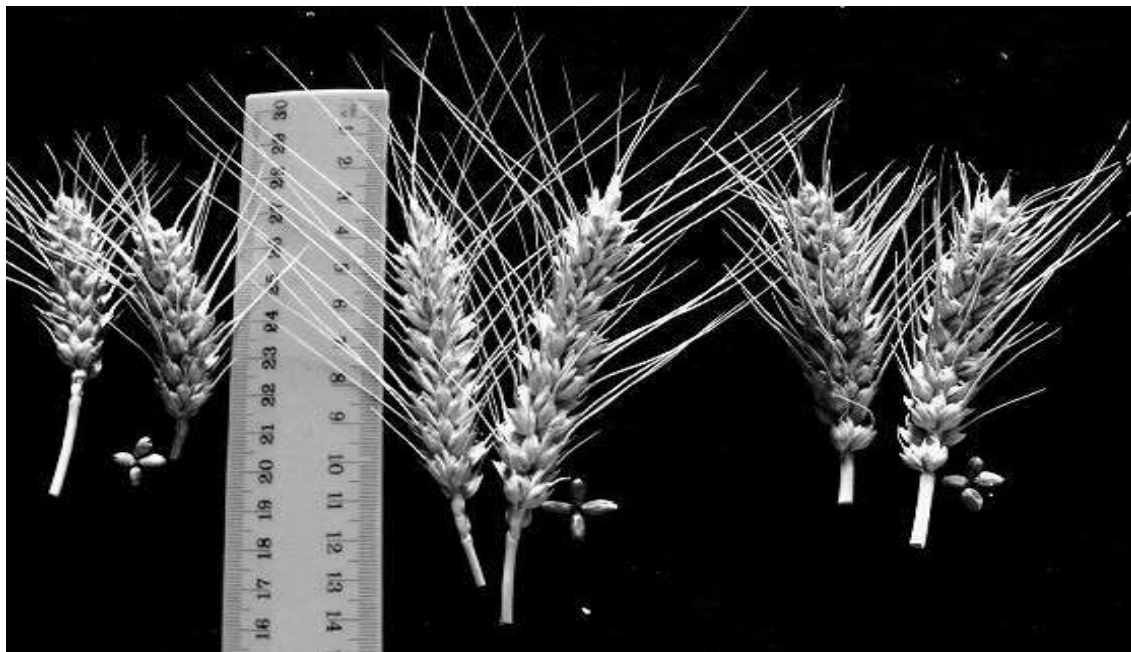


Рисунок – Колосья и зерновки Шарады исходной (слева) и, полученных из неё макромутантных форм: мягкой пшеницы из Шарады (в центре) и Шарады улучшенной (справа)
Figure – The ears and grains of Sharada of the original (left) and macromutant forms obtained from it: soft wheat from Sharada (center) and improved Sharada (right)

Все колосья остистые. Заметно, что ости мягкой пшеницы существенно длиннее, чем у шарозёрных пшениц. Четко видно, что наибольшими габаритами выделяется мягкая пшеница из Шарады, а наименьшими размерами колосьев и зерновок Шарада исходная. Колосья мягкой пшеницы по длине равны примерно 9-10 см, а Шарады исходной в пределах 5-6 см. Шарада улучшенная по габитусу своих колосьев и зерновок занимает промежуточную позицию, соответственно, длина её колосьев варьирует от 7 до 8 см. В то же время, несмотря на различия в размерах зерновок, можно отметить, хорошо выраженное отличие в форме зерновок мягкой пшеницы от таковых Шарады исходной и Шарады улучшенной, которые относятся к представителям *T.sphaerococcum* Perciv. Видно, что у мягкой пшеницы из Шарады зерновки удлиненной формы и более крупные, а у представителей шарозёрных пшениц, т.е. Шарады исходной и Шарады улучшенной короткие, бочёнковидные. Вместе с тем, обращает на себя внимание то, что в свою очередь, у Шарады улучшенной более крупные зерновки, по сравнению с Шарадой исходной, несмотря на одинаковую шаровидную форму.

