На правах рукописи

Браилова Ирина Сергеевна

МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ МОРФОТИПОВ ОЗИМОЙ РЖИ

Специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Диссертационная работа выполнена
в лаборатории селекции озимой ржи
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева»

Научный руководитель: **Тороп Елена Александровна,** доктор биологических наук, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева», зав. лабораторией генетики и биотехнологии.

Официальные оппоненты: **Уткина Елена Игоревна,** доктор сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», заведующая отделом озимой ржи.

Ермаков Сергей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», заведующий лабораторией селекции и первичного семеноводства озимой ржи.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур».

Защита диссертации состоится 25 декабря 2018 г. в 13.00 на заседании диссертационного совета Д 999.059.04 на базе ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» по адресу: 302019, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Орловского ГАУ (г. Орел, Бульвар Победы, 19) и на сайте ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» http://www.orelsau.ru и на сайте ВАК при Минобрнауки РФ http://www.vak3.ed.gov.ru

Автореферат разослан «___» _____2018 г.
Факс: 8(4862)431301, e-mail: dissovet-orelsau@yandex.ru
Ученый секретарь диссертационного совета
доктор с.-х. наук Резвякова С.В.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Озимая рожь обладает уникальной адаптивностью к неблагоприятным условиям среды. Но по уровню потенциальной продуктивности она уступает озимым пшенице и ячменю. В последнее время в селекции озимой ржи произошли важные события, позволяющие значительно увеличить сферу использования данной культуры (Гончаренко А.А., 2014; Пономарёва М.Л., Пономарёв С.Н., Гильмуллина Л.Ф. и др. 2016; Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., Тимина М.А. и др., 2017; Rode J., Schumann E., Wilde P. et al., 2007; Hübner M., Wilde P., Oechsner H. et al., 2010). Необходимо существенно повысить уровень ее урожайности.

К настоящему времени уже создан ряд ценных отечественных сортов озимой ржи, потенциал которых при использовании соответствующих технологий уже превышает 10 (Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., 2015) и даже 12 тонн зерна с гектара (Политько П.М., Мерзликин А.С., Киселёв Е.Ф. и др., 2016), но это ниже, чем у пшеницы (Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А., 2010).

Эффективным средством повышения урожайности озимой ржи считается создание и использование гетерозисных гибридов F_1 (Geiger H.H., 1982; Becker H.C., Link W., 2000). Сложность, трудоемкость и дороговизна гибридной технологии заставляет искать более простые и дешевые технологии. Существует мнение (Гончарова Ю.К., 2008; 2012), что равной по эффективности гибридной селекции, является реконструкция растения. Создаваемый при этом материал, в дальнейшем, можно будет с большим эффектом использовать и в гибридной селекции (Comparison …, 1998; Peng S., 2000).

Степень разработанности темы исследований. Разработка перспективной модели сорта предусматривает, в конечном итоге, выход на какой-то определенный тип растения. В общем по всем культурам этой теме посвящено довольно много исследований. Относительно озимой ржи их немного. Это, прежде всего, работы P. Dill, В.Д. Кобылянского, А.А. Тороп, М.Л. Пономаревой, А.А. Гончаренко, Е.А. Тороп, В.В. Чайкина. Е.И. Уткиной и др. Характеристике же отдельных морфотипов посвящены только единичные работы, и к настоящему времени перспективный тип ржаного растения окончательно не определен.

Цель исследований – определение селекционной ценности новых морфотипов озимой ржи.

В задачу исследований входило:

1. провести кластеризацию новых морфотипов по особенностям формирования урожайности;
2. определить структуру их урожайности на разных уровнях ее формирования;
3. изучить особенности продукционного процесса указанных морфотипов;
4. испытать в провокационных условиях устойчивость новых морфотипов к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды;
5. оценить их технологические и хлебопекарные качества.

Объект исследований – озимая рожь.

Предмет исследований: популяции новых, ранее не существовавших морфотипов озимой ржи.

Методы исследований: полевой (фенологические наблюдения и полевые оценки), морфологический и морфофизиологический (изучение структуры урожая и особенностей органогенеза), технологический (определение числа падения, амилограм-

мы, стекловидности, натуры зерна, хлебопекарных качеств), биохимический (определение содержания белка и крахмала), физиологический (определение содержания хлорофилла в листьях и стеблях, индекса листовой поверхности, донорно-акцепторных отношений, особенностей морфогенеза, зимостойкости), иммунологический (определение устойчивости к болезням), статистический (кластерный, дисперсионный и вариационный анализы).

Научная новизна полученных результатов. Впервые изучены новые морфотипы озимой ржи, уникальные по своей архитектонике. При этом установлено, что по особенностям формирования ценоза и продуктивности, наибольшего внимания заслуживают крупнолистые платофилы. В сравнении со стандартом они выделяются высокой устойчивостью к полеганию, большим (на 18,8 %) количеством зерен на единице площади, большим (в 2,5 раза) индексом листовой поверхности и большей **(**на 18,8 %) долей листьев верхнего яруса. Последними двумя особенностями, в той или иной мере, обладают все изучавшиеся новые морфотипы.

