

УДК 633.112.1(476)

Н. А. ДУКТОВА, В. П. ДУКТОВ, В. В. ПАВЛОВСКИЙ

**ТВЕРДАЯ ПШЕНИЦА – НОВАЯ ЗЕРНОВАЯ КУЛЬТУРА В БЕЛАРУСИ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Беларусь, e-mail: duktova@tut.by

(Поступила в редакцию 14.05.2015)

Введение. Твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) издавна возделывается во многих странах мира, но для Республики Беларусь это новая продовольственная культура. На долю *T. durum* приходится около 5 % объема всей возделываемой пшеницы в мире, валовой объем производства составляет около 30–35 млн т в год, в том числе в Евросоюзе – около 10 млн т, Северной Африке – 6 млн т, Канаде – 5 млн т [1]. Целесообразность возделывания твердой пшеницы обусловлена тем, что она является непревзойденным сырьем для макаронной и крупяной промышленности, используется как натуральная добавка к мягкой пшенице при выпечке хлеба и хлебобулочных изделий. Макароны, изготовленные из муки твердой пшеницы, обладают большой прочностью, характеризуются отличными кулинарными и вкусовыми достоинствами. Желто-янтарный цвет лучших макаронных изделий обусловлен каротиноидными пигментами, содержание которых в эндосперме высококачественной твердой пшеницы в 2 раза выше, чем в мягкой.

Ассортимент макаронных изделий очень разнообразен – до 400 наименований. В Италии, США, Чехии и ряде других стран существуют законы, запрещающие производство макаронных изделий из любого другого продукта, кроме семолины пшеницы твердой. Установлено, что ксантофиллы, которые присутствуют в зерне, обладая провитаминой активностью, используются в профилактике рака кожи [2–5].

О возможности продвижения яровой твердой пшеницы на север, в частности в Беларусь, указывал еще в 1964 г. В. Е. Писарев [6]. Однако возделывание этой культуры в Беларуси сдерживается отсутствием сортов, адаптированных к новым условиям. Длительное время бытовало мнение о нецелесообразности интродукции пшеницы твердой в нашем регионе, тем не менее, в свете стойких изменений климата в последние годы эта работа становится весьма своевременной и актуальной. Цены на зерно твердой пшеницы на мировом рынке на 20–30 % выше, чем на зерно мягкой, закупка его по импорту не устойчива, и при общей потребности Беларуси в 90–100 тыс. т сырьевого зерна твердой пшеницы обходится государству в 22–25 млн долларов США [7]. Таким образом, возделывание твердой пшеницы в нашей республике экономически целесообразно и обеспечивает импортозамещение дорогостоящего сырья для макаронной и крупяной промышленности.

Цель исследований – комплексное изучение биологических особенностей твердой пшеницы в условиях интродукции, создание отечественных адаптивных сортов и внедрение *Triticum durum* в производство в Республике Беларусь.

Биологические особенности *Triticum durum*. Пшеница представлена достаточно широким разнообразием видов – более 20. Однако практическое значение имеют два вида – мягкая (*Triticum aestivum*) и твердая (*Triticum durum*). В общемировом производстве пшеницы на *durum* приходится около 10 %. За рубежом твердая пшеница называется пшеница дурум (*durum*), так как термин «твердая» в технологическом контексте может быть отнесен к сортам высокостекловидной мягкой пшеницы с высоким показателем твердозерности.

Различия в целевом использовании зерна мягкой и твердой пшениц определяются морфологическими и биохимическими отличиями этих видов. Мягкие пшеницы имеют тонкостенную, полую по всей длине соломину, а твердые – выполненную, что обуславливает меньшую механическую прочность стебля и большую склонность к полеганию. Колос у мягкой пшеницы более длинный и рыхлый, в поперечном сечении близок к квадрату, а у твердой – плотный, боковая сторона в 2 раза превышает лицевую. Наружные чешуи у *durum* плотнее облегают колосок, поэтому зерна из них не осыпаются на корню, но труднее вымолачиваются. У мягких пшениц ости обычно отсутствуют или не превышают длины колоса, а у твердых все сорта остистые, ости в 2–3 раза длиннее колоса. Наличие развитых остей обеспечивает твердой пшенице дополнительную фотосинтетическую поверхность, что повышает накопление пластических веществ в зерне и его качество [8].

