ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

ФГБНУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЛОСЫ им. В.В. ДОКУЧАЕВА»

БРАИЛОВА ИРИНА СЕРГЕЕВНА

МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ МОРФОТИПОВ ОЗИМОЙ РЖИ

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук,
специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

Научный руководитель,
доктор биологических наук,
Е.А. ТОРОП

КАМЕННАЯ СТЕПЬ – 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ РЖИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) 10

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 32

2.1.Агрометеорологические условия проведения полевых опытов 32

2.2. Материал для исследований 40

2.3. Методы исследования 41

ГЛАВА 3. ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ У ИЗУЧАВШИХСЯ МОРФОТИПОВ ОЗИМОЙ РЖИ 46

3.1. Степень сходства морфотипов между собой 46

3.2. Особенности формирования ценоза 47

3.3. Продуктивность растения 49

3.4. Продуктивность колоса 50

3.5. Характеристика побега 51

ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕЗА НОВЫХ МОРФОТИПОВ 54

ОЗИМОЙ РЖИ 54

4.1. Листовая поверхность 54

4.2. Содержание хлорофилла 59

4.3.Эффективность работы листовой поверхности 61

ГЛАВА 5. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА 64

5.1. Особенности продукционного процесса у новых морфотипов 64

5.2. Донорно-акцепторные отношения 66

5.3. Урожайность новых морфотипов 81

ГЛАВА 6. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ НОВЫХ МОРФОТИПОВ И УСТОЙЧИВОСТЬ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ 88
6.1. Основные фазы развития 88
6.2. Зимостойкость 89
6.3. Устойчивость к бурой ржавчине 92
6.4. Полегание 94
ГЛАВА 7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА НОВЫХ МОРФОТИПОВ ОЗИМОЙ РЖИ 97
7.1. Физико-химические свойства зерна 102
7.2. Активность амилолитических ферментов зерна 106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 120
РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ 122
ЛИТЕРАТУРА 123
ПРИЛОЖЕНИЕ 147
Приложение А: Структурный анализ новых морфотипов озимой ржи разных кластеров (2013-2015 гг) 148
Приложение В: Физико- химические и технологические свойства зерна новых морфотипов озимой ржи за 2013-2015 гг 150
Приложение С: СПРАВКА о внедрении полученных результатов 152

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Озимая рожь обладает уникальной адаптивностью к неблагоприятным условиям среды. Благодаря этому, она может произрастать от Заполярья до полупустынь и высокогорья. Но по уровню потенциальной продуктивности она уступает озимым пшенице и ячменю. В последнее время в селекции озимой ржи произошли важные события, позволяющие резко увеличить сферу её использования. Связаны они с открытием роли некрахмальных углеводов (пентозанов) в качестве зерна ржи. Установлено (Гончаренко А.А., 2014; Kobylianskii V., Soloduchina O., 2015; Пономарёва М.Л., Пономарёв С.Н., Гильмуллина Л.Ф. и др. 2016; Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., Тимина М.А. и др., 2017), что формы с высоким содержанием водорастворимых пентозанов обладают высокими хлебопекарными свойствами, а формы с низким их содержанием – пригодны для кормления животных и птицы, а также представляют ценное сырье для получения биоэтанола – важнейшего продукта будущего (Rode J., Schumann E., Wilde P. et al., 2007; Roux S.R., Wortmann H., Schlatholter M., 2010; Hűbner M., Wilde P., Oechsner H. et al., 2010).

К настоящему времени уже создан ряд ценных отечественных популяционных 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). Однако потенциал современных сортов озимой пшеницы уже больше 16 тонн (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). Темп прироста урожайности ржи при использовании этого направления действительно намного выше (Wilde P., Bajgain P., Dopierala P. et al., 2015). Но сложность, трудоемкость и дороговизна гибрид-

ной технологии заставляет искать более простые и дешевые технологии.

Существует мнение (Гончарова Ю.К., 2008; 2012), что равной по эффективности гибридной селекции является реконструкция растения, позволяющая создавать посевы с более совершенной оптико-биологической конструкцией. Переводом селекции озимой ржи на короткостебельную основу с использованием обнаруженного профессором В.Д. Кобылянским источника доминантной короткостебельности был сделан первый и довольно эффективный шаг в этом направлении. Но архитектоника ржаного растения, являющегося в недалеком прошлом сорняком в посевах других культур, далека от совершенства. Поэтому вполне возможно, что селекционная работа в этом направлении может быть вполне успешной. Создаваемый при этом материал, в дальнейшем можно будет с большим эффектом использовать и в гибридной селекции, так как изменение только морфотипа дает лимитированное увеличение урожайности так же, как и использование гетерозисного эффекта без изменения морфотипа (Comparison …, 1998; Peng S., 2000). Применение новых селекционных технологий (например, генной инженерии) должно комбинироваться с хорошими морфологическими характеристиками и высоким гетерозисом. В противном случае эффект будет меньше (Гончарова Ю.К., 2012).

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 задачи исследований входило:

- провести кластеризацию новых морфотипов по особенностям формирования урожайности,

- определить структуру их урожайности на разных уровнях ее формирования,

- изучить особенности продукционного процесса указанных морфотипов,

- испытать в провокационных условиях устойчивость новых морфотипов к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды,

- оценить технологические и хлебопекарные качества новых морфотипов.

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, амилограммы, 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, сформированные отбором редко встречающихся в природе форм, уникальных по своей архитектонике. При этом установлено, что по особенностям формирования ценоза и продуктивности с практической точки зрения наибольшего внимания заслуживают крупнолистые платофилы. В сравнении со стандартом они выделяются высокой устойчивостью к поле-

ганию, 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. Для них характерной является пониженная способность к кущению, которая частично компенсируется большей долей продуктивной кустистости. Последнее наиболее характерно для крупнолистых морфотипов.

Установлено также, что каждая группа (кластер) морфотипов по морфологии побега отличается от стандарта. Для короткостебельных морфотипов отличительными являются: высокая удельная плотность 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 плотностью 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, как для стандарта, старинного сорта МУП, так и для каждой группы (кластера) морфотипов, характерны свои особенности продукционного процесса. Установлено, что 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 не только по морфо-физиологическим признакам и свойствам, но и 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.

Методология и методы исследований. Теоретические знания и методология исследований базируются на аналитической проработке научных трудов отечественных и зарубежных исследователей. В настоящей работе использованы аналитический, экспериментальный (полевые исследования и лабораторные опыты), статистический методы исследований.

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 докладывались на Международных научно-практических конференциях: «Селекція, генетика та насінництво сільськогосподарських культур» (Полтава, Украина, 2013 г.), «Научные и технологические подходы в развитии аграрной науки» (Москва, 2014 г.), Збагачення генетичного різноманіття рослин. Збірник тез Міжднародноі наукової наради (Харків 2014), «Аграрная наука: развитие и перспективы» (Николаев, Украина, 2015 г.), «Приоритетные направления развития современной науки молодых ученых-аграриев» (Астрахань. 2016 г.), Модернизация агротехнологий в адаптивно-

ландшафтном земледелии Центрального Черноземья (Каменная Степь, 2014г), Докучаевское наследие и развитие научного земледелия в России (Каменная Степь, 2017 г.), Фундаментальные и прикладные проблемы в области селекции и генетики сельскохозяйственных культур (Ростов на Дону 2017г.)

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 236 наименований, из них 54 иностранных авторов.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ РЖИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

На протяжении многих веков наша страна была «ржаным царством». Причиной этого являются большие площади низкоплодородных почв и суровый климат многих территорий. Но повышение культуры земледелия, успехи селекции других зерновых культур способствовали постепенному сокращению посевных площадей под рожью. Все это происходило и происходит на фоне сравнительно низкой результативности селекционной работы с озимой рожью, которая в значительной степени обусловлена, как биологией культуры, так и недостаточно высоким уровнем интенсивности селекции, небольшим количеством селекционных учреждений, ведущих селекционную работу с этой культурой.

По данным А.А. Гончаренко (2014) за последние 60 лет среднегодовой прирост урожайности озимой ржи был в 1,6 раза меньше, чем озимой пшеницы. При этом по его же данным, она и в настоящее время обладает наибольшей экологической устойчивостью. Последнее делает озимую рожь надежной страховой культурой во многих регионах страны. В связи с этим основной задачей селекционеров является повышение потенциала урожайности при сохранении высокого уровня экологической устойчивости.

Озимая рожь является важной продовольственной культурой. В Центрально-Черноземном регионе она выполняет роль страховой культуры, позволяющей в неблагоприятные годы придавать стабильность валовым сборам продовольственного зерна. В последние десятилетия здесь внедрены в производство ценные сорта этой культуры. Но потенциал их урожайности все же нуждается в росте. Кроме совершенствования методов селекции, важную роль в этом может сыграть использование нового исходного материала.

Значение исходного материала в селекции трудно переоценить. Академик И.Г. Калиненко считал (1986), что работа по его созданию является такой же важной, как и создание новых сортов. По этой причине проблема ис-

ходного материала всегда оставалась и остается центральной в селекции растений, в том числе и сельскохозяйственных (Вавилов Н.И., 1935; Беспалова Л.А., 2015). Именно благодаря созданию и использованию в селекции принципиально нового исходного материала, создаваемые сорта стали технологичными (Федин М.А., 1984; Зеленов А.Н., 2015) и превратились из фактора, лимитирующего внедрение новых технологий, в фактор без которого невозможно в настоящее время реализовать научно-технические достижения в земледелии (Амелин А.В., 2012).

Все это дает основание полагать, что изменение архитектоники растения по эффективности равно использованию гетерозисных гибридов (Гончарова Ю.К., 2008; 2012). Вполне возможно, что эффективность этих направлений селекции одинакова, но у каждого из них свои особенности. К преимуществам гетерозисной селекции А.А. Жученко (2001) относил следующие:

1. Возможность ускорения процесса селекции на основе применения качественных и количественных методов прогноза значений признаков гибридов F_1 (в том числе с использованием данных общей и специфической комбинационной способности, подбора пар на основе знаний о характере проявления признаков F_1, особенно количественных; учета аддитивного или мультипликативного проявления признаков в F_1; применения методов прогноза, основанных на математическом моделировании и применении ЭВМ и др.).

2. Возможность лучшего сочетания высокой общей и специфической адаптивности растений, в т. ч. высокой потенциальной продуктивности и устойчивости к «критическим» факторам внешней среды, способным, в конечном счете, обеспечить больший ареал использования селекционных достижений.

3. Вероятность получения гетерозиса по ценным признакам в гибридах F_1, как правило, значительно выше, чем проявление трансгрессивных вариантов в рекомбинационной селекции.

4. Наличие большого числа инбредных линий позволяет обеспечить высокие темпы создания гибридов F_1 с учетом специфических требований к агротехнологии, качеству сырья и готовой продукции.

5. Открываются бóльшие возможности к улучшению показателей качества и товарности урожая (высокое содержание биологически ценных веществ, однородность плодов, клубней, корнеплодов, початков и др.), а также фенотипической однородности посевов.

Важнейшим преимуществом гибридной или гетерозисной селекции является открывающаяся при этом возможность (при наличии хорошо изученных ценных линий) оперативно реагировать на постоянно изменяющиеся требования рынка и производства. Продукт селекции создается не за 10-15 лет, а за 1 год.

Кроме более высокой урожайности, гибриды F_1, в сравнении с сортами-популяциями, довольно часто оказываются более устойчивыми к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды (Морозов А.А., 1972; Жученко А.А., 2001), т.е. проявляют по A. Gustafson (1946) адаптивный гетерозис. Последнее может быть обусловлено тем, что в гетерозиготах, обладающих большой морфогенетической пластичностью и более эффективным гомеостазом развития, диапазон возможных компенсаторных реакций увеличивается (Жученко А.А., 2001).

Но, несмотря на это, использование этого метода в практической селекции озимой ржи началось только в последние десятилетия.

Причинами этого, по мнению В.В. Чайкина (2018) являются:

1. Низкая завязываемость семян при самоопылении, что затрудняло массовое получение гомозиготных линий.

2. Отсутствие надежных источников мужской стерильности. При ее отсутствии практически нельзя было наладить промышленное производство гибридов F_1.

3. Большая норма высева семян озимой ржи в производственных условиях, что требует больших затрат на производство гибридных семян F_1 и делает их очень дорогими.

4. Отсутствие исходного хорошо изученного материала, трудность его создания, учитывая низкую жизнеспособность особенно в условиях нашей страны, где линии должны быть зимо- и засухоустойчивыми.

5. Настораживала также существующая при гибридной селекции опасность дальнейшей эрозии исходного материала для селекции и последующего резкого его ограничения. А так как производство гибридных семян F_1 в большинстве случаев базируется на использовании ограниченного числа источников ЦМС, то резко усиливается и цитоплазматическая однородность селектируемой культуры, что вызывает, судя по известным уже фактам, опасность поражения возделываемых гибридов болезнями на значительных площадях (Югенхеймер Р.У., 1979).

6. Низкая концентрация закрепителей стерильности и восстановителей фертильности.

Только после устранения этих причин стало возможным развитие работ по гибридной селекции ржи. Еще в начале прошлого века работами Римпау, Ульриха, Фрувирта, Вавилова и Антроповых было доказано (В.И. Антропов, В.Ф. Антропова, 1929), что самосовместимость у ржи не абсолютная. Самосовместимость встречается у разных видов и популяций ржи. Позднее Герберт Нильсон доказал (В.И. Антропов, В.Ф. Антропова. 1929), что свойство самосовместимости у ржи наследуется потомством. Последнее позволило ряду исследователей выделить самофертильные формы (Смирнов В.Г., Сосниxина С.П., 1994; Смирнов В.Г., Войлоков А.В., 1990; Деревянко В.П., Егоров Д.К., 2008).

В 60-е годы прошлого века многими исследователями почти одновременно была обнаружена и цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) (Кобылянский В.Д., 1962; Чеховская Э.С., 1965; Здридько А.Ф., 1966; Ключко, Белоусов, 1969). Несколько позднее это явление было описано H.H. Gei-

ger, F.W. Schell (1970), M. Lapinski (1977), Z. Natrova (1977), H. Müller, G. Grabow, L.Madej (1978).

H.H. Geiger (1982) известные к тому времени источники ЦМС свел к двум типам: P (Pampa) и V (vavilovi). R. Warzecha, R. Salak-Warzecha (1996) описали шесть типов ЦМС: DZ 1, Pampa, CM, V (G), Koerntner, L-18, V и G – типы. В.Д. Кобылянский, Н.С. Лапиков и А.Г. Катерова (1994) считают аналогичными обнаруженному ранее В.Д. Кобылянским и названному им R-типом. G. Melz, Gu. Melz, F. Hartmann (2001) также считают их аналогичными и дополнительно описывают новые: C, J, M.