Установлено также, что каждая группа (кластер) морфотипов по морфологии побега отличается от стандарта. Для короткостебельных морфотипов отличительными являются: высокая удельная масса и прочность побега, высокоэффективное использование его массы на формирование продуктивности колоса. Подобное характерно и для эректоидов. Крупнолистые морфотипы выделяются особой массивностью побега и особой удельной массой его подколосового междоузлия. Показано, что все новые морфотипы отличаются крупными и очень крупными листьями. Они превышают стандарт по площади флагового листа на 32,8-251,0 %, а по площади двух верхних листьев – на 28,0-220,0 %. Для всех морфотипов характерно повышенное содержание хлорофилла.

При изучении особенностей продукционного процесса обнаружено, что, каждому кластеру характерны свои особенности продукционного процесса. Наиболее эффективной работой фотосинтетического аппарата отличались крупнолистые эректоиды. Потребности колоса в ассимилятах удовлетворялись у них в основном за счет продуктов текущего фотосинтеза.

Установлено, что изучавшиеся морфотипы различаются так же и по морфо - физиологическим признакам и свойствам, по устойчивости к неблагоприятным факторам среды, технологическим и хлебопекарным качествам зерна.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов заключается в создании и изучении уникальных по морфологии форм ржи, определении их положительных и отрицательных признаков и свойств, в экспериментальном подтверждении их ценности для практической селекционной работы по повышению потенциала продуктивности озимой ржи.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. по степени сходства формирования урожайности изучавшиеся морфотипы относятся к шести кластерам;
2. новые морфотипы – резерв улучшения фотосинтетической способности озимой ржи;
3. особенности продукционного процесса изучавшихся морфотипов озимой ржи – важное звено, позволяющее выявить морфологические и физиологические признаки и свойства отдельных растений и посева, определяющих урожайность ;
4. новые морфотипы – ценный исходный материал для селекционного улучшения озимой ржи.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы представлялись и получили положительную оценку на 7 Международных научно-практических конференциях. Всего по теме диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 3 в изданиях рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад соискателя. Автором разработаны схемы опытов и определены методы исследований, проведены полевые и лабораторные исследования, полевые и лабораторные анализы, обобщены и статистически обработаны экспериментальные данные, сделаны выводы.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 152 страницах в компьютерном исполнении, состоит из введения, **7** глав, выводов и рекомендаций для практической селекции, содержит 25 таблиц и 6 рисунков. Библиографический список включает 235 наименований, из них 54 иностранных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ
ВВЕДЕНИЕ

Обоснована актуальность темы исследований, сформулированы цели и задачи, теоретическая и практическая значимость, научная новизна полученных результатов, основные положения, выносимые на защиту, представлены результаты апробации работы.

1 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ НА ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ (обзор литературы)

Проведенный анализ литературы показал, что основными эффективными направлениями в селекции озимой ржи в настоящее время являются использование гетерозиса и изменение архитектоники растения. Приведены данные об особой ценности для селекции исходного материала. При этом подчеркивается, что его ценность состоит в способности формировать посевы с оптимальной оптико-биологической структурой. Приведена характеристика новых перспективных направлений в селекции.

2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в течение 2013-2015 г.г. в лаборатории селекции озимой ржи ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева», расположенном на территории Каменной Степи (Центрально-Черноземный регион, Воронежская область).

Климат ЦЧР характеризуется умеренной континентальностью с теплым, нередко засушливым летом и умеренно-холодной зимой. Почвенный покров представлен чернозёмом обыкновенным суглинистого и легкосуглинистого механического состава. Реакция обыкновенных черноземов близка к нейтральной (pH = 6,5-6,9).

Материалом для исследования служили 14 новых форм озимой ржи, с изменённой архитектоникой, различающихся по высоте растения, толщине стеблей, величине, форме и ориентации листьев, крупности колосьев. В их числе были: 1. Короткостебельные крупнолистые платофилы; 2. Короткостебельные крупнолистые эректоиды; 3. Короткостебельные платофилы; 4. Короткостебельные эректоиды; 5. Крупнолистые эректоиды; 6. Эректоиды; 7. Короткостебельные эректоиды с широким гофрированным листом; 8. Популяция с широким гофрированным флаговым листом; 9. Крупно-

листые платофилы; 10. Очень крупнолистые платофилы; 11. Крупно- и широколистые платофилы; 12. Популяция эректоидных карликов (ПЭК); 13. Эректоиды очень крупнолистые; 14. «Идеатип» (эректоид с крупным и широким флаговым листом). Указанные морфотипы сравнивались с районированным сортом Таловская 41 и длинностебельным старинным сортом МУП.

Первый год этот материал изучался на микроделянках с нормой высева 100 зерен на 1 $м^2$ в двух повторениях. Расстояние между растениями в рядке 5 см, междурядье 20 см. Стандарт повторяли через каждые два номера. В качестве стандарта использовали районированный сорт Таловская 41. Во второй и третий годы норма высева была увеличена до 500 всхожих зерен на 1 $м^2$, а величина делянки – до 5 $м^2$.