Морфоструктурные показатели в основном согласуются с представленными на фото размерами колосьев и зерновок (таблица 1). По крайней мере, наименьшей высотой растения, площадью флагового листа и массой 1000 зёрен обладает Шарада исходная. У данного образца средняя высота растений составляет всего лишь 60,8 см, площадь флагового листа 15,8 см² и масса 1000 зёрен равна 31,8 г. Максимальными, этими же показателями, отмечается представительница макромутантной мягкой пшеницы, у которой высота растения равна 95,5 см, площадь флага 24,4 см² и масса 1000 зёрен 42,4 г. Однако различия между макромутантой мягкой и Шарадой улучшенной не так однозначны, как это представляется из фото. Во всяком случае, если по высоте растений Шарада улучшенная (74,0 см) имеет более или менее промежуточное место, то по площади флага (23,2 см²) и по массе 1000 зёрен (40,3 г) она практически на уровне мягкой пшеницы, невзирая на то, что в абсолютных показателях у последней небольшое преимущество. Следовательно, по определённым морфоструктурным данным Шарада улучшенная, благодаря воздействию колхидина стала очень близка к макромутантной мягкой. Поскольку площадь флагового листа у Шарады улучшенной 23,2 см², а у мягкой из Шарады 24,4 см² и эта разница при НСР₀₅ = 4,3 является недостоверной. Аналогичная закономерность наблюдается по массе 1000 зёрен: 40,3 г и 42,4 г, соответственно. Одновременно, они существенно превосходят по этим показателям Шараду исходную (31,8 г).

Таблица 1 – Морфоструктурные показатели Шарады и её макромутантных форм
 Table 1 – Morphostructural indicators of Sharada and its macromutant forms

Генотип / Genotype	Высота растений, см / Plant height, cm	Площадь флагового листа, см ² / Flag leaf area, cm ²	Масса 1000 зёрен, г / Weight of 1000 grains, g
Шарада исходная / Sharada Original	60,8	15,8	31,8
Шарада улучшенная / Enhanced Sharada	74,0	23,2	40,3
Мягкая пшеница из Шарады / Soft wheat from Sharada	95,5	24,4	42,4
НСР ₀₅	4,6	4,3	3,2

Что касается продукционных показателей и, особенно, такого селекционно важного, как масса зерна с колоса, следует подчеркнуть, отставание шарозёрных пшениц от Шарады улучшенной (таблица 2).

Так средний показатель по данному признаку у шарозёрных сортов составлял 1,63 г, тогда как у Шарады улучшенной – 2,15 г. Однако, даже самый высокий показатель массы зерна с колоса среди сортов (у Пасковьи 1,83 г), хотя и на грани, но тем не менее, с минимальным для достоверности разрывом, обеспечивает соответствующую разницу. Относительно других признаков: длина колоса у Шарады улучшенной равна в среднем 7,2 см, что больше, чем у районированных сортов, но в то же время, у сорта Пасковья она даже немного длиннее (в абсолютном выражении 7,4 см), хотя это и недостоверно. По числу колосков в колосе у Шарады улучшенной 22,9, а у шарозёрных представителей оно в преде-

лах от 19,1 шт. у Еремеевны до 19,7 Прасковьи и Шарады. По количеству зерновок в колосе, преимущество за Шарадой улучшенной, за исключением сорта Прасковья, она явно доминирует над всеми остальными сортообразцами, у которых данный показатель составил в среднем 47,2 шт. Однако разница между Прасковьей 50,2 и Шарадой улучшенной 54,3 при $HCP_{05} = 4,7$, недостоверна. В целом можно отметить, лучшие производственные показатели Шарады улучшенной, над имеющимися в настоящее время районированными сортами шарозёрной пшеницы.