В настоящее время в селекционной работе с озимой рожью для получения гибридов используют, в основном, ЦМС P-типа. Недостаточная изученность влияния этого типа цитоплазмы на признаки и свойства ржи таит опасность нежелательных последствий перевода селекционного материала только на этот тип. В связи с этим заслуживают внимания и другие типы ЦМС, в частности G. Использование в селекционной работе разных типов ЦМС расширяет генетическую основу селекции и позволяет предотвратить возможные негативные последствия, связанные с генетическим однообразием возделываемых гибридов.

К настоящему времени немецкие генетики и селекционеры, опираясь на 30-летний опыт практической селекции гетерозисных гибридов, убедительно продемонстрировали высокую эффективность этого направления в селекции ржи (Wilde P., Bajgain P., Dopierala P. et al., 2015).

Но, выбрав гетерозисную селекцию в качестве основной, следует учитывать, что гетерозис – резкая вспышка продуктивности растений, которая проявляется только в первом поколении гибрида. Наибольший уровень урожайности наблюдается при гибридизации гомозиготных, получаемых в результате многократного (5-7раз) самоопыления или удвоения количества хромосом у гаплоидов, линий. В полной мере эффект от гетерозиса в производственных условиях в настоящее время можно получить только при использовании, в качестве материнских, форм с цитоплазматической мужской

стерильностью (ЦМС). В этом случае предусматривается создание так называемой системы: линии с ЦМС, ее фертильного аналога и линии-восстановителя фертильности.

После изучения хозяйственно - ценных свойств и комбинационной способности созданных гомозиготных линий путем 5-7 кратных беккроссов их с источником ЦМС создаются их стерильные аналоги. Таким же способом создаются и линии-восстановители фертильности. После создания и разносторонней оценки линий, путем скрещивания мужских стерильных линий с линиями-восстановителями фертильности, получают простые межлинейные гибриды. Такова в общих чертах схема получения гибридов с использованием ЦМС. Она может несколько изменяться в зависимости от биологии культуры, типа создаваемого гибрида и др. Созданные гибриды в течение 2-3-х лет изучают и по результатам этого изучения выделяют лучшие. На создание и изучение гибридов без учета предварительной работы с исходным материалом требуется примерно 15 лет. Еще 3-4 года необходимо для того, чтобы размножить в достаточном количестве компоненты гибрида и получить товарные семена. В дальнейшем компоненты гибрида необходимо постоянно поддерживать и размножать для ежегодного воспроизводства первого поколения гибрида в необходимом для производства объеме. Сложность и трудоемкость компенсируется прибавкой урожайности порядка 15-50 %, но сказывается на стоимости гибридных семян. Из-за дороговизны они не всегда доступны производителю товарной продукции, учитывая еще и то, что он вынужден закупать их ежегодно по цене примерно в 6 раз дороже, чем за семена популяционного сорта.

Экономически оправдано использование гибридов в производственных условиях только в тех случаях, когда имеется возможность получать высокие, порядка 4,0- 5,0 и более тонн с гектара (Гончаренко А.А., 2014). В условиях нашей страны, где средний уровень урожайности находится в пределах 1,5-2,0 т/га использование гибридов далеко не всегда экономически оправдано.

Поэтому технология получения гетерозисных гибридов нуждается в значительном упрощении, что сделает гибридные семена более дешевыми и поэтому доступными более широкому кругу потребителей. Заманчивые перспективы в этом плане открывает предлагаемая В.А. Струнниковым и Л.В. Струнниковой (2000) технология закрепленного гетерозиса. Закрепление в последующих поколениях высокого уровня продуктивности, достигнутого в первом поколении, позволит существенно упростить семеноводство таких гибридов до уровня семеноводства обыкновенных сортов-популяций. Это снизит стоимость семян и исключит необходимость ежегодной их закупки, а эффект гетерозиса, в виде 15-20 %-ной добавки в урожае, будет получен на всей площади посева.

Это направление в селекции в последнее время привлекает повышенное внимание. Рассматриваются два варианта: использование для этой цели апомиктичных форм (Малецкий С.И., Мелентьева С.А., Татур И.С. и др. 2013) и накопление в линиях-компонентах будущего гибрида комплекса скоординированных благоприятных доминантных генов (Гончарова Ю.К., 2008; 2012; 2014). Первое направление имеет существенное ограничение, т.к. не у всех растений имеются апомиктичные формы. У второго направления имеется больше перспектив.

Но в настоящее время практически доступным направлением повышения урожайности ржи в нашей стране является изменение архитектоники. Первым шагом в этом направлении в нашей стране было использование в практической селекции доминантной короткостебельности, источники которой были обнаружены профессором В.Д. Кобылянским (1972). Им было установлено, что этот тип короткостебельности с одним геном-супрессором в гомозиготном (HlHl) и гетерозиготном (Hlhl) состоянии по доминантному аллелю.

Основное действие гена Hl выражается в значительном укорочении длины стебля. В среднем оно составляет 35 % (Кобылянский В.Д., 1972) с колебаниями от 22,8 % (Гончаренко А.А., 1977) до 44,7 % (Белько Н.Б.,

1981). Это связано с тем, что при скрещивании длинностебельных форм с источником гена Hl гибриды не всегда наследуют высоту короткостебельного родителя. Кроме полного доминирования у гибрида наблюдается неполное доминирование и сверхдоминирование короткостебельности. По мнению В.Д. Кобылянского (1982) этот ген изменяет биосинтез ростовых веществ и этим уменьшает интенсивность деления клеток интеркалярной меристемы, что обуславливает образование укороченных междоузлий, не изменяя их числа. В итоге укорачивается весь побег при сохранении размеров других вегетативных и генеративных органов растения, образующихся из верхушечной меристемы.

Кроме сокращения длины побега и, соответственно, – высоты растения и связанного с этим увеличения устойчивости растений к полеганию, ген Hl обуславливает увеличение длины колоса и количества цветков в нем, снижение плотности колоса, увеличение длины вегетационного периода, снижение озерненности колоса, массы 1000 зерен и прочности стебля (Гончаренко А.А., Фокина В.М., 1979), более сильное поражение растений болезнями (Семёмова Н.Ю., Соколова Н.А., Щеглов И.Я., 1979), т.е. обладают плейотропным действием. Плейотропия распространяется на фотосинтетические (Морковина Л.В., Филатов Г.В., Титаренко А.В. и др., 1988; Бабужина Д.И., 1998; Васютин А.А., 1999; Ponomarev S., 2007) и биохимические особенности растений (Дедяев В.Г., 1990).

Степень плейотропного действия гена Hl в значительной степени определяется генетической средой, в которой он действует (Кедров-Зихман О.О., Шарепо Т.И., Белько Н.Б., 1978; Дедяев В.Г., 1990). В одних комбинациях плейотропное действие этого гена проявляется в сильном снижении показателей ряда важнейших признаков и свойств, в других – в снижении некоторых из них, а в третьих плейотропия вообще отсутствует (Белько Н.Б., 1981).

С учетом этих особенностей, селекционеры в качестве исходного материала для создания сортов, использовали не аналоги длинностебельных сортов, а сложные гибридные популяции, в которых легче и вероятнее обнару-

жить или создать генетическую среду, благоприятную для эффективного действия гена Hl (Тороп А.А., 1993). За короткое время был создан ряд относительно короткостебельных, устойчивых к полеганию сортов, и в настоящее время в Госреестре РФ преобладают сорта, созданные на основе доминантной короткостебельности. Создание таких сортов снизило остроту проблемы полегания ржи. Внедрение их в производство позволило на четверть сократить затраты на возделывание озимой ржи (Федин М.А., 1984), применять при их возделывании средства интенсификации и, таким образом, повысить не только потенциальную, но и реальную урожайность данной культуры. Использование таких форм в селекции в условиях ЦЧР в настоящее время наиболее перспективно (Тороп Е.А., 2011). В то же время, сорта, созданные на основе этого источника короткостебельности, также обладают недостаточно высоким для настоящего времени потенциалом продуктивности. Особенно нежелательным последствием перехода селекции ржи с длинностебельного на короткостебельный уровень, является снижение обеспеченности возросшей потенциальной продуктивности колоса вегетативной массой побега (Torop E., 2015). Такие сорта в неблагоприятных для роста условиях резко снижают уровень урожайности.

Необходим поиск форм ржи, которые обладали бы более мощным габитусом растений. В этом плане внимания заслуживают тетраплоидные формы ржи (Тороп А.А., 1969; Чевердина Г.В., 1996; Горелик В.В., 2015; Гордей И.С., 2018), отличающиеся не только мощным побегом, высокопродуктивным колосом, но большим потенциалом продуктивности (Чевердина Г.В., 1996). По некоторым теоретическим предпосылкам (Мирюта Ю.П., 1965; Шевцов И.А., 1976) при использовании тетраплоидов возникает возможность закрепления гетерозиса, к тому же, максимальный уровень гетерозиса у них проявляется в 3-4 поколении гибрида (Турбин Н.В., 1972), что в значительной степени упростило и удешевило бы его семеноводство.

Имеющиеся у тетраплоидов большие потенциальные возможности, к сожалению, в течение онтогенеза постепенно уменьшаются, в результате че-

го формируют такой же урожай, как и диплоиды. Различия проявляются только в его структуре. Задачей биологов и селекционеров является поиск путей реализации имеющихся у тетраплоидов бóльших потенциальных возможностей.

В современных условиях, по нашему мнению, основное внимание в селекции озимой ржи необходимо уделять изменению морфотипа растения. Предпочтение при этом нужно отдавать тем типам растений, которые способны формировать высокопродуктивные ценозы. Создаваемый при этом материал, в дальнейшем, можно будет с большим эффектом использовать и в гибридной селекции, т.к. изменение только морфотипа дает лимитированное увеличение урожайности так же, как и использование гетерозисного эффекта без изменения морфотипа (Comparison …, 1998; Peng S., 2000). Применение новых селекционных технологий (например, генной инженерии) должно комбинироваться с хорошими морфологическими характеристиками и высоким гетерозисом. В противном случае они не дадут значимого эффекта (Гончарова Ю.К., 2012).

Работы по изменению архитектоники ржаного растения ведутся только в нашей стране и только в двух учреждениях – ВИРе (Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., 2014;2015) и Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева. При этом наиболее интенсивно – в последнем. В предшествующие годы в лаборатории селекции озимой ржи этого института на основе редко встречающихся в популяциях, уникальных по сочетанию признаков надземных органов растений, был создан целый ряд морфотипов, различающихся высотой, величиной, формой и ориентацией листьев, прочностью стебля, морфологией колоса. Они представляют интерес для изучения их пригодности в качестве исходного материала для создания коммерческих сортов с изменённой архитектоникой (Васютин А.А., 1999; Казимагомедов М.С., 2007; Тороп А.А., Чайкин В.В., Тороп Е.А. и др., 2009; Чайкин В.В., Тороп Е.А., Тороп А.А., 2010; Тороп А.А., Браилова И.С., Чайкин В.В. и др., 2014).

При их изучении необходимо учитывать, что изменения морфологии растения должны способствовать, прежде всего, оптимизации оптико-биологической структуры посева, особенно для верхнего яруса растений (Ничипорович А.А., 1975; Алиев Д.А., Казибекова Э.Г., 1977; Фёдоров А.К., 1980; Алиев Дж.А., 1984; Бабенко В.И., Махновская М.Л., Пушкаренко А.Я., 1984а, б; Малюженец Н.С., 1985; Омарова Э.И., Хусаинова Г.К., Оспанова З.С., и др., 1991; Slafer G.A., Andrado F.H., 1991; Мокроносов А.Т., Гавриленко В.Ф., 1992; Омарова Э.И., Богданова Е.Д., Оспанова З.С. и др., 1992; Кудряшов С.П., Пимахин В.Ф., Лобачёв Ю.В., 1995), роль которого в формировании урожая особенно велика (Шатилов И.С., Ваулин А.В., 1972; Крашенинник Н.В., 1974; Кошкин В.А., 1988). Только в таких посевах обеспечивается наилучшее использование солнечной радиации для формирования максимального урожая (Ничипорович А.А., 1963; 1964; 1966; Шульгин И.А., Климов С.В., Ничипорович А.А., 1975; Мокроносов А.Т., Гавриленко В.Ф., 1992; Амелин А.В., Лаханов А.П., Зеленов А.Н., 1994; Жученко А.А., 1999).

Высокая эффективность удачной реконструкции растения показана в работах S. Borojevic, 1990; А.В. Амелина, А.П. Лаханова и А.Н. Зеленова (1994), а также А.Н. Фесенко, Н.Н. Фесенко (2006).

Но этому должна предшествовать разработка концептуальной модели оптимального фотосинтетического типа растения с высокой продуктивностью (Шульгин И.А., Климов С.В., Ничипорович А.А., 1975), что позволит подойти к включению фотосинтетических технологий в селекционный процесс, и создать сорта с высокоактивным фотосинтетическим аппаратом. Примером может служить совместная работа физиологов растений и селекционеров в Краснодарском НИИСХ по селекции озимой пшеницы (Фадеева О.И., Колесников Ф.А., Чумаковский Н.Н. и др., 1982).

Наличие высокоактивного фотосинтетического аппарата у вновь выводимых сортов должно рассматриваться не как простая способность осуществлять наивысший фотосинтез, а как способность быстро переадаптироваться к постоянно меняющимся освещённости, концентрации CO_2, поступлению

элементов питания, водного и теплового баланса, запросов со стороны растения и другим факторам с высоким КПД использования этих факторов (Ничипорович А.А., 1980). При этом важны качественные перестройки работы фотосинтетического аппарата, так как он не только поставщик универсальных продуктов типа углеводов, но и активный регулятор жизненных процессов (Ничипорович А.А., 1979).

А.А. Ничипорович (1979) считал: «Разрешение проблемы повышения урожайности растений можно будет считать выполненной при следующих условиях: 1 – если фотосинтезирующие производительные системы будут поглощать приходящую на них энергию ФАР с максимально возможными коэффициентами поглощения (до 85-90 %); 2 – если фотосинтезирующие органы (главным образом листья и другие хлорофиллоносные части) будут потреблять поглощаемую энергию света на усвоение CO_2 и других органогенов, и на образование прямых продуктов фотосинтеза с наивысшими КПД ФАР, определяемыми природой механизмов фотосинтеза; 3 – если первично запасаемая энергия и прямые продукты фотосинтеза будут с наименьшими потерями расходоваться в процессах метаболизма и роста на формирование лучших по структуре и качеству биологического, а также хозяйственного урожаев; 4 – если будут применяться формы и сорта растений не только с хорошими прямыми хозяйственно-ценными признаками, но и способные создавать посевы с наилучшими свойствами комплексных фотосинтезирующих систем».