В полевых условиях фиксировались даты наступления основных фаз развития. Зимостойкость растений в естественных условиях оценивалась в баллах после перезимовки через две недели после начала активной вегетации. Зимостойкость в провокационных условиях – по проценту сохранившихся растений на специальных стеллажах. Устойчивость к полеганию оценивалась по 5-бальной шкале после каждого полегания. Устойчивость к поражению болезнями оценивалась на провокационном (при весеннем посеве неяровизированными семенами) фоне.

При оценке технологических и хлебопекарных качеств общепринятыми методами определялись: содержание в зерне общего белка и крахмала, натурная масса, выполненность и выравненность зерна, его стекловидность, активность α-амилазы по амилограмме, «числу падения» и температуре максимальной клейстеризации водношротовой суспензии, объём хлебца из 100 граммов муки, характер его поверхности, пористость (в баллах и процентах) и эластичность мякиша, общая хлебопекарная оценка. На первом этапе при оценке хлебопекарных качеств использовали колобковый метод, в 2016 году использовали подовый метод выпечки.

Площадь листьев, содержание хлорофилла в листьях и нелистовой части растения определяли по методу, изложенному в физиологии и биохимии растений под ред. Третьякова Н.Н и сотр. (2005).

Для оценки особенностей продукционного процесса использовали методику Ю.Б. Коновалова и сотр. (1990). При этом были использованы следующие показатели: коэффициент обеспечения потенциальной продуктивности колоса вегетативной массой побега; коэффициент использования массы побега, потенциальная продуктивность колоса; степень реализации потенциальной продуктивности колоса; реакция на пинцировку количества зерен в колосе и массы 1000 зерен.

Структурный анализ был проведён общепринятым методом и по методике З.А. Морозовой (1983). Учитывали основные показатели структуры, озерненность на уровне ценоза, растения и побега. Статистическая обработка полученных данных была проведена на персональном компьютере. Вариационный, корреляционный и дисперсионный анализы проводили по В.Г.Вольфу (1966), и Т. Литтл, Ф. Хиллз (1981), кластерный – по В.П. Боровикову и И.П. Боровикову (1997).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
3 УРОЖАЙНОСТЬ МОРФОТИПОВ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

По результатам кластерного анализа все изучавшиеся морфотипы разместились в шести кластерах (рисунок 1).

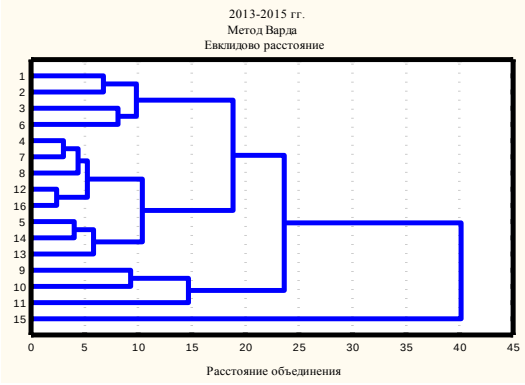


Рисунок 1. Распределение морфотипов по кластерам

Примечание: I кластер включает в себя: 1 - Короткостебельные крупнолистые платофилы; 2 - Короткостебельные крупнолистые эректоиды; 3 - Короткостебельные платофилы; 6 - Эректоиды. II кластер: 4 - Короткостебельные эректоиды; 7 - Короткостебельные эректоиды с широким гофрированным листом; 8- Популяция с широким гофрированным флаговым листом. III кластер: 12 - Популяция эректоидных карликов (ПЭК); 16 - Стандарт (Таловская - 41). IV класстер: 5 - Крупнолистые эректоиды; 13 - Эректоиды очень широколистые; 14 - Идеатип. V кластер: 9 - Крупнолистые платофилы; 10 - Очень крупнолистые платофилы; 11 -Крупно- и широколистые эректоиды. VI кластер: 15 - МУП.

3.2. Особенности формирования ценоза. По результатам средних значений каждого кластера (таблица 1), характеризующих продуктивность на уровне ценоза, побега, колоса и растения в 2013-2015 гг., видно, что по комплексу данных признаков наибольшего внимания заслуживают морфотипы, входящие в 5-й кластер (крупнолистые платофилы). Данные морфотипы, либо значительно превосходили стандарт, либо наиболее приближались к нему по некоторым ценотическим признакам, представленным в таблице. Следует также отметить, что морфотипы 3-го и 4-го кластеров незначительно, но превышают стандарт по величине коэффициента выхода хозяйственно ценной части урожая ($К_{хоз.}$). Из выше сказанного следует, что, судя по данным структурного анализа на уровне ценоза, конкурировать по урожайности со стандартом могут морфотипы, входящие в 5-й кластер.

