СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-15

HOMOLOGOUS FORM OF SOFT WHEAT FROM *TRITICUM KIHARAE* DOROF. ET MIGUSCH

B. V. Romanov¹, K. I. Pimonov²

¹ Federal State Budget Scientific Institution «Rostov Federal Agricultural Scientific Centre»,
Rostov region, Russia

² Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University»,
Rostov region, Russia

Received 17.12.2019

Submitted 27.04.2020

Summary

The article presents the results of resynthesis of soft wheat from speltoid form as a result of mutagenesis using colchicine. One of the possible ways of origin of *T. aestivum* is shown. Taking into account the different genetic material of the Homo-logical form, it seems to be quite valuable source material for use in the selection process.

Abstract

Introduction. For the successful development of breeding in Russia, a genetically diverse source material is needed. Reducing genetic diversity is a global problem affecting most cultivated crops, including wheat. In this regard, the creation of a homologous soft wheat form in a representative of the second phylogenetic branch is very attractive. It is obvious that this form, which is phenotypically and, for sure, genotypically, will be close to soft wheat, nevertheless, will retain to some extent the properties of representatives of the second phylogenetic branch. Therefore, the resulting homologue, first, should be easier to cross with soft wheat. Secondly, because of the different genetic material, we can hope for a greater heterosis effect and, to some extent, inheritance of immune characteristics of representatives of the second phylogenetic branch by such hybrids. Therefore, the resulting genetically different homologous form of soft wheat will be a valuable source material for breeding improvement of *Triticum aestivum* L. Previously obtained under the influence of N-NMU full homologue showed phenomenal both phenotypic and certain genotypic similarity with soft wheat. The purpose of this work is to obtain a homologous soft wheat form from *Triticum kiharae* Dorof. et. Migusch (A^bA^bGGDD) under the influence of a cheaper and more affordable mutagen - colchicine. **Materials and methods.** The work on obtaining the homologue was carried out on the basis of a collection of wheat species available in the Federal Rostov agricultural research center, in the conditions of the Azov zone of the Rostov region. The seeds of the original *T. kiharae* were treated with 0.05% colchicine solution for 12 hours and then, after washing, sown. **Results and discussion.** During the next re-sowing of treated seeds in M₃, a plant was found that was characterized by a bluish waxy coating, from the seeds of which a homologous form of soft wheat was obtained in the fourth generation. To prove the homologous soft wheat form, it was compared with the original *T. kiharae* and samples of *T. aestivum* in the corresponding phenotypic series, placing them according to the law of homologous series of hereditary variability. There were marked differences between the original *T. kiharae* and received by macromutation according to the structure of the ear, the ears and the shape of grains. So the ear of the homologous form is wider. Its awns diverge, which is a feature of soft wheat. The spikelets are much wider than those of *T. kiharae*, which is due to the large number of grains in them. They are quite similar in shape to soft wheat grains, whereas the original *T. kiharae* have more elongated and not as rounded. In the spikelets of the homologous form, three spines are clearly visible, while the original form has two, and the third is slightly pronounced. The spikelet scales of *T. kiharae* are more rigid than those of the homologue and the latter has a better threshing. At the same time, there is no special doubt about the origin of the alleged homologue from *T. kiharae*, since there are signs characteristic of the original wheat species. The awns are also black, only the tips are slightly lighter than those of *T. kiharae*. In the homologue, the pubescence of the ears is quite clearly expressed and the nervation on the spikelet scales characteristic of *T. kiharae* is well observed. If you divide *T. kiharae* and the resulting soft wheat homologue in the corresponding phenotypic series, according to the law of homologous series,

you can clearly see the external similarity of the spelt spelt spiny and non-spiny, as well as their homologue *T. kiharae*, which make up one phenotypic series, and the resulting homologue fits perfectly into the series with samples of soft wheat. If you place *T. kiharae* and obtained from him a homologue of wheat in their respective phenotypic ranges, according to the law of homological rows, is clearly seen the resemblance of the ears of spelt, bearded and unbearded, and their homolog in *T. kiharae* constituting a single phenotypic number and the homologue fits into a number of samples of soft wheat. In *T. kiharae* and its homologue *T. spelta*, the coefficient of specific productivity (Csp) is close to *T. miguschovae* and significantly less than in soft wheat samples, which serves as additional evidence of its incomplete homology with soft wheat samples. As well as the original, *T. kiharae* A^bA^bGGDD phenotypically corresponded to samples of *T. spelta* L. A^uA^uBBDD, the resulting homologue clearly fit into the series with samples of soft wheat. Moreover, the coefficient of specific productivity (Csp), which characterizes the ratio of the mass of grain from the ear to the vegetative mass of the shoot in the resulting homologous form, clearly corresponded to a similar indicator of soft wheat samples and significantly exceeded that of the original form, which further confirms the fact of creating a homologue of soft wheat. **Conclusions.** Based on the fact of creating a complete homologue of *T. aestivum* from *T. kiharae* under the influence of N-NMU, a homologous form of soft wheat was obtained, but after processing the seeds of the latter with colchicine. The resulting form (homologue) in its phenotype almost corresponds to samples of soft wheat, while retaining some of the characteristic features of the original speltoid species *T. kiharae*. Accordingly, according to its production characteristics, the homologous form is clearly at the level of those of soft wheat. Thus, once again, a kind of resynthesis of soft wheat from the speltoid form is confirmed, that is, one of the possible ways of origin of *T. aestivum* is shown. At the same time, given the different genetic material of the homologous form, it seems to be a fairly valuable source material for selection.