По его мнению, понятие продуктивности должно относиться, прежде всего, к сложным производительным системам – фитоценозам, посевам, и насаждениям. Что же касается индивидуальных растений, то их продуктивность должна определяться совокупностью разнообразных признаков, которые дают им возможность формировать высокопродуктивные фитоценозы и создают материал для эффективной селекции.

В поисках оптимальных типов растений одним из важных этапов исследований является правильная оценка роли отдельных органов в общем ба-

лансе сухого вещества растений за вегетацию, особенно за период налива зерна (Митрофанов Б.А., Гуляев Б.И., Маковская М.М. и др., 1969; Нефёдов А.В., Пыльнев В.В., 1984; Некрасова Г.Ф., Гладилина Е.Н., 1992). При этом такие характеристики, как размер листовой поверхности, продолжительность её жизнедеятельности, угол наклона листа и т.п., имеют большее значение для урожайности, чем даже интенсивность фотосинтеза. Кроме того, со структурой растения тесно связана скорость оттока ассимилятов из вегетативных органов в репродуктивные, интенсивность процессов, перераспределяющих их и утилизирующих, в значительной степени определяющих уровень продуктивности (Мединец В.Д., 1952; Володарский Н.И., Быстрых Е.Е., 1976). По данным В.И. Бабенко, М.Л. Махновской и А.Я. Пушкаренко (1984а), высокопродуктивные формы озимой пшеницы обладают повышенной способностью как к накоплению ассимилятов, так и к их утилизации. Они также отличаются большими размерами ассимиляционной поверхности, более благоприятным соотношением репродуктивных и вегетативных органов, более сбалансированным уровнем донорно-акцепторных отношений между колосом и ассимилирующими органами (Старжицкий С., 1981; Беденко В.П., Сидоренко О.И., Уразалиев Р.А., 1990).

Исследования, проведённые А.А. Васютиным (Тороп А.А., Чайкин В.В., Тороп Е.А. и др., 2009) на длинно- средне- и короткостебельных аналогах показали, что при исключении из ассимиляционного процесса колоса путём его закрытия в период формирования и налива зерна, его продуктивность существенно уменьшается у среднестебельного и, особенно, – у короткостебельного аналога. При закрытии стебля и колоса наиболее резко снижалась продуктивность колоса длинностебельного аналога. При закрытии стебля среднестебельного и, особенно, короткостебельного аналога продуктивность колоса уменьшалась незначительно. Аналогичные результаты были получены и в опытах с яровой пшеницей при использовании более корректных методов (Кумаков В.А., Игошин А.П., Березин Б.В. и др., 1983).

Это свидетельствует о том, что при переходе селекции на короткостебельную основу изменяется не только структура растения, но и важнейшие процессы, происходящие в нём. По мере снижения высоты растения увеличивается роль листьев и колоса в формировании продуктивности последнего, а роль стебля резко уменьшается. Об этом свидетельствуют также и результаты, полученные другими исследователями (Kobylyansky V.D.,Babuzhina D.I., 2007; Ponomarev S., 2007) с использованием других методов.

Уменьшение роли стебля в обеспечении колоса ассимилятами и недостаточно интенсивная работа листьев и колоса является, вероятно, основной причиной известной положительной корреляции у ржи между высотой растения и продуктивностью (Гончаренко А.А., 1974; Чесноков Н.С., 1975; Ясина (Пономарёва) М.Л., 1986).

Разностороннее изучение большого набора короткостебельных пшениц в условиях Нижневолжского региона, условиях близких к нашему региону, показало (Кумаков В.А., Березина О.В., Игошин В.П. и др., 1990), что короткостебельным формам свойственна повышенная устойчивость к полеганию, большая продолжительность жизни и повышенная фотосинтетическая активность верхних листьев, больший прирост биомассы во второй половине вегетации, способность формировать крупный многозёрный колос, более интенсивный отток ассимилятов не только из верхнего, но и нижних листьев, широкое отношение массы колоса к массе листьев и вегетативных органов в целом и связанная с этим повышенная нагрузка на ассимиляционный аппарат в период налива зерна. Эта нагрузка, с одной стороны, вызывает перестройку фотосинтетического аппарата и онтогенетического ритма его активности, направленную на обеспечение повышенного запроса колоса, а с другой – обуславливает более резкое снижение урожая при неблагоприятных условиях в период налива зерна. Последнее для условий Центрально-Черноземного региона с его довольно частыми засухами нежелательно.

Важной особенностью короткостебельных пшениц (Леина Г.Д., Юдина О.С., Березин Б.В., 1984) является характерное для них более экономичное

дыхание в фазы колошения и цветения, что может служить одной из причин их повышенной продуктивности. У короткостебельных форм ржи, в отличие от длинностебельных, наблюдается (Михайлов Н.В., 1991) улучшение ценотических свойств посева, повышение чистой продуктивности фотосинтеза и уборочного индекса, что в значительной мере компенсирует снижение фотосинтезирующей поверхности стебля.

Изложенное выше показывает насколько трудными являются не только формирование нового морфотипа растения (особенно у растений с перекрестным способом переопыления), но и выбор наиболее подходящего для условий селекции морфотипа, с высоким потенциалом урожайности и адаптивности. При этом необходима не только разносторонняя его оценка, но и выбор надежных критериев.

Часто для повышения продуктивности селекционеры используют один или несколько признаков (Гужов Ю.Л., 1986; Кравцов С.Ю., 1988). Но абсолютизация отдельных признаков, тесно коррелирующих с урожайностью, и использование их в качестве критериев для отбора, по мнению С.В. Бирюкова, В.В. Хангильдина и В.П. Комаровой (1988), чревато нарушением сбалансированности между продуктивностью, и факторами её обеспечивающими (функционированием корневой системы, активностью синтезирующих систем листового аппарата и т.п.). В более узком смысле − между процессами фотосинтеза и запасанием ассимилятов может быть причина потери растительным организмом устойчивости к неблагоприятным условиям среды, понижение иммунности и качества.

Этого можно избежать, используя отбор по селекционным индексам (Смирнов А.В., Александров В.Т., Каплан М.Н. и др., 1978). Он позволяет повысить эффективность отбора по комплексу признаков. Однако при этом возникают трудности, связанные с субъективным определением экономического веса отдельных признаков в выборе наилучшего индекса для характеристики фенотипа (Савченко В.К., 1989). Поэтому в селекционной практике

чаще используются более простые индексы (Жогин А.Ф.,1999; Казакова В.В., Кабанова Е.М., Якушева А.С., 2013).

При использовании указанных выше способов выбора признаков для доказательства их значимости и параметров, необходимо иметь в виду не отдельно взятое растение, а типичное растение посева (ценоза), т.к. выводить потенциальные возможности посева из потенциальных возможностей и признаков отдельного растения нельзя (Володарский Н.И., Циунович О.Д., 1978; Кумаков В.А., 1980; Хангильдин В.В., Власенко В.С., 1992). Необходимо учитывать не только параметры отдельных органов растений, но и параметры оптико-биологической организации посева. Нужно иметь в виду, что даже для отдельно взятой культуры в настоящее время нет единой структурной организации ценоза, обеспечивающей при всех условиях наибольший прирост биомассы, наилучшее распределение ассимилятов, наибольшее поглощение ФАР и др.. Каждому состоянию фотосинтетического аппарата листа и каждому физиологическому состоянию посева соответствует особая структурная организация, обеспечивающая максимальную продуктивность (Ничипорович А.А., Чмора С.Н., Слободская Г.А. и др., 1973; Росс Ю.К., 1975). При этом даже для разных морфотипов оптимальным является разный уровень плотности продуктивного стеблестоя (Жайдыбаев К.Н., 1992).

Важно, чтобы в создаваемом конкретным морфотипом ценозе были обеспечены оптимальные условия для продукционного процесса, что возможно только при оптимизации фотосинтетической деятельности и правильных соотношениях между рабочими и потребляющими органами (Кумаков В.А., 1988). К сожалению, большинство методов, используемых для количественной оценки физиологических процессов, трудоёмки и малопригодны для использования в селекционной практике. В связи с этим В.А. Кумаков (1980) рекомендует использовать при составлении моделей сортов анатомо-морфологические признаки и признаки статической биохимии, функционально связанные с высокой интенсивностью продукционных процессов. Эти

признаки поддаются массовой, подчас просто визуальной оценке: высота растения, величина, форма и ориентация листа, удельная плотность посева, содержание хлорофилла и т.п. и вести по ним косвенную селекцию в этом направлении.

Поиску анатомо-морфологических, физиологических и биохимических признаков высокопродуктивных и адаптивных форм растений уделяется много внимания. Об этом свидетельствуют специальные обзоры литературы (Скоромный В.Т., 1975; Крашенинник Н.В., 1977; Володарский Н.И., Циунович О.Д., 1978; Бочковой А.Д., 1979; Wilson D., 1984) и отдельных исследователей (Храмцова Н.В., Пьянов В.П., 1983; Пучков Ю.М., Кудряшов И.Н., Набоков Г.Д., 1993; Фесенко А.Н., Фесенко Н.Н., 2006).

Установлено, что наиболее устойчивые связи с продуктивностью имеют ряд признаков, характеризующих в основном морфологию растения и структуру ценоза, а также соотношения между их элементами, оказывающими существенное влияние на фотосинтетические особенности, дыхание и использование продуктов фотосинтеза (Володарский Н.И., Циунович О.Д., 1978; Бочковой А.Д., 1979; Старжицкий С., 1981; Беденко В.П., Сидоренко О.И., Уразалиев Р.А., 1990; Козлечков Г.А., 1990; Фесенко А.Н., Фесенко Н.Н., 2006; Козлечков Г.А., 2010). К их числу, в частности, относятся: высота растений, величина и ориентация листьев, величина других ассимилирующих органов, продолжительность их работы, величина $К_{хоз}$., чистая продукция зерна по J. Foltin, J. Bobek (1978), системы Ю.Ф. Осипова, О.И. Фадеевой и Ю.П. Федулова (1984), описывающие фитоценоз; коэффициент реализации колоса по В.А. Кумакову (1985), коэффициенты использования массы побега и обеспечения продуктивности колоса массой побега по Ю.Б. Коновалову, Т.И. Хупацария и В.В. Тарариной (1990) и некоторые другие.

Абсолютное большинство рекомендуемых физиолого-биохимических и других критериев дают, к сожалению, рассеянную информацию. Причиной этого является их большая зависимость от генотипа и внешних условий

(Wilson D., 1984). К тому же, они более трудоёмки и менее пригодны для селекционной практики из-за малой скорости их определения и потребности в специальном оборудовании. Большинство же признаков, характеризующих морфологию растения и структуру ценоза, учитывается при рутинном структурном анализе, быстры в определении и не требуют специального оборудования. Как интегральные, они, как и структура урожая, более полно характеризуют продуктивность растения и посева.

Именно с таких признаков Дж.М.О. Скёрлок, С.П. Лонг, Д.О. Холл и др. (1989) рекомендуют начинать изучение причин того или иного уровня продуктивности и только затем переходить к изучению метаболических процессов, стоящих за результатами проведённых измерений. Более глубокое понимание метаболических процессов возможно уже на основе физиологического и биохимического анализа отдельных звеньев фотосинтеза.

Использование этих признаков даже при визуальном отборе в различных звеньях селекционного процесса позволяет эффективно вести браковку селектируемого материала (Stuthman D.D., Steidl R.P., 1976; Мартынов С.П., Крупнов В.А., 1983).

Многочисленные данные ретроспективного анализа изменения морфологических признаков и элементов структуры урожая в результате селекции убедительно свидетельствуют лишь о том, что у колосовых злаков повышение урожайности в большинстве случаев происходили, благодаря увеличению К хоз. (Березкин А.Н., Кабыш В.А., Пономарев В.И., 1971; Бочковой А.Д., 1979; Austin R.B., Bingham J., Blackwell R.D. et al., 1980; Lupton F.G.H., 1982; Kulshrestha V.P., 1985; Frank R., 1987; Martiniello P., Delogu G., Odoardi M. et al., 1987; Reddy C.D.R., Jhansilakshmi K., 1991; Тороп А.А., Юрин А.И., Тороп П.С., 1995), обусловленному, преимущественно, сокращением высоты растения.

Часто это сопровождалось увеличением надземной биомассы, благодаря увеличению густоты стеблестоя. У гречихи и гороха увеличение К хоз. не

сопровождалось увеличением урожая биомассы. Из-за коренного изменения архитектоники растения, увеличение урожайности и величины К хоз. происходило при уменьшении урожайности надземной массы посева (Амелин А.В., Лаханов А.П., Зеленов А.Н., 1994; Фесенко А.Н., Фесенко Н.Н., 2006), что, вероятно, в начальный период реконструкции растений было связано с сокращением ее непродуктивной части. В более поздних публикациях (Фесенко А.Н., Мазалов В.И., Бирюкова О.В., 2017) сообщается, что рост урожайности гречихи сопровождался увеличением надземной биомассы. Но при этом прирост биомассы в наибольшей степени происходил во второй части генеративного периода. Аналогичную ситуацию можно наблюдать и в отношении гороха. Общая продуктивность биомассы растения за последние сто лет при росте урожайности не изменилась. Но дальнейший рост урожайности связывают именно с ростом биомассы (Зеленов А.Н., 2015), если рассматривать бионергетический потенциал, как сумму вегетативной массы и массы семян.

Многие исследователи связывают рост урожайности зерна с ростом урожая надземной биомассы (Фёдоров А.К., 1980; Manner R., 1982; Орлюк А.П., Корчинский А.А., 1989; Бебякин В.М., Старчикова Н.И., 1991; Slafer G.A., Andrado F.H., 1991; Jamai K.D., Arain M.A., Javed M.A., 2003; Фесенко А.Н., Фесенко Н.Н., 2006; Грабовец А.И., Фоменко М.А., 2016). Хотя имеются и противоположные данные (R.B. Austin, J. Bingham, R.D. Blackwell et al., 1980;. Фадеева О.И., Колесников Ф.А., Чумаковский Н.Н. др.,1982). Исследования Kawano Kazuo (1990), проведённые на большом наборе культур, показали, что связь уровня урожая зерна со значениями урожая биомассы не однозначна.

По мнению экспертов Международного Пшеничного Консорциума (Стасик О.О., Киризий Д.А., Прядкиной Г.А., 2013), резкое увеличение урожайности пшеницы после «зеленой революции» обусловлено улучшением распределения биомассы растения в пользу более крупного колоса и увели-

чением К хоз., а также ростом площади листьев, что позволило формировать посевы с высокой эффективностью поглощения солнечной радиации. Дальнейший рост урожайности пшеницы, по их мнению, должен происходить в перспективе за счет увеличения мощности и эффективности фотосинтетического аппарата. Повышение интенсивности фотосинтеза должно происходить, вследствие оптимизации донорно-акцепторных отношений, увеличения эффективности поглощения световой энергии и превращения ее в биомассу.

