

Построение модели сорта яровой тритикале на основе современных информационных технологий

И.Г. ГРЕБЕННИКОВА^{1,*}, А.Ф. АЛЕЙНИКОВ^{1,2}, П.И. СТЕПОЧКИН³

¹ Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Краснообск, Новосибирская область, Россия

² Новосибирский государственный технический университет, Россия

³ Сибирский НИИ растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, Краснообск, Новосибирская область, Россия

* Контактный e-mail: sibfti.grig@ngs.ru

Разработана модель сорта яровой тритикале зернофуражного направления, адаптированная к условиям Западно-Сибирской лесостепи Приобья. Модель разработана с использованием результатов корреляционного анализа взаимосвязей между показателем массы зерен растения и морфобиологическими признаками. Предложенные оптимальные параметры варианта модели будут способствовать повышению эффективности отбора хозяйственно ценных генотипов растений и целенаправленному ведению селекционного процесса при создании новых высокоурожайных сортов яровой тритикале.

Ключевые слова: модель сорта, база данных, корреляционный анализ, информационно-аналитическая система.

Введение

При создании сорта селекционер стремится повысить эффективность селекционного процесса, обеспечить его ускорение, снизить затраты труда и материальных средств – одним словом, оптимизировать его. Оптимизация селекционного процесса осуществляется совершенствованием существующих методических подходов или разработкой новых приемов селекции, построением рациональной модели сорта по заданным параметрам, совершенствованием схемы селекционного процесса и применяемой селекционной технологии, а также использованием в селекционном процессе элементов математической обработки данных [1].

Существует целый ряд положений, которых следует придерживаться при проектировании будущего сорта: сорт должен гарантировать заданный уровень урожайности; сорт должен быть пластичным, т. е. быть приспособленным для возделывания в достаточно широком ареале экологических условий; сорт должен быть технологичным, т. е. допускающим механизированное возделывание и уборку урожая; сорт должен обладать достаточно высоким качеством; сорт должен быть иммунным. Желательно, чтобы перечисленные требования осуществлялись во всем их комплексе, но создать сорт, который отвечал бы

всем этим требованиям, практически невозможно.

Сорт представляет собой сложную систему совокупных генотипов, появившихся на поздних стадиях расщепления в результате свободного переопыления, спонтанного мутагенеза и многих других причин. В то же время каждое растение представляет собой сложную совокупность взаимосвязанных признаков, где изменение одного влечет за собой изменение других или совокупности признаков, подчас нежелательное для селекционера. Таким образом, бессмысленно было бы требовать от будущего сорта всей совокупности перечисленных признаков, проявляющихся в максимальной степени [2, 3].

Создание сорта лучшего, чем существующие, возможно, так как генетический предел ни у одной из культур еще не достигнут. Успех селекции любой культуры для конкретных агроэкологических условий в значительной степени зависит от объективности разработки параметров модели сорта, что позволяет селекционеру более эффективно и экономично создавать сорта, максимально приближающиеся к идеальным. Модель сорта – это научный прогноз, показывающий, каким сочетанием признаков должны обладать растения, чтобы обеспечить заданный уровень продуктивности, устойчивости и других требуемых производством качеств [4, 5].

1. Концептуальные подходы к построению моделей сортов на основе современных вычислительных технологий

Существует ряд специфических методических подходов к созданию моделей сортов: селекционный, экологический, математический и т. д. Однако в большинстве случаев модель сорта, несмотря на ее значение в селекционном процессе, создается на основе обобщения знаний и опыта селекционеров эмпирическим или “экспертным” путем [6–8]. Главное достоинство селекционного подхода – его всеобщая доступность, а также наиболее полный охват признаков и свойств сорта. Основное слабое место этого подхода к созданию моделей сортов – его недостаточно строгая научная обоснованность. Новым подходом к оптимизации построения моделей сортов является использование информационных технологий, которые применяются для повышения эффективности теоретических и прикладных исследований в области селекции растений.

Широкое применение информационных технологий в селекции сдерживается в основном отсутствием комплекса математических моделей, которые наиболее полно отражали бы сложности реального объекта и дали бы более высокую точность научного прогноза. В этом случае необходимо ограничение степени сложности поставленной задачи, так как введение большого числа параметров в модель усложняет ее, что вызывает возрастание неопределенности, связанной с ошибками определения отдельных параметров модели. В то же время чрезмерное упрощение приводит к потере способности модели адекватно отражать интересующие селекционеров признаки и свойства сорта. Поиск компромисса между сложностью и простотой при выборе параметров, учитываемых в модели, требует, прежде всего, профессиональных знаний в области селекции и растениеводства исследуемых культур.