По показателям общей и продуктивной кустистости, стандарт и МУП значительно превышают морфотипы всех кластеров. Это отрицательно сказывается на продуктивности растения изучаемых морфотипов. По показателям доли продуктивной кустистости, самые лучшие результаты, относительно стандарта и сорта МУП, у морфотипов практически всех кластеров. Причем, морфотипы 4-го и 5-го кластеров превышают стандарт и МУП по этому показателю приблизительно в 1,2 раза.

По продуктивности колоса, все морфотипы, за исключением сорта МУП, существенно не отличались от стандарта. Наиболее близкими к нему были морфотипы 1-го, 3-го и 5-го кластеров, отличающиеся эректоидной ориентацией листьев. Лучшая продуктивность колоса у морфотипов I-го кластера связана с крупностью зерен, а у морфотипов 3-го и 5-го кластеров – с большим количеством цветков и зерен в колосе. По продуктивности колоса стандарт и все изучавшиеся морфотипы на 14,4-25,2% превосходили длинностебельный сорт МУП.

Но по индексам, характеризующим соотношение длины побега и продуктивности колоса и ее элементов, почти все новые морфотипы, за исключением морфотипов 4-го

кластера, превышают стандарт. Это свидетельствует о том, что снижение высоты не сказалось отрицательно на продуктивности колоса.

4 ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕЗА НОВЫХ МОРФОТИПОВ ОЗИМОЙ РЖИ

По данным Э. Нальборчика (1983) для ржи характерным был стеблевой тип фотосинтеза. Но по мере укорочения в результате селекции длины стебля, возрастает роль листьев в процессе фотосинтеза (Бабужина Д.И., 1998; Васютин А.А., 1999; Ponomarev S., 2007).

Указанные выше положения были взяты нами во внимание при создании и выборе морфотипов для изучения. Приведенные в таблице 2 данные показывают, что все новые морфотипы, изучавшиеся нами, почти в два и более раза превосходили стандарт и старинный сорт МУП по индексу листовой поверхности.

Таблица 1. Результаты структурного анализа урожайности новых морфотипов озимой ржи, 2013-2015 гг.

Показатель	1	2	3	4	5	6	St
Количество растений на 1 м^2, шт.	38,9***	39,8***	38,1***	69,8**	42,9***	30,2***	57,3
Количество побегов 1 м^2, шт.	446***	457***	543*	482***	554	397***	575
Количество продуктивных побегов на 1 м^2, шт.	332***	328***	430	253***	408***	316***	456
Кустистость общая, побег/растение	2,67***	3,05***	11,1***	6,56***	2,74***	4,54	5,00
Кустистость продуктивная, побег/растение	3,80***	2,82***	4,81*	4,21	1,88***	2,84***	4,39
Доля продуктивных побегов, %	84,7***	70,5***	78,7	78,5	76,5***	81,5	80,2
Высота растения, см.	96,9***	90,4***	104***	103***	96,3***	135***	107
Масса 1 побега, г.	2,76***	2,55***	3,26**	3,64**	3,54	4,27***	3,45
Удельная ценотическая продуктивность, кг/м^3.	1,76	1,75	1,80	0,61***	1,82	0,81***	1,83
Масса зерна с 1 колоса, г.	1,40***	1,22***	1,66	1,08***	1,60***	1,49***	1,7
$К_{хоз}$	0,47	0,47	0,55***	0,44***	0,48	0,42***	0,48
Количество зерен на 1 м^2, тыс. шт.	18,6***	18,2***	24,6	13,6***	26,0	16,7***	24,9
Урожайность расчетная, г/дел	455***	376***	778	235***	738	469***	791
Урожайность фактическая, г/дел	305,2***	390***	381*	136***	558***	208***	357
Масса зерна с растения, г.	4,95	2,31***	4,49	3,50***	2,94***	3,81	4,64
Длина верхнего междоузлия, см.	17,6***	17,1***	20,9**	19,7***	18,6***	32,2***	21,9
Масса верхнего междоузлия, г.	0,14	0,14	0,13**	0,15**	0,11***	0,20***	0,14
Удельная масса верхнего междоузлия, мг.	5,61***	7,68***	5,15***	6,61***	7,13***	6,07	5,99
Сопротивление излому верхнего междоузлия, г.	393***	398***	309	320*	376***	241***	301
Количество цветков в колосе, шт.	70,7***	69,4***	67,3*	71,3***	71,8***	70,0***	66,6
Количество зерен в колосе, шт.	55,1***	54,1*	53,5	55,1***	57,3***	51,3	53,0
Озерненность колоса, %	79,63***	79,3***	81,5	79,9*	80,9	77,2***	81,2
Масса 1000 зерен, г.	25,0***	24,7***	29,7**	32,0***	30,9	27,5***	30,7
Коэффициент устойчивости к полеганию	43,3	35,5***	38,9***	24,2***	64,0***	25,9***	45,4
Индекс перспективности	0,304	0,337***	0,282***	0,266***	0,326***	0,203***	0,299
Фино-скандинавский индекс	0,441***	0,524	0,564***	0,481***	0,551***	0,329***	0,506
Мексиканский индекс	0,016	0,016	0,016	0,009***	0,019	0,009***	0,016

Без увеличения их площади, заложенные в колосе потенциальные возможности, не могут реализоваться из-за недостаточной обеспеченности колоса вегетативной массой (Torop E., 2015).