Key words: *Triticum kiharae*, soft wheat, colchicine, homologous form, specific productivity coefficient (Csp).

Citation. Romanov B. V., Pimonov K. I. Homologous to a mild form of wheat *Triticum kiharae* Dorof. et Migusch. Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp. 2020. 2(58). 153-163 (in Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2020-02-15.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 633.111.1: 631.527

ГОМОЛОГИЧНАЯ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЕ ФОРМА ИЗ *TRITICUM KIHARAE DOROF. ET MIGUSCH*

Б. В. Романов¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
К. И. Пимонов², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный Ростовский аграрный научный центр», п. Рассвет, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Донской государственный аграрный университет»,
п. Персиановский, Ростовская область, Россия

Дата поступления в редакцию 17.12.2019

Дата принятия к печати 27.04.2020

Актуальность. Для успешного развития селекции в России необходим генетически разнообразный исходный материал. Снижение генетического разнообразия – глобальная проблема, касающаяся большинства возделываемых культурных растений включая и пшеницу. В этой связи создание гомологичной мягкой пшенице формы у представителя второй филогенетической ветви является весьма привлекательным. Очевидно, что такая форма, которая фенотипически и, наверняка, генотипически, будет приближена к мягкой пшенице, тем не менее сохранит в какой-то степени свойства представителей второй филогенетической ветви. Следовательно, полученный гомолог, во-первых, должен легче скрещиваться с мягкой пшеницей. Во-вторых, из-за отличающегося генети-