Признаком, который предопределяет технологические свойства зерна, является количество и качество клейковины. Эти показатели включены в стандарт на зерно и муку и положены в основу классификации пшеницы по классам и в первую очередь характеризуют силу пшеницы и ее свойства как улучшителя: чем выше содержание клейковины при отличном качестве (I группа), тем выше смесительная ценность пшеницы. Количество клейковины в зерне пшеницы может колебаться в очень широких пределах: в продовольственном зерне – от 18 до 40 % и более. В процессе отбора в селекционных питомниках нами выделены формы, относящиеся к 1-му классу (28 % и более). Основным показателем крупности зерна является масса 1000 зерен. По некоторым данным этот признак тесно коррелирует с продуктивностью колоса, однако наши исследования этого не подтвердили. Корреляция массы 1000 зерен с большинством элементов структуры урожайности несущественна или отрицательна. Установлена прямая связь между стекловидностью и содержанием белка, стекловидное зерно характеризуется и лучшими технологическими свойствами. Твердая пшеница имеет более высокую стекловидность, чем мягкая, в среднем на 20–30 %. В стекловидном зерне крахмальные гранулы и белковые вещества уложены очень плотно и имеют прочную связь, между ними не остается микропромежутков. Такое зерно во время дробления раскалывается на крупные частицы и почти не дает муки [3, 5].

В зерне твердой пшеницы пластидные и хондриосомные крахмальные зерна эндосперма плотно охвачены протеиновыми тяжами. Алейроновый слой у таких зерновок хорошо развит. Клетки его состоят из оболочки и содержимого, представленного большим количеством шаровидных полупрозрачных алейроновых зерен (150–250). Такая структура образует твердое стекловидное зерно, которое при помоле дает крупку – семолину (*semola*) [3].

В отличие от зерна *Triticum aestivum*, богатого крахмалом, зерно *durum* отличается, прежде всего, высоким содержанием белков и клейковины и минимальным содержанием крахмала. Высокое качество и содержание клейковины обеспечивает макаронным изделиям из твердой пшеницы (*pasta*) неповторимые вкусовые качества, способность не развариваться, при этом благодаря особой структуре семолины паста при варке увеличивается в объеме в 2–2,5 раза. В результате 100 г сухой пасты соответствуют 200–250 г готовой порции, а калорийность этого продукта сравнима с небольшим кусочком хлеба. Невысокая калорийность пасты определяется тем, что зерно пшеницы твердой содержит сложные углеводы с низким гликемическим индексом, которые в отличие от простых углеводов (содержащихся в белом хлебе, картофеле) не вызывают всплеска выработки инсулина в организме, что проявляется в виде избыточного веса. Углеводы *Triticum durum* «медленные» в усвоении, поэтому и не вызывают увеличения массы тела. По мнению диетологов, более 50 % ежедневной потребности человека в калориях должны пополнять именно сложные углеводы, что и обуславливает ценность макаронных изделий из семолины. Кроме высокого содержания полезных углеводов паста богата клетчаткой, витамином В₁ и незаменимыми аминокислотами, особенно триптофаном, поэтому употребление настоящих макарон способствует снижению риска возникновения сердечно-сосудистых заболеваний и даже рака, снимает стресс, триптофан также борется с усталостью и депрессией [8, 9].

Проблемы производства *Triticum durum*. В современных рыночных условиях сельскохозяйственное производство нацелено на получение максимальной прибыли, зачастую в ущерб качеству получаемой продукции. В связи с этим ряд производителей в Российской Федерации,

Украине, традиционно возделывающих пшеницу твердую, сокращают посевы этой ценной культуры, заменяя ее пшеницей мягкой, которая обеспечивает более высокую валовую урожайность (в среднем на 20–30 %) и, соответственно, большую рентабельность производства [9]. В результате в ряде стран, в том числе и Беларуси, недостаточное производство качественного зерна твердой пшеницы приводит к тому, что часть макарон и других прессованных изделий, а также круп изготавливается из зерна мягкой пшеницы, что значительно снижает их питательные и вкусовые качества.