Таблица 2 – Структура продуктивности Шарады улучшенной в сравнение с районированными сортами шарозёрной пшеницы

Table 2 – Sharada Productivity Structure Improved compared to zoned varieties of spherical wheat

Сорта / Varieties	Длина колоса, см / Ear length, cm	Количество в колосе, шт. / Quantity per ear, pcs.		Масса зерна с колоса, г / Weight of grain per ear, g
		Колосков / Spikelets	Зёрен / Grain	
Прасковья / Praskovya	7,4	19,7	50,2	1,83
Еремеевна / Eremeevna	6,6	19,1	45,6	1,70
Ордынка / Ordynka	5,8	19,3	43,5	1,32
Шарада / Sharada	6,4	19,7	49,4	1,66
В среднем по шарозёрной пшенице / Average for spherical wheat	6,6	19,5	47,2	1,63
Шарада улучшенная / Improved Sharada	7,2	22,9	54,3	2,15
$HCP_{05} =$	0,4	0,6	4,7	0,31

Учитывая вышеуказанные результаты, особое внимание, привлекают качественные показатели зерна наших макромутантных форм, выделенных из Шарады. Тем более что не очень высокая продуктивность шарозёрных пшениц, компенсировалась хорошим качеством зерна. Поэтому, они в большей степени предлагались использоваться Краснодарскими селекционерами, создателями шарозёрных сортов, как улучшители качества выращиваемого зерна мягкой пшеницы (А. Н. Боровик, 2001). Результаты сравнительного анализа Шарады улучшенной представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Качественные показатели зерна у районированных сортов шарозёрной пшеницы и Шарады улучшенной

Table 3 – Quality indicators of grain in zoned varieties ball wheat and Sharada improved

Генотип / Genotype	Белок, % ГОСТ 10846-91 / Protein, %	Клейковина, % ГОСТ Р 54478-2011 / Gluten, %	ИДК, ед ГОСТ Р 54478-2011 / IDC, units
Прасковья / Praskovya	15,1	39,5	76
Еремеевна / Eremeevna	16,6	47,0	95
Ордынка / Ordynka	17,5	49,6	105
Шарада / Sharada	16,7	45,9	74
В среднем по шарозёрной пшенице / Average for spherical wheat	16,5	45,5	87
Шарада улучшенная / Improved Sharada	16,4	46,6	88
$HCP_{05} =$	3,1	7,1	

Обращают на себя внимание высокие качественные показатели зерна шарозёрных пшениц, за исключением ИДК. Так содержание белка и клейковины в среднем у сортов шарозёрных пшениц 16,4% и 45,5%, а у Шарады улучшенной вполне на уровне этих показателей: 16,5% и 46,6%, соответственно. Тоже относится и к ИДК. У сортов в среднем 87 ед., а у Шарады улучшенной 88 ед. Очень высокими показателями ИДК выделяется Ордынка – 105 ед. Следовательно, несмотря на несколько более высокие производственные показатели, Шарада улучшенная сохранила все хорошие качественные показатели зерна присущие шарозёрным пшеницам.

Об относительно низкой, по сравнению с мягкими пшеницами, продуктивности шарозёрных пшениц, включая и Шараду, указывалось и ранее [13]. Соответственно, при сравнительном анализе макромутантной мягкой пшеницы из Шарады с сортообразцами мягкой пшеницы. Наши трёхгодичные результаты исследований очередной раз подтверждают данный факт (таблица 4). Так, по результатам настоящих исследований, масса зерна с колоса у мягких пшениц составляла среднем 2,70 г, что значительно превосходит таковую у шарозёрных (1,63 г), включая и Шараду улучшенную, у которой данный показатель в среднем равнялся 2,15 г. Вместе с тем, следует отметить, что макромутантная мягкая пшеница, в отличие от Шарады улучшенной, имела весьма посредственные производственные показатели среди использовавшихся сортов мягкой пшеницы (2,73 г), что на уровне среднего показателя по мягкой пшенице, отмеченной выше (2,70 г). Можно подчеркнуть, что как минимальный показатель по массе зерна с колоса (сорт Донская лира 2,53 г), так и максимальный (Дон 107 2,81 г), недостоверно отличаются от нашей макромутантной мягкой пшеницы из Шарады (2,73 г). Относительно длины колоса, она у нашей макромутантной пшеницы совпадает со средним показателем, выбранных нами районированных сортообразцов мягкой пшеницы (9,4 см).