Проведенные нами исследования по созданию моделей сортов показали, что современные информационные технологии не используются в полной мере в се-

лекционной практике. С точки зрения завершеного комплексного подхода к оптимизации построения моделей сортов они разработаны для конкретной селекционной станции, группы селекционеров или конкретной селекционной задачи. Кроме того, нет единого мнения об алгоритме компьютерного моделирования селекционного процесса. Компьютерные программы в основном предназначены для уточнения наследования количественных признаков с использованием различных генетико-математических методов, в том числе диаллельного анализа.

По многим зерновым культурам для различных природно-климатических зон созданы модели сортов [6, 7, 9, 10]. Академиком П.Л. Гончаровым разработаны модели сортов люцерны и яровой мягкой пшеницы, в том числе и наглядные, так называемые “графические модели” [11]. Однако для условий Западно-Сибирской лесостепи Приобья модель сорта яровой тритикале еще не создана. В СибФТИ СФНЦА РАН и СибНИИРС (филиал ИЦиГ СО РАН) на основе математических экспериментальных данных разработана концептуальная схема модели сорта яровой тритикале (рис. 1). Схема раскрывает логическую последовательность операций, необходимых для построения варианта модели сорта. Под моделью сорта в данном случае понимают определенные количественные и качественные характеристики основных хозяйственно важных признаков и свойств растений, проявляющиеся в конкретной почвенно-климатической зоне. Это продуктивность растения, вегетационный период, архитектура растения, устойчивость к болезням, полеганию, осыпанию, прорастанию на корню и др.

Центральным звеном в концептуальной схеме является информационно-аналитическая система (ИАС), которая проводит корректировку планируемых параметров, заданных пользователем-селекционером. Для ее разработки требуется комплекс баз данных, баз знаний, необходимое организационное, техническое, экспертное, информационное, математическое и программное обеспечение.

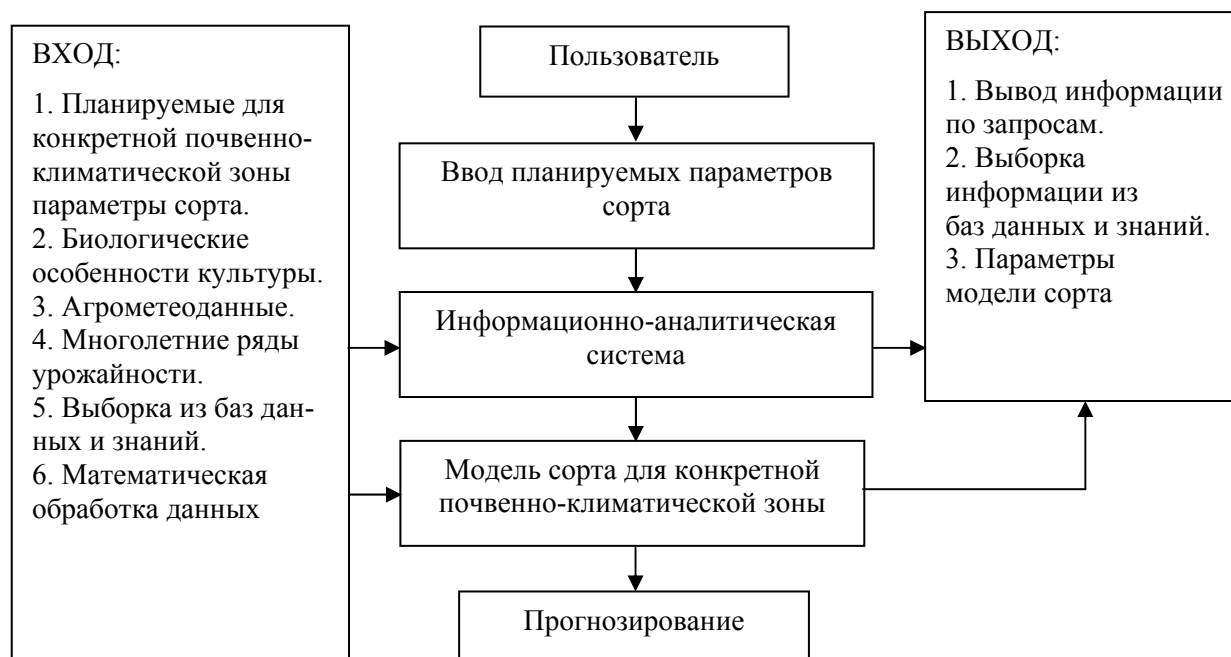


Рис. 1. Общая концептуальная схема построения варианта модели сорта с использованием информационных технологий

При разработке технологий оптимизации построения моделей сортов необходимо наличие информации, всесторонне отражающей взаимодействие биологической системы (сорта) с разными почвенно-климатическими условиями. Поэтому, прежде чем перейти к корректировке экспертных моделей построения сортов, нужны данные, на основе которых можно было бы разработать комплексную систему модели сорта, позволяющую при введении определенных входных данных решать конкретные селекционные задачи.