Кроме того, имеется ряд проблем, связанных с переработкой твердой пшеницы: для размола зерна требуются технологически иные, более прочные вальцы; выход муки при размоле *durum* ниже на 3–5 % по сравнению с пшеницей мягкой, в результате чего себестоимость муки из зерна пшеницы твердой выше на 10–14 %. Для мягкой пшеницы время вымачивания зерна – 6,8 ч, для твердой – 16,2 ч. Высокая стекловидность (70–90 %) требует более длительного помола: до 20 ч, против 8–10 ч для мягкой. Чтобы производительность мельницы не падала, необходимо дополнительное оборудование: моечные машины для кондиционирования и увлажнения зерна, вальцевые станки, ситовые машины [9].

В результате указанных проблем мукомолы жалуются на высокую стоимость сырья, а сельхозпроизводители, наоборот, считают закупочные цены на зерно твердой пшеницы слишком низкими и настаивают на дополнительных преференциях. В то же время рынок твердой пшеницы менее подвержен конъюнктурным колебаниям, чем мягкой, поэтому и цены здесь более стабильны. Более того, переизбытка урожая и перенасыщения рынка в данном сегменте не бывает, спрос на зерно пшеницы твердой стабильно превышает предложение и, по оценкам экспертов, будет расти и в будущем, так как в мире наблюдается тенденция увеличения производства продуктов из зерна твердой пшеницы, которые составляют основную группу здоровой, сбалансированной и питательной продукции. Повышается уровень жизни, и население, в том числе и Беларуси, предпочитает более качественные макаронные изделия. Уже сейчас крупнейшие производители макарон в России, такие как «Макфа» и «Байсад», испытывают трудности с закупкой зерна *durum* на фоне увеличения объемов производства. В связи с ростом спроса на твердую пшеницу ряд компаний объявил о масштабных проектах по его выращиванию на договорных условиях. Эта проблема остро стоит и для других крупнейших игроков рынка. Традиционные поставщики зерна *durum*, такие как *Produttori Sementi* (Италия), осваивают возможности производства твердой пшеницы в нетрадиционных регионах ее возделывания (в том числе в ряде областей России) с последующей отгрузкой сырьевого зерна [9, 10]. Все это также свидетельствует об актуальности и целесообразности проведенных исследований по интродукции твердой пшеницы в Беларусь.

Результаты селекции *Triticum durum* в Беларуси. На территории Беларуси селекционная работа с твердой пшеницей впервые была начата в 1986 г. в Белорусской сельскохозяйственной академии (г. Горки) под руководством профессора А.З. Латыпова. В качестве исходного материала использовались образцы различного эколого-географического происхождения, на их базе различными методами селекции был создан новый генофонд *Triticum durum*. Для повышения эффективности отбора перспективных генотипов среди образцов мировой коллекции использовали результаты интродукции (2–4 года), что способствовало ускорению процесса выделения генотипов, адаптированных к условиям Беларуси. В последующем эти образцы вовлекались во внутривидовые скрещивания для расширения генетического разнообразия за счет рекомбинаций. Широко использовались результаты экспериментального мутагенеза с последующей гибридизацией выделенных мутантных форм между собой и лучшими сортами.

В 90-х годах XX века селекционная работа с твердой яровой пшеницей также была начата в Институте земледелия и селекции НАН Беларуси (г. Жодино) под руководством доктора наук О.М. Гриб. В 2004 г. урожайность лучших селекционных образцов твердой яровой пшеницы, созданных в институте, составила 30,3–40,4 ц/га, масса 1000 зерен – 32,0–40,3 г. Высокое содержание белка (14,2–15,8 %) и сырой клейковины (33,8–44,5 %) наблюдалось у всех изучаемых образцов [7]. В 2000–2003 гг. здесь были дополнительно заложены опыты с сортами российской селекции. По результатам проведенных испытаний с 2004 г. 4 сорта твердой пшени-

цы – Саратовская 59, Валентина, Людмила и Саратовская золотистая – были переданы в ГСИ. Урожайность их составила от 22 до 76 ц/га при средней по сортам и сортоучасткам 43,9 ц/га. Содержание белка в зерне варьировало от 13 % на Щучинском ГСУ до 18 % на Лепельской СС.