Таблица 4 – Структура продуктивности макромутанной мягкой пшеницы из Шарады в сравнение с районированными сортами мягкой пшеницы

Table 4 – Macromouted soft wheat productivity structure from Sharada compared to zoned varieties of soft wheat

Сорта / Varieties	Длина колоса, см / Ear length, cm	Количество в колосе, шт. / Quantity per ear, pcs.		Масса зерна с колоса, г / Weight of grain per ear, g
		Колосков / Spikelets	Зёрен / Grain	
Дон 107 / Don 107	9,6	19,7	61,6	2,81
Донская лира / Donska Lyre	9,3	20,8	64,5	2,53
Безостая 100 / Bezostaya 100	9,7	21,2	59,5	2,74
Ермак / Yermak	9,0	19,2	60,8	2,70
В среднем по мягкой пшенице / Average for soft wheat	9,4	20,2	61,6	2,70
Мягкая пшеница из Шарады / Soft wheat from Sharada	9,4	20,5	57,8	2,73
НСР ₀₅ =	0,4	0,9	10,1	0,43

По количеству колосков в колосе 20,5 шт. макромутантная, за исключением небольшого преимущества над Ермаком (19,2 шт.), вполне на уровне остальных сортов мягкой пшеницы, у которых оно варьирует от 20,8 у Донской лиры до 21,2 шт. у Безостой 100. По числу зёрен, имея наименьшие абсолютные цифры, тем не менее, макромутантная мягкая, им существенно не уступает, в силу того, что разница между ними не недостоверна. В целом у неё вполне средние производственные показатели на фоне районированных, в том числе и стандартных для нашего региона сортов мягкой пшеницы.

Учитывая весьма средние производственные показатели макромутантной мягкой пшеницы из Шарады, естественно, особое внимание привлекают качественные показатели её зерна. Результаты такого анализа представлены в таблице 5. По содержанию белка макромутантная мягкая из Шарады на передовых позициях (14,5%) в сравнении с районированными сортами. Более того, применявшиеся в исследованиях сортообразцы в абсолютном выражении проигрывали нашей макромутантной пшенице. При этом она достоверно превышала по данному показателю только Донскую лиру (12,4%). В основном, превосходство макромутантной мягкой над применяемыми на производстве сортами T.aestivum недостоверно. В то же время, следует подчеркнуть, что содержание белка в зерне 14,5% и более, характерно для первой классной сильной пшеницы.

Ещё одно из важнейших достоинств, выделенной мягкой пшеницы из Шарады – это высокое содержание клейковины 38%, что существенно выше, чем у сравниваемых с ней сортов. По крайней мере, содержание клейковины у использовавшихся в этих исследованиях сортов мягкой пшеницы колебалось от 27,3% у Донской лиры до 31,4% у Ермака. В этой связи, опять же можно напомнить, что у первой классной мягкой пшеницы клейковина

должна быть 32%. Следует отметить, что если очень высоким ИДК у шарозёрных пшениц выделилась Ордынка (105 ед.), то у мягких пшениц аналогичный показатель у Ермака (100 ед.). В целом ИДК у сортов мягкой пшеницы достаточно хорошее, потому что наилучшие показатели для ИДК у мягкой пшеницы варьируют в пределах от 45 до 75 ед., то есть, за исключением Ермака, данный показатель на уровне верхнего предела.

Таблица 5 – Качественные показатели зерна у районированных сортов и макромутантной мягкой пшеницы из Шарады

Table 5 – Quality indicators of grain in zoned varieties and macromutant soft wheat from Sharada

Генотип / Genotype	Белок, % ГОСТ 10846-91 / Protein, %	Клейковина, % ГОСТ Р 54478-2011 / Gluten, %	ИДК, ед ГОСТ Р 54478-2011 / IDC, units
Дон 107 / Don 107	13,9	30,9	75
Донская лира / Donska Lyre	12,4	27,3	76
Безостая 100 / Bezostaya 100	13,2	29,7	77
Ермак / Yermak	14,1	31,4	100
В среднем по мягкой пшенице / Average for soft wheat	13,6	29,8	82
Мягкая пшеница из Шарады / Soft wheat from Sharada	14,5	38,0	87
НСР ₀₅ =	1,7	5,3	