ческого материала, можно надеяться на большой гетерозисный эффект и, в какой-то степени, на наследование такими гибридами иммунных характеристик представителей второй филогенетической ветви. Поэтому полученная генетически отличающаяся гомологичная мягкая пшеница форма будет являться ценным исходным материалом для селекционного улучшения *Triticum aestivum* L. Ранее полученный под воздействием N-HMM полный гомолог проявил феноменальное как фенотипическое, так и определенное генотипическое сходство с мягкой пшеницей. **Цель** настоящей работы – получение гомологичной мягкой пшеницы формы из *Triticum kiharae* Dorof. et Migusch. (A^bA^bGGDD) под воздействием более дешевого и доступного мутагена – колхицина. **Материалы и методы.** Работа по получению гомолога проводилась на базе коллекции видов пшеницы, имеющейся в Федеральном Ростовском аграрном научном центре, в условиях приазовской зоны Ростовской области. Семена исходного *T. kiharae* обработали 0,05 % раствором колхицина, в экспозиции 12 часов и, затем, после промывки, высеяли. **Результаты и обсуждение.** При очередном пересеве обработанных семян в М₃ было обнаружено растение, отличающееся сизым восковым налетом, из семян которого в четвертом поколении была получена гомологичная мягкая пшеница форма. Для доказательства получения гомологичной мягкой пшеницы формы её сравнивали с исходным *T. kiharae* и образцами *T. aestivum* в соответствующих фенотипических рядах, расположив их согласно закону гомологических рядов наследственной изменчивости. Были отмечены различия между исходным *T. kiharae* и полученным макромутантом по строению колоса, колоскам и форме зерновок. Так, колос у гомологичной формы более широкий. Ости у него расходятся, что является особенностью мягкой пшеницы. Колоски намного шире, чем у *T. kiharae*, что связано с большим количеством зерновок в них. Они по форме вполне похожи на зерновки мягкой пшеницы, тогда как у исходной *T. kiharae* они более вытянутые и не такие округлые. В колосках гомологичной формы отчетливо просматриваются три ости, тогда как у исходной формы две, а третья слегка выражена. Колосковые чешуйки у *T. kiharae* более жесткие, чем у гомолога и у последнего лучший обмолот. В то же время особых сомнений в происхождении предполагаемого гомолога именно из *T. kiharae* нет, так как присутствуют характерные для исходного вида пшеницы признаки. Ости у него также черные, только кончики несколько светлее, чем у *T. kiharae*. У гомолога достаточно отчетливо выражено опушение колосьев и хорошо просматривается нервация на колосковых чешуйках, характерные для *T. kiharae*. Если расположить *T. kiharae* и полученный из него гомолог мягкой пшеницы в соответствующих фенотипических рядах, согласно закону гомологических рядов, четко просматривается внешнее сходство колосьев спелой остистой и безостой, а также их гомолога *T. kiharae*, составляющих один фенотипический ряд, а полученный гомолог вполне вписывается в ряд с образцами мягкой пшеницы. То есть *T. kiharae*, являющийся гомологом *T. spelta*, фенотипически близок к последней, также как и полученный гомолог – к представителям мягкой пшеницы. У *T. kiharae* и его гомолога *T. spelta* коэффициент удельной продуктивности (Куп) близок к *T. miguschovae* и существенно меньше, чем у образцов мягкой пшеницы, что служит дополнительным доказательством о его неполной гомологии с образцами мягкой пшеницы. Также как исходный, *T. kiharae* A^bA^bGGDD фенотипически соответствовал образцам *T. spelta* L. A^uA^uBBDD, полученный гомолог четко вписывался в ряд с образцами мягкой пшеницы. Более того, коэффициент удельной продуктивности (Куп), характеризующий соотношение массы зерна с колоса к вегетативной массе побега у полученной гомологичной формы, четко соответствовал аналогичному показателю образцов мягкой пшеницы и существенно превосходил таковой исходной формы, что дополнительно подтверждает факт создания гомолога мягкой пшеницы. **Выводы.** Опираясь на факт создания полного гомолога *T. aestivum* из *T. kiharae* под воздействием N-HMM, получили гомологичную мягкую пшеницу форму, но уже после обработки семян последнего колхицином. Полученная форма (гомолог) по своему фенотипу практически соответствует образцам мягкой пшеницы, сохраняя при этом некоторые характерные особенности исходного спельтоидного видеобразца *T. kiharae*. Соответственно по своим продукционным признакам гомологичная форма, четко на уровне таковых мягкой пшеницы. Таким образом, в очередной раз подтвержден своего рода ресинтез мягкой пшеницы из спельтоидной формы, то есть показан один из возможных путей происхождения *T. aestivum*. В то же время, учитывая отличающийся генетический материал гомологичной формы, она представляется достаточно ценным исходным материалом для селекции.

Ключевые слова: *Triticum kiharae*, мягкая пшеница, колхицин, гомологичная

форма, коэффициент удельной продуктивности (Куп).

Цитирование. Романов Б. В., Пимонов К. И. (2020). Гомологичная мягкой пшенице форма из *Triticum kiharae* Dorof. et Migusch. *Известия НВ АУК*, 2020. 2(58). 154-164. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-15

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. За период с 12 апреля 2018 г. по 30 апреля 2019 г. в Госреестр включено 1331 новых сортов, расширено использование 216 сортов, сокращено использование 46 сортов, удалено из Госреестра 267 сортов. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации в 2019 г. включено 324 сорта озимой мягкой пшеницы [2]. Для успешного развития селекции в России необходим генетически разнообразный исходный материал. Снижение генетического разнообразия – глобальная проблема, касающаяся большинства возделываемых культурных растений, включая и пшеницу [11, 12]. В этой связи большое значение придается созданию различных синтетических и мутантных форм, в том числе подобных мягкой гексаплоидной пшенице, и предпринимаются попытки редактирования генома культурных растений [1, 3-9]. Известно о переносе в геном пшеницы аллелей 50 видов, представляющих 13 родов [14]. Использование молекулярных и цитогенетических маркеров позволяет направленно интрогрессировать целевые гены в геном пшеницы, облегчая работу селекционеров [10, 13].

В современной тритикологии с различными вариациями принята гипотеза о дифилетическом происхождении тетраплоидной пшеницы (Пшеницы мира, 1987; Гончаров Н.П., 2002). Родоначальником первой филогенетической ветви, по утверждению В. Ф. Дорофеева (1987), принято считать *Triticum urartu* Thum. ex Gandil. (A^u), второй – *Triticum boeoticum* Boiss. (A^b). Соответственно, развитие рода *Triticum* шло как по пути появления видов-гомологов в двух гомологичных подродах (или ветвях), так и становления видов аналогов внутри каждого из подродов. Виды-гомологи имеют разный качественный геномный состав, одинаковый уровень ploидности и сходные хозяйственные особенности (Пшеницы мира, 1987).