С 2008 г. в Государственное сортоиспытание были заявлены три сорта твердой пшеницы итальянской селекции – Леванте, Ириде и Меридиано. За три года испытаний выделились сорта Меридиано и Ириде, средняя урожайность которых составила 45,6 и 44,7 ц/га, а максимальная – 74,2 и 68,6 ц/га соответственно. Оба сорта короткостебельные, обладают выровненным стеблестоем, устойчивы к полеганию, с содержанием белка в зерне 13,8–14,1 %, клейковины – 20,8–24,1 %. С 2011 г. сорт Ириде включен в Госреестр для использования по всем регионам республики, а Меридиано – по Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской областям [11]. По качеству зерна эти два сорта равнозначны и предназначены для производства макарон. Однако в производстве эти сорта не возделываются из-за высокой стоимости семенного материала, кроме того, они имеют более низкую адаптационную способность, нежели сорта местной селекции. Так, согласно исследованиям, проведенным в БГСХА, при последующем пересеве иностранных сортов твердой пшеницы в условиях Беларуси в течение 3–4 лет наблюдается снижение сохраняемости растений к уборке с 90–94 до 56–72 %, что вызывает потери урожайности до 40 %. Таким образом, для обеспечения экономической и продовольственной безопасности республики необходимо создание отечественных сортов *durum*.

В настоящее время селекционная работа с *Triticum durum* в условиях Беларуси осуществляется только в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Здесь создан обширный исходный материал данной культуры. В 2011 г. переданы в Государственное сортоиспытание два сорта озимой твердой пшеницы Славица и Вероника и два сорта яровой – Розалия и Елена. По результатам испытания с 2015 г. сорта Славица и Розалия районированы по всем областям республики, средняя урожайность данных сортов составляет 53,6 и 46,4 ц/га, максимальная – 81,8 и 68,7 ц/га соответственно.

Одна из основных задач селекции при работе с новой культурой – обоснование оптимального морфотипа растения для данной зоны возделывания и формирование на его основе модели сорта. В результате длительного изучения нами было установлено, что одним из лимитирующих факторов для твердой пшеницы в Беларуси является высокая склонность ее к полеганию. Это связано с тем, что у твердой пшеницы соломина более тонкая, особенно в подколосовом междоузлии, чем соломина мягкой пшеницы, в то же время *T. durum* более отзывчива на влагообеспеченность и в условиях достаточного увлажнения (зона Беларуси) формирует высокую вегетативную массу, что и приводит к полеганию. Сложность селекции на короткостебельность заключается в наличии высокой корреляции продуктивности и высокорослости и недостаточной изученности генетики короткостебельности у твердой пшеницы. В результате чего эффективность селекции зависит лишь от фенотипической оценки исходных форм. На протяжении 2000–2010 гг. нами осуществлялась гибридизация высоко- и низкорослых форм по схеме диалельных скрещиваний. В наследовании высоты растения отмечено влияние материнского сорта. Различная степень доминирования более высокорослого компонента отмечена у 85 % гибридов. Неполное доминирование низкорослого родителя наблюдалось лишь при скрещивании контрастных форм между собой, причем в большей степени при использовании в качестве материнского компонента низкорослого сорта. Сверхдоминирование сорта с меньшим выражением признака наблюдалось при скрещивании среднерослых форм между собой у 15 % комбинаций такого типа. При скрещивании форм, мало отличающихся по высоте, во втором поколении при расщеплении отмечается возврат к родительским компонентам и размах трансгрессивного расщепления в направлении, противоположном действию признака у исходного образца. Здесь проявляется влияние генов-модификаторов, которые усиливают или ослабляют действие главных генов низкорослости по факторам доминирования. Особое внимание следует уделить вариантам гибридизации среднерослых и карликовых форм. На фоне преобладания частоты промежуточных гетерозиготных вариантов в F_2 , отмечаются трансгрессии в сторону короткостебельности. Это связано с тем, что слабые аллели генов усиливают действие основного гена, определяющего длину стебля [12]. Принимая во внимание корреляцию продуктивности и высокорослости (0,77),

при отборе мы отдавали предпочтение генотипам с продуктивностью растения около 2,0 г, с высотой соломины не ниже 55 см, но не выше 85 см.

