

Растениеводство

УДК: 633.19:631.524.7:631.526.32

<https://doi.org/10.31857/S2500-2627201913-8>**СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ СОРТООБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ КУЛЬТУРЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ****С.И. Воронов**, доктор биологических наук, **А.М. Медведев**, член-корреспондент РАН, **В.В. Осипов**, **А.В. Осипова**, **С.Д. Жихарев**, **Е.Н. Лисенко**, кандидаты сельскохозяйственных наук, **Н.Г. Пома**, кандидат биологических наукФедеральный исследовательский центр «Немчиновка»,
143026, Москва, Московская область, Одинцовский район, ул. Калинина, 1
E-mail: mosniish@yandex.ru

*В условиях Московского региона исследованы 1,5 тыс. образцов *X. Triticosecale* Wittmack различного эколого-географического происхождения, сосредоточенных в Мировом генофонде Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова, а также новые сорта и линии Московского НИИ сельского хозяйства, полученные с использованием выделенных в Диас (5x5) и других полевых экспериментах генисточников и доноров ценных признаков. Результаты анализа диаллельных скрещиваний по методу В.Д. Науман (1954) свидетельствуют, что для всех изученных признаков тритикале свойственна аддитивно-доминантная схема наследования. По массе 1000 зерен, содержанию белка и крахмала в зерне у гибридов в F₁ выявлено сверхдоминирование. По массе зерна с колоса характер наследования менялся от полного доминирования до сверхдоминирования. Основной вклад в повышение признаков продуктивности вносили доминантные гены, по концентрации которых определяют перспективность отдельных комбинаций скрещивания. По признаку «масса 1000 зерен» перспективна линия Праг 468, по массе зерна с колоса – линия АДК 1369т. Высокое содержание крахмала в зерне обусловлено доминантными аллелями, особо выделялись линии Праг 468 и 6418-145. Авторами получены принципиально новые сорта и линии с высокими показателями продуктивности и качества зерна, значительно превышающими сорт-стандарт Виктор. Сбор зерна в контрольном питомнике новых линий (5802-10-5-6, 5802-10-5-59, 154-11-55) даже в крайне неблагоприятных погодных условиях 2017 г. варьировал от 8,34 до 9,91 т/га. Урожай стандартного сорта Виктор оказался равным 5,04 т/га, то есть почти в 2 раза ниже, чем у линии 154-11-5-5. В конкурсном сортоиспытании (2014-2017 гг.) лучшим был сорт Гера. Показано, что преимущество новых генотипов перед стандартами состоит в том, что они формируют отлично озерненный с крупным полновесным зерном колос (до 80 зерен), имеют повышенную продуктивность, хорошую сохранность растений к уборке, высокую устойчивость к климатизирующим факторам среды.*

THE SELECTIVE-GENETIC VALUE OF CHOSEN FROM THE COLLECTION VARIETIES OF WINTER TRITIKALE IN CONNECTION WITH THE SELECTION OF CULTURE FOR THE CENTRAL NON-BLACK SOIL REGION**Voronov S.I., Medvedev A.M., Osipov V.V., Osipova A.V., Zhikharev S.D., Lisenko E.N., Poma N.G**Federal Research Center "Nemchinovka",
143026, Moscow, Moskovskaya oblast, Odintsovskiy rayon, ul. Kalinina, 1
E-mail: mosniish@yandex.ru

*Under the conditions of Moscow region were investigated 1.5 thousand of models *X. Triticosecale* Wittmack of different ecological-geographical origin, concentrated in the world gene pool and also new types and the line of Federal Research Center, obtained with the use of those isolated in Dias (5x5) and other field experiments of the genetic sources and donors of valuable signs. The results of the analysis of diallel crossings according to the method of B.J. Hayman (1954) attest to the fact that for all studied signs of tritikale is characteristic the additive- dominant diagram of inheritance. According to the signs the mass 1000 of grains, the content of protein in the grain, the content of starch in the grain in F₁ hybrids is revealed the super-domination. According to the sign the mass of grain from the ear the nature of inheritance changed from the complete domination to the super-domination. The basic contribution to the increase of the signs of productivity introduced dominant genes, by their concentration the prospect of the separate combinations of crossing is determined. According to the sign the mass 1000 of grains is promising the line Of Prag 468, throughout the mass of grain from the ear – line ADK 1369t. The high content of starch in the grain is caused by dominant alleles, they were separately allotted to the line Prag 468 and 6418-145. It is shown that by the authors obtained the fundamentally new types and lines with the high indices of productivity and quality of grain, which considerably exceed standard Victor. The collection of grain in the control nursery of new lines (5802-10-5-6 5802-10-5-59, 154-11-55) even under the extremely unfavorable weather conditions of 2017 year varied from 8,34 to 9,91 t/ha. The harvest of standard type Victor proved to be equal 5,04 t/ha, i.e., almost in 2 time it is lower than in the line 154-11-5-5. In the competitive strain testing (2014-2017) superiority showed the type Gera. The advantage of the noted new genotype over standards lies in the fact that they form the excellently ear with the coarse full-weight grain ear (to 80 the grains), have the increased productivity, a good safety of plants to the harvesting, high stability to the limiting factors of medium.*