С учётом геномных отличий представителей второй филогенетической ветви и их высокого иммунитета представляется весьма привлекательным создание гомологичной мягкой пшенице формы в данном подроде. Очевидно, что такая форма, которая фенотипически и, наверняка, генотипически, будет приближена к мягкой пшенице, тем не менее, сохранит в какой-то степени свойства представителей второй филогенетической ветви. Следовательно, полученный гомолог, во-первых, должен легче скрещиваться с мягкой пшеницей, во-вторых, из-за отличающегося генетического материала можно надеяться на больший гетерозисный эффект при скрещивании и, в какой-то степени, на наследование такими гибридами иммунных характеристик представителей второй филогенетической ветви.

В свое время попытки получения гомолога мягкой пшеницы при помощи гибридизации привели к созданию *T.miguschovae* Zhir. A^bA^bGGDD (Дорофеев В. Ф., 1979; Жиров Е. Г., 1981; Пшеницы мира, 1987). Однако нами показано, что *T.miguschovae* A^bA^bGGDD не является полным гомологом мягкой пшеницы *T.aestivum* L. A^uA^uBBDD , поскольку в её продукционных признаках так же, как у спельтоидных *T.spelta* L. A^uA^uBBDD и его гомологе *T.kiharae* Dorof. et Migusch. A^bA^bGGDD , в отличие от мягкой пшеницы, не реализуется вклад одного из трёх элементарных диплоидных геномов. Поэтому её коэффициент удель-

ной продуктивности Куп (соотношение зерна колоса к вегетативной части побега) значительно меньше, чем у мягкой пшеницы [8]. Более того, *T.miguschovae* существенно отличалась от «настоящей» *T.aestivum* внешне, тогда как полная гомология, по утверждению Б. М. Медникова (1989), подразумевает одинаковый или близкий фенотипический эффект. В этой связи, можно отметить, что, полученный с использованием супермутагена нитрозометилмочевина (N-НММ), полный гомолог мягкой пшеницы имел некоторое генотипическое и феноменальное фенотипическое, сходство с истинными образцами мягкой пшеницы. Поэтому его происхождение из спельтоидного *T.kiharae* пришлось подтверждать при помощи иммунохимических и электрофоретических анализов [8]. Таким образом, учитывая вышеизложенное и используя метод мутагенеза, предприняли очередную попытку создания гомологичной мягкой пшенице формы из *T.kiharae*, но уже с использованием более дешевого и доступного препарата колхицина.

Цель настоящей работы – попытаться получить гомологичную мягкой пшенице форму из *Triticum kiharae* под воздействием колхицина.

Материалы и методы. Предварительно замоченные в течение суток семена *T.kiharae* (A^bA^bGGDD), обработали 0,05 % раствором колхицина в экспозиции 12 часов. Затем после промывки под водопроводной водой в течение 2 часов они были посеяны на участке возле теплицы ДонГАУ под зиму, для усиления мутагенного эффекта. Растения второго, третьего и последующих поколений высевали на опытном поле ФГБНУ ФРАНЦ.

Выделенную гомологичную мягкой пшенице форму сравнивали с исходным видом *T.kiharae* A^bA^bGGDD и видообразцами *T.aestivum* A^aA^aBBDD . Для доказательства создания гомолога, кроме фиксации определенного фенотипического сходства его с исходной формой и образцами мягкой пшеницы, использовали и коэффициент удельной продуктивности (Куп) – показатель эффективности репродуктивной функции побегов пшеницы, предложенного Г. А. Козлечковым (2016) [3]. Для чего отбирали в полную спелость по 25-30 продуктивных побегов и проводили структурный анализ, по результатам которого определяли Куп. Статистическая обработка данных – по Б. А. Доспехову (1985), с использованием стандартных компьютерных программ Statistica 6,0; Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. В третьем поколении (C_3) среди растений исходного *T.kiharae* был обнаружен мутант, отличающийся от родительской формы «голубоватым оттенком» или сизым восковым налетом. Из созревших колосьев этого растения получено 5 зерновок, из которых в C_4 получено одно растение с тремя продуктивными колосьями, которые уже больше походили на представителей мягкой пшеницы (рисунок 1).

Рисунок 1 – Колосья первого поколения гомолога мягкой пшеницы

Figure 1 – Ears of the first generation of soft wheat homologue

Видно, что они по своему внешнему облику уже существенно приближаются к мягкой пшенице. Обращает внимание голубоватый оттенок колосьев у выделенного растения, а также расходящиеся, как у мягкой пшеницы, ости. Цветки в сформировавшихся колосьях были полностью фертильными. В колосках у выщепившейся формы было не по две зерновки, что присуще исходной *T.kiharae*, во многих колосках, особенно в середине колоса, а уже по три-четыре, что имеет место и характерно для мягкой пшеницы.