Таблица 2. Возможности фотосинтеза морфотипов озимой ржи,

относящихся к разным кластерам (2013-2015 гг.).

Признак	Среднее по кластерам						St
	I	II	III	IV	V	VI	
Площадь флаглиста, $см^2$	12,65	12,72	8,50	13,13	16,23	5,52	6,39
Площадь двух верхних листьев, $см^2$	38,80	37,61	26,48	39,09	45,92	17,36	20,73
Индекс листовой поверхности, $м^2/м^2$	2,78	3,24	1,92	3,15	3,68	1,35	1,49
Доля листьев верхнего яруса, %	41,32	40,94	34,41	41,62	44,33	25,54	28,16
Потенциал продуктивности колоса, г	2,11	2,10	2,10	2,18	2,12	1,25	2,12
Уровень реализации продуктивности колоса, %	78,63	75,18	81,57	74,13	78,68	64,04	81,95
Хлорофилльный индекс в фазу колошения, $г/м^2$	2,64	3,27	1,46	2,91	2,75	1,82	1,12
Хлорофилльный индекс в фазу молочной спелости, $г/м^2$	1,01	1,39	0,76	1,19	1,36	1,06	0,61
Реальная продуктивность колоса, г	1,78	1,90	1,97	1,92	1,93	1,38	2,03

Содержание в листьях хлорофилла *a*, играющего ведущую роль в фотосинтезе (Третьяков Н.Н., Кошкин Е.И., Макрушин Н.М. и др. 2005), а также *b* и суммарного в фазу колошения у всех морфотипов было в разы больше, чем у стандарта и сорта МУП (таблица 3).

Таблица 3. Содержание хлорофилла в листьях и стеблях растений ржи разных морфотипов (2013-2015 гг.)

Признак		Среднее по кластерам						St
		I	II	III	IV	V	VI	
содержание хлорофилла в листьях, мг/г. сухого вещества								
Колошение	*a*	3,89	4,19	2,41	4,10	3,87	2,46	2,00
	b	5,25	5,56	2,55	4,55	4,19	2,28	1,82
	a+b	9,14	9,75	4,96	8,65	8,06	4,74	3,28
Молочная спелость	*a*	1,71	2,04	1,19	1,77	1,86	1,06	0,70
	b	1,83	1,80	1,31	1,50	1,76	1,46	1,38
	a+b	3,54	3,85	2,51	3,27	3,63	2,52	2,08
содержание хлорофилла в стеблях, мг/г. сухого вещества								
Колошение	*a*	0,46	0,51	0,46	0,74	0,41	0,49	0,25
	b	0,40	0,60	0,38	0,66	0,51	0,56	0,26
	a+b	0,86	1,12	0,84	1,40	0,93	1,05	0,51
Молочная спелость	*a*	0,94	1,05	0,73	1,21	1,24	1,26	0,57
	b	0,89	0,85	0,75	0,96	0,93	1,92	0,69
	a+b	1,84	1,89	1,48	2,17	2,17	3,18	1,26

Исключение составили морфотипы 3-го кластера. В фазе молочной спелости содержание хлорофилла резко уменьшилось, но соотношение между новыми морфотипами и стандартом практически сохранилось.

Содержание хлорофилла в стеблях у всех морфотипов было значительно больше, чем у стандарта. При этом в фазе колошения выделились морфотипы 2-го и 4-го кластеров, куда относятся в основном короткостебельные эректоиды. К фазе молочной спелости содержание хлорофилла в стеблях значительно увеличивалось. По содержанию хлорофилла *a* заметно выделяются крупнолистые морфотипы 4-го и 5-го класте-

ров и старинный сорт традиционного морфотипа МУП. Особенно выделился последний сорт по содержанию хлорофилла *b* и суммарного. Кроме индекса листовой поверхности с потенциальной продуктивностью коррелируют хлорофилльный индекс и хлорофилльный фотосинтетический потенциал (Кошкин Е.И., Гатаулина Г.Г, Дьяков А.Б. и др., 2005; Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А., 2010). Как свидетельствуют данные таблицы 2, хлорофилльный индекс у абсолютного большинства морфотипов в 2 и более раза превышает величину этого показателя у стандарта.

5 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ИЗУЧАВШИХСЯ МОРФОТИПОВ

Познание закономерностей продукционного процесса позволяет выявить морфологические и физиологические признаки и свойства отдельных растений и посева, определяющих урожайность (Коновалов Ю. Б., Татарина В.В, Хупацария Т.И., 1990). В связи с этим нами был изучен ряд особенностей новых морфотипов озимой ржи, определяющих их продуктивность и ее составляющих. Они приведены в таблице 4.

Таблица 4. Особенности продукционного процесса морфотипов разных кластеров (2013-2015 гг.).