Наиболее сложной задачей в предлагаемой концептуальной модели является последний этап – “Прогнозирование”, требующий определенной вероятности подтверждения прогнозов метеоданных. В связи с ненадежностью прогнозов этот этап требует дополнительного научного обоснования.

2. Вариант модели сорта яровой тритикале, адаптированной к условиям Западно-Сибирской лесостепи Приобья

С 2009 по 2013 г. создана база данных по результатам практических селекционных исследований основных хозяйственных показателей образцов яровых тритикале. В качестве объекта исследований использовались четыре образца яровых тритикале из коллекции ВИР: К-3722 Gabo, К-3542 Сокол Харьковский, К-3644 Укро и К-3881 Dahbi 6/3/Ardi 1/Торо 1419, и гибриды, полученные по полной диаллельной схеме 4×4 от скрещиваний этих сортов между собой, а также гибриды этих форм тритикале с озимым сортом селекции СибНИИРС Сирс 57. За стандарт взят сорт Укро, включенный в Госреестр в 2000 г. по Средневолжскому региону [12].

База данных содержит информацию об изучении образцов яровых тритикале по урожайности, качеству продукции, устойчивости к болезням, вредителям и другим неблагоприятным факторам – всего около 20 показателей (рис. 2).

Использование этих данных для корректировки параметров моделей сортов позволило определить границы изменчивости потенциальной урожайности, обеспечиваемой ресурсами климата в конкретной почвенно-климатической зоне при общепринятой технологии возделывания. Так как средние величины не содержат полной информации о варьирующихся параметрах сорта, наряду со средней величиной для полной характеристики должны быть использованы лимиты и корреляционный анализ. В отличие от лимитов и размаха вариации, которые являются более простыми и конкретными (в этом их основное достоинство), корреляция отражает характер варьирования рядов распределения признаков. Коэффициенты корреляции представляют собой удобный статистический показатель для изучения взаимной зависимости количественных признаков. Установление корреляционных связей между различными признаками растения позволяет наметить пути повышения его продуктивности, улучшения качества семян и технологичности моделируемых сортов, устойчивости к стресс-факторам окружающей среды.

Следующим и не менее важным этапом реализации концептуальной модели наряду с формированием необходимых баз данных является разработка баз знаний, позволяющих проводить корректировку моделей сорта. Для этой цели привлекается информация, связанная с биологическими особенностями культуры, генетическим контролем основных хозяйственно ценных признаков и свойств, экологической пластичностью и стабильностью, корреляционными связями и пр. [13].