В результате проведенной селекционной работы нами были получены ценные образцы, перспективные для передачи в Государственное сортоиспытание. Так, в конкурсном сортоиспытании урожайность яровых образцов в среднем составила 71,7 ц/га на фоне контрольного сорта Ириде – 64,4 ц/га. Наибольшей урожайностью характеризовались образцы Л-21(1)-09 (93,3 ц/га) и Л-74(4)-02 (82,1 ц/га). Среди озимых форм интерес представляют сортообразцы Л-1804, ЛО-1 и ЛО-3, превысившие по урожайности условный контрольный сорт Славица на 37,4, 24,3 и 23,6 ц/га соответственно. Созданные отечественные сортообразцы, отличающиеся высоким качеством зерна: масса 1000 зерен – 45,8–56,0 г (яровые), 42,5–50,2 г (озимые); содержание белка и клейковины – 15–17 % и 33–39 % (яровые), 15,5–17,0 % и 29–31 % (озимые); стекловидность – 85–96 % (яровые) и 85–92 % (озимые); натура зерна – 775–876 г/л (яровые) и 686–761 г/л (озимые) [13].

В настоящее время в БГСХА расширяются научно-исследовательские программы с твердой пшеницей, осуществляется международное сотрудничество с Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станцией (Казахстан), Белгородским аграрным университетом (Россия) и Институтом растениеводства им. В. Я. Юрьева (Украина). Основными направлениями исследований являются:

1) создание конкурентоспособных сортов яровой и озимой твердой пшеницы для Беларуси со следующими параметрами: яровые сорта – с урожайностью 50–70 ц/га, массой 1000 зерен – 45–53 г, содержанием сырого белка – 14–16 %, клейковины – 40–43 % 1-й группы качества, стекловидностью – выше 80 %; озимые сорта – с зимостойкостью 85–90 %, урожайностью – 70–90 ц/га, массой 1000 зерен – 45–55 г, содержанием белка – 14–16 %, клейковины – 35–42 % 1-й группы качества, стекловидностью – выше 80 %;

2) анализ морфо-биологических и физиолого-биохимических особенностей данной культуры и обоснование их использования в качестве критериев в селекции;

3) оценка технологических и макаронных свойств зерна *durum*;

4) разработка и научное обоснование агротехнологических приемов возделывания новых сортов *Triticum durum*.

Проблемы и особенности возделывания *Triticum durum*. Обсуждая возможность возделывания *durum* в Беларуси нужно определиться с приоритетной формой – озимой или яровой. По сравнению с озимой пшеницей яровая имеет следующие особенности: слабое развитие растений в фазу «всходы–кущение»; низкую продуктивную кустистость и слабую корневую систему; более низкую конкурентоспособность против сорной растительности и более высокую требовательность к плодородию и уровню минерального питания. Все вышесказанное определяет более высокую потенциальную урожайность озимой пшеницы, но в то же время в условиях Беларуси озимая твердая пшеница является культурой рискованной по причине нестабильности получения урожая из-за низкой зимостойкости по сравнению с пшеницей мягкой. Поэтому в наших исследованиях более пристальное внимание уделено изучению особенностей возделывания яровой твердой пшеницы.

Несмотря на общую видовую принадлежность, пшеница твердая существенно отличается по технологии возделывания от пшеницы мягкой. Мягкая пшеница больше поражается болезнями, менее требовательна к почвенному плодородию, легче вымолачивается, но больше подвержена осыпанию, поэтому требует сжатых сроков уборки. Яровая мягкая пшеница менее подвержена почвенной засухе, но слабо выдерживает засуху воздушную. Твердая пшеница, наоборот, больше страдает от недостатка влаги в почве, но хорошо выдерживает атмосферную засуху, использует больше питательных веществ из почвы и требует лучшего уровня минерального питания, что способствует формированию высокого качества зерна. Поэтому в условиях Беларуси яровую твердую пшеницу недопустимо высевать на легких малоплодородных песчаных почвах, оптимальными для нее являются легкие и средние суглинки, характеризующиеся также и большей влагоемкостью [8]. Вегетационный период у яровой твердой пшеницы в условиях Беларуси – 85–105 дней.