Ключевые слова: озимая тритикале, сорта, генетика количественных признаков, гибриды, устойчивость, продуктивность, качество зерна**Key words:** winter tritikale, type, genetics of quantitative attributes, hybrids, stability, productivity, the quality of grain

Тритикале (*X. Triticosecale* Wittmack) – искусственно созданная зерновая кормовая культура, широко используемая во многих странах мира. В Российской Федерации площадь, занимаемая озимой тритикале, составляет более 300 тыс. га, а ее урожайность – свыше 3 т/га [1,2]. Потенциальная урожайность новых современных сортов достигла 10 тонн зерна с 1 га [3]. Повышению фактической урожайности тритикале в производстве мешает высокорослость сортов озимого типа, склонных к полеганию и поражению растений снежной плесенью [2, 4, 5]. В Центральном Нечерноземье России эту культуру возделывают в основном для получения зернофуража, однако, новые сорта все больше предназначаются и для хлебопекарных нужд [6].

Цель настоящей работы – изучить мировой генофонд тритикале на продуктивность, качество зерна и устойчивость к стрессовым факторам среды; выделить в системных скрещиваниях источники и доноры особо ценных признаков; создать новые высокопродуктивные сорта озимой гексаплоидной тритикале с урожайностью более 12 тонн зерна с 1 га высокого качества.

Методика. Исследования выполнены в 1980-2017 гг. на опытных участках Московского НИИ сельского хозяйства «Немчиновка» (МосНИИСХ), а также в Московском отделении Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова – ВИР (п. Михнево Московской области). Наблюдения и учеты осуществляли согласно методическим указаниям Б.А. Доспехова [4], Госкомиссии по испытанию и охране селекционных достижений [7], ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова [8] и другим. За годы опытов отмечены резкие колебания погодных факторов во время вегетации озимой тритикале. В осенний период в основном преобладал дефицит осадков, зимой (декабрь-февраль) наблюдали оттепели с неоднократным появлением и сходом снега, весной (апрель-май) ощущался недостаток тепла с выпадением обильных осадков. Особенно четко дефицит тепла проявился весной (май) и летом (июнь) 2017 г., когда сумма активных температур по сравнению со среднемноголетними показателями снизилась на 15-20%, а сумма осадков повысилась в 1,5-2,0 раза. Почва на опытных посевах – суглинистая, дерново-подзолистая, недостаточно плодородная с содержанием гумуса 2,0-2,5%, рН почвенного раствора составлял 4,6-6,0. Перед посевом тритикале осенью вносили основное удобрение (350 кг/га азофоски). Посев проводили селекционной сеялкой с нормой высева 5 млн всхожих семян на 1 га, размер учетной площади делянок в конкурсном испытании (КСИ) – 12 м² при 4-кратной повторности, в контрольном питомнике – 3-4 м², в коллекционном – 1 м². В качестве подкормки весной вносили 150 кг/га аммиачной селитры.

Показатели качества зерна, муки, теста и хлеба определяли по схеме полного технологического анализа (число падения по Хатберту-Пертену – Гост 27676-88; количество клейковины в муке – вручную с отмыванием по Гост 51412-99, ИСО 7495-90; качество клейковины – на приборе ИДК-4).

Результаты и обсуждение. В многолетних полевых опытах из большого набора сортообразцов озимой тритикале (1,5 тыс.) выделены генотипы с комплексом ценных признаков, многие из которых использованы в скрещиваниях для получения сортов с повышенным по сравнению с сортами-стандартами (Гермес, Виктор) сбором высококачественного зерна. Для селекции особый интерес представляют новые сорта МосНИИСХ, Донского Зонального НИИ сельского хозяйства (Донской ЗНИИСХ), Северо-Донецкой сельскохозяйственной опытной станции, Краснодарского, Воронежского, Ставропольского НИИ сельского хозяйства с высокими показателями урожайности, качества зерна, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам (табл. 1).