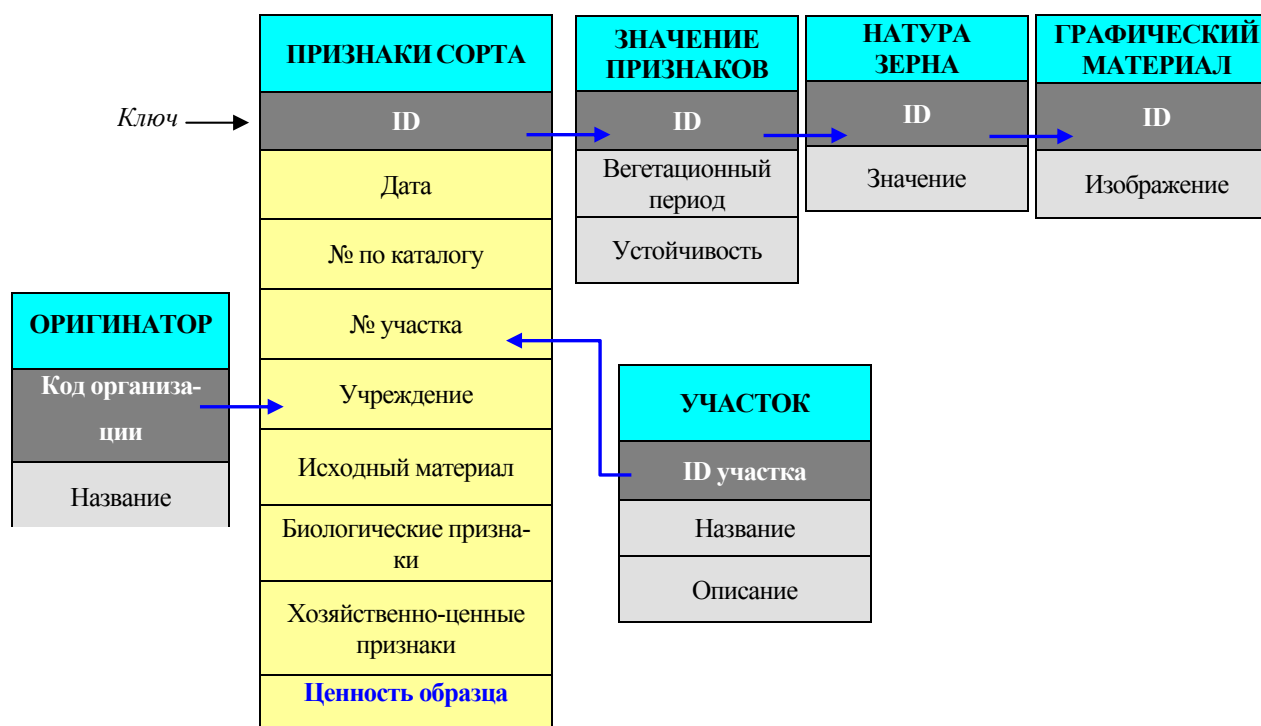


Рис. 2. Реляционная модель представления исходных данных по селекции тритикале

В разработанную концептуальную схему ИАС не включена экспертная система, несмотря на то, что она является наиболее распространенным классом интеллектуальных систем. Это связано с тем, что, во-первых, пользователь-селекционер сам является экспертом, во-вторых, экспертные знания необходимо периодически обновлять, так как они быстро устаревают. Кроме того, к недостаткам современных экспертных систем относятся также узкая специализация, фрагментарность и ограниченность данных.

В сибирском регионе тритикале используется в основном как фуражная культура. Мы считаем, что разрабатываемый вариант модели сорта тритикале должен учитывать его назначение. В связи с этим на основании материала экспериментальной работы и изученных основных морфобиологических и хозяйственно ценных признаков была поставлена задача определения параметров модельного зернофуражного сорта гексаплоидной яровой тритикале.

В ходе селекции очень сложно совместить в одном генотипе высокий потенциал продуктивности с широкой экологической пластичностью. Именно поэтому крайне важно разрабатывать модели сортов для каждой агроклиматической зоны [2, 9]. При этом наиболее полная реализация наследственных возможностей сорта проявляется лишь в том случае, если он сочетает максимальную приспособленность к условиям конкретной зоны со всеми другими хозяйственно ценными признаками. Так как фенотип растения – это результат реализации генотипа в определенных условиях среды, в основу модели положены фенотипические особенности растений яровых тритикале.

На основании результатов селекционной работы в разных агроусловиях лесостепи Приобья и накопленного за годы исследования экспериментального материала определены оптимальные параметры варианта модели сорта яровой тритикале зернофуражного направления, адаптированной к конкретным усло-

виям. Вариант модели разработан с использованием результатов корреляционного анализа связей между показателем массы зерен растения и морфобиологическими признаками.

Для статистической обработки полученных результатов применялись методы дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову [14]. Изучение корреляционных связей зерновой продуктивности с морфобиологическими и хозяйственно ценными признаками при селекции яровой тритикале позволяет определить, за счет каких элементов структуры урожая можно более эффективно повышать продуктивность растений, прогнозировать увеличение эффективности отбора по отдельным признакам и рационализировать селекционный процесс. Результаты корреляционного анализа связи между продуктивностью растения и некоторыми хозяйственно-биологическими признаками яровых тритикале представлены в табл. 1.

Исследования показали, что из элементов структуры урожая у исследуемых форм яровой тритикале наиболее значимы масса зерна колоса ($r = 0.71$) и продуктивная кустистость ($r = 0.74$). В результате корреляционного изучения различных групп сортообразцов яровой тритикале выявлены морфобиологические признаки, связанные с массой зерна и продуктивностью растения тритикале. Основные признаки варианта модели сорта сведены в табл. 2.

При создании перспективного сорта селекционная работа должна быть направлена на увеличение длины колоса до 11–13 см с числом колосков в колосе 25 шт., так как именно эти параметры обеспечивали наибольшую массу колоса у экспериментальных образцов.