Срок сева твердой пшеницы на 5–7 дней раньше мягкой яровой. Это связано с тем, что температурный минимум для нее составляет 5 °С и семена при прорастании набухают медленнее [14]. Обязательным условием является протравливание семян перед посевом. Спектр протравителей для пшеницы мягкой и твердой совпадает.

Triticum durum требовательна к выбору предшественника, она не выносит повторных посевов на одном и том же участке. Наибольшие урожаи твердая пшеница дает при посеве после чистого пара, но в силу неэффективности содержания паровых полей в севообороте, в качестве оптимальных предшественников в условиях Беларуси следует рекомендовать чистые от сорняков пропашные, удобренные органикой (картофель, кукуруза на силос, кормовая свекла), а также зернобобовые (горох, люпин), многолетние бобовые травы и злаково-бобовые смеси.

Норма высева яровой мягкой пшеницы в зависимости от условий произрастания колеблется от 4,5 до 5,5 млн всхожих зерен на гектар. Для твердой яровой пшеницы, характеризующейся меньшим коэффициентом кущения, в условиях Беларуси нами изучены нормы высева от 4,5 до 7,0 млн шт/га на двух сортах различных морфотипов: Ириде – низкостебельный, с коэффициентом кущения 1,2–1,5 шт/раст., массой зерна с колоса – 0,8–1,2 г; Розалия – среднестебельный, с коэффициентом кущения 1,4–1,9 шт/раст., массой зерна с колоса – 1,0–1,8 г. В зависимости от густоты посева изменялась морфология растений. При увеличении нормы высева общая кустистость растений снижалась на 12–18 %, количество продуктивных стеблей к уборке увеличивалось на 224 шт/м² (Розалия) и 186 шт/м² (Ириде). С учетом уровня урожайности и расчета экономической эффективности наиболее оптимальной нормой высева яровой твердой пшеницы в условиях Беларуси является 6,0 млн всхожих зерен на гектар. Глубина заделки семян зависит от влагообеспеченности почвы и составляет от 4–6 до 6–8 см (при недостаточном увлажнении) [15].

Поскольку для твердой пшеницы основополагающим критерием является качество зерна, которое в наибольшей степени зависит от уровня питания, данному вопросу мы уделили особое внимание. Наибольшая хозяйственная эффективность в посевах твердой яровой пшеницы отмечена на повышенном фоне фосфорно-калийных удобрений ($N_{50}P_{80}K_{100}$) при возделывании после зернобобового предшественника при проведении трех подкормок с суммарной дозой азота 65–75 кг/га д.в. Первая азотная подкормка в фазу формирования 1-го узла (ВВСН 31) повышенной дозой N_{40} обеспечивает увеличение фотосинтетического потенциала посева. Вторая подкормка азотом в фазу колошения (ВВСН 55) в дозе N_{25} увеличивает период жизни верхних и средних листьев, повышая фотосинтетический потенциал на 19–90 и 12–54 ед. соответственно. Третья подкормка N_{10} (ВВСН 70) не оказывает достоверного влияния на формирование продуктивности посевов, но способствует повышению содержания белка до 0,8–1,1 % [15].

Установлено, что твердая пшеница более устойчива к болезням, чем пшеница мягкая, в то же время спектр патогенов для них совпадает, различия заключаются по доле генов устойчивости и степени развития болезни. Твердая пшеница практически не поражается бурой ржавчиной, что можно объяснить наличием видовой устойчивости и отсутствием в новой зоне выращивания соответствующей патогенной расы. В меньшей степени, нежели пшеница мягкая, *T. durum* поражается мучнистой росой. Наиболее вредоносным заболеванием на твердой пшенице в нашей зоне является септориоз (возбудитель – *Septoria tritici*, *Septoria nodorum*). На пшенице встречаются две его формы – листовая и колосовая. Среди форм коллекционного питомника нами не было найдено сорта, устойчивого к септориозу листьев, в меньшей степени поражались короткостебельные позднеспелые сорта (на уровне 7 баллов устойчивости). По устойчивости к септориозу колоса наименьший процент поражения был отмечен у скороспелых высокорослых сортов [3].