Табл. 1. Генофонд источников ценных признаков озимой тритикале, выделенный в разных географических точках по результатам исследований в 1980-2017 гг.

| Признак | Генетический источник |
|--|---|
| Высокая зерновая продуктивность и выполненность зерновки | АД 206, Гермес, Антей, Виктор, Немчиновский 56, Нина, Докучаевский 13, Доктрина 110, Праг 468, Праг 489, АДК 1369т, Orado K-1500, Дагро K-1501, Цекад 90 K-3906, Амфидиплоид 10 K-2777, АД Кишиневский K-1655, Ефремовская, Зимогор, Дон, Легион, Корнет, Вокализ, Валентин 90, Сват, Брат, Князь, Тит, Квазар, Мамучар, Дар Беларуси, Антось, Амулет, Идея |
| Повышенная морозостойкость растений | Гермес, Антей, Виктор, Немчиновский 56, Нина, Ягуар K-3594, Легион K-3860, Кентавр K-3601, Амфидиплоид 10 K-2777, Праг 4 K-2456, АД Кишиневский K-1655, Ефремовская, Доктрина 110 K-3492, Докучаевский 8 K-3766, N 15283, Ставропольский 1, Ставропольский 3, Ставропольский 5, Башкирская короткостебельная |
| Комплексная устойчивость к болезням и вредителям | Ставропольский 1, Ставропольский 2, Блиц 81, Кентавр, Зимогор, Дон, Валентин 90, Князь, Тит, Дагро, АД Coloа, Алмаз, Топаз, Orado K-1500, СНД-1089, K-3289, Сокол K-3758, АД Кишиневский K-1655, N 23370/95 K-3585, N 21832/90 K-3590, КН 91240 K-3626 |
| Низкостебельность, устойчивость растений к полеганию | Башкирская короткостебельная, Фламинго K-3548, Докучаевский 13, K-2103 (Дания), K-2025 (Болгария), Purdy, Daagro, Grado (Польша), Консул (Р. Беларусь), Armadillo 133 (Мексика), K-3267, K-3268 (Англия), K-3914, Водолей K-3603, АД-60, Antuco, Амфидиплоид 10 |
| Скороспелость | K-2040 (Польша), Кентавр, K-1636 (Молдова), K-2025 (Болгария), Водо, РАН 121/94, Presto (Польша), Маара, Модуль (Р. Беларусь), Разгар, Водолей, Вокализ Зимогор, Бард, Легион, Саргау, В-533, В175 (Венгрия), Благодарный, Граник, Двуручка 77 |
| Засухо-жаростойкость растений | Башкирская 1, Саргау, Виктор, Гермес, Антей, Немчиновский 56, Нина, Ставропольский зерновой, Зернетко, Ергени, Мамучар, Полос 90, Корнет, Дон, Тарасовская юбилейная, Зимогор, Кентавр, Велетень, АДМ-9 (Украина), Валентин 90, Мудрец, Прорыв |
| Повышенное число зерен в колосе и продуктивность колоса | Гермес, Виктор, Немчиновский 56, Нина, Кентавр K-3601, Корнет K-3836, Легион K-3860, Цекад 90 K-3906, Каскад K-3717, АД Зеленый K-2564, Newton K-3462, АД Coloа K-3426, Targo, K-2042, РАН 121/94, K-3679, Тальва 100 K-1508, Докучаевский 8 K-3766, Праг 468, Праг 489 |

Табл. 2. Сортообразцы тритикале, выделенные в 2015-2017 гг. по степени перезимовки растений, устойчивости к болезням и другим признакам