Т а б л и ц а 1. Корреляционная связь массы зерен растения и основных морфобиологических признаков яровой тритикале

Хозяйственно ценный признак	Коэф. корреляции, r	Стандартная ошибка коэф. корреляции, S_r	Фактическое значение критерия существенности, $t_{r \text{ факт}}$	Теоретическое значение критерия существенности, $t_{r \text{ теор}}$
Продуктивная кустистость, шт.	0.74 *	0.03	24.23	2
Высота растения, см	0.48 *	0.04	12.05	2
Длина главного колоса, см	0.12 *	0.05	2.66	2
Число колосков в колосе, шт.	0.13	–	–	–
Число зерен в колосе, шт.	0.50 *	0.04	12.05	2
Масса зерна главного колоса, г	0.71 *	0.03	24.23	2
Масса 1000 зерен, г	0.60 *	0.04	16.52	2
Натура зерна, г/мл	0.32 *	0.04	7.44	2
Длина остей, см	0.38 *	0.04	9.05	2
Диаметр шейки, мм	0.10	0.05	2.21	2
Диаметр 1-го междоузья, мм	0.10	0.05	2.21	2

* Корреляционная связь существенна с вероятностью 0.95.

Т а б л и ц а 2. Параметры варианта модели сорта яровой тритикале для условий Западно-Сибирской лесостепи Приобья

Хозяйственно ценный признак	Показатели сортов	
	Укро	Модельный
Структура урожая:		
высота растения, см	90–110	80–90
продуктивная кустистость, шт. раст.	2–3	2–3
число зерен главного колоса, шт.	45–55	50–60
длина колоса, см	10–11	11–13
число колосков в колосе, шт.	22–26	20–25
остистость	Да	Нет
масса зерна колоса, г	3–4	4–5
масса зерна растения, г	6–7	10–12
масса 1000 зерен, г	52	60
натура зерна, г/мл	2–2,1	2,1
диаметр шейки, мм	1,9–2,1	2,7
диаметр первого междоузья, мм	3,4–3,8	4,1
Вегетационный период, дни	74–83 (87–92)	98
Устойчивость к неблагоприятным условиям среды: Засухоустойчивость	Высокая	Высокая
Устойчивость к основным болезням: мучнистая роса бурая ржавчина пыльная и твердая головня	Высоко- устойчив	Высоко- устойчив

Масса зерна колоса должна быть 4–5 г при общей массе зерна растения 10–12 г и продуктивной кустистости 2–3 шт., тем самым превышать стандартный сорт Укро по каждому показателю. Увеличение продуктивной кустистости позволит более полно реализовать биологический потенциал урожайности культуры тритикале.

Масса 1000 зерен как важнейший элемент структуры урожая характеризует крупность и выполненность зерна. Выраженность признака зависит от генетической информации, заключенной в генотипе, и от условий внешней среды, складывающихся в онтогенезе в период налива и созревания зерна. Зерновки некоторых гибридов имели дефекты в строении эндосперма (морщинистость, глубокая бороздка). Однако гибриды с сортами Укро и К–3881 значительно превышали базовый сорт по крупности и выполненности зерна. Максимальные значения такого признака, как масса 1000 зерен, наблюдалось у гибридов Укро×К–3881 – 78 г, а у гибридов К–3881×Сокол превышала 80 г. Большое влияние на формирование зерна с высокой массой 1000 зерен оказали условия среды в период колошение–созревание. Отмечено, что сухая жаркая погода приводит к формированию щуплого зерна. Для разрабатываемого модельного сорта предложено взять среднее значение массы 1000 зерен 60 г, что превышает данный показатель у базового сорта.

Пониклость колосьев после созревания должна быть средней степени, что уменьшит попадание и сохранение влаги на колосе и особенно на зерне и обес-

печит меньшую уязвимость при продолжительных осадках. Также пониклость колоса затрудняет скашивание, так как высота растения фактически становится меньше на длину колоса. По этому признаку более эффективны гибриды из комбинаций с озимым сортом Сирс 57.

Продолжительность вегетационного периода является одним из признаков, ограничивающих возделывание яровых тритикале в сибирском регионе. По продолжительности вегетационного периода модельный сорт может быть скороспелым, среднеранним или среднеспелым. При селекционных исследованиях данный показатель имел значение от 98 до 110 дней в зависимости от условий года. Для разрабатываемого варианта модели сорта предложено взять минимальное значение 98 дней.