На завершающем этапе мы подключили, полученные из наших мутантных форм соответствующие линии. Продукционные характеристики этих линий на фоне средних показателей и исходных форм представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Структура продуктивности макромутантов и созданных на их базе линий, на фоне средних показателей соответствующих видов пшеницы

Table 6 – The structure of productivity of macromutants and lines created on their basis against the background of average indicators of the corresponding wheat species

Сорта / Varieties	Длина колоса, см / Ear length, cm	Количество в колосе, шт. / Quantity per ear, pcs.		Масса зерна с колоса, г / Weight of grain per ear, g
		Колосков / ко- лосков	Зёрен / Grains	
В среднем по шарозерной / On average, on a spherical	6,6	19,5	47,2	1,63
Шарада улучшенная / Improved Sharada	7,2	22,9	54,3	2,15
Линия 1/10-17 / Line 1/10-17	7,2	22,0	62,1	2,33
В среднем по мягкой / On average, on a soft	9,4	20,2	61,6	2,70
Мягкая пшеница из Шарады / Soft wheat from Sharada	9,4	20,5	57,8	2,73
Линия 1/20-21 / Line 1/20-21	11,5	23,4	66,7	3,01
Линия 2/13-19 / Line 2/13-19	10,2	22,5	74,0	3,34
НСР ₀₅ =	1,2	1,3	7,3	0,31

Как уже отмечалось выше, сорта шарозёрных пшениц существенно уступали мягким пшеницам, за исключением числа колосков в колосе, где разница между шарозёрными 19,5 шт. и мягкими 20,2 шт. при НСР₀₅=1,3 недостоверна. По всем другим параметрам превосходство за мягкими пшеницами. Линия шарозёрной пшеницы 1/10-17 достаточно близка по своим продукционным признакам исходной Шараде улучшенной и существенно превышает её лишь по числу зерновок в колосе. Однако по массе зерна с колоса, несмотря на некоторое преимущество, в абсолютном выражении, линии 1/10-17 2,33 г., против 2,15 г у Шарады улучшенной недостоверно. Что касается линий мягкой пшеницы 1/20-21 и 2/13-19, то последняя проявляет некоторое превосходство по числу зерновок в колосе 74 шт. и, соответственно, по массе зерна с колоса 3,34 г по сравнению с исходной макромутантной формой. Наверняка это связано с тем, что данные линии получены с использованием разных родительских генотипов. По край-

ней мере, линия 1/20-21 выделена из относительно близкородственного скрещивание Шарада улучшенная х мягкая из Шарады, сделанное нами, в основном, для закрепления качественных показателей зерна, в то время как линия 2/13-19 отобрана из комбинации Шарада улучшенная х Рассвет 1 и вероятно, поэтому проявила больший гетерозис в продукционных признаках. Следует отметить, что Рассвет 1, это так называемый полный гомолог мягкой пшеницы, полученный нами в своё время из спельтоидного представителя второй филогенетической ветви пшеницы *Triticum kiharae* A^bGD (Б. В. Романов, 1994).

Качественные показатели зерна, как шарозёрной линии 1/10-17, так и линий мягкой пшеницы вполне были на уровне требований для соответствующих видов. Так, линия 1/10-17 по содержанию белка 17% практически равнялась таковому для шарозёрных пшениц и исходной Шарада улучшенной, равно как и линии мягкой пшеницы 1/20-21 15,3% и 2/13-19 14,6% соответствовали показателю исходной мягкой пшеницы из Шарады 14,5% и даже несколько превышали в абсолютном выражении среднее содержание белка 13,6% у использованных в наших опытах мягких пшениц (таблица 7).