| № п/п | Сортообразец, линия | Высота растений, см | Перезимовка, балл (2017 г.) | Устойчивость к полеганию, балл | Устойчивость к болезням, балл (2017 г.) | | | Анализ колоса (2017 г.) | | | Сбор зерна, г/м ² | | |
|-------|---|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|----------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------------|---------|---------|
| | | | | | снежная плесень | бурая ржавчина | фузариоз колоса | число зерен, шт. | масса зерна с колоса, г | масса 1000 зерен, г | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. |
| 1 | St 1 Гермес, МосНИИСХ | 118 | 1-3 | 7 | 7 | 1 | 3 | 50 | 3,29 | 66,3 | 1160 | 640 | 370 |
| 2 | St 2 Московская 39, МосНИИСХ | 90 | 1 | 7 | 7 | 3 | 3 | 47 | 2,89 | 59,9 | 825 | 580 | 237 |
| 3 | St 3 Виктор, МосНИИСХ | 120 | 5-7 | 9 | 3 | 1 | 3 | 53 | 3,44 | 64,6 | 970 | 800 | 801 |
| 4 | АД 4306, К-1770, Украина | 105 | 3-5 | 7 | 3 | 3 | 3 | 42 | 2,57 | 61,0 | 760 | 650 | 640 |
| 5 | Легион, К-3860, ДЗНИИСХ | 95 | 3-5 | 7 | 3 | 0 | 1 | 64 | 4,09 | 63,9 | 870 | 510 | 570 |
| 6 | Доктрина 110, К-3690, ВНИИСХ | 120 | 5 | 7 | 3 | 3 | 3 | 52 | 3,93 | 75,2 | 1260 | 830 | 840 |
| 7 | Линия 266/12, МОВИР | 110 | 5 | 9 | 5 | 0 | 3 | 43 | 3,34 | 68,4 | 975 | 735 | 730 |
| 8 | Линия 280/12, МОВИР | 100 | 3 | 9 | 3 | 3 | 3 | 49 | 3,49 | 71,3 | 860 | 88 | 570 |
| 9 | К-1616, ВНИИСХ | 120 | 5 | 9 | 3 | 1 | 3 | 46 | 3,32 | 71,6 | 1080 | 510 | 650 |
| 10 | Ефремовская, МОВИР | 120 | 5 | 7 | 3 | 0 | 3 | 47 | 3,43 | 73,6 | 1380 | 950 | 590 |
| 11 | К-3625, КНИИСХ | 130 | 3-5 | 9 | 5 | 1 | 1 | 56 | 3,54 | 68,8 | 875 | 560 | 770 |
| 12 | Импринт, Ставропольский НИИСХ | 105 | 3-5 | 9 | 5 | 3 | 5 | 44 | 2,74 | 61,8 | 1290 | 850 | 630 |
| 13 | Линия 2, СП-2, (Тал. Х Новинка 2) Воронежский НИИСХ | 100 | 3-5 | 9 | 5 | 1 | 3 | 46 | 3,53 | 76,5 | 950 | 700 | 640 |
| 14 | Импульс, Р. Беларусь | 100 | 3 | 9 | 3 | 1 | 3 | 64 | 3,82 | 60,3 | 1010 | 890 | 400 |
| 15 | Préco (Kill) Rex/AOS/Rex, Польша | 120 | 5 | 9 | 3 | 1 | 1 | 60 | 3,74 | 68,3 | 775 | 650 | 860 |
| 16 | Uro-S/AOS/Bushen/Rex, Польша | 110 | 3 | 9 | 3 | 0 | 0 | 43 | 2,53 | 59,5 | 920 | 880 | 510 |

В крайне неблагоприятных условиях для перезимовки растений (2016, 2017 гг.) с явлениями выпревания, вымокания, эпифитотийного распространения снежной плесени в Московской области к весне с баллом 3-7 сохранилось не более 30-50% сортообразцов из Мировой коллекции ВИР. И только умеренные температуры и выпадение обильных осадков во второй половине апреля и в мае в эти годы на посевах позволили сформировать довольно высокий сбор зерна (500-900 г/м²) (табл. 2). Лучшими оказались сорта Виктор, Доктрина 110, линия 266/12, а также Пресо (Kill) Rex (AOS) Rex польской селекции, которые вовлечены в селекционный процесс.

Большой интерес представляют данные, полученные в МосНИИСХ при использовании диаллельных скрещиваний (5×5) лучших сортообразцов коллекции: короткостебельных линий Праг 468 (Дагестанская опытная станция ВИР), АДК 1369т (Краснодарский НИИСХ), а также высокопродуктивных сортов и линий Немчиновской селекции – Нина, Немчиновский 56 и 6418-145 (табл. 3). Материалы Диас обрабатывали по методи-