На рисунке 2 представлены колосья и колоски исходного *T.kiharae* (слева) и полученной из него гомологичной мягкой пшеницы формы второго поколения. Здесь вполне видны различия между исходным *T.kiharae* и полученным макромутантом по строению колоса, колоскам и форме зерновок. Так, колос у гомологичной формы более широкий. Ости у него, как мы уже отмечали, расходятся, что является особенностью мягкой пшеницы. Колоски намного шире, чем у *T.kiharae*, что связано с большим количеством зерновок в них.

Они по форме вполне похожи на зерновки мягкой пшеницы, тогда как у исходной *T.kiharae* они более вытянутые и не такие округлые. В колосках гомологичной формы отчетливо просматриваются три ости, тогда как у исходной формы две, а третья слегка выражена. Колосковые чешуйки у *T.kiharae* более жесткие, чем у гомолога, и у последнего лучший обмолот.

Рисунок 2 – Колосья: 1 – исходный *T.kiharae*; 2 – выщепившийся гомолог мягкой пшеницы

Figure 2 – Ears: 1 – original *T. kiharae*; 2 – split homologue of soft wheat

В то же время особых сомнений в происхождении предполагаемого гомолога именно из *T.kiharae* нет, так как присутствуют характерные для исходного вида пшеницы признаки. Ости у него также черные, только кончики несколько светлее, чем у *T.kiharae*. У гомолога достаточно отчетливо выражено опушение колосьев и хорошо просматривается нервация на колосковых чешуйках, характерная для *T.kiharae*.

Если расположить *T.kiharae* и полученный из него гомолог мягкой пшеницы в соответствующих фенотипических рядах, согласно закону гомологических рядов, четко просматривается внешнее сходство колосьев спелой остистой (1) и безостой (2), а также их гомолога *T.kiharae* (3), составляющих один фенотипический ряд, также полученный гомолог (6) вполне вписывается в ряд с образцами мягкой пшеницы (4, 5) (рисунок 3). То есть *T.kiharae*, являющийся гомологом *T.spelta*, фенотипически близок к

последней так же, как и полученный гомолог (6) – к представителям мягкой пшеницы.

Рисунок 3 – Колосья: 1 – *T. spelta* (остистая), 2 – *T. spelta* (безостая), 3 – *T. kiharae*;
4 – *T. aestivum* (остистая), 5 – *T. aestivum* (безостая), 6 – гомолог

Figure 3 – Ears: 1 – *T. spelta* (spinous), 2 – *T. spelta* (non-spinous), 3 – *T. kiharae*;
4 – *T. aestivum* (spinous), 5 – *T. aestivum* (non-spinous), 6 – homologue

Кроме того, если обратимся к коэффициенту удельной продуктивности (Куп), видим, что он у *T. kiharae* и его гомолога *T. spelta* весьма близок и существенно меньше, чем у сортов мягкой пшеницы (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Удельная продуктивность (Куп) видов гомологов (1989 г.)

(Романов Б.В., Пимонов К.И. Феномогеномика продукционных признаков видов пшеницы. Монография п. Персиановский, 2018. С. 143)

Table 1 – Specific productivity (Csp) of homologous species (1989)

(Romanov B. V., Pimonov K. I. Phenomogenomic production characteristics of wheat. Monograph by p. Persianovsky, 2018. P. 143)

Видообразец пшеницы / Species of wheat	№ по кат. ВИР, сорт / № according to the catalog VIR, grade	Геном / Genome	Масса, г / Weight, g		Куп / Csp
			Зерна / grains	вегетативной части побега / vegetative part of the shoot	
<i>T. spelta</i>	19097	A ^u BD	1,48	2,81	0,53
	53347	A ^u BD	0,85	1,69	0,51
<i>T. kiharae</i>	47897	A ^b GD	0,67	1,41	0,49
<i>T. aestivum</i>	Найя/ Naya	A ^u BD	1,44	1,84	0,78
	Бирюсинка/ Biryusinka	A ^u BD	0,87	1,16	0,75
	Донщина/ Don region	A ^u BD	1,74	2,18	0,80
<i>T. miguschovae</i>	57361	A ^b GD	0,71	1,40	0,51
HCP _{0,05} /SSD _{0,05}	-	-	-	-	0,07

Таблица 2 – Удельная продуктивность (Куп) видов гомологов (1990 г.)