При разработке модели предпочтение отдавалось безостым формам, так как отсутствие остей ограничивает накопление и сохранение дождевой влаги и росы в колосе. Кроме того, остистые формы менее пригодны для скармливания домашним животным. В эксперименте отбор проводился из безостых гибридов с сортом Сирс 57.

Модель сорта тритикале зернофуражного направления должна характеризоваться такими показателями зерна, как высокое содержание белка, лизина, крахмала, и обладать высокой перевариваемостью питательных веществ.

Сорта, соответствующие новой модели (рис. 3), должны отличаться высокой адаптивностью и широкой пластичностью к спектру агроклиматических условий, а также обладать высокой устойчивостью к поражению грибными заболеваниями.

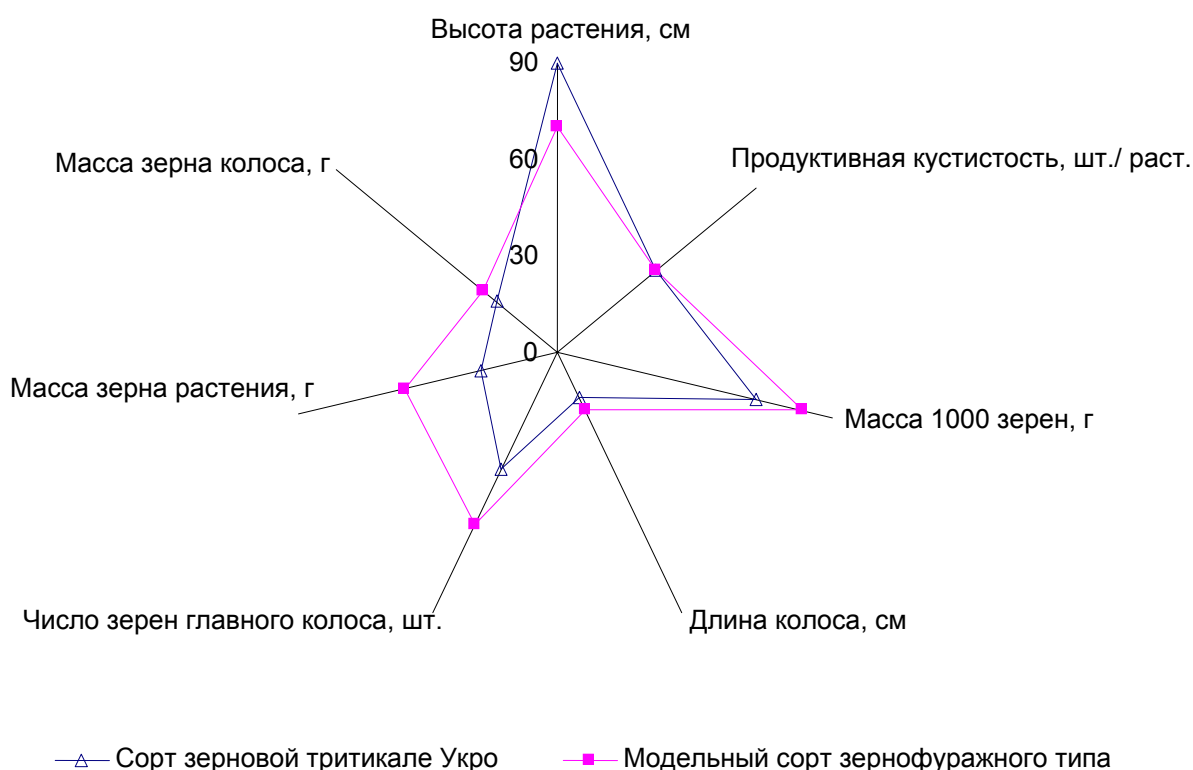


Рис. 3. Соотношение количественных признаков зернового сорта Укро и варианта модели зернофуражного сортотипа тритикале

Заключение

Проведенный анализ результатов дает ценную научную информацию, позволяющую выявить и обосновать перспективные направления дальнейшей селекционной работы. Общая совокупность выявленных морфобиологических признаков культуры предложена в качестве научно обоснованной модели зернофуражного сорта. Модель построена с учетом технологичности и адаптации к условиям Западно-Сибирской лесостепи Приобья. Предложенные оптимальные параметры модели сорта будут способствовать повышению эффективности отбора хозяйственно ценных генотипов и целенаправленному проведению селекции на адаптивность к условиям региона для создания новых высокоурожайных сортов яровой тритикале.

Применение информационных технологий для создания научно обоснованных моделей сортов позволит не только сократить сроки и стоимость селекционных исследований, но и повысить эффективность селекционного процесса за счет качества интерпретаций результатов опытов, надежности и достоверности выводов.