Табл. 3. Характеристика сортов, линий озимой тритикале и гибридов с их участием

| Сорт, линия, гибрид | Масса 1000 зерен, г | | Масса зерна с колоса, г | | Содержание белка, % | | Содержание крахмала, % | |
|---------------------|---------------------|-------|-------------------------|------|---------------------|-------|------------------------|-------|
| | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 |
| Праг 468 | 47,99 | 47,75 | 2,88 | 2,98 | 17,50 | 14,01 | 59,01 | 56,28 |
| х АДК1369т | 49,62 | 46,04 | 2,29 | 2,07 | 19,70 | 15,56 | 53,96 | 52,08 |
| х 6418-145 | 51,67 | 47,40 | 3,01 | 2,52 | 16,36 | 14,46 | 58,98 | 54,22 |
| х Нина | 46,41 | 50,97 | 2,59 | 2,59 | 16,90 | 14,09 | 59,77 | 53,90 |
| х Немчиновский 56 | 47,26 | 43,46 | 2,75 | 2,45 | 16,43 | 13,76 | 62,32 | 54,38 |
| АДК 1369т | 43,86 | 41,65 | 2,12 | 1,67 | 16,16 | 15,52 | 52,66 | 56,07 |
| х 6418-145 | 47,90 | 45,40 | 2,72 | 2,41 | 15,58 | 12,81 | 64,47 | 54,35 |
| х Нина | 48,81 | 50,37 | 2,72 | 2,33 | 16,12 | 13,64 | 61,56 | 51,22 |
| х Немчиновский 56 | 54,96 | 47,76 | 2,64 | 2,25 | 15,67 | 14,03 | 59,93 | 51,75 |
| 6418-145 | 47,58 | 43,25 | 2,71 | 2,41 | 13,99 | 11,69 | 54,16 | 51,94 |
| х Нина | 59,43 | 51,78 | 3,10 | 2,58 | 17,76 | 12,02 | 59,99 | 51,68 |
| х Немчиновский 56 | 47,76 | 53,31 | 2,35 | 2,33 | 17,31 | 12,79 | 62,50 | 53,66 |
| Нина | 47,78 | 48,97 | 2,15 | 2,60 | 15,08 | 25,03 | 54,42 | 56,79 |
| х Немчиновский 56 | 52,59 | 50,26 | 3,23 | 2,68 | 18,06 | 11,58 | 61,88 | 55,04 |
| Немчиновский 56 | 42,03 | 44,51 | 1,78 | 2,19 | 15,09 | 12,54 | 52,52 | 55,49 |
| НСР _{0,05} | 2,39 | 1,87 | 0,22 | 0,19 | 0,80 | 0,73 | 2,19 | 1,01 |

ческим правилам В.Ж. Науман [9] и В. Mather [10] с применением программ AGROS 2.09. Анализировали наследование таких ценных признаков, как масса 1000 зерен, масса зерна с колоса, содержание белка и крахмала в зерне.

По данным анализа гибридов F_1 определено, что для всех признаков характерна аддитивно-доминантная схема наследования. Например, по массе 1000 зерен коэффициент корреляции $r(x_{rr}; W_r+V_r)$ в 2011 и 2012 гг. опытов имел отрицательные значения. Это означает, что крупнозерные сорта имеют большее число дополнительных аллелей, а указанный признак обусловлен доминантными генами. Графики регрессии W_r на V_r , характеризующие изменчивость генетической детерминации признака, показывают, что в оба года среднее доминирование приближалось к сверхдоминированию. Последнее подтверждает соотношение $H_1/D = 10,38$ (2011 г.) и $53,00$ (2012 г.), которое при сверхдоминировании всегда больше единицы (табл. 4). Величина $(H_1/D)^{1/2} = 3,22$ (2011 г.), $7,28$ (2012 г.), характеризующая среднюю степень доминирования в отдельных локусах, также свидетельствует о сверхдоминировании этого признака.

Важно отметить, что ни один из изучаемых сортов и линий не обладал всеми доминантными или всеми рецессивными аллелями. В то же время линия Праг 468 в

оба года несла около 75% аллелей, проявляющих доминантные эффекты, а линия АДК 1369t – только в условиях 2011 г. У сорта Немчиновской селекции Нина в 2012 г. также преобладали доминантные аллели. Таким образом, имеется перспектива выделения в последующих генерациях, особенно в гибридах с участием линии Праг 468, положительных трансгрессий по массе 1000 зерен.

По признаку «масса зерна с колоса» соотношение H_1/D , отражающее средний уровень доминирования по всем полиморфным локусам, в 2012 г. оказалось близким к единице, что свидетельствует о полном доминировании признака. Однако в сложных условиях 2011 г. наблюдали сверхдоминирование (табл. 4).

Графики регрессии W_r на V_r подтверждают, что в 2012 г. среднее доминирование признака оказалось близким к полному (линия регрессии проходила почти через нуль), а в 2011 г. отмечено сверхдоминирование (линия регрессии проходила через нуль). Коэффициент корреляции $r(x_{rr}; W_r+V_r)$ в оба года имел отрицательные значения, из чего следует, что сорта с более высокой массой зерна с колоса обладают повышенным числом доминантных аллелей. У линии АДК 1369t, 6418-145 и сорта Нина преобладали в скрещиваниях доминантные аллели, у линии Праг 468 – лишь в 2011 г., у сорта Немчиновский 56 – в 2012 г.