(Романов Б.В., Пимонов К.И. Феномогеномика продукционных признаков видов пшеницы. Монография п. Персиановский, 2018. С. 144)

Table 2 – Specific productivity (Cup) of homologous species (1990)
(Romanov B. V., Pimonov K. I. Phenomogenomic production characteristics of wheat.
Monograph by p. Persianovsky, 2018. P. 144)

Видообразец пшеницы / Species of wheat	№ по кат. ВИР, сорт / № according to the catalog VIR, grade	Геном / Genome	Масса, г / Weight, g		Куп / Csp
			зерна / grains	вегетативной части побега / vegetative part of the shoot	
<i>T.spelta</i>	19097	A ^u BD	1,25	2,52	0,50
<i>T.kiharae</i>	47897	A ^b GD	0,93	1,93	0,47
<i>T.aestivum</i>	Донщина/ Don region	A ^u BD	1,11	1,36	0,82
	Бирюсинка/ Biryusinka	A ^u BD	0,94	1,28	0,73
	Найя/Naya	A ^u BD	1,65	2,13	0,77
	Фури/Furi	A ^u BD	1,46	1,90	0,77
	Моск. 35/ Mosk. 35	A ^u BD	1,99	2,84	0,70
	Свенно/Svenno	A ^u BD	1,73	2,41	0,72
	Ролло/Rollo	A ^u BD	1,72	2,36	0,73
<i>T.miguschovae</i>	57361	A ^b GD	0,69	1,39	0,50
HCP _{0,05} / SD _{0,05}	-	-	-	-	0,08

Таблица 3 – Продукционные показатели исходного *T.kiharae* и, полученной
из него гомологичной мягкой пшенице формы

Table 3 – Production indicators of the original *T. kiharae* and homologous soft
wheat obtained from it

Генотип / Genotype	Масса побега с колосом, г / Weight the escape from ear, g	Число, шт / The number of pieces		Масса, г / Weight, g		Куп / Csp
		Колосков / spikelet	зерновок / caryopsises	зерновок / caryopsises	вегетативная / vegetative	
<i>T.kiharae</i>	2,47	12,3	20,7	0,80	1,67	0,49
Гомолог / Homologue	3,01	14,8	31,5	1,40	1,61	0,87

Что характерно Куп *T.miguschovae* на уровне первых, что послужило дополнительным доказательством о его неполной гомологии с образцами мягкой пшеницы. У полученного гомолога Куп четко на уровне образцов мягкой пшеницы, тогда как у исходного *T.kiharae* этот коэффициент остался таким же, как в предыдущие годы и соответствует показателям спельтоидных форм, включая и *T.miguschovae* (таблица 3). Следует отметить, что у некоторых сортообразцов мягкой пшеницы Куп бывает даже больше 1,0. Поэтому коэффициент удельной продуктивности 0,87 у гомологичной формы нельзя считать выдающимся. Это вполне укладывается в средние значения нормы реакции по данному показателю для сортообразцов мягкой пшеницы. Тем не менее, генетические отличия полученной гомологичной формы представляют значительный интерес для практической селекции.

Поскольку уже есть опыт, показавший возможность создания так называемого полного гомолога фенотипически соответствующей мягкой пшенице, то не исключе-

но, что дальнейшая эволюция этой гомологичной формы может привести к возникновению трудно отличимой от *T.aestivum* формы. Вместе с тем, если подойти к этому факту без признания дифилетической природы происхождения тетраплоидной пшеницы, то можно зафиксировать ресинтез мягкой пшеницы из спельтоидной формы.

Выводы. Опираясь на факт создания полного гомолога *T.aestivum* из *T.kiharae* под воздействием N-НММ, получена гомологичная мягкой пшенице форма, но уже после обработки семян последнего колхизином. Полученная форма (гомолог) по своему фенотипу практически соответствует образцам мягкой пшеницы, сохраняя при этом некоторые характерные особенности исходного спельтоидного видообразца *T.kiharae*. Соответственно по своим продукционным признакам гомологичная форма, четко на уровне таковых мягкой пшеницы. Таким образом, очередной раз подтвержден своего рода ресинтез мягкой пшеницы из спельтоидной формы, то есть показан один из возможных путей происхождения *T.aestivum*. В то же время, учитывая отличающийся генетический материал гомологичной формы, она представляется достаточно ценным исходным материалом для селекции.