Благодарности. Статья опубликована при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-07-20001).

Список литературы / References

- [1] **Гончаров Н.П., Гончаров П.Л.** Методические основы селекции растений. Новосибирск: Гео, 2009. 427 с.
Goncharov, N.P., Goncharov, P.L. Methodical bases for plants selection. Novosibirsk: Geo, 2009. 427 p. (In Russ.)
- [2] **Кукенов В.Г., Карамышев Р.М.** О моделировании селекционного процесса // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. М.: Наука, 1978. С. 10–15.
Kukenov, V.G., Karamyshev, R.M. On modelling of selection process // Genetics of quantitative signs of agricultural plants. Moscow: Nauka, 1978: P. 10–15. (In Russ.)
- [3] **Свиридов А.В.** Некоторые принципы моделирования сортов злаковых многолетних трав интенсивного типа для зоны орошения юга Украины // Применение физиологических методов при оценке селекционного материала и моделирование новых сортов сельскохозяйственных культур: Материалы I Всесоюз. конф. по применению физиологических методов в селекции растений, г. Жодино, Минской обл. 1981 г. М.: Наука, 1983. С. 77–81.
Sviridov, A.V. Some principles for modelling of perennial grass varieties for intensive irrigation zone of southern Ukraine // Primenenie fiziologicheskikh metodov pri otsenke selektsionnogo materiala i modelirovanie novykh sortov sel'skokhozyaystvennykh Kul'tur: materialy I Vsesoyuznoy konferentsii po primeneniyu fiziologicheskikh metodov v selektsii rasteniy. Zhodino, Minskoy obl., 1981. Moscow: Nauka, 1983. P. 77–81. (In Russ.)
- [4] **Бороевич С.** Принципы и методы селекции растений. М.: Колос, 1984. 344 с.
Boroevich, S. Principles and methods for plants selection. Moscow: Kolos, 1984. 344 p. (In Russ.)

- [5] **Мальчиков П.Н., Вьюшков А.А., Мясникова М.Г.** Формирование моделей сортов твердой пшеницы для Средневолжского региона. Самара: Самар. науч. центр РАН, 2009. 112 с.
- Mal'chikov, P.N., Vyushkov, A.A., Myasnikova, M.G.** Formation of models for grades of firm wheat for Middle Volga region. Samara: Samarskiy Nauchnyy Centr RAN, 2009. 112 p. (In Russ.)
- [6] **Кумаков В.А.** Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. М.: Колос, 1985. 270 с.
- Kumakov, V.A.** Physiological justification of grade models for wheat. Moscow: Kolos, 1985. 270 p. (In Russ.)
- [7] **Фолтын И.** Модель сорта (идеотип) пшеницы // Междунар. сельскохоз. журн. 1980. № 2. С. 54–57.
- Foltyn, I.** Model varieties (ideotype) of wheat // International Agricultural Magazine. 1980. No. 2. P. 54–57. (In Russ.)
- [8] **Володарский Н.И., Циунович О.Д.** Морфофизиологические особенности растений пшеницы в связи с разработкой моделей высокопродуктивного сорта // Сельскохозяйственная биология. 1978. Т. 13, № 3. С. 323–332.
- Volodarskiy, N.I., Tsiunovich, O.D.** Morpho-physiological features of wheat plants in connection to the development of highly productive grade models // Agricultural Biology. 1978. Vol. 13, No. 3. P. 323–332. (In Russ.)
- [9] **Гудинова Л.Г., Зыкин В.А., Калашник Н.А.** К модели сорта яровой мягкой пшеницы для условий Западной Сибири // Применение физиологических методов при оценке селекционного материала и моделирование новых сортов сельскохозяйственных культур: мат. I Всесоюз. конф. по применению физиологических методов в селекции растений. г. Жодино, Минской обл. 1981 г. М.: Наука, 1983. С. 47–52.
- Gudinova, L.G., Zykin, V.A., Kalashnik, N.A.** On the grade modeling of spring-sown soft field for conditions of Western Siberia // Primenenie fiziologicheskikh metodov pri otsenke selektsionnogo materiala i modelirovanie novykh sortov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: mat. I Vsesoyuz. konf. po primeneniyu fiziologicheskikh metodov v selektsii rasteniy. Zhodino, Minskoy obl. Moscow: Nauka, 1983. P. 47–52. (In Russ.)
- [10] **Унтила И.П., Гаина Л.В., Постолатий А.А.** Основные параметры моделей сортов озимой пшеницы для зоны недостаточного увлажнения // Генетика и селекция растений: мат. V съезда ВОГиС. М.: Науч. центр биол. исследований, 1987. Т. 4, ч. 2. С. 206–207.
- Untila, I.P., Gaina, L.V., Postolatij, A.A.** Key parameters of grade models for winter wheat for insufficient moisture zone // Genetika i selektsiya rastenij: mat. V sezda VOGiS. Moscow: Nauch. Centr Biol. Issledovaniy. 1987. Vol. 4, pt. 2. P. 206–207. (In Russ.)
- [11] **Гончаров П.Л.** Оптимизация селекционного процесса // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: Докл. и сообщ. VIII Генетико-селекц. шк. 11–16 нояб. 2001 г. / Новосибирск: СибНИИРС СО РАСХН, 2001. С. 5–16.
- Goncharov, P.L.** Optimization of selection process // Povyshenie jeffektivnosti selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaystvennykh rasteniy: Dokl. i soobshh. VIII genetiko-selektsion. shk. 11–16 noyab. 2001 g. / Novosibirsk: SibNIIRS SO RASKhN, 2001. P. 5–16. (In Russ.)