Проанализировав имеющиеся в литературе данные об изменении в процессе селекции параметров структуры урожайности пшеницы и фотосинтетических показателей, В.В. Моргун и Г.А. Прядкина (2014) обнаружили, что рост урожайности в процессе селекции наиболее часто сопровождался ростом интенсивности фотосинтеза. При этом изменения наблюдались как на уровне первичных процессов фотосинтеза – увеличение площади флагового листа, концентрации хлорофилла в листьях, содержания водорастворимых углеводов в стебле, так и вторичных – ускорение транспорта электронов, повышение активности ФС I и ФС II, ускорение превращения пигментов виолаксантинового цикла в ответ на изменение условий освещения.

Для практической селекции особый интерес представляет обнаруженная (Моргун В.В., Прядкина Г.А., 2014) связь между урожайностью зерна пшеницы и продолжительностью функционирования ее фотосинтетического аппарата в репродуктивный период. Это позволило предложить способ прогноза урожайности по хлорофилльному фотосинтетическому потенциалу листьев за период цветение-молочно-восковая спелость. Средняя ошибка прогноза составляет 11 %, что вполне достаточно для предварительной оценки продуктивности изучаемого селекционного материала.

Из элементов структуры урожайности в процессе селекции наиболее часто наблюдался рост урожайности биомассы и количества зерен как в колосе, так и на единице площади, но чаще всего наблюдался рост величины К хоз.

Многие признаки, определяющие продуктивность растений и другие важные свойства, относятся к числу количественных. Для понятия их природы и определения возможности их использования в последнее время широко используется QTL-анализ (Вреугденхил Д., Коорнэф М., Сергеева Л.И., 2007). Он основан на природной внутривидовой аллельной изменчивости, которая приводит к небольшим или значительным количественным изменениям исследуемого признака. Этот метод позволяет выявить участки генома, где расположены гены или их группа, влияющие на интересующий признак, в том числе и на признаки, связанные с изменением урожайности, эффективностью работы фотосинтетического аппарата, стрессоустойчивостью и др. Так, при исследовании взаимосвязи зерновой продуктивности с физиологическими и анатомическими показателями 95 дигаплоидных линий, полученных в результате скрещивания двух сортов пшеницы, выделены локусы количественных признаков, которые вносили основной вклад в повышение урожайности в гомологичных локациях 7AL и 7BL (Quarrie S.A., Quarrie S.P., Radosevic R. et al., цит. по Г.А. Прядкина, В.В. Моргун, 2016). Наличие аллеля 7AL обуславливало увеличение массы зерна с колоса более чем на 20 % и более высокую биомассу главного побега в фазы цветения и полной спелости. С этим же локусом у почти изогенных линий было связано повышение содержания хлорофилла во флаговых листьях и утолщение их листовой пластинки. По мнению авторов, это указывает на возможность выделения гена(ов), которые одновременно контролируют физиологические признаки и зерновую продуктивность пшеницы. Подобные исследования ведутся, по сообщению Г.А. Прядкиной и В.В. Моргуна (2016) с рисом.

Дальнейшим развитием этого направления является геномный отбор (GS – Genomic Selection). Суть метода состоит в оценке селекционной ценности генома, на основе имеющихся генотипических и фенотипических данных конкретного генома, и последующем прогнозировании такой ценности у нетестируемых генотипов с максимальной точностью. Наиболее удобным ви-

дом генетических маркеров для такого отбора является полиморфизм ДНК на уровне одного нуклеотида (Гончаренко А.А. 2014).

Указанные выше направления селекции растений, кроме использования гетерозиса первого поколения гибрида и совершенствования архитектоники растения, находятся в стадии теоретического обоснования и экспериментальной разработки.

Таким образом, в последние десятилетия в частной физиологии, генетики растений и биотехнологии получен ряд значимых для практической селекции данных. Это позволяет включить в селекционные программы новые признаки, характеризующие особенности формирования хозяйственно ценных органов и продуктов вторичного обмена. Познание этих особенностей дает технологу возможность управлять процессом формирования урожая, а селекционеру – оптимизировать этот процесс.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1.Агрометеорологические условия проведения полевых опытов

Центрально-Черноземный регион включает в себя Воронежскую, Тамбовскую, Курскую, Липецкую, Белгородскую и Орловскую области. Занимает центральное положение в Черноземной Европейской части России.

Рельеф территории - равнина с относительным колебанием высот в пределах 100-150 м. Река Дон делит всю зону на две обособленные орографические части: правобережье - изрезанная холмистая возвышенность, левобережье - равнина.

Территория ЦЧР объединяет две природные зоны: лесостепную и степную. Из них приблизительно 70% площади занимает лесостепная зона, и только юг и юго-восток Воронежской и Белгородской областей захватывает степная зона.

Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным суглинистого и легкосуглинистого механического состава. Реакция обыкновенных черноземов близка к нейтральной (pH = 6,5-6,9).

Исследования были проведены в ФГБНУ НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева в лаборатории селекции озимой ржи на территории Каменной Степи. Каменная Степь расположена в восточной части Воронежской области в Битюгско-Хоперском междуречии на равнине водораздела рек Чигла, приток Битюга и Елани, впадающей в Хопер. Общий уклон поверхности в северном направлении определяется ее местоположением в переходной, слабо выраженной в рельефе полосе от Калачской возвышенности к Окско-Донской низменной равнине. Абсолютные отметки колеблются от 204 м между поселками Осиновый и Михино до 117 м в долине реки Чигла.

Климат ЦЧР характеризуется умеренной континентальностью, усиливающийся с северо-запада на юго-восток и проявляющийся в резком колебании температуры и относительной влажности воздуха, неравномерности распределения осадков в течении года, наличием выраженных засушливо-суховейных периодов.

Лето теплое нередко засушливое и умеренно-холодная зима. Годовой приход суммарной солнечной радиации составляет 1900-1950 часов, из них 1450 часов приходится на период вегетации основных сельскохозяйственных культур. Среднегодовая температура воздуха составляет +6,5ºС, среднемесячная температура самого тёплого месяца июля составляет +22ºС и самого холодного месяца января –7,5ºС. Безморозный период 149 дней, а период с активными среднесуточными температурами +10ºС и выше - 153 дня. Сумма активных температур за этот период составляет 2300-2400°С.

Каменная Степь расположена в зоне недостаточного увлажнения. Среднегодовое количество осадков составляет 450-500 мм, 75% которых приходится на апрель-октябрь в виде дождей и 25% в виде твёрдых осадков. Для Каменной Степи в начале лета характерны периоды без дождя, достигающие иногда значительной продолжительности. Засухи, которые длятся от 10 до 40 дней, сменяются иногда интенсивными ливневыми дождями с сильным ветром, а иногда и градом.

В период вегетации с/х культур часто наблюдаются суховеи, наибольшее число дней с суховеями отмечено в июле-августе. Другой, менее выраженный максимум суховейных дней приходится на май. В период весенних суховеев, продолжительность которых в засушливые годы достигает 2-3, а иногда и 4 недели, относительная влажность воздуха снижается на 10-15%, что влечёт за собой значительное угнетение растений, а иногда и их гибель. Погодные условия изложены в таблицах 1 – 3.

Таблица 1. Температурный режим в период проведения полевых опытов, ºС

Год / Месяц	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	Средне-многолетняя
сентябрь	14,90	11,80	14,70	18,50	13,30
октябрь	10,20	6,70	5,60	4,70	5,80
ноябрь	2,30	4,30	-1,90	2,10	-0,50
декабрь	-6,20	-3,10	-4,10	-0,80	-5,60
январь	-5,90	-9,50	-6,30	-8,10	-9,30
февраль	-3,90	-5,00	-4,50	0,00	-8,50
март	-3,10	2,00	0,80	3,00	-2,80
апрель	10,10	8,40	8,20	10,50	7,60
май	19,90	18,50	16,20	15,10	15,00
июнь	20,40	17,90	20,90	19,30	18,30
июль	20,20	22,00	20,30	22,80	19,80
август	20,90	22,10	19,00	22,50	18,90
Среднегодовая	8,32	8,01	7,41	9,13	6,00

Таблица 2. Сумма осадков в период проведения полевых опытов, мм

Год / Месяц	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	Средне-многолетняя
сентябрь	29,00	151,20	6,60	4,00	49,00
октябрь	65,40	44,70	16,90	33,20	38,00
ноябрь	26,60	17,40	6,10	82,80	48,00
декабрь	43,00	11,20	62,80	33,90	44,00
январь	26,60	62,10	20,90	64,40	35,00
февраль	14,90	16,10	49,70	39,90	25,00
март	51,80	27,50	2,00	41,70	24,00

Продолжение таблицы 2

Год / Месяц	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	Средне-многолетняя
Апрель	5,40	27,80	89,60	98,30	34,00
май	84,60	29,10	45,80	52,00	44,00
июнь	48,80	133,10	108,30	76,50	56,00
июль	58,70	4,10	78,60	20,50	56,00
август	85,10	49,10	5,00	53,20	48,00
Среднегодовая	539,90	573,40	492,30	600,40	501,00

Таблица 3. Гидротермический коэффициент в годы проведения исследований.

Месяц / Год	сентябрь	октябрь	апрель	май	июнь	июль	август
2012/2013	0,65	2,14	0,18	1,42	0,80	0,97	1,36
2013/2014	4,27			0,52	2,48	0,06	0,74
2014/2015	0,15			0,94	1,73	1,29	0,09
2015/2016	0,07		3,12	1,15	1,32	0,30	0,79
Средний многолетний	1,23			0,98	1,02	0,94	0,85

Условия вегетации 2012 /2013 года. В 2012 г. Сев ржи производился в сжатые сроки, в середине сентября. Обеспеченность влагой в пахотном слое была достаточной. Всходы ржи были относительно дружными, с хорошей густотой. В течение теплого и влажного октября они достигли фазы кущения, а местами к наступлению зимы оказались переросшими. Зимний режим погоды установился с 5.12 на 3 недели позже обычного. С 11 декабря наступило резкое продолжительное похолодание. При полном отсутствии снега в течение 2 недель удерживались морозы, достигавшие -20^0 в утренние часы. К

концу декабря почва промерзла до полуметровой глубины, а температура на глубине узла кущения у ржи понижалась до -12^0. Снежный покров запоздал почти на месяц и установился с 4.01.13. Высота снежного покрова в январе была до 13 см, в феврале - 7см, в марте- 10 см. Весь холодный период отличался положительными температурными аномалиями, низкими снегозапасами и неустойчивостью снежного покрова. В целом перезимовка озимой ржи прошла с относительно небольшими потерями растений на посевах. С началом интенсивного потепления в конце марта, снег полностью сошел с полей 31.03, почва оттаяла на всю глубину 6.04, а возобновление вегетации отмечено 8.04.

Весенне-летний период 2013 г. характеризовался повышенным температурным фоном. Как и в 2012 г., очень короткой была весна - уже с 27.04, на 3 недели раньше обычного, произошел переход к летнему режиму погоды.). Этот период совпал с высокими на 3 - 5^0 выше нормы температурами воздуха при дефиците осадков. В течение 4-х декад (10.04 - 20.05) почти непрерывно отмечались явления атмосферной засухи - 34 дня за указанный период. В сложившихся условиях происходило интенсивное иссушение поверхностных слоев почвы. В течение всего периода вегетации у озимой ржи отмечалось опережение сроков наступления основных фаз развития на 1 - 2 недели против средних многолетних. Полная спелость озимых наступила в первой декаде июля.

Условия вегетации 2013/2014 года. Из-за большого и долгого обилия дождей, сев озимой ржи начали только в середине октября. Это на полтора месяца позже оптимальных сроков сева. Сумма осадков за сентябрь составила 151 мм. Это втрое больше месячной нормы. Показатели гидротермического коэффициента в сентябре превышали норму почти в четыре раза. Высеянная на 1,5 месяца позже оптимальных сроков озимая рожь за счет теплой погоды, удерживающейся до середины ноября, не только успела дать массовые всходы, но и достичь перед уходом в зиму по большей части фазы 3 листа.

Зимний режим погоды установился с 3.12.2013, почти на месяц позже обычного. В целом зима была теплая, температуры декабря и февраля превышали норму на 3 - 5^0. И только во второй половине января при устойчивой антициклональной погоде с очень высоким атмосферным давлением сохранились низкие температуры, достигавшие -31^0(30.01.2014). В этот же период нарастала и глубина промерзания почвы, достигшая в феврале 50 см, однако под снежным покровом цементация грунтов оставалась умеренной, а почвы - влагопроницаемыми. Снег выпал 4.12.2013. Высота снежного покрова в декабре достигала 11см, но из-за неоднократных оттепелей была неустойчива. Наибольшая высота снежного покрова до 20 см была в феврале. Снег полностью сошел к 6.03.2014. Только воды в ходе зимних оттепелей и весеннего снеготаяния в основном поглощались почвой и пополняли запасы грунтовых вод, уровни которых повышались с октября 2013 г. по март 2014 г. Перезимовка озимых прошла в целом успешно, без существенных потерь.

Весна 2014 г. выдалась ранняя, почва оттаяла на всю глубину к 25 - 27 марта. Временное возобновление вегетации озимых отмечалось уже 22 - 27 марта, устойчивое - с 7 апреля. Весенние запасы почвенной влаги были выше нормы.

В течение всего периода активной вегетации температурный фон превышал норму на 2 - 3^0, и лишь в июне был близок к обычному. Даты наступления всех основных фаз развития озимой ржи опережали обычные сроки на 10 - 15 дней. В апреле - мае сложился существенный дефицит осадков. В мае установилась сухая, а со 2 декады и жаркая погода; когда в отсутствии эффективных осадков преобладали температуры на 5 - 6^0 выше климатической нормы. Положение усугубилось жарой в 1 декаде июня, а с 31.05 по 6.06 отмечался суховей. Период столь жестких метеоусловий совпал с фазами от цветения до молочной спелости у озимой ржи, когда растения могли использовать лишь оставшиеся весенние запасы почвенной влаги. Такие погодные условия отрицательно сказались на формировании элементов продуктивности зерновых.

Только со 2 декады июня начались систематические дожди, особенно сильные в 3 декаде. Только за сутки 27.06 выпало 54 мм, а в сумме за июнь - 133 мм. Обилие влаги способствовало наливу зерна озимых. Озимые достигли восковой спелости в конце июня.

Условия вегетации за 2014/2015 годы. Засушливые погодные условия осенью 2014 года в период сева озимой ржи складывались не совсем благоприятно для ее роста и развития в осенний период. Отсутствие осадков с третьей декады августа до конца ноября, на фоне повышенного температурного режима, привело к значительному пересыханию почвы. За сентябрь - октябрь выпало всего 23,0 мм осадков при среднемноголетней норме –87,0 мм. Незначительные запасы влаги в почве на конец августа - начало сентября обеспечили прорастание семян озимой ржи и относительно дружные всходы. С третьей декады августа по вторую декаду октября не было ни одного дня с эффективной суммой осадков. Только в третьей декаде октября прошли дожди, увлажнившие пахотный слой, но обеспеченности теплом уже не было. Это негативно сказалось на своевременном развитии всходов озимой ржи.