При определении наследования признака «содержание белка в зерне» установлено, что сорта с более высоким его значением выделяются и большим числом рецессивных аллелей. И в 2011, и в 2012 г. среднее доминирование признака оказалось близким к сверхдоминированию (в графике регрессии W_r на V_r линия регрессии проходила ниже нуля). Этот вывод подтверждает соотношение $H_1/D = 4,40$ (2011 г.); $1,14$ (2012 г.), представленное в табл. 4. Величина $(H_1/D)^{1/2} = 2,10$ (2011 г.), $1,07$ (2012 г.), характеризующая среднюю степень доминирования в отдельных локусах, также указывает на сверхдоминирование этого признака. Наибольшим числом рецессивных аллелей, отвечающих за высокое содержание белка в зерне озимой тритикале, характеризовалась линия АДК 1369t (75%). Соотношение доминантных и рецессивных аллелей у линий Праг 468 и 6418-145 составляло 50:50, у сорта Немчиновский 56 – 75:25. У сорта Нина в 2011 г. преобладали доминантные, в 2012 г. – рецессивные аллели. В целом результаты анализа диаллельных скрещиваний по методу В.Ж. Науман [9] свидетельствуют, что для всех изученных признаков свойственна аддитивно-доминантная схема наследования. По массе 1000 зерен, содержанию белка и крахмала в зерне в первом поколении гибридов выявлено сверхдоминирование. По массе зерна с колоса в 2011-2012 гг. характер наследования менялся от полного доминирования до сверхдоминирования.

В повышение значений признаков продуктивности основной вклад вносят доминантные гены, по концен-

Табл. 4. Компоненты генетической дисперсии, полученные на основе анализа диаллельных скрещиваний 5×5

| Генетический параметр | Масса 1000 зерен | | Масса зерна с колоса | |
|-----------------------|--------------------------|-------------|-----------------------------|------------|
| | 2011 г. | 2012 г. | 2011 г. | 2012 г. |
| $D \pm S_D$ | 7,67±2,99 | 0,55±4,93 | 0,20±0,01 | 0,25±0,03 |
| $F \pm S_F$ | 10,07±7,46 | -4,21±12,30 | 0,26±0,03 | 0,20±0,07 |
| $H_1 \pm S_{H1}$ | 79,59±8,07 | 29,15±13,30 | 0,62±0,03 | 0,21±0,08 |
| $H_2 \pm S_{H2}$ | 72,60±7,32 | 26,99±12,06 | 0,50±0,03 | 0,10±0,03 |
| $h^2 \pm S_{h^2}$ | 58,72±4,94 | 18,93±8,14 | 0,44±0,02 | 0,03±0,01 |
| $E \pm S_E$ | 1,87±1,22 | 13,43±2,01 | 0,01±0,005 | 0,05±0,01 |
| H_1/D | 10,38 | 53,00 | 3,10 | 0,84 |
| $(H_1/D)^{1/2}$ | 3,22 | 7,28 | 1,78 | 0,92 |
| $H_2/4H_1$ | 0,23 | 0,23 | 0,20 | 0,12 |
| Генетический параметр | Содержание белка в зерне | | Содержание крахмала в зерне | |
| | 2011 г. | 2012 г. | 2011 г. | 2012 г. |
| $D \pm S_D$ | 1,74±0,09 | 0,79±0,32 | 5,90±0,92 | 2,78±1,04 |
| $F \pm S_F$ | 1,38±0,23 | -1,24±0,81 | 14,74±2,31 | 4,17±2,60 |
| $H_1 \pm S_{H1}$ | 7,65±0,25 | -0,69±0,88 | 68,45±2,49 | 11,75±2,81 |
| $H_2 \pm S_{H2}$ | 7,26±0,22 | -0,37±0,80 | 58,21±2,26 | 9,86±2,54 |
| $h^2 \pm S_{h^2}$ | 5,21±0,15 | -0,62±0,54 | 90,76±1,53 | 10,20±1,72 |
| $E \pm S_E$ | 0,01±0,04 | 0,83±0,13 | 1,11±0,38 | 1,23±0,42 |
| H_1/D | 4,40 | 1,14 | 11,60 | 4,23 |
| $(H_1/D)^{1/2}$ | 2,10 | 1,07 | 3,41 | 2,05 |
| $H_2/4H_1$ | 0,24 | 0,13 | 0,21 | 0,21 |

трации которых можно судить о перспективности отдельных комбинаций скрещивания. С учетом отмеченных факторов по признаку «масса 1000 зерен» выделяется линия Праг 468, по массе зерна с колоса – линия АДК 1369t. Высокое содержание крахмала в зерне определялось доминантными аллелями, при этом особо выделились линии Праг 468 и 6418-145.