- [12] **Гребенникова И.Г., Степочкин П.И., Алейников А.Ф.** Компьютерные технологии оценки селекционного материала яровых тритикале // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 79–82.
- Grebennikova, I.G., Stepochkin, P.I., Aleynikov, A.F.** Computer technologies for the valuation of breeding forms of spring triticale // Achievements of Science and Technology of AIC. 2012. No. 9. P. 79–82. (In Russ.)
- [13] **Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф., Степочкин П.И.** Компьютерная программа обеспечения селекционного процесса зерновых культур (на примере тритикале) // Ползунов. вестн. 2011. № 2/2. С. 128–133.
- Grebennikova, I.G., Aleynikov, A.F., Stepochkin, P.I.** The computer program of ensuring selection process of grain crops (on the example of triticale) // Polzunovskiy Vestnik. 2011. No. 2/2. P. 128–133. (In Russ.)
- [14] **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
- Dospikhov, B.A.** Methods of field experience. Moscow: Kolos, 1979. 416 p. (In Russ.)

Поступила в редакцию 24 октября 2016 г.

The construction of a spring triticale variety model on the basis of modern information technologies

GREBENNIKOVA IRINA G.^{1,*}, ALEJNIKOV ALEXANDR F.^{1,2}, STEPCHIKIN PETR I.³

¹ Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies, Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia

² Novosibirsk State Technical University, 630092, Russia

³ Siberian Institute of Plant Growing and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Krasnoobsk of Novosibirsk region, 630501, Russia

* Corresponding author: Grebennikova, Irina G., e-mail: sibfti.grig@ngs.ru

Purpose. To develop a model of a spring triticale variety as grain forage adapted to the conditions of West Siberian forest-steppe of the Ob region.

Methods. The variety model is developed on the basis of breeding studies of the spring triticale forms by using the results of the analysis of the relationships between indexes of plant grains mass and morphobiological characteristics.

Results. A database has been made based on the results of breeding research of the main economic traits of spring triticale samples. As the object of research there were used four samples of spring triticale from the VIR, were used. The hybrids were obtained with the help of the complete crosses of these samples with each other as well as the hybrids of these triticale forms with the winter variety SIRS 57 bread in the SIBNIIRS. The crosses have been done within the diallele scheme. Studies were conducted under the conditions of the forest-steppe of the Ob region. The database contains some information about the study of the samples of spring triticale on the grain yield, quality, resistance to diseases, pests and other factors.

A conceptual scheme of the spring triticale variety model is elaborated revealing logical sequence of operations required to build a version of the model class. Use of the practical data to correct the parameters of the model variety allowed us to determine limits of variability of the potential yield, which are provided by the climate resources in a specific soil-climatic zone.

The model is developed using the results of the analysis of the correlations between the indexes plant grains mass and plant morpho-biological traits. We have determined the optimal parameters a model of a spring triticale variety of the grain feed direction and adapted to the specific conditions.

Establishing correlations between different plant characteristics allows planning the ways to increase agricultural productivity, resistance to stress factors of the environment, improve seed quality and technological effectiveness of varieties.

Conclusion. The proposed optimal parameters of the variety model promote improving the efficiency of selection of valuable genotypes and conduct targeted breeding on adaptability to the conditions of the region to create new high-yielding varieties of spring triticale.

Keywords: model class, database, correlation analysis, information-analytical system.

Acknowledgements. The article publication was supported by RFBR (grant No. 16-07-20001).

Received 24 October 2016