Признак	Средние значения по кластерам						St
	I	II	III	IV	V	VI	
Масса побега в фазу полного формирования зерна, г	3,66	3,62	3,13	3,65	3,86	3,14	2,93
Реальная продуктивность (колоса), г	1,78	1,90	1,97	1,92	1,93	1,38	2,03
Потенциальная продуктивность колоса, г	2,11	2,10	2,10	2,18	2,13	1,51	2,12
Степень реализации потенциала продуктивности колоса, %	84,4	90,5	93,8	87,8	90,6	89,1	96,1
Реакция массы зерна с колоса на пинцировку, %	19,1	12,1	10,6	14,5	10,6	15,9	10,2
Коэффициент использования массы побега	56,5	38,3	34,2	48,6	32,5	81,4	28,4
Обеспеченность продуктивности колоса вегетативной массой, %	172	172	146	163	180	212	134
Уровень дополнительной потребности колоса в метаболитах, %	19,1	15,2	13,7	14,5	10,7	15,9	11,8
Реакция количества зерен на пинцировку, %	14,5	11,1	9,8	16,3	8,2	16,6	10,4
Реакция массы 1000 зерен на пинцировку, %	16,8	23,6	26,8	28,9	25,1	4,3	25,9
Коэффициент использования потенциальных возможностей ИЛП	0,49* 8,58	0,52 8,07	0,63 9,58	0,53 8,16	0,50 7,80	0,44 8,58	0,69 10,34

*Примечание: в числителе – при формировании продуктивности колоса, в знаменателе – при формировании массы 1000 зерен.

По массе побега в фазе полного формирования зерна (ПФЗ), характеризующих запасы метаболитов и ассимилятов, все изученные морфотипы, отнесенные к разным кластерам, превосходили стандарт. Наибольшей она была у морфотипов 5-го кластера – крупнолистых платофилов. Но коэффициент использования индекса листовой поверхности был самым высоким у стандарта (Таловской 41).

Потенциал продуктивности колоса самый высокий у морфотипов 4-го кластера – крупнолистых эректоидов. Он несколько выше, чем у стандарта и на 44,4 % выше в сравнении с сортом самого раннего периода селекции – МУП, отнесенного к 6-му кластеру. Степень же реализации потенциала продуктивности колоса самая высокая у стандарта (Таловской 41), представляющего самый последний период селекции в институте. Самая низкая степень реализации заложенных потенциальных возможностей у короткостебельных морфотипов (1-й кластер) и несколько выше у крупнолистых эректоидов (4-й кластер). Реакция массы зерна с колоса на пинцировку больше всех была у морфотипов 1-го и 4-го кластеров. Она обусловлена низким уровнем снабжения колоса метаболитами. У морфотипов 1-го кластера это связано с недостаточным уровнем использования массы побега, а у морфотипов 4-го кластера – большим потенциалом продуктивности колоса. В результате у морфотипов 1-го кластера большое количество жизнеспособных цветков не завязывает зерновки, а у морфотипов 4-го кластера недостаточно метаболитов для роста массы зерновок.

Обеспеченность колоса вегетативной массой самая низкая у стандарта, что является слабым местом современных короткостебельных сортов (Торор Е., 2015) и морфотипов 3-го кластера. Самая высокая она у сорта МУП. Несколько уступают ему морфотипы 5-го кластера – крупнолистые платофилы. У этих же морфотипов и самый высокий фотосинтетический потенциал.

Для всех изученных морфотипов характерен низкий уровень использования потенциальных возможностей массы побега. Несмотря на значительно (6,8 – 31,7, в основном около 25 %) большую массу побега в фазу ПФЗ, новые морфотипы ни по реальной, ни по потенциальной продуктивности колоса существенно не превышали сорт-стандарт. Но однократный отбор лучших семей в наиболее интересующем нас 14-м морфотипе позволил резко (на 31,2 %) увеличить продуктивность колоса. При этом масса зерна с колоса достигала 5,9 г. Основной причиной недостаточно высокой урожайности является, вероятно, несбалансированность процессов, протекающих в организме побегов. По морфогенезу она достигает 19,2-24,9 %.

Важной составляющей продукционного процесса являются донорно-акцепторные отношения между запасающими потребляющими органами. Наиболее сбалансированными они были у старинного сорта МУП. При анализе особенностей работы фотосинтетического аппарата отдельных морфотипов наиболее удачной его работу следует признать у 2-го и 14-го. Потребности колоса у них удовлетворялись, в основном, за счет продуктов текущего фотосинтеза. И только около 10 % приходилось на запасенные питательные вещества в листьях. Оба морфотипа являются крупнолистыми эректоидами. Близким к ним является 10-й морфотип – очень крупнолистый платофил. Он выделяется наиболее продуктивным колосом.

6 ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ НОВЫХ МОРФОТИПОВ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

По длине вегетационного периода и продолжительности отдельных фаз развития все изучавшиеся морфотипы практически не отличались от стандарта. Исключение составляет 12-й морфотип, у которого проявилась тенденция к более раннему наступлению как фаз колошения и цветения, так и восковой спелости. Более раннее наступление восковой спелости отмечено и у 9-го морфотипа.