Для определения лучших гибридных комбинаций проведен анализ общей комбинационной способности (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС) сортообразцов. При наследовании признака «масса 1000 зерен» большое значение имеют гены с доминантными эффектами. В генотипической дисперсии этого признака в 2011-2012 гг. доля вариансы СКС составляла 52,8%, что в 1,5 раза выше вариансы ОКС (37,3%). Стабильно высокая варианса ОКС выявлена только у растений сорта Нина Немчиновской селекции. По СКС выделились комбинации Праг 468 × 6418-145 и АДК 1369t × Немчиновский 56. В генотипической дисперсии признака «масса зерна с колоса» в среднем за 2 года доля вариансы ОКС составила 59,2% (СКС – 33,6%). Таким образом, в настоящем наборе сортообразцов больший вклад в генотипическую вариацию вносят аддитивные эффекты генов. Лучшими по ОКС оказались линии Праг 468, 6418-145 и сорт Нина. Предположительно линия Праг 468 одинаково устойчиво передает признак всем гибридам, о чем свидетельствуют высокая ОКС и низкая варианса СКС.

По признаку «содержание белка в зерне» доля вариансы ОКС в генотипической дисперсии признака составила 58,4% (СКС – 36,3%). Из этого следует, что в данном наборе сортов наибольший вклад в генотипическую вариацию вносят аддитивные эффекты генов. Стабильно высокими эффектами ОКС характеризовались линии Праг 468 и АДК 1369t. По эффектам СКС с участием доноров короткостебельности не выделилось ни одной комбинации скрещивания.

Результаты исследований генофонда растений сыграли положительную роль в селекции озимой тритикале в Подмоскowie. Кроме уже внесенных в Госреестр селекционных достижений РФ комплексно высокоустойчивых к био- и абиострессорам высокопродуктивных сортов Немчиновской селекции – Гермес, Виктор, Антей, Немчиновский 56, Нина на опытных полях испытывают целую серию сортов и линий с высоким сбором зерна (до 13 т/га), устойчивых к стрессовым факторам среды, полученных с участием лучших сортообразцов Мировой коллекции. В их числе среднестебельный, устойчивый к полеганию и ряду опасных патогенов сорт Гера с потенциальной урожайностью свыше 12,0 т/га высококачественного зерна.

На всех этапах селекции на полях МосНИИСХ изучают 15-20 тыс. номеров озимой тритикале (в 2017 г. – 15330), 200-400 гибридных комбинаций (в 2017 г. – 308). В крайне неблагоприятном по погодным факторам 2017 г. в контрольном питомнике испытано 35 линий и сортов. Сбор зерна новых линий (5802-10-5-6, 5802-10-

Табл. 5. Урожайность (т/га) лучших сортов и линий в КСИ, 2014-2017 гг.

| Сорт, линия | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | Среднее |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Виктор-стандарт | 6,90 | 9,30 | 6,17 | 8,9 | 7,82 |
| Гермес | 6,98 | 10,72 | 5,47 | - | 7,72 |
| Немчиновский 56 | 8,12 | 8,86 | 6,63 | - | 7,87 |
| Нина | 7,40 | 9,65 | 6,78 | 7,65 | 7,96 |
| Гера (121-1-9) | 9,51 | 11,34 | 7,49 | 7,28 | 8,91 |
| 6355-26-2-26 | 7,11 | 8,46 | 8,75 | - | 8,11 |
| 150-1-5 | 6,95 | 9,48 | 8,35 | - | 8,26 |
| НСР ₀₅ | 0,35 | 0,57 | 0,51 | 0,45 | - |

5-59, 154-11-5-5), сорта Нина 185-177) составил 8,34-9,91 т/га. Посевы лучшей линии 154-11-5-5 сформировали урожай 9,91 т/га, ее растения устойчивы к полеганию, имеют укороченный стебель (95 см). Урожай зерна сорта-стандарта Виктор оказался равным 5,04 т/га, или почти в 2 раза ниже, чем у отмеченной линии 154-11-5-5. В конкурсном сортоиспытании в среднем за 4 года лучшим был сорт Гера (табл. 5). Преимущество новых сортов и линий перед сортами-стандартами объясняется отличной озерненностью колоса, лучшей сохранностью растений к уборке, повышенной устойчивостью к лимитирующим факторам среды.

По сравнению с сортом-стандартом и другими районированными сортами новый генотип тритикале Гера обладает более коротким стеблем (80-100 см), высокой озерненностью колоса (до 80 зерен), значительно большей массой зерна с колоса (до 4 г) и комплексной устойчивостью к наиболее опасным патогенам (виды ржавчины, мучнистая роса, септориоз, корневые гнили). Этот перспективный сорт имеет также повышенные кормовые достоинства зерна, обеспечивающие его успешное использование в комбикормах для различных видов животных и птицы.