В настоящее время особую актуальность приобретает управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста, это позволяет существенно увеличивать урожайность сельскохозяйственных культур при минимальных затратах труда и средств. Мы изучили воздействие на агроценоз яровой твердой пшеницы регуляторов роста оксидат торфа, 4 % ж. и экосил 5 % в.э., при различных схемах применения: обработка семян перед посевом, опрыскивание посевов в фазу кущения (ВВСН 25) и дополнительная обработка в фазу флагового листа (ВВСН 37–39). Установлено, что наряду с контролем ростовых процессов регуляторы роста приводят к активации генетической устойчивости растения. Так, препараты группы тритерпеновых кислот

положительно воздействуют на процесс фотосинтеза, стимулируют устойчивость растений к абиотическим стрессам и грибным заболеваниям. Наибольший положительный эффект получен при двукратном применении препарата экосил, биологическая эффективность приема составила 34–38 %, снизив развитие болезни с 23–25 до 14–17 %. Применение росторегулирующих веществ в период вегетации пшеницы обеспечило повышение сохраняемости на 2–3 % и количества продуктивных стеблей к уборке на 21–28 шт/м², в результате чего прибавка урожая составила 3,2–3,7 ц/га. Дробное применение препарата по хозяйственной эффективности не имело преимуществ над однократной обработкой [15].

В силу видовой специфики яровой твердой пшеницы (тонкостебельность, остистый тяжеловесный колос) обработка посевов ретардантами для повышения устойчивости растений к полеганию является одним из основных технологических приемов. Повышение устойчивости стебля напрямую связано со степенью развития механической составляющей стебля – склеренхимы. Применяемые нами ретарданты изменяли как диаметр склеренхимы (от 0,19 до 0,23 мкм), так и число рядов (от 6,7 до 8,8 шт). Отмечено уменьшение длины междоузлий, в первую очередь подколосового (на 9–25 %), с одновременным увеличением их диаметра (на 7–23 %). Также наблюдалось увеличение числа проводящих пучков и размеров хлоренхимы: до 10 % при однократной (ВВСН 31) и до 25 % при двукратной (ВВСН 31 + ВВСН 37–39) обработке посевов. Однократная обработка посевов в начале выхода в трубку повышала устойчивость растений к полеганию до 3–4 баллов, двукратная – до 5 баллов, что увеличивало урожайность на 6–8 ц/га. Выявлены также различия эффективности препаратов. Для яровой твердой пшеницы мы рекомендуем двукратную обработку посевов (ВВСН 31 + ВВСН 37–39) препаратами Мессидор или Моддус, эффективность которых была достоверно выше в сравнении с ЦеЦеЦе 750 и Терпал [15, 16].

Из-за замедленного накопления сухого вещества на стадии налива зерна уборку твердой пшеницы следует начинать только после окончания восковой спелости. *Triticum durum* более устойчива к осыпанию, нежели мягкая, но перестоя на корню допускать не следует, так как это приводит к «стеканию», потере сухого вещества, ухудшению всхожести и качества зерна. Кроме того, зерно *durum* характеризуется коротким периодом покоя, в связи с чем возможно его прорастание на корню [14].

Заключение. Многолетние исследования, проведенные в БГСХА, свидетельствуют о результативности селекционной работы с твердой пшеницей в Беларуси. Созданы отечественные сорта, обладающие высокой урожайностью, по технологическим показателям зерна соответствующие требованиям ГОСТ и пригодные для выработки высококачественных макаронных изделий. На основании изучения биологии яровой твердой пшеницы в условиях интродукции обоснованы элементы адаптивной технологии ее возделывания в Беларуси, обеспечивающие получение чистого дохода до 11,8 млн руб/га (в ценах 2014 г.) при уровне рентабельности до 61,7 %. При этом в республике необходимо всего 20–28 тыс. га посева *T. durum*, что дает возможность ее размещения в наиболее благоприятных условиях и увеличения валового сбора зерна. Внедрение отечественных сортов твердой пшеницы позволит решить проблему импортозамещения сырьевого зерна *durum* и продуктов его переработки, что, несомненно, является экономически выгодным.