По коэффициенту устойчивости к полеганию выделились морфотипы 1-го, 2-го, 3-го и 5-го кластеров. Они имеют меньшую длину побега, но значительно большую его плотность. Большая удельная плотность побега обуславливает большее сопротивление излому и большую устойчивость к полеганию. Это подтверждают данные оценок на естественном фоне.

В качестве провокационного фона для оценки зимостойкости использовали посев изучавшихся образцов на поднятых над землёй стеллажах по методике НИИСХ ЦРНЗ (Иванова Л.А., Рыбакова М.И., 1979). В этих условиях имеет место комплекс неблагоприятных факторов зимовки, но преобладающими являются низкие температуры на глубине узла кущения. Сорта озимых пшеницы и тритикале в этих условиях, как правило, погибали полностью. Изучавшиеся же морфотипы проявили высокую и вполне удовлетворительную зимостойкость. При пределе изменчивости стандарта 85,71 … 88,97 существенно превысили его короткостебельные морфотипы 1. 2 и 3, а существенно уступили крупнолистые морфотипы 11. 13 и 14.Все остальные зимовали на уровне стандарта.

Данные по оценке устойчивости изучавшихся морфотипов к поражению бурой ржавчиной, наиболее часто поражающую рожь в ЦЧР, показали, что в провокационных условиях, на фоне довольно сильного поражения сорта-индикатора (в среднем за 3 года интенсивность поражения составила 62,29 %, а коэффициент поражения 2,39) все морфотипы, как и стандартный сорт Таловская 41, в течение 3-х лет отличались значительно лучшей устойчивостью. Меньше всех поражались: 1-й, 2-й, 5-й, 9-й, 14-й и особенно – 6-й морфотипы. Сильнее стандарта поражались: 3-й, 7-й, 8-й, 11-й и 12-й морфотипы.

7 ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ИЗУЧАВШИХСЯ МОРФОТИПОВ

Благодаря высоким показателям амилограммы и числа падения, хлеб из зерна всех изученных морфотипов отличается необычайно высокой формоустойчивостью. Отношение высоты к диаметру колобка находилось в пределах 1 … 0,89. По другим показателям между морфотипами наблюдаются заметные различия. Низким показателем «подрыв нижней корки», например, выделяется 3-й морфотип, который, как показано в предыдущей таблице, имеет также плохое качество крахмала: температура максимальной клейстеризации необычайно низкая, так же можно характеризовать и высоту амилограммы.

Судя по величине показателей подрыва нижней корки и состояния мякиша, наибольшего внимания по хлебопекарным качествам заслуживают 2-й, 10-й, 12-й морфотипы и сорт МУП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные разносторонние исследования признаков и свойств оригинальных, созданных в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева морфотипов озимой ржи показало, что они представляют ценный исходный материал для селекции этой культуры. На основании этого можно сделать следующие выводы:

1. Изучавшиеся 14 морфотипов, созданные отбором из местных популяций ржи редко встречающихся в природе уникальных по своей морфологии растений, различаются между собой и по результатам кластерного анализа элементов урожайности,

образуют 6 кластеров. Кластер 1-й представляют короткостебельные, 2-й – короткостебельные эректоиды, 3-й – эректоиды, 4-й – крупнолистые эректоиды, 5-й – крупнолистые платофиллы и 6-й– старинный сорт местной селекции МУП. Каждый кластер кроме морфологии имеет свои особенности по формированию урожайности на разных уровнях – побега, колоса, растения и ценоза.

2. Благодаря мощному листовому аппарату и повышенному содержанию хлорофилла, все изученные морфотипы обладают высоким фотосинтетическим потенциалом и могут служить исходным материалом для создания сортов озимой ржи с более высоким потенциалом урожайности. Наиболее эффективной работой фотосинтетического аппарата в годы изучения отличились 2-й и 14-й морфотипы. Потребности колоса у них удовлетворялись, в основном, за счет продуктов текущего фотосинтеза и только около 10 % приходилось на запасенные в листьях пластические вещества. Оба морфотипа являются крупнолистыми эректоидами. Близким к ним является 10-й морфотип – очень крупнолистый платофил. Он выделился наиболее продуктивным колосом.

3. Для каждого кластера морфотипов характерны свои особенности продукционного процесса, но все они по урожайности существенно не превышают стандарт. Главной причиной является высокая степень несбалансированности процессов морфогенеза, в основном, из-за низкой его интенсивности на заключительном этапе, когда происходит налив зерна. При этом они отзывчивы на отбор, в частности, по элементам продуктивности колоса.