В КСИ за 2009-2015 гг. лучшими по биохимическому составу зерна оказались сорта Немчиновский 56, Нина и Гера. В сравнении с сортом-стандартом Виктор (13,6%) содержание белка в зерне у сорта Нина составило 13,9%, Немчиновского 56 – 14,1%, Гера (2014-2015 гг.) – 13,9%; содержание клейковины в зерне – соответственно 21,2; 17,0; 24,5; 21,0%; крахмала – 64,5; 68,6; 67,3 и 66,9%; сбор зерна – 7,3, 6,43, 6,91 и 10,17 т/га. Технологические и хлебопекарные свойства в КСИ за 2014-2016 гг. у последующих сортов также были лучше, чем у стандарта Виктор.

В среднем за 3 года самое высокое содержание белка по сравнению с сортом-стандартом Виктор (13,7%) отмечено у сорта Гермес (14,08%) и Гера (14,08%), гибридных линий 6408-19-71 (14,73%) и 698-1-19 (13,9%). По содержанию сырой клейковины выдели-

лись сорта Гермес (24,4%), Немчиновский 56 (23,5%), линия 698-1-19 (26,0), у сорта-стандарта – 20,7%. При этом у сорта Гера оказалась выше натура зерна, чем у сорта-стандарта Виктор (740 и 733 г/л), а также содержание белка в зерне (14,08 и 13,71%); содержание крахмала в зерне (70,43 и 69,9%), число падения (102 и 99 с), ИДК (91 и 79 ед.). В то же время объемный выход хлеба у сорта Виктор (605 см³) был выше, чем у сорта Гермес (645 см³), линий 6355-26-2-26 (626 см³) и 150-1-5 (625 см³).

Таким образом, многолетние эксперименты с использованием большого набора сортообразцов Мировой коллекции озимой тритикале позволили выделить ценные генотипы с комплексом положительных признаков и свойств, использование которых в скрещиваниях с местным сортиментом обеспечило получение ряда новых высокопродуктивных, устойчивых к стрессовым факторам среды сортов и линий. Особую ценность для производства представляет новый, устойчивый к полеганию, с высоким потенциалом продуктивности (более 12 т/га) сорт Гера. Селекционным учреждениям для использования в скрещиваниях рекомендуются высокопродуктивные, устойчивые к опасным патогенам и абиотическим стрессам высококачественные сорта озимой тритикале Немчиновской селекции: Виктор, Гермес, Антей, Немчиновский 56, Нина, а также сорта – доноры ценных признаков, показавшие хорошие результаты в диаллельных скрещиваниях: линии Праг 468, АДК 1369t, 6418-145, сорта Нина и Немчиновский 56. В селекционных программах как исходный материал перспективны выдающиеся сорта отечественной и зарубежной селекции, показавшие в многолетних испытаниях в Подмоскowie отличные результаты: Докучаевский 13, Доктрина 110, Зимогор, Дон, Легион,

Корнет, Сват, Брат, Князь, Тит, Мамучар, Рунь, Идея, Адашь и другие генотипы (табл. 1).

Литература.

1. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Особенности селекции тритикале на Дону в условиях меняющегося климата. В сб. Тритикале, – Ростов на Дону : ДЗНИИСХ.–2014, –С. 37-43.
2. Сандухадзе Б.И., Медведев А.М., Осипов В.В., Васютин А.С. Технология производства зерна озимых зерновых культур. – М., 2015. – 216 с.
3. Медведев А.М., Медведева Л.М., Пома Н.Г., Осипов В.В., Осипова А.В. Озимая и яровая тритикале в Российской Федерации // Коллективная монография – М.: Немчиновка, 2017, – 289 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
5. Осипов В.В., Медведев А.М. Об устойчивости озимой тритикале к полеганию в связи с высотой стебля, устойчивостью к патогенам, другим стрессовым факторам и продуктивностью // Зернобобовые и крупяные культуры – 2016. – №2. – С. 40-46.
6. Грабовец А.И., Крохмаль А.В., Дремучева Г.Ф., Карчевская О.Е. Селекция тритикале для хлебопекарных целей. В сб. Тритикале. – Ростов на Дону, 2016. – С. 4-19.
7. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, кормовые культуры. – М., 1989. – 228 с.
8. Мережко А.Ф., Удачин Р.А. Методические указания. – С-Пб, 1999. – 32 с.
9. Hayman В. J. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 1954. – 10. – P. 235-244.
10. Mather K., Ginks J.L. *Biometrical, genetics, Charmen and Hall Ltd. II London*, 1971. – 280 p.

Поступила в редакцию 16.10.18

Принята к публикации 19.11.18