Зимний режим погоды установился 13 декабря, высота снежного покрова достигала всего 2 см, но в 3 декаде декабря, начале января высота снежного покрова достигала 28 см, в феврале -20 см. В целом зима 2015 года была мягкая с достаточным количеством осадков, с достаточной высотой снежного покрова, что наиболее благоприятно сказалось на благополучной перезимовки всходов озимой ржи .Для зимнего периода характерно было слабое промерзание почвы и весьма её слабая цементация, практически все осадки были поглощены почвой. Стока не наблюдалось.

Весна в 2015 году выдалась ранняя из-за тёплой погоды в марте. Снег полностью сошёл 30 марта. Устойчивое возобновление вегетации отмечено с 11 апреля, что на несколько дней раньше обычного срока. Температурный режим апреля превысил среднее многолетнее значение на 1,6°С, осадков вы-

пало около трёх месячных норм. В метровом слое почвы запасы доступной влаги составляли 140-160 мм, что близко к норме.

Прохладная дождливая погода первой и второй декад мая задерживала развитие озимой ржи, но благоприятствовала формированию её элементов продуктивности. В третьей декаде мая установилась очень теплая сухая погода, которая ускорила развитие культур.

Июнь и июль также были теплыми и влажными, что благоприятно сказалось на наливе зерна озимой ржи. За эти месяцы выпало 187,5 мм осадков, при норме – 110 мм. Но несмотря на повышенное количество осадков, на посевах озимой ржи наблюдалось хорошее развитие и интенсивное нарастание вегетативной массы, которое способствовало формированию высокой продуктивности.

Условия вегетации 2015-/2016 годы. Сев озимой ржи проводился во второй декаде сентября в сжатые сроки. Температура сентября на 5,2°С превышала среднемноголетние показатели, осадков же выпало всего лишь 4 мм, то есть 8,2% от многолетней нормы. Практически вся осень отличалась температурой воздуха, превышающей её среднемноголетние значения и очень неравномерным и недостаточным количеством осадков. Это крайне неблагоприятно сказалось на всходах озимой ржи. Из-за недостаточного увлажнения пахотного слоя, полевая всхожесть озимой ржи снизилась на 20-30%. Зимний режим погоды установился только 23 декабря с незначительным снежным покровом. Высота снежного покрова в январе и феврале достигала 11 -14 см. Зима была относительно мягкая, без критического понижения температур, что позволило всходам озимой ржи перезимовать без существенных потерь.

Весна 2016 года была ранняя и тёплая, характеризовалась избыточным увлажнением. Из-за обилия осенне-зимних осадков и добавившихся к ним весенним дождям (за период с 20 апреля по 20 мая выпало больше 100 мм осадков), почва была сильно переувлажнена (запас доступной влаги в метровом слое почвы превышал 250 мм).

Вторая декада апреля, как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков почти в два раза превышала среднемноголетние показатели. В мае температура воздуха находилась на уровне среднемноголетних показателей, а количество осадков превысило их на 22,8%. Относительная влажность воздуха при этом составляла 73,6%, что выше средних многолетних показателей для мая. Запасы продуктивной влаги в посевном слое почвы были оптимальными и составляли прядка 10 мм. Все эти условия благоприятно сказывались на активном росте и развитии озимой ржи.

Температурный режим июня был близок к среднемноголетним показателям, а количество осадков за этот месяц превысило среднемноголетние показатели в 1,5 раза. Среднемесячная влажность воздуха была значительно (на 16,6%) выше среднемноголетней нормы.

В июле при температуре воздуха близкой к среднемноголетнему уровню, количество осадков составило всего 35,5 % к среднемесячной норме, при относительной влажности воздуха близкой к средней. В течение всего периода вегетации у озимой ржи отмечалось опережение сроков наступления основных фаз развития на 1 - 2 недели против средних многолетних. Полная спелость озимых наступила в первой декаде июля.

2.2. Материал для исследований

Материалом для исследования служили следующие морфотипы озимой ржи:

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. Крупнолистые платофилы;
10. Очень крупнолистые платофилы;
11. Крупно- и широколистые эректоиды;
12. Популяция эректоидных карликов (ПЭК)
13. Эректоиды очень широколистые;
14. Идеатип (эректоид с очень крупным и широким флаговым листом).

Все они, созданные отбором из популяций ржи местной селекции, редко встречающихся в природе, уникальных по своей морфологии форм. Указанные морфотипы сравнивались с районированным сортом Таловская 41.

2.3. Методы исследования

Данная работа предусматривала проведение полевых и лабораторных исследований. Размер делянки и схема посева определялись наличием семян и изменялись по годам. 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, характеризующийся короткостебельностью, эректоидным расположением листьев, крупным колосом и достаточно высокой устойчивостью к полеганию и засухе. Во второй и третий годы норма высева была увеличена до 500 всхожих зерен на 1 $м^2$, а величина делянки – до 5 $м^2$. Высевали методом латинского прямоугольника.

В полевых условиях на указанных морфотипах фиксировались даты наступления следующих фаз развития.

1. Появление всходов: «начало» – 10% растений развернули первый лист, «полные» - 75% растений развернули первый лист.

2. Начало кущения – дата, когда у большинства растений появляется первый листочек бокового побега из влагалища первого листа.

3. Выход в трубку – дата, когда примерно у 10% побегов над поверхностью почвы (2-3 см) замечен первый стеблевой узел.

4. Дата колошения – за колосящийся побег принимается такой, у которого колос вышел из влагалища последнего листа не менее чем на 1/3.

5. Дата цветения – отмечается дата начала и полного цветения, когда зацветает соответственно 10 и 75% колосьев на делянке.

6. Дата наступления молочной (тестообразной) спелости – дата, когда нижние листья начинают отмирать, а верхние ещё зелёные, но с жёлтыми пятнами и полосами; стебли внизу уже жёлтые, а вверху ещё зелёные: стеблевые узлы – зелёные и сочные: зёрна – зелёные, а их консистенция имеет вид густого клейкого молочка с содержанием влаги около 60 %.

7. Наступление восковой спелости – дата, когда растения приобретают следующий вид: стебли – желтые за исключением 2-3 верхних узлов; листья – нижние отмерли, верхние пожелтели; стеблевые узлы – 2-3 верхних узла зеленые и сочные, нижние – сухие и морщинистые; содержимое зерна – мнется и режется ножом как воск.

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 стеллажах и их состояние в баллах.

Засухоустойчивость – по степени увядания листьев накануне колошения (во время протекания мейоза), а также по выполненности и силе роста сформировавшихся зерновок по Б.С. Лихачёву (1974).

Устойчивость к полеганию оценивалась по 5-бальной шкале после каждого полегания.

Устойчивость к поражению болезнями оценивалась на естественном, провокационном (при весеннем посеве неяровизированными семенами) и искусственном инфекционном фоне. При этом поражение мучнистой росой –

по 4 бальной шкале. Время учета на естественном и искусственном инфекционном фоне – через 5-7 дней после колошения.

Поражение бурой ржавчиной – при наступлении молочной спелости или через 10-12 дней после колошения по первому, второму и третьему листьям, считая от колоса. Листья, усохшие более чем на половину, не будут учитываться.

Поражение стеблевой ржавчиной учитывалось при наступлении восковой спелости растений на 30 стеблях. На каждом из них учитывалась пораженность двух отрезков: первого – расположенного между колосом и отгибом верхнего листа; второго – между отгибом первого (верхнего) и второго листьев.

Тип реакции растений на поражение бурой ржавчиной определялся по шкале E.B. Mains (1926), тип реакции растений на поражение стеблевой ржавчиной – по шкале E.C. Stacman, M.N. Levine (1922), а мучнистой росой – по шкале E.B. Mains, S.M. Diets (1930).

Интенсивность поражения бурой и стеблевой ржавчинами учитывалась по шкале Ф. Р. Петерсона и др. (1948), мучнистой росой – по площади листа, занятой патогеном, в процентах от всей площади.

При оценке технологических и хлебопекарных качеств учитывалась: натурная масса (масса одного литра зерна ГОСТ Р 54895 2012), выполненность и выравненность зерна, его стекловидность, активность α-амилазы по амилограмме, «числу падения» и температуре максимальной клейстеризации водно-шротовой суспензии (ГОСТ-16990-88), объём хлебца из 100 граммов муки, характер его поверхности, пористость (в баллах и процентах) и эластичность мякиша, общая хлебопекарная оценка.(Беркутова Н.С., 1987).

Определено также содержание в зерне белка и крахмала, водорастворимых пентозанов (Беркутова Н.С., 1987).

Особое внимание при изучении новых морфотипов уделено особенностям их фотосинтеза на уровне растения и посева. С этой целью изучены: площадь листьев, время их работы, интенсивность (чистая продуктивность) фотосинтеза, содержание хлорофилла в листьях и нелистовой части растения, УЦП (удельная ценотическая плотность посева), $К_{хоз}$. (Физиология и биохимия растений под ред. Третьякова Н.Н и сотр. 2005).

Реутилизацию определяли балансовым методом (Кумаков В.А., Матвеева Н.Ф., Павлова С.С. и др., 1979). В фазе колошения, цветения и молочно-восковой спелости зерна из каждого морфотипа отбирали по 50 продуктивных побегов. Свежеубранный материал фиксировали при температуре 105 ^{o}С в сушильном шкафу, досушивали при комнатной температуре и разделяли на листья, стебель и колос, взвешивали. По убыли ассимилятов из вегетативных частей побегов судили об интенсивности реутилизации.

Для оценки донорно-акцепторных особенностей использована методика Ю.Б. Коновалова и сотр. (1990). При этом были использованы следующие показатели.

1. Коэффициент обеспечения потенциальной продуктивности колоса вегетативной массой побега: показывает уровень снабжения колоса метаболитами и рассчитывается как отношение массы побега в фазу молочной спелости к потенциальной продуктивности колоса в фазу цветения (≈ удвоенной массе зерна с созревшего колоса, у которого при цветении удалена половина колосков). Чем выше данный показатель, тем слабее интенсивность реакции на дополнительное питание;

2. Коэффициент использования массы побега: характеризует продуктивность на единицу вегетативной массы и представляет отношение массы зерна созревшего колоса к его массе в фазу молочной спелости (обеспеченность метаболитами и ассимиляционный потенциал побега);

3. Потенциальная продуктивность колоса_– удвоенная масса зерна с пинцированных колосьев;

4. Степень реализации потенциальной продуктивности колоса;

5. Реакция на пинцировку – характеризует уровень снабжения колоса метаболитами.

Структурный анализ был проведён по методике З.А. Морозовой (1983).

При проведении структурного анализа учитывались следующие показатели: озерненность колоса (%), количество растений на 1 м ^{2} (шт.), общее количество побегов на 1 м ^{2} (шт.), количество продуктивных побегов 1 м ^{2} (шт.), кустистость общая (побег./раст.), кустистость продуктивная (побег./раст.), высота растения (см.), масса 1 побега (г), длина верхнего междоузлия (см.), масса верхнего междоузлия (г), удельная масса верхнего междоузлия (мг/см.), сопротивление излому верхнего междоузлия (г), количество цветков в колосе (шт.), количество зерна в колосе (шт.), масса зерна с 1 колоса (г), масса 1000 зерен (г), масса зерна с 1 м^2 (г), $К_{хоз}$, доля продуктивных побегов (%), масса зерна с растения (г), количество зерен на 1 м^2 (тыс. шт.), индекс перспективности, финно-скандинавский индекс, мексиканский индекс.

Всего указанные морфотипы были изучены более, чем по 120 показателям, характеризующим разные морфо-биологические и хозяйственно-ценные свойства и признаки озимой ржи. Элементарной единицей учёта в годы проведения исследований служило одно растение и одна делянка. 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).

ГЛАВА 3. ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ У ИЗУЧАВШИХСЯ МОРФОТИПОВ ОЗИМОЙ РЖИ

3.1. Степень сходства морфотипов между собой

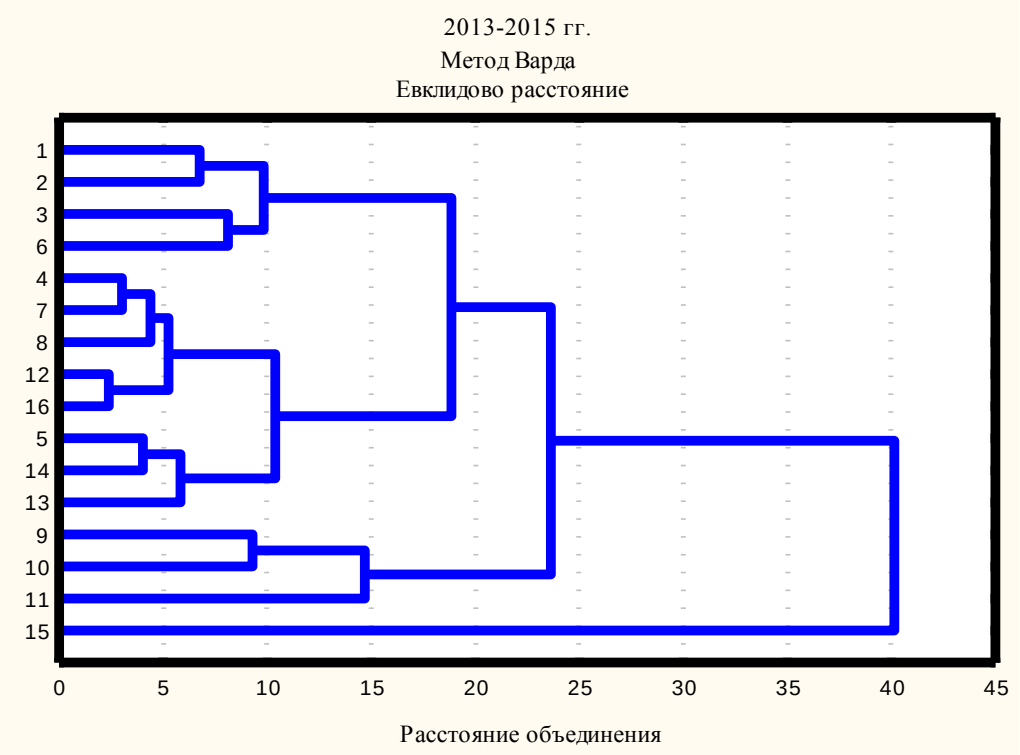
В течение 2013-2015 годов была дана разносторонняя оценка новым формам озимой ржи с изменённой архитектоникой, различающихся по высоте растения, толщине стеблей, величине, форме и ориентации листьев, крупности колосьев (Приложения А и В). Их перечень был приведён выше.