Библиографический список

1. Генетическое разнообразие и селекционная ценность синтетической гексаплоидной пшеницы, привлеченной в коллекцию ВИР / А. Г. Хакимова, Н. К. Губарева, В. А. Кошкин, О. П. Митрофанова // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. №23(6). С. 738-745.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. I. Сорта растений (Официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 516 с. // https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/07/REESTR_2019-3.pdf.
3. Козлечков Г. А., Пасько С. В., Романов Б. В. Коэффициент удельной продуктивности - показатель эффективности репродуктивной функции побегов пшеницы коллекции ВИР // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2016. №3. С. 34-38.
4. Короткова А. М., Герасимова С. В., Хлесткина Е. К. Текущие достижения в области модификации генов культурных растений с использованием системы CRISPR/Cas // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Том 23. № 1. С. 29-37. <https://doi.org/10.18699/VJ19.458>.
5. Крупин П. Ю., Дивашук М. Г., Карлов Г. И. Использование генетического потенциала многолетних дикорастущих злаков в селекционном улучшении пшеницы // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. №3. С. 409-425.
6. Романов Б. В., Пимонов К. И. Продукционные характеристики *Triticum Petropavlovskiy* и её спонтанных макромутантов // Зерновое хозяйство России. 2019. №4. С. 50-53. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-64-4-50-53>.
7. Романов Б. В., Пимонов К. И. Теоретические аспекты закономерности макроэволюционных преобразований ди- и тетраплоидных видов пшеницы // Известия НВ АУК. 2019. № 4(56). С. 110-119. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-13.
8. Романов Б. В., Пимонов К. И. Феномогеномика продукционных признаков видов пшеницы: монография. Персиановский: Донской ГАУ, 2018. 188 с.
9. Создание и изучение интрогрессивных линий мягкой пшеницы, полученных на основе синтетической формы RS7 / Р. О. Давоян, И. В. Бебякина, Э. Р. Давоян, Д. С. Миков, Ю. С. Зубанова, Д. М. Болдаков, Е. Д. Бадаева, И. Г. Адонина, Е. А. Салина, А. Н. Зинченко // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. №7. С. 827-835. DOI 10.18699/VJ19.556.
10. Characterization of chromosomal rearrangement in new wheat – *Tinopyrum* intermedium addition lines carrying *Thinopyrum*- specific grain hardness genes / Z. Yu, H. Wang, Y. Xu, Y. Li, T. Lang, Z. Yang, G. Li // Agronomy. 2019. N 9(1). P. 18 (doi: 10.3390/agronomy9010018).
11. Genetic diversity and modern plant breeding / S. Smith, D. Bubeck, B. Nelson, J. Stanek, J. Kerke // Genetic diversity and erosion in plants. Indicators and prevention. V. 1. / M. R.Ahuja, S.Mohan Jain (eds.). Springer Internacional Publisching, Switzerland, 2015. P. 55-88.
12. Govindaraj M., Vetriventhan M., Srinivasan M. Importance of genetic diversity assess-

ment in crop plants and its recent advances: an overview of its analytical perspectives // Genetics Research International, 2015. Article ID 431487 (doi: 10.1155/2015/431487).

13. Wilkinson M. D., King R., Crimaldi R. Sequence diversity and identification of novel prolamins and grain softness protein alleles in *Hordeum*, *Agropyron* related species // Diversity. 2018. N10(4). DOI: 10.3390/d0040114.

14. Wulf B. B., Moscou M. J. Strategies for transferring resistance into Wheat: from Wide crosses to GM cassettes // Front. Plant Sci. 2014. N 5. P. 692 (doi: 10.3389/fpls.2014.00692).

Conclusions. Based on the fact of creating a complete homologue of *T. aestivum* from *T. kiharae* under the influence of N-NMU, a homologous form of soft wheat was obtained, but after processing the seeds of the latter with colchicine. The resulting form (homologue) in its phenotype almost corresponds to samples of soft wheat, while retaining some of the characteristic features of the original speltoid species *T. kiharae*. Accordingly, according to its production characteristics, the homologous form is clearly at the level of those of soft wheat. Thus, once again, a kind of resynthesis of soft wheat from the speltoid form is confirmed, that is, one of the possible ways of origin of *T. aestivum* is shown. At the same time, given the different genetic material of the homologous form, it seems to be a fairly valuable source material for selection.

Reference

1. Genetic diversity and breeding value of synthetic hexaploid wheat attracted to the VIR collection. / A. G. Khakimova, N. K. Gubareva, V. A. Koshkin, O. P. Mitrofanova // Vavilov journal of genetics and selection. 2019. N 23(6). P. 738-745.

2. State register of selection achievements admitted to use. V. I. plant Varieties (Official publication). Moscow: Rosinformagrotech, 2019. 516 p. // https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/07/REESTR_2019-3.pdf.