Таблица 7 – Качественные показатели зерна
Table 7 – Grain quality indicators

Генотип / Genotype	Белок, % ГОСТ 10846-91 / Protein, %	Клейковина, % ГОСТ Р 54478-2011 / Клейковина, %	ИДК, ед ГОСТ Р 54478-2011 / IDC, units
В среднем по шарозёрной / On average, on a spherical	16,5	45,5	87
Шарада улучшенная / Improved Sharada	16,5	46,6	88
Линия 1/10-17 / Line 1/10-17	17,0	45,7	90
В среднем по мягкой / On average, on a soft	13,6	29,8	82
Мягкая пшеница из Шарады / Soft wheat from Sharada	14,5	38,0	87
Линия 1/20-21 / Line 1/20-21	15,3	37,6	81
Линия 2/13-19 / Line 2/13-19	14,6	35,9	83
HCP ₀₅ =	2,0	7,8	

По содержанию клейковины, линия шарозёрной пшеницы 1/10-17, также четко на уровне среднего показателя по шарозёрным пшеницам и исходной Шарада улучшенной. У линий мягкой пшеницы снижение содержания клейковины, в сравнении с исходной мягкой из Шарады, недостоверны. Однако, средние показатели клейковины районированных сортов мягкой пшеницы несколько ниже, чем у наших изучаемых линий. Следовательно, наша исходная мягкая пшеница из Шарады, равно как и Шарада улучшенная являются хорошим донором для качественных показателей зерна мягкой пшеницы.

В тоже время можно отметить градацию по содержанию белка и клейковины между шарозёрными и мягкими пшеницами. Особенно это заметно по средним показателям использовавшихся в опытах сортообразцов. Примиряющим для этих видов пшениц служит ИДК, которое независимо от того, что это представитель шарозёрной пшеницы или мягкой, изменяется от 81 ед. у линии мягкой пшеницы 1/20-21 до 90 ед. у линии 1/10-17 шарозёрной пшеницы.

Таким образом, изучаемые макромутантные формы, показали вполне хорошие результаты. У Шарада улучшенной, несмотря на ее, более крупные зерновки и несколько большую продуктивность, качественные показатели зерна четко соответствуют средним по шарозёрным пшеницам, то есть оно практически не снизилось. Макромутантная мягкая пшеница, имея средние продукционные показатели, тем не менее, по качественным показателям зерна на передовых позициях среди сравниваемых с нею сортообразцов. По-видимому, её высокие качественные показатели определяются происхождением из шарозёрной Шарады.

Выводы. Благодаря воздействию колхicina из исходного сорта шарозёрной пшеницы Шарада получены макромутантные Шарада улучшенная и мягкая пшеница. Шарада улучшенная существенно превышала исходную Шараду, и имеющиеся на данный момент, другие райо-

нированные сорта шарозёрных пшеницы. Несмотря на более высокие продукционные признаки, качественные характеристики зерна её соответствовали шарозёрным пшеницам, включая исходную Шараду. Выщипившаяся макромутантная мягкая пшеница, по своим продукционным показателям не превышала сорта мягких пшениц, но обладала лучшим качеством зерна, которое она, по-видимому, унаследовала от исходной шарозёрной формы. Следовательно, Шарада улучшенная может вполне использоваться как исходный селекционный материал для повышения продуктивности имеющихся сортов шарозёрной пшеницы. Макромутантная мягкая как улучшитель качества зерна у мягких пшениц.

Conclusions. Due to the effect of colchicine, macromutant Charades improved and soft wheat are obtained from the original Sharad spherical wheat. The improved charade significantly exceeded the original charade and, currently available, other zoned varieties of spherical wheat. Despite higher production characteristics, its qualitative characteristics corresponded to spherical wheat, including the original Sharad. The cleaved macromutant soft wheat, in terms of production indicators, did not exceed the soft wheat variety, but had the best quality of grain, which it apparently inherited from the original spherical form. Therefore, Sharada improved can be quite used as a source selection material to increase the productivity of existing varieties of spherical wheat. Macromutant soft as a grain quality improver in soft wheat.