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, характеризующийся короткостебельностью, эректоидным расположением листьев, крупным колосом и достаточно высокой устойчивостью к полеганию и засухе. Во второй и третий годы норма высева была увеличена до 500 всхожих зерен на 1 $м^2$, а величина делянки – до 5 $м^2$.

С помощью кластерного анализа морфотипы были сгруппированы по результатам средних значений признаков, характеризующих урожайность и её элементы, взятые в среднем за 3 года (рисунок 1). При анализе данных за все отдельные годы изучавшиеся морфотипы разместились также в шести кластерах. Величина (ёмкость) кластера варьировала от 1 до 6.

Основу 1-го кластера составляют четыре морфотипа, характеризующиеся короткостебельностью. Несколько удалёнными от него были короткостебельные, крупнолистые эректоиды. Они отнесены ко 2-му кластеру. В 3-й кластер попали короткостебельные эректоиды. Морфотипы, характеризующиеся крупными с эректоидной ориентацией листьями, составляют основу 4-го кластера. К 5-му кластеру относятся крупнолистые платофиллы. И един-

ственный длинностебельный сорт МУП отнесен к 6-му кластеру. На рисунке 1 отчётливо видно, что он наиболее удалён от других морфотипов.



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.

Рисунок 1. Распределение морфотипов по кластерам методом Варда (по средним за 2013-2015 гг.)

3.2. Особенности формирования ценоза

По результатам средних значений каждого кластера, характеризующих продуктивность на уровне ценоза в 2013-2015 гг. (таблица 4), видно, что по комплексу данных признаков наибольшего внимания заслуживают морфотипы, входящие в 5-й кластер (крупнолистые платофилы).

Таблица 4. Особенности формирования ценоза морфотипами, относящимися к разным кластерам (2013 - 2015 гг.)

Признак	Средние по кластерам:						St*
	I	II	III	IV	V	VI	
Количество растений на $м^2$, шт	148	137	141	175	172	142	154
Общее количество побегов на $м^2$, шт	431	503	503	463	540	602	541
из них продуктивных, шт	291	337	328	326	354	401	364
Доля продуктивных побегов, %	74,6	74,2	71,9	81,5	78,6	70,4	69,2
Удельная плотность посева, $кг/м^3$	1,20	1,32	1,22	1,21	1,28	1,11	1,39
К хоз.	0,45	0,47	0,50	0,48	0,47	0,42	0,46
Количество зёрен на 1 $м^2$, тыс шт.	14,3	19,3	16,6	16,3	20,2	20,5	17,0
Урожайность биологическая, г/дел	481	553	593	569	602	591	670
Урожайность фактическая, г/дел	414	424	515	470	505	413	557
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, %	41,3	40,9	34,4	41,6	44,3	25,5	28,2
Коэффициент устойчивости к полеганию	67,7	69,2	84,9	57,7	63,8	25,3	60,0

Примечание: * St - стандарт

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 (короткостебельные эректоиды), незначительно, но превышают стандарт по величине коэффициента выхода хозяйственно ценной части урожая ($К_{хоз.}$). Что касается такого немаловажного показателя, как коэффициент устойчивости к полеганию, то относительно стандарта, неплохие результаты у морфотипов 1-го, 2-го, 3-го и 5-го кластеров. Длинностебельный

сорт МУП, отнесенный к 6-му кластеру, имеет самую низкую устойчивость к полеганию, что также повлияло на показатели фактической урожайности и коэффициента $К_{хоз.}$. Все морфотипы, за исключением 3-го кластера, по значениям индекса листовой поверхности и доли листьев верхнего яруса, приблизительно в два раза превышают стандарт и примерно в три раза – сорт МУП. Из выше сказанного можно сделать вывод, что, судя по данным структурного анализа на уровне ценоза, конкурировать по урожайности со стандартом могут морфотипы, входящие в 5-й кластер.

3.3. Продуктивность растения

При анализе средних значений по продуктивности растения за 2013-2015 гг. (таблица 5) видно, что, судя по показателям общей и продуктивной кустистости, стандарт и МУП значительно превышают морфотипы всех кластеров.

Таблица 5 Продуктивность растения и ее элементы (2013 - 2015 гг.)

Признак	Средние по кластерам:						St
	I	II	III	IV	V	VI	
Кустистость общая, шт	3,59	4,30	4,93	3,13	3,79	6,14	5,33
Кустистость продуктивная, шт	2,46	3,04	3,44	2,27	2,58	4,53	3,95
Доля продуктивной кустистости, %	74,6	74,2	71,9	81,5	78,6	70,4	69,2
Масса зерна с растения, г	6,43	5,54	7,56	6,05	5,37	4,96	7,72

Это отрицательно сказывается также и на продуктивности растения изучаемых морфотипов. Что касается показателя 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.

3.4. Продуктивность колоса

По продуктивности колоса, все морфотипы, за исключением сорта МУП, существенно не отличались от стандарта. Но по индексам, характеризующим соотношение длины побега и продуктивности колоса и ее элементов, почти все новые морфотипы, за исключением морфотипов 4-го кластера, превышали стандарт. Это свидетельствует о том, что снижение высоты еще не сказалось отрицательно на продуктивности колоса.

По показателям средних значений продуктивности колоса за 2013-2015 годы (таблица 6), видно, что продуктивность колоса изучавшихся морфотипов несколько уступала показателям стандарта.

Таблица 6. Продуктивность колоса и ее элементы (2013-2015 гг.)

Признак	Средние по кластерам:						St
	I	II	III	IV	V	VI	
Продуктивность колоса, г	1,68	1,59	1,74	1,65	1,69	1,39	1,76
Количество цветков в колосе, шт	68,4	69,1	70,1	68,1	70,2	65,1	69,5
Количество зерен в колосе, шт	52,6	53,2	55,5	52,7	55,1	49,2	55,1
Озерненность колоса, %	76,0	76,7	78,9	76,6	78,0	75,3	78,8
Масса 1000 зерен, г	31,4	29,2	30,0	29,8	30,1	27,5	30,3

Наиболее близкими к нему были морфотипы 1-го, 3-го и 5-го кластеров. 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.

3.5. Характеристика побега

По результатам исследований средних значений признаков, характеризующих особенности побега в 2013 - 2015 гг. (таблица 7), можно сделать выводы о том, что все изучавшиеся морфотипы, за исключением входящих в 4-й кластер (крупнолистые эректоиды), имеют меньшую длину побега и, соответственно, меньшую его массу. Исключение составили морфотипы 1-го кластера (короткостебельные морфотипы). Самая меньшая масса побега у длинностебельного сорта МУП.

Таблица 7. Характеристика побега морфотипов, относящихся к разным кластерам, (2013-2015 гг.)

Признак	Средние по кластерам:						St
	I	II	III	IV	V	VI	
Длина побега, см	94,9	91,1	97,4	103,1	100,0	137,4	102,8
Масса побега, г	3,99	3,44	3,45	3,56	3,65	3,37	3,70
Сопротивление излому, г	366	381	340	329	366	238	333
Длина верхнего междоузлия, см	20	18	20	22	21	34	21
Масса междоузлия, г	0,13	0,13	0,13	0,15	0,15	0,18	0,13
Удельная масса верхнего междоузлия, мг	6,76	7,15	6,54	6,76	6,86	5,33	6,31
Площадь флаглиста, $см^2$	12,7	12,7	8,5	13,1	16,2	5,5	6,4
Площадь двух верхних листьев, $см^2$	38,8	37,6	26,5	39,1	45,9	17,4	20,7

Продолжение таблицы 7

Признак	Средние по кластерам:						St
	I	II	III	IV	V	VI	
Масса зерна с 1 колоса, г	1,68	1,59	1,74	1,65	1,69	1,39	1,76
Финно-скандинавский индекс	0,557	0,588	0,575	0,515	0,551	0,361	0,538
Мексиканский индекс	0,041	0,047	0,042	0,038	0,048	0,031	0,041
Индекс перспективности	0,334	0,322	0,309	0,290	0,302	0,202	0,295

Бóльшая удельная плотность (масса) побега обуславливает большее сопротивление излому и большую устойчивость к полеганию (см. таблицу. 4).

У всех изучавшихся новых морфотипов площадь флагового листа и листьев верхнего яруса почти в 2 раза больше стандарта и МУП, что и обуславливает большее значение листового индекса (см.таблицу 4).

Характерной особенностью озимой ржи является высокая интенсивность морфогенеза в первый период органогенеза, когда определяется количество колосков и цветков в колосе и постепенное затухание ее (Тороп Е.А., 2011).

Самой низкой интенсивностью у ржи отличается 3-й период, что подтвердили специальные исследования (Samonsson A.-Ch., Bertholdsson L.-O., Stoyet V., et al, 1990). По этой причине озимая рожь, несмотря на большую продолжительность этого периода, формирует мелкое зерно. Судя по показателям таблицы 8, морфотип 6-го кластера, представленный сортом МУП, наглядно это подтверждает. Результатом является большая несогласованность процессов морфогенеза, что подтверждается показателями $К_{I}$ и $К_{II}$. Из изучаемых морфотипов наиболее согласованный морфогенез у образцов 4-го и 5-го кластеров (крупнолистые эректоиды и платофиллы).

Таблица 8.– Особенности морфогенеза в разных кластерах (2013-2015 гг.)

Период	Признак	Средние по кластерам:						St
		I	II	III	IV	V	VI	
I	Интенсивность	3,89	3,73	3,68	3,89	3,96	3,81	3,58
	Асимметрия	-0,72	-0,51	-0,37	-0,43	-0,57	-0,67	-0,62
	Эксцесс	0,81	0,49	0,23	0,28	0,38	-0,02	0,09
II	Интенсивность	3,09	3,10	2,98	3,16	3,31	2,94	2,79
	Асимметрия	-0,43	-0,36	-0,01	-0,28	-0,36	-0,45	-0,07
	Эксцесс	0,17	0,76	-0,13	0,01	0,02	-0,15	-0,39
III	Интенсивность	2,65	2,82	2,83	2,82	2,90	2,53	2,39
	Асимметрия	0,20	0,12	0,10	-0,01	0,05	0,16	0,06
	Эксцесс	2,71	2,56	2,58	2,50	2,71	2,08	2,40
Показатель несогласованности K_I		5,90	5,20	4,99	4,99	4,55	5,45	4,95
Показатель несогласованности K_{II}		4,61	4,19	4,01	3,85	3,46	4,14	3,69

ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕЗА НОВЫХ МОРФОТИПОВ ОЗИМОЙ РЖИ

Фотосинтез – уникальный процесс, составляющий основу продуктивности сельскохозяйственных культур. За счет фотосинтеза формируется примерно 90 % массы сухого вещества растения, что обуславливает ведущую роль этого процесса в формировании продуктивности растений, которую необходимо учитывать при определении путей повышения продуктивности растений (Стасик О.О., Киризий Д.А., Прядкина Г.А., 2013).

Логический смысл всех работ, связанных с возделыванием растений и с повышением их продуктивности, состоит в разработке мероприятий, направленных на наилучшее использование фотосинтетических функций растений, на то, чтобы, создавая сложные фотосинтезирующие системы (фитоценозы, посевы), получать наибольшее количество прямых продуктов фотосинтеза, и с наибольшей эффективностью использовать их через цепь процессов транспорта, метаболизма, роста и развития на формирование высоких урожаев с высоким качеством (Ничипорович А.А., 1956; 1972; 1980).

За время возделывания растений в культуре постоянно ведутся работы, направленные на повышение продуктивности их ценозов. В результате растения, изменяя признаки морфологии, биологии и фотосинтетической активности, в частности, постепенно формируют более совершенные по своей структуре и поэтому более продуктивные посевы. В отношении озимой ржи необходимо отметить, что такие процессы интенсифицировались только в последние десятилетия. И связаны они с использованием в селекции коротокостебельных форм.

4.1. Листовая поверхность

В связи с укорочением стебля основным ассимилирующим органом у озимой ржи становится лист (Бабужина Д.И., 1998, Васютин А.А., 1999). От

его величины и особенностей функционирования зависит продуктивность отдельного растения и всего посева. При этом необходимо учитывать, что листья не только органы фотосинтеза, но и органы поглощения энергии света и транспирации (Ничипорович А.А., 1972). Они испаряют в несколько раз больше воды, чем образуют в процессе фотосинтеза органического вещества (Ничипорович А.А., 1956). Поэтому от величины листовой поверхности (так называемого индекса листовой поверхности) и особенностей ее работы зависят особенности функционирования и продуктивность посева.

Различают (Третьяков Н.Н., Кошкин Е.И., Макрушин Н.М. и др. 2005) критическое и оптимальное значение индекса листовой поверхности (ИЛП). Первое характеризует минимальную (4-7 $м^2/м^2$) величину ИЛП, при которой поглощается максимально (90-95%) возможное в данных условиях количество падающей радиации и возникает наибольшая скорость накопления биомассы. После достижения критического значения ИЛП дальнейшее увеличение площади листьев не приводит к существенному увеличению скорости роста посева и в посевах, отличающихся формированием оптимального ИЛП, она сокращается.

Основной причиной различной зависимости скорости накопления биомассы в посевах от ИЛП являются особенности изменения дыхания посева по мере увеличения площади листьев. В первом случае оно увеличивается только до определенного значения ИЛП, равного критическому, а затем выходит на плато. Во втором же случае дыхание по мере увеличения листового индекса возрастает линейно (Третьяков Н.Н., Кошкин Е.И., Макрушин Н.М. и др. 2005).

Как критические, так и оптимальные значения ИЛП не являются для той или иной культуры постоянными. На их величину влияют приход энергии ФАР (Ничипорович А.А., 1972; Третьяков Н.Н., Кошкин Е.И., Макрушин Н.М. и др. 2005), ориентация листьев (Росс Ю.К., Росс В.К., 1969; Ничипорович А.А., 1972; 1980; Нефёдов А.В., Пыльнев В.В., 1984; Кошкин Е.И., Гатаулина Г.Г., Дьяков А.Б. и др., 2005; Третьяков Н.Н., Кошкин Е.И., Макру-

шин Н.М. и др. 2005) и другие факторы. В значительной степени его величина определяется обеспеченностью посева минеральными веществами, в особенности азотом, и его водообеспеченностью (Ничипорович А.А., 1972). Поэтому вопрос об оптимальном ИЛП должен решаться опытным путем.

Связь индекса листовой поверхности с урожайностью неоднозначна. В большинстве случаев она характеризуется плато. Обычно оно наблюдается при достижении посевом критического значения ИЛП (Кошкин Е.И., Гатаулина Г.Г., Дьяков А.Б. и др., 2005). Дальнейшее увеличение площади листьев не всегда эффективно. Причина заключается в том, что по мере увеличения ИЛП наблюдается самозатенение листьев, ухудшение освещенности внутри посевов, отмирание нижних листьев, усиленный дополнительный рост растений в длину в погоне за светом и вынос деятельного слоя листьев (4-5 $м^2/м^2$) в более высокие горизонты, снижение средней интенсивности фотосинтеза и увеличение потерь на дыхание. В конечном итоге это приводит к постепенному сокращению прироста биомассы и урожая хозяйственно ценной продукции (Ничипорович А.А., 1972).