3. Kozlechkov G. A., Pasko S. V., Romanov B. V. Coefficient of specific productivity-an indicator of the efficiency of the reproductive function of wheat shoots in the VIR collection // Bulletin of the Russian agricultural science. 2016. No. 3. P. 34-38.

4. Korotkova A. M., Gerasimova S. V., Khlestkina E. K. Current achievements in the field of modification of genes of cultivated plants using the CRISPR/Cas system // Vavilov journal of genetics and selection. 2019. Volume 23. No. 1. P. 29-37. <https://doi.org/10.18699/VJ19.458>.

5. Krupin P. Yu., Divashuk M. G., Karlov G. I. Using the genetic potential of perennial wild grasses in the selection improvement of wheat // Agricultural biology. 2019. V. 54. No. 3. Pp. 409-425.

6. Romanov B. V., Pimonov K. I. Descriptive characteristics of *Triticum Petropavlovskiy* and its spontaneous macromutation // Grain economy of Russia. 2019. N 4. P. 50-53. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-64-4-50-53>.

7. Romanov B. V., Pimonov K. I. Theoretical aspects of regularities of macroevolutionary transformations of di- and tetraploid wheat species // Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp. 2019. N 4(56). P. 110-119. (in Russian) DOI: 10.32786/2071-9485-2019-04-13.

8. Romanov B. V., Pimonov K. I. Fenomenomika produkcionnyh priznakov vidov pshenicy: monografiya. Persianovskij: Donskoj GAU, 2018. 188 p.

9. Creation and study of introgressive lines of soft wheat produced on the basis of the synthetic form RS7 / R. O. Davoyan, I. V. Bebyakina, E. R. Davoyan, D. S. Mikov, Yu. s. Zubanova, D. M. Bol-dakov, E. D. Badaeva, I. G. Adonina, E. A. Salina, A. N. Zinchenko // Vavilov journal of genetics and selection. 2019. V. 23. No. 7. Pp. 827-835. DOI 10.18699/VJ19.556.

10. Characterization of chromosomal rearrangement in new wheat – *Tinopyrum* intermediate addition lines carrying *Thinopyrum*- specific grain hardness genes / Z. Yu, H. Wang, Y. Xu, Y. Li, T. Lang, Z. Yang, G. Li // Agronomy. 2019. N 9(1). P. 18 (doi: 10.3390/agronomy9010018).

11. Genetic diversity and modern plant breeding / S. Smith, D. Bubeck, B. Nelson, J. Stanek, J. Kerke // Genetic diversity and erosion in plants. Indicators and prevention. V. 1. / M. R. Ahuja, S. Mohan Jain (eds.). Springer International Publishing, Switzerland, 2015. P. 55-88.

12. Govindaraj M., Vetriventhan M., Srinivasan M. Importance of genetic diversity assessment in crop plants and its recent advances: an overview of its analytical perspectives // Genetics Re-

search International, 2015. Article ID 431487 (doi: 10.1155/2015/431487).

13. Wilkinson M. D., King R., Crimaldi R. Sequence diversity and identification of novel proindoline and grain softness protein alleles in *Elimus*, *Agropyron* related species // Diversity. 2018. N10(4). DOI: 10.3390/d0040114.

14. Wulf B. B., Moscou M. J. Strategies for transferring resistance into Wheat: from Wide crosses to GM cassettes // Front. Plant Sci. 2014. N 5. P. 692 (doi: 10.3389/fpls.2014.00692).

Authors Information

Romanov Boris Vasilyevich, senior researcher, laboratory of selection and genetics of agricultural plants, Federal Rostov agricultural research center (Russia, 346735, Rostov region, Aksay district, Rassvet village, Institutskaya str., 1), candidate of biological Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0701-1584>, phone: +79381556901, e-mail: triticumrbw@mail.ru

Pimonov Konstantin Igorevich, Professor of the Department of crop Production and horticulture, Don State Agrarian University (Russia, 346493, Rostov region, Oktyabrsky district, p. Persianovsky, Krivoshlykova str., 24), doctor of agricultural Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0726-2583>, phone: +79882562700, e-mail: Konst.pimonov@yandex.ru

Информация об авторах

Романов Борис Васильевич, старший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сельскохозяйственных растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (РФ, 346735, Ростовская обл., Аксайский район, п. Рассвет, ул. Институтская, 1), кандидат биологических наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0701-1584>, тел.: +79381556901, e-mail: triticumrbw@mail.ru

Пимонов Константин Игоревич, профессор кафедры «Растениеводство и садоводство», ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» (РФ, 346493, Ростовская обл., Октябрьский район, п. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24), доктор сельскохозяйственных наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0726-2583>, тел.: +79882562700, e-mail: Konst.pimonov@yandex.ru