Библиографический список

1. Адонина И. Г., Тимонова Е. М., Салина Е. А. Интрогрессивная гибридизация мягкой пшеницы: результаты и перспективы. Генетика. 2021. Т. 57. № 4. С. 384-402.
2. Leonova I. N., Skolotneva E. S., Orlova E. A., Salina E. A., Orlovskaya O. A. Detection of genomic regions associated with resistance to stem rust in Russian spring wheat varieties and breeding germplasm. International Journal of Molecular Sciences. 2020. V. 21. № 13. Pp. 1-13.
3. Давоян Р. О., Бебякина И. В., Давоян Э. Р., Миков Д. С., Зубанова Ю. С., Болдаков Д. М., Бадаева Е. Д., Адонина И. Г., Салина Е. А., Зинченко А. Н. Создание и изучение интрогрессивных линий мягкой пшеницы, полученных на основе синтетической формы RS7. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. № 23 (7). С. 827-835.
4. Хакимова А. Г., Губарева Н. К., Кошкин В. А., Митрофанова О. П. Генетическое разнообразие и селекционная ценность синтетической гексаплоидной пшеницы, привлеченной в коллекцию ВИР. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. № 6. С. 108-115.
5. Ворончихин В. В., Пыльнев В. В., Рубец С. В. Урожайность и элементы структуры урожая коллекции озимой гексаплоидной тритикале в центральном районе Нечерноземной зоны. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 69-81.
6. Грабовец А. И., Фоменко М. А. Стабильность урожаев в широком диапазоне сред – основной параметр при селекции озимой пшеницы. Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 5. С. 3-7.
7. Стасюк А. И., Леонова И. Н., Пономарёва М. Л. и др. Фенотипическая изменчивость селекционных линий мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по элементам структуры урожая в экологических условиях Западной Сибири и Татарстана. Сельскохозяйственная биология. 2021. № 1. С. 78-91.
8. Грабовец А. И., Барулина Н. И. Принципы управления наследственностью при селекции озимого тритикале на Дону. Тритикале. Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья. Ростов-на-Дону, 2021. С. 5-18.
9. Сандухадзе Б. И., Маммедов Р. З., Крахмалева М. С., Бугрова В. В. Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы, элементы структуры и адаптивные свойства в условиях Нечерноземной зоны. Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 3 (39). С. 17-22.
10. Романов Б. В., Козлов А. А., Парамонов А. В., Сорокина И. Ю. Сравнительный анализ продукционных признаков озимых сортов шарозёрной и мягкой пшениц. Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 1(45). С. 82-88.
11. Романов Б. В., Пимонов К. И. Феномогеномика продукционных признаков видов пшеницы: монография. Персиановский, 2018. 188 с.
12. Парамонов А. В., Федюшкин А. В., Пасько С. В., Медведева В. И. Влияние систематического применения удобрений в девятипольном зернопаропропашном севообороте на баланс гумуса (C) в черноземе обыкновенном. Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 9. С. 9-11.

References

1. Adonina I. G., Timonova E. M., Salina E. A. Introgressive hybridization of soft wheat: results and prospects. Genetics. 2021. T. 57. № 4. Pp. 384-402.
2. Leonova I. N., Skolotneva E. S., Orlova E. A., Salina E. A., Orlovskaya O. A. Detection of genomic regions associated with resistance to stem rust in Russian spring wheat varieties and breeding germplasm. International Journal of Molecular Sciences. 2020. V. 21. № 13. Pp. 1-13.
3. Davoyan R. O., Bebyakina I. V., Davoyan E. R., Mikov D. S., Zubanova Y. S., Boldakov D. M., Badaeva E. D., Andonina I. G., Salina E. A., Zinchenko A. N. Creation and Study of Introgressive Lines of Soft Wheat Derived from the Synthetic Form of RS7. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019. № 23 (7). Pp. 827-835.
4. Khakimova A. G., Gubareva N. K., Koshkin V. A., Mitrofanova O. P. Genetic diversity and breeding value of synthetic hexaploid wheat, attracted to the VIR collection. Vavilovsky Journal of Genetics and Selection. 2019. № 23 (6). Pp. 108-115.