В этих случаях ухудшается не только фотосинтетическая работа, но и ассимиляция азота: поступая в растения в больших количествах, он недостаточно хорошо перерабатывается в полноценные азотсодержащие вещества (белки) и накапливается в растениях в больших количествах в виде аминокислот, амидов и нитратов. Последние могут быть токсичными. К тому же, взаимно затеняемые листья тратят значительную часть продуктов фотосинтеза на собственный рост и рост стеблевых органов в ущерб хорошему росту репродуктивных, запасающих органов и заполнению их ценными веществами. Частым следствием этого является полегание растений и ухудшение структуры и качества урожаев (Ничипорович А.А., 1972).

Отодвинуть проявление этих нежелательных последствий увеличения ИЛП можно, изменяя структуру ценоза, совершенствуя его оптико-биологические свойства. Происходит это в разных случаях по-разному и конечный результат определяется тем или иным сочетанием многих важных

параметров и признаков. К их числу относятся: высота, общая морфология и тип структуры растений, тип их облиственности, размеры и форма листьев, общая плотность расположения листьев во всем объеме ценоза и в различных его уровнях, пространственная ориентация листьев, их анатомическая структура, определяющая оптические свойства и режим диффузии газов в процессе фотосинтеза (Ничипорович А.А., 1972; Гончарова Ю.К., 2012). Большинство из этих признаков, по мнению А.А. Ничипоровича (1972), легче поддаются изменениям, чем интенсивность и чистая продуктивность фотосинтеза, определяющие уровень продуктивности посева.

Изучению особенностей фотосинтеза озимой ржи в настоящее время необходимо уделять особое внимание. Познание этих особенностей позволит определить возможности и пути повышения продуктивности этой культуры. Как сельскохозяйственная культура рожь сравнительно молодая. К тому же, произошла она из дикой сорнополевой ржи, произраставшей в аридных условиях Малой и Средней Азии, Ирана, Афганистана, Индии и Аравии. Она длительное время считалась сорняком в посевах других зерновых культур (Вавилов Н.И., 1917). Поэтому степень окультуривания, определяемая размерами как самого растения, так и его органов, у нее далеко не закончена и сейчас, тем более при культивировании их в аридных зонах, где повышение облиственности вновь выводимых сортов является одной из важных задач селекции. По мнению А.А. Ничипорович (1972) эта задача не потеряет значения до тех пор, пока такие культуры не будут формировать в посевах оптимальный по размерам ассимиляционный аппарат с ИЛП минимум 4-5 $м^2/м^2$ при оптимальной высоте и достаточной величине их органов.

По данным Э. Нальборчика (1983) для ржи характерным является 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; Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., 2014). Без увеличения их площади заложенные в колосе потенциальные возможности не могут реализоваться из-за недостаточной обеспеченно-

сти колоса вегетативной массой (Torop E., 2015). В связи с этим селекционная работа с озимой рожью должна быть направлена, прежде всего, на увеличение листьев, а также мощности стебля. Более мощными должны быть листья преимущественно верхнего яруса (Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., 2014).

Указанные выше положения были взяты нами во внимание при создании и выбору морфотипов для изучения. Приведенные в таблице 9 данные показывают, что все новые морфотипы, изучавшиеся нами, почти в два и более раза превосходили стандарт и старинный сорт МУП по индексу листовой поверхности. И доля листьев верхнего яруса у них была почти в полтора раза больше чем у стандарта и сорта МУП.

Таблица 9. Фотосинтетические возможности 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

Продолжение таблицы 9

Признак	Среднее по кластерам						St
	I	II	III	IV	V	VI	
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

4.2. Содержание хлорофилла

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 было в разы больше, чем у стандарта и сорта МУП (таблица 10).

Таблица 10. Содержание хлорофилла в листьях и стеблях растений ржи разных морфотипов (2013-2015 гг.)

Признак		Среднее по кластерам						St
		I	II	III	IV	V	VI	
Колошение	содержание хлорофилла *a* в листьях, мг/г сухого вещества	3,89	4,19	2,41	4,10	3,87	2,46	2,00
	содержание хлорофилла *b* в листьях, мг/г сухого вещества	5,25	5,56	2,55	4,55	4,19	2,28	1,82
	содержание хлорофилла *a*+*b* в листьях, мг/г сухого вещества	9,14	9,75	4,96	8,65	8,06	4,74	3,28
Молочная спелость	содержание хлорофилла *a* в листьях, мг/г сухого вещества	1,71	2,04	1,19	1,77	1,86	1,06	0,70
	содержание хлорофилла *b* в листьях, мг/г сухого вещества	1,83	1,80	1,31	1,50	1,76	1,46	1,38
	содержание хлорофилла *a*+*b* в листьях, мг/г сухого вещества	3,54	3,85	2,51	3,27	3,63	2,52	2,08

Продолжение таблицы 10

Признак		Среднее по кластерам						St
		I	II	III	IV	V	VI	
Колошение	содержание хлорофилла *a* в стеблях, мг/г сухого вещества	0,46	0,51	0,46	0,74	0,41	0,49	0,25
	содержание хлорофилла *b* в стеблях, мг/г сухого вещества	0,40	0,60	0,38	0,66	0,51	0,56	0,26
	содержание хлорофилла *a*+*b* в стеблях, мг/г сухого вещества	0,86	1,12	0,84	1,40	0,93	1,05	0,51
Молочная спелость	содержание хлорофилла *a* в стеблях, мг/г сухого вещества	0,94	1,05	0,73	1,21	1,24	1,26	0,57
	содержание хлорофилла *b* в стеблях, мг/г сухого вещества	0,89	0,85	0,75	0,96	0,93	1,92	0,69
	содержание хлорофилла *a*+*b* в стеблях, мг/г сухого вещества	1,84	1,89	1,48	2,17	2,17	3,18	1,26

Исключение составили морфотипы 3-го кластера, куда входит стандарт. 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 резко выделились морфотипы 2-го и 4-го кластеров, куда относятся в основном крупнолистые эректоиды. К фазе молочной спелости содержание хлорофилла резко увеличивается. По содержанию хлорофилла *a* заметно выделяются крупнолистые морфотипы 4-го и 5-го кластеров и старинный сорт традиционного морфотипа МУП. Особенно выделился последний сорт по содержанию хлорофилла *b* и суммарного. Это подтверждает положение Э. Нальборчика (1983) о том, что для традиционного морфотипа ржи характерен стеблевой тип фотосинтеза и решающую роль стебля в формировании урожайности.

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., Кірізій Д.А., 2008; Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А., 2010). Как свидетельствуют данные таблицы 10, хлорофилльный индекс у абсолютного большинства морфотипов в 2 и более раза превышает величину этого показателя у стандарта.

4.3.Эффективность работы листовой поверхности

Площадь листового аппарата и продолжительность его работы в значительной степени определяют урожайность. Но существенное влияние на уровень урожайности оказывает интенсивность работы этого аппарата. Повторно используя для более удобного представления результатов приведенные выше табличные данные, мы рассчитали эффективность работы листьев на формирование продуктивности колоса и массу 1000 зерен. С этой целью использовали отношение соответственно массы зерна с колоса и массы 1000 зерен с индексом листовой поверхности, площадью флагового листа, а также с суммарной площадью двух верхних листьев. Полученные результаты представлены в таблице 11.

Таблица 11. Эффективность работы листьев у разных морфотипов, (2013-2015 гг.)

Признак	Среднее по кластерам						St
	I	II	III	IV	V	VI	
Индекс листовой поверхности, $м^2/м^2$	2,78	3,24	1,92	3,15	3,68	1,35	1,49
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

Продолжение таблицы 11

Признак	Среднее по кластерам						St
	I	II	III	IV	V	VI	
Масса зерна с колоса, г	1,68	1,59	1,74	1,65	1,69	1,39	1,76
Масса 1000 зерен, г	31,4	29,2	30,0	29,8	30,1	27,5	30,3
Коэффициент эффективности работы общей листовой поверхности	0,60* 11,3	0,49 9,0	0,91 15,6	0,52 9,5	0,46 8,2	1,03 20,4	1,18 11,8
Коэффициент эффективности работы флаглиста	0,13 2,48	0,12 2,30	0,20 3,53	0,12 2,27	0,10 1,85	0,25 4,98	0,28 4,74
Коэффициент эффективности работы двух верхних листьев	0,04 0,81	0,04 0,78	0,06 1,13	0,05 0,76	0,04 0,66	0,08 1,58	0,08 1,46

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

Они свидетельствуют о том, что, несмотря на высокие значения индексов листовой поверхности и хлорофилльного индекса, практически все изучавшиеся морфотипы характеризуются низкой эффективностью работы листьев. Они значительно уступают в этом старинному сорту МУП и новому районированному сорту селекции института Таловской 41 с эректоидной ориентацией листьев. Более обнадёживающие характеристики в этом отношении имеют морфотипы 3-го кластера (эректоиды).

Одной из наиболее вероятных причин низкой эффективности работы является свойственная ржи недостаточно высокая степень сбалансированности процессов морфогенеза в течение онтогенеза. У новых морфотипов это выражено довольно четко. В первый период формируется излишне большое количество цветков, в результате чего 21,-24,0 % из них не завязывают зерновок (см. таблицу 6). В основном это происходит из-за их недоразвитости, т.к. при поступлении в результате пинцировки в два раза большего количества пластических веществ, различия между возможным и реальным количеством зерен в колосе сокращаются незначительно. По-прежнему 18,8-20,9 % цветков не завязывают зерновок (таблица 12).

Таблица 12. Соотношение потенциальной и реальной продуктивности колоса (2014-2015 гг.)

Элемент продуктивности	Среднее по кластерам						St
	I	II	III	IV	V	VI	
Масса зерна с колоса, г	2.04*	2.03	2.03	2.03	2.07	1.25	2.10
	1.74	1.83	1.81	1.71	1.85	1.06	1.88
Количество зерен в колосе, шт.	54.8	54.3	54.5	54.1	54.1	45.0	54.5
	51.4	54.2	53.8	52.9	53.6	41.3	52.7
Озерненность колоса, %	82.1	81.2	84.3	79.1	81.9	74.1	82.4
	75.5	78.2	78.8	76.4	76.6	66.9	77.7
Масса 1000 зерен, г	36.4	35.8	37.7	37.9	37.3	28.4	37.9
	33.2	33.6	35.8	34.1	33.8	27.0	36.7

* Примечание: в числителе – потенциальная, в знаменателе – реальная.

Из-за свойственной ржи низкой интенсивности налива зерна (Samonsson A.-Ch., Bertholdsson L.-O., Stoyet V. et al.,1990) и недостаточного количества метаболитов (реакция массы 1000 зерен у морфотипов на пинцировку по данным таблицы проявляется в росте ее величины от 16,8 до 28,9 %) формируется относительно мелкое зерно.

ГЛАВА 5. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

5.1. Особенности продукционного процесса у новых морфотипов

Познание закономерностей продукционного процесса позволяет выявить морфологические и физиологические признаки и свойства отдельных растений и посева, определяющих урожайность. В дальнейшем эти признаки можно использовать для отбора высокопродуктивных генотипов и для разработки модели сортов, основанных на учете физиологических особенностей растений (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 13.

Таблица 13. 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

Продолжение таблицы 13

Признак	Средние значения по кластерам						St
	I	II	III	IV	V	VI	
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 массы побега	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 массы побега 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 короткосте-

бельных 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 зерновок.

Обеспеченность колоса вегетативной массой самая низкая у стандарта, что является слабым местом современных короткостебельных сортов (Torop E., 2015) и морфотипов 3-го кластера, куда относится и сам стандарт. 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. Создается впечатление, что заложенные в этих морфотипах большие возможности использованы только для формирования массивного побега.

5.2. Донорно-акцепторные отношения

При оценке созданных морфотипов особое внимание должно быть направлено, кроме общей интенсификации ростовых процессов, на рациональное распределение и использование ассимилятов для гармоничного роста. Первенство необходимо отдавать интенсивности роста органов запасания ассимилятов и особенно - органов хозяйственно ценных. При этом необходимо

учитывать, что наилучшее распределение ассимилятов достигается не только за счет укрупнения хозяйственно-ценных органов, но и за счет сокращения затрат на чрезмерный рост вегетативных органов.

Помимо этого, важное значение имеет тип реакции на улучшение условий выращивания. Высокопродуктивные растения должны отзываться на это прежде всего усилением активности фотосинтетического аппарата, умеренным (оптимальным) ростом вегетативных органов и усиленным – репродуктивных и запасающих, сохраняя этот тип реакции в широком диапазоне условий (Ничипорович А.А., 1971). Важно также, чтобы растения в этих условиях сохраняли хорошую структуру и наилучшую ориентацию листьев.

Выведение сортов с указанным комплексом признаков позволит формировать посевы с оптимальной структурой, обеспечивающей и хорошую их вентиляцию для проникновения из масс воздуха необходимой для фотосинтеза CO_2, и высокую освещенность листьев для высокоинтенсивного фотосинтеза (Ничипорович А.А., 1972).

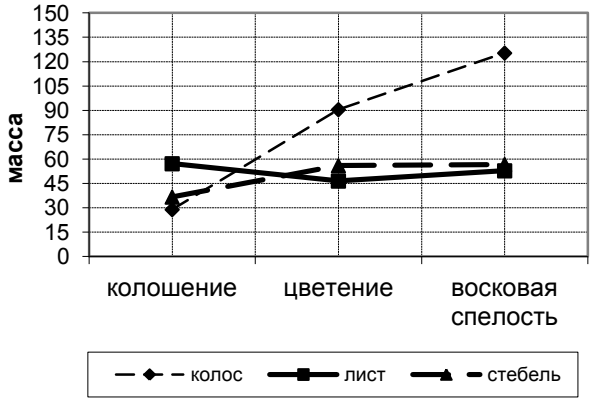
Но продуктивность растений зависит не только от работы ассимиляционного аппарата, а от всей совокупности процессов, определяющей накопление биомассы и ее хозяйственно ценной части. При этом особый интерес представляют донорно-акцепторные отношения между колосом и ассимиляционным аппаратом. В отношении сортов озимой ржи, а тем более изучавшихся морфотипов, нам такие работы не известны. Поэтому в течение трех лет мы изучали связи между вегетативными и репродуктивными органами растений в процессе формирования урожая у 14 разных морфотипов в сравнении с сортом Таловская 41, принятом за стандарт. Дополнительным стандартом служил сорт МУП самого раннего срока селекции озимой ржи в институте. Он был создан отбором из популяции, полученной в результате переопыления местной крестьянской ржи с коллекционным образцом сорнополевой ржи из Ирана (Персии). Поэтому этот сорт можно рассматривать как типичный образец морфотипа озимой ржи, практически не изменившийся в

результате селекции. При кластеризации изучавшихся морфотипов по морфологическим признакам и особенностям ценоза он располагался обособленно (рисунок 1).