4. Изучавшиеся морфотипы различаются между собой по устойчивости к неблагоприятным условиям среды и по хлебопекарным качествам зерна. Это, вместе с их отзывчивостью на отбор, позволяет рассматривать их как ценный исходный материал для селекции озимой ржи и, прежде всего, по повышению урожайности.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ

1. При селекции на продуктивность в качестве исходного материала использовать крупнолистые морфотипы, такие, как 5 (крупнолистые эректоиды), 6 (эректоиды) и 14 (идеатип), обладающие большим фотосинтетическим потенциалом

2. . В условиях Центрально-Черноземного региона с его частыми засухами среди крупнолистых форм предпочтение необходимо отдавать так же морфотипам с эректоидной ориентацией листьев, таким как 5 (крупнолистые эректоиды) и 7 (короткостебельные эректоиды с широким гофрированным листом).

3. Включить в практическую селекционную работу морфотип 2 – короткостебельный крупнолистый эректоид, обладающий комплексом ценных признаков и свойств.

4. В качестве источников отдельных ценных в селекционном отношении признаков использовать: морфотип 6 (эректоиды) – на устойчивость к бурой ржавчине, морфотип 9 (крупнолистые платофилы), отличающийся низкой амилолитической активностью зерна – при селекции на устойчивость к прорастанию зерна на корню.

Публикации в рецензируемых научных изданиях

1. Чайкин В.В. Результаты селекции озимой ржи в Центрально-Черноземном селекцентре / В.В. Чайкин, С.А. Кузьменко, И.А. Филатова, А.И. Рыльков, **И.С. Браилова** // Достижения науки и техники АПК.– 2012.– № 5.– С. 8-12.

2. Тороп А.А. Изменение урожайности, ее элементов и морфо-биологических признаков озимой ржи в процессе селекции / А.А. Тороп, С.А. Кузьменко, Е.А. Тороп, В.В. Чайкин, **И.С. Браилова** //Достижения науки и техники АПК.- 2015.- № 4.- С. 20-23.

3. Тороп А.А. Особенности формирования ценозов сортами озимой ржи разных сроков селекции / А.А. Тороп, С.А. Кузьменко, Е.А. Тороп, В.В. Чайкин, **И.С. Браилова** // Зерновое хозяйство России. – 2016. - № 5 (47). – С. 6-10.

Статьи в сборниках и других научных изданиях

4. **Браилова И.С.,** Чайкин В.В., Тороп Е.А. Оценка новых морфотипов озимой ржи с помощью многомерного статистического анализа /Научные и технологические подходы в развитии аграрной науки: Матер. III – ей Междунар. научно-практ. конф. молодых учёных. Изд. «Вестник РАСХН», 2014. Т1. - С.52-55.

5. **Браилова И.С.**, Чайкин В.В., Тороп А.А., Тороп Е.А. Характеристика растений новых морфотипов озимой ржи /Модернизация агротехнологий в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья //Сб. науч. докл. Всеросс. научн.-практ. конф. //Каменная Степь, 18-19 июня 2014г. - Воронеж: изд-во «Истоки», 2014.- С.100-106.

6. **Браилова И.С.** Особенности продукционного процесса новых морфотипов озимой ржи /Матер. Междунар. научно – практ. Интернет – конф.: Аграрная наука: развитие и перспективы Николаев, 5 октября 2015г. – С.58-59.

7. **Браилова И.С.,** Кузьменко С.А., Тороп Е.А., Устойчивость новых морфотипов озимой ржи к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды // Приоритетные направления развития современной науки молодых учёных аграриев: материалы V-ой Международной научно-практической конференции молодых учёных, посв. 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия» (11-13 мая 2016г.). - 2016.- С.423-426.

8. Чайкин В.В., Тороп Е.А., Кузьменко С.А., **Браилова И.С.** Изменение показателей продукционного процесса озимой ржи в результате селекции. Селекція, генетика та насінництво сільськогосподарських культур. Матеріали конференції, присяченій 50-річчю селекції рослин в ПДАА.– Полтава, 2013.– С. 72-74

9. Чайкин В.В., Тороп Е.А., **Браилова И.С**., Тороп А.А. Новые морфотипы озимой ржи и перспективы использования их в селекции. Збагачення генетичного різноманіття рослин. Збірник тез Міжднародноі наукової наради (8-9 жовтня 2014 р.). м. Харків 2014. - С. 41-42

10. **Браилова И.С.,** Тороп А.А., Тороп Е.А. Урожайность и её элементы у разных морфотипов озимой ржи /Докучаевское наследие и развитие научного земледелия в России 11 Сб. науч. докл. Всеросс. научн.- практ. конф., посвящ. 125-летию организации «Особой экспедиции лесного департамента по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях южной России 1/ Каменная Степь, 27-28 июня 2017 г.- Воронеж: изд-во «Истоки»,2017.-С.135-141.

11. **Браилова И.С**., Тороп Е.А., Кузьменко С.А. Особенности продукционного процесса у разных морфотипов озимой ржи 1 Наука и молодежь: фундаментальные и прикладные проблемы в области селекции и генетики сельскохозяйственных культур: Материалы Международной школы-конференции молодых ученых, 7-10 ноября 2017г.- Ростов н/Д «Книга», 2017.- С.21-25.