Литература

1. Твердая (тургидная) озимая пшеница в Ростовской области (сортовой состав, технология возделывания, семеноводство): рекомендации / Н.Е. Самофалова [и др.] / РАСХН; ВНИИЗК им. И.Г. Калининко. – Ростов-на-Дону, 2012. – 61 с.
2. Голик, В.С. Селекция *Triticum durum* Desf. / В.С. Голик, О.В. Голик / Ин-т раст-ва им. В.Я. Юрьева. – Харьков, 2008. – 519 с.
3. Дуктова, Н.А. Создание и оценка по хозяйственно-биологическим признакам новых образцов яровой твердой пшеницы (*T. durum* Desf.) различного генетического происхождения: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Н.А. Дуктова. – Горки, 2007. – 207 л.
4. Lees, P. Durum: Weat with a future / P. Lees // Farmers weekly. – 1980. – Vol. 93, N20. – P. 8–11.
5. Химический состав зерна твердых сортов пшеницы, районированных в Республике Беларусь / Ж.В. Кошак, Е.М. Минина, А.Э. Кошак, Н.А. Дуктова // Агропанорама. – 2014. – №2 (104). – С. 19–23.
6. Писарев, В.Е. Селекция зерновых культур: избр. тр. / В.Е. Писарев. – М., 1964. – С. 118–123.

7. Грiб, О. М. О возделывании твёрдой яровой пшеницы в Беларуси / О. М. Грiб // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 6 (43). – С. 11–12.
8. Пшеница / Информационно-аналитический портал для крестьянских фермерских хозяйств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fermer.zol.ru/a/15665/?module=a¶m1=15665>. – Дата доступа: 15.04.2015.
9. Твёрдая пшеница / Агропромышленный портал Оренбургской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agro-portal.su/tverdaya-pšenica.html>. – Дата доступа: 15.04.2015.
10. Спрос и предложение на твердые сорта пшеницы / Agro-ferma: Ангaры для сельского хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.agro-ferma.ru/dayatelnost/stroitelstvo-skladov-i-zernokhranilishch/stroitelstvo-stati/spros-i-predlozhenie-na-tverdye-sorta-pshenitsy/?sphrase_id=127. – Дата доступа: 15.04.2015.
11. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2013. – С. 18.
12. Дуктова, Н. А. Характер наследования высоты растения гибридами яровой твёрдой пшеницы / Н. А. Дуктова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.: в 4 т. / Гродн. гос. аграр. ун-т; под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2005. – Т. 4. – Ч. 1: Агрономия. – С. 44–48.
13. Дуктова, Н. А. Результаты селекции твердой пшеницы в Беларуси / Н. А. Дуктова // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика и перспективы; в 2 ч.: материалы 65-й Междунар. науч.-практ. конф.; Рязань, 20–21 мая 2014 г. / Рязан. гос. аграр. техн. ун-т. – Рязань, 2014. – Ч. 1. – С. 132–137.
14. Выращивание пшеницы. Пшеница: тверже и выгодней / Зерно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zerno-ua.com/?p=7666>. – Дата доступа: 15.04.2015.
15. Обоснование адаптивных приемов возделывания твердой яровой пшеницы в условиях северо-востока Беларуси: рекомендации / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Белорус. гос. с.-х. акад.: сост.: В. П. Дуктов [и др.]. – Горки, 2013. – 30 с.
16. Дуктов, В. П. Обоснование применения ретардантов в посевах твердой яровой пшеницы / В. П. Дуктов, Н. А. Дуктова // Земляробства і ахова раслін. – 2014. – № 3 (94). – С. 19–22.

N. A. DUKTOVA, V. P. DUKTOV, V. V. PAVLOVSKIY

HARD WHEAT – A NEW CEREAL CROP IN BELARUS: PROBLEMS AND PROSPECTS

Summary

The article summarizes the results of 20-year-old researches on introduction of hard wheat (*Triticum durum* Desf.) in Belarus. The distinctive biological and technological features of *T. durum* and *T. aestivum* are stated. The results and basic directions of winter and spring hard wheat breeding are presented. The main agricultural methods of cultivation of spring hard wheat have been developed and substantiated. The problems and prospects of introduction as well as the issues of economic efficiency of hard wheat cultivation in the Republic of Belarus are described.