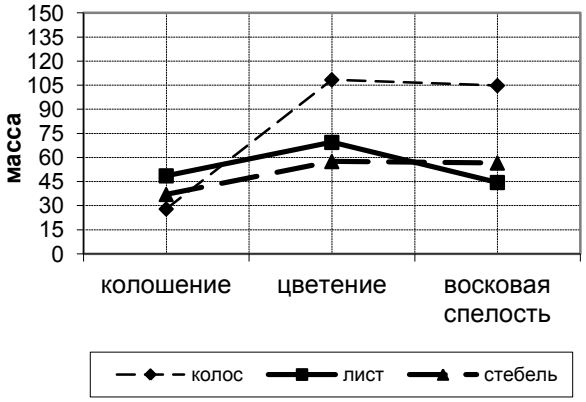
Успехи селекции в создании сортов с более высоким урожаем в основном связаны с использованием большей доли образующихся в процессе фотосинтеза ассимилятов на развитие генеративных органов у плодоносящих побегов, что обусловило формирование высокопродуктивного колоса, и привело к повышению урожайности у создаваемых сортов злаков (Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Ковалев В.С. и др., 2016). В связи с этим процесс образования и распределения ассимилятов по органам растения и побега, названный в физиологии донорно-акцепторными отношениями, заслуживает особого внимания. По этой причине изучению особенностей накопления и распределения ассимилятов у новых морфотипов необходимо было уделить особое внимание. Для сравнения использовали старинный сорт МУП, созданный более 70 лет назад и сорт последнего срока селекции Таловская 41, рекомендованный для возделывания в 5 регионах страны.

Основным акцептором продуктов ассмиляции до наступления фазы цветения и оплодотворения является стебель и от его емкости в значительной степени зависит продуктивность колоса, особенно в неблагоприятных условиях. После оплодотворения с ростом зерновки основным акцептором продуктов фотосинтеза становится колос, и от его емкости и запроса зависит потенциал его продуктивности и соответственно посева. В благоприятных для роста и развития растений условиях именно этим акцептором лимитируется уровень урожайности (Zhang H., Turner N.C., Poole m.L., 2010). В этих же условиях формирование продуктивности колоса происходит за счет продуктов текущего фотосинтеза. Наглядным примером последнего являются донорно-акцепторные отношения у старинного сорта МУП (рисунок 2).

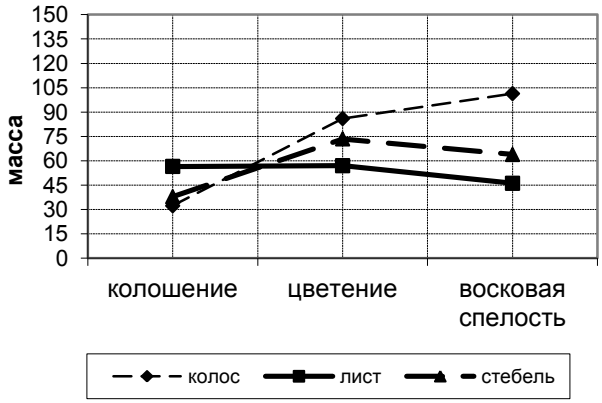
1


масса
150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

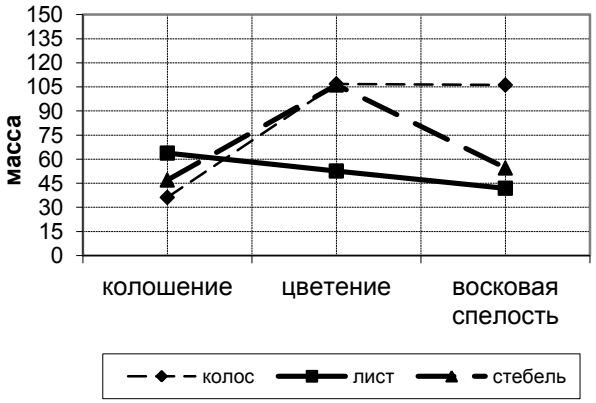
2


масса
150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

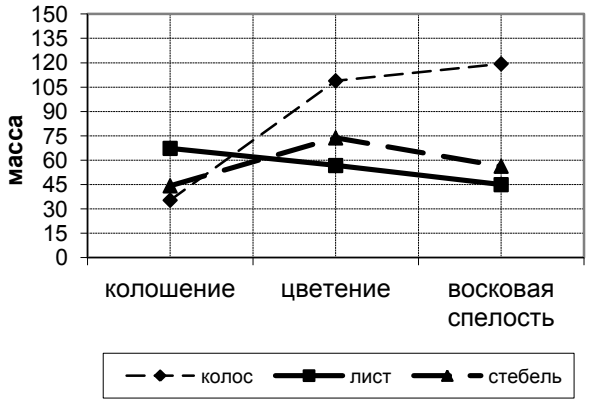
3


масса
150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

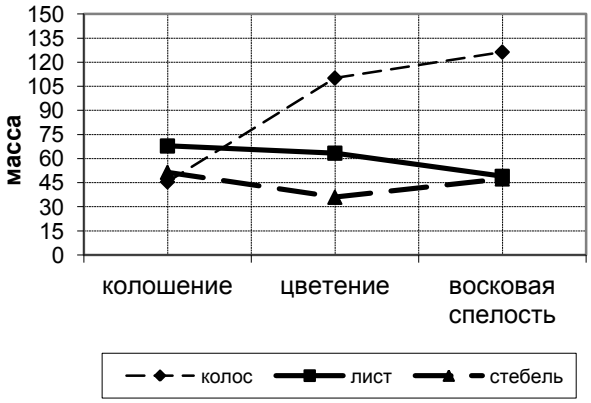
4


масса
150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

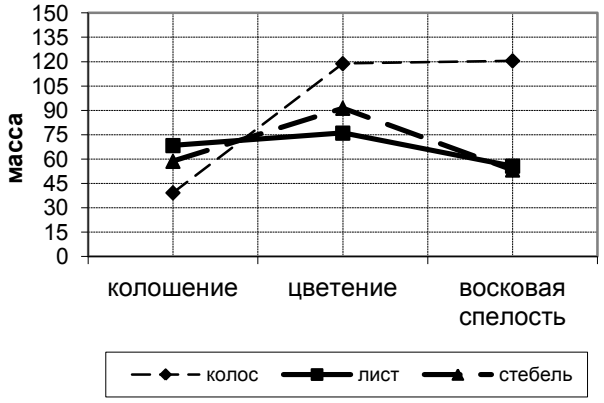
5


масса
150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

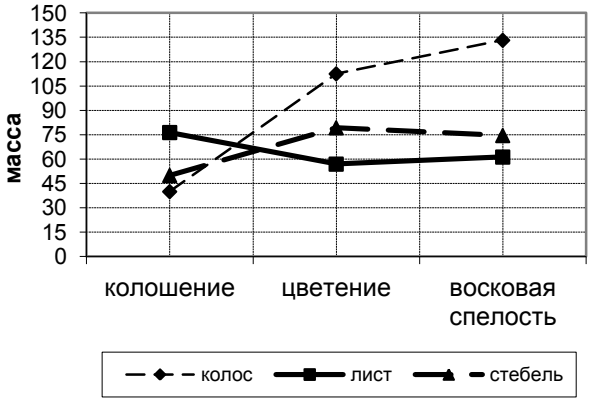
6


масса
150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

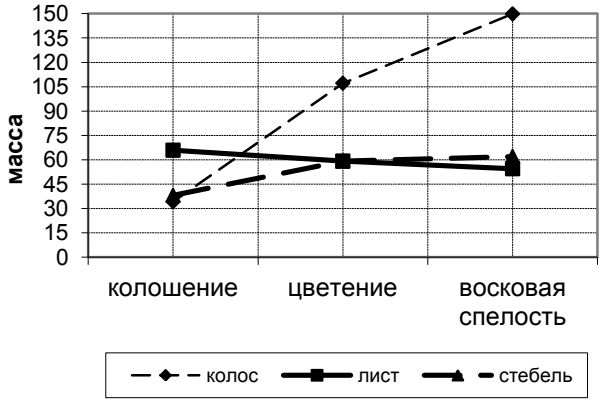
7


150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

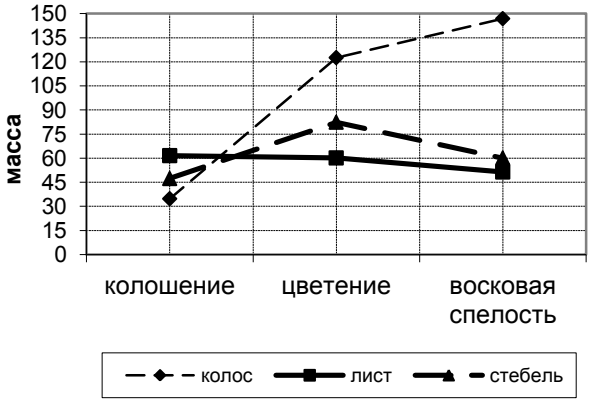
8


150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

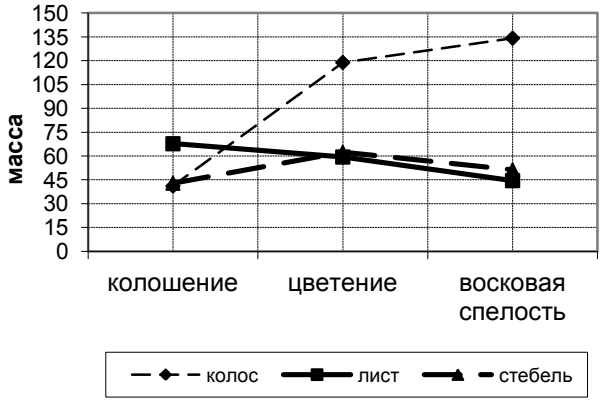
9


150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

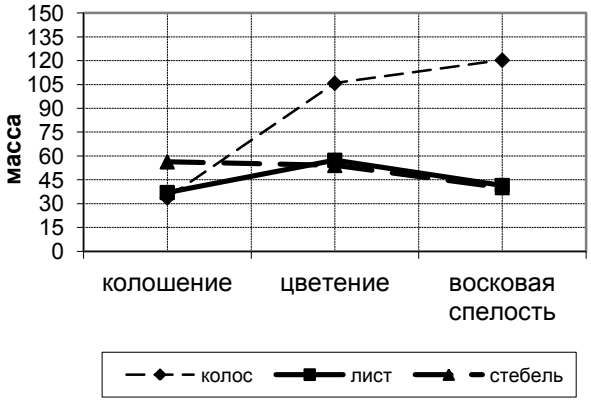
10


150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

11


150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

12


150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

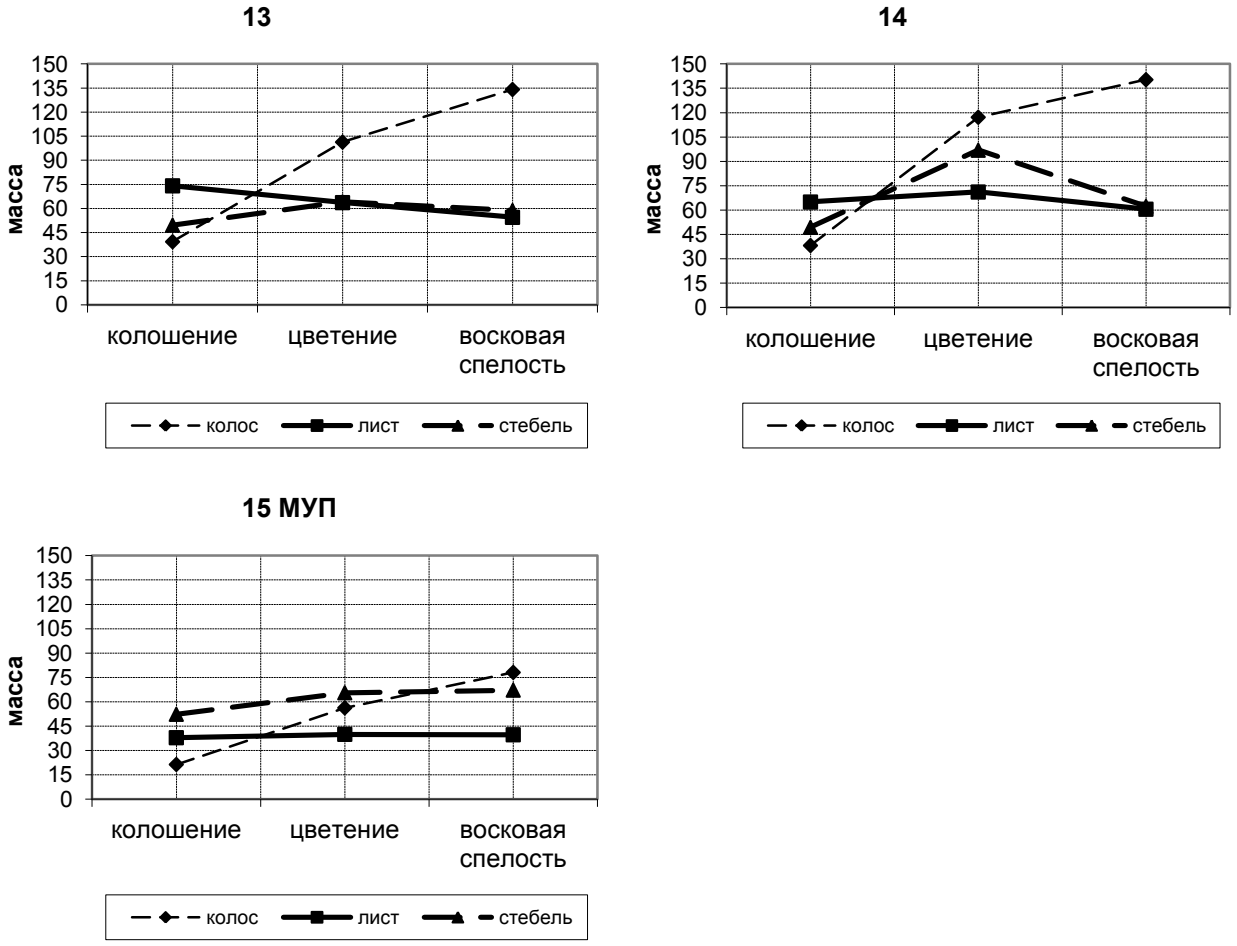