5. Voronchikhin V. V., Pylnev V. V., Rubets S. V. Yield and crop structure elements of a collection of winter hexaploid triticale in the central region of the Non-Chernozem zone. *News of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2018. № 1. Pp. 69-81.
6. Grabovets A. I., Fomenko M. A. The stability of yields in a wide range of media is the main parameter in the selection of winter wheat. *Russian agricultural science*. 2020. № 5. Pp. 3-7.
7. Stasyuk A. I., Leonova I. N., Ponomareva M. L., et al. Phenotypic variability of breeding lines of soft wheat (*Triticum aestivum* L.) by elements of crop structure in ecological conditions of Western Siberia and Tatarstan. *Agricultural biology*. 2021. № 1. Pp. 78-91.
8. Grabovets A. I., Barulina N. I. Principles of inheritance management in the selection of winter triticale on the Don. *Triticale. Selection, genetics, agricultural engineering and raw material processing technologies*. Rostov-on-Don, 2021. Pp. 5-18.
9. Sandukhadze B. I., Mammedov R. Z., Krakhmaleva M. S., Bugrova V. V. Yield of winter soft wheat varieties, structural elements and adaptive properties in the conditions of the Non-Chernozem zone. *Leguminous and cereal crops*. 2021. № 3 (39). Pp. 17-22.
10. Romanov B. V., Kozlov A. A., Paramonov A. V., Sorokina I. Yu. Comparative analysis of the production characteristics of winter varieties of ball and soft wheat. *Leguminous and cereal crops*. 2023. № 1(45). Pp. 82-88.
11. Romanov B. V., Pimonov K. I. Phenomogenomics of production signs of wheat species: monograph. *Persianovsky*, 2018. 188 p.
12. Paramonov A. V., Fedyushkin A. V., Pasko S. V., Medvedeva V. I. The influence of systematic application of fertilizers in nine-dimensional grain-row crop rotation on the balance of humus (C) in ordinary chernozem. *Achievements in science and technology of the agro-industrial complex*. 2018. V. 32. № 9. Pp. 9-11.

Информация об авторах

Романов Борис Васильевич, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (Российская Федерация, 346735, Ростовская область, Аксайский район, п. Рассвет, ул. Институтская, д. 1), e-mail: triticumrbw@mail.ru

Козлов Александр Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции и генетики сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (Российская Федерация, 346735, Ростовская область, Аксайский район, п. Рассвет, ул. Институтская, д. 1), e-mail: kozlov86@bk.ru

Парамонов Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сельскохозяйственных культур, ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (Российская Федерация, 346735, Ростовская область, Аксайский район, п. Рассвет, ул. Институтская, д. 1), e-mail: alexandr191914@mail.ru

Author's Information

Romanov Boris Vasilievich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Laboratory of Crop Selection and Genetics of Federal Rostov Agrarian Research Center (Russian Federation, 346735, Rostov Region, Aksai District, Rassvet Village, Institutskaya St., 1), e-mail: triticumrbw@mail.ru

Kozlov Aleksander Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Head of the Laboratory of Crop Selection and Genetics of Federal Rostov Agrarian Research Center (Russian Federation, 346735, Rostov Region, Aksai District, Rassvet Village, Institutskaya St., 1), e-mail: kozlov86@bk.ru

Paramonov Aleksander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of Laboratory of Crop Selection and Genetics of Federal Rostov Agrarian Research Center (Russian Federation, 346735, Rostov Region, Aksai District, Rassvet Village, Institutskaya St., 1), e-mail: alexandr191914@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-14

LONG-TERM DYNAMICS OF OPEN SAND AREAS IN THE ASTRAKHAN VOLGA REGION ACCORDING TO REMOTE SENSING DATA

Doroshenko V. V., Melihova A. V.

*Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: doroshenko-vv@vfanc.ru

Received 23.11.2023

Submitted 25.12.2023

This work was carried out within the framework of the state task of research in the FSC of Agroecology RAS FNFE-2024-0009 "Desertification of territories of arid, subarid and dry subhumid regions, mapping of the current state and dynamics of land desertification, modeling and forecasting of desertification processes, for planning the restoration of degraded lands using geoinformation technologies and aerospace methods in conditions of increasing droughts, sand and dust storms"

Summary

The article presents an analysis of the relationship of climatic data with the dynamics of the areas of open sand massifs identified using remote sensing data in the south of the Astrakhan Volga region over the last decade (2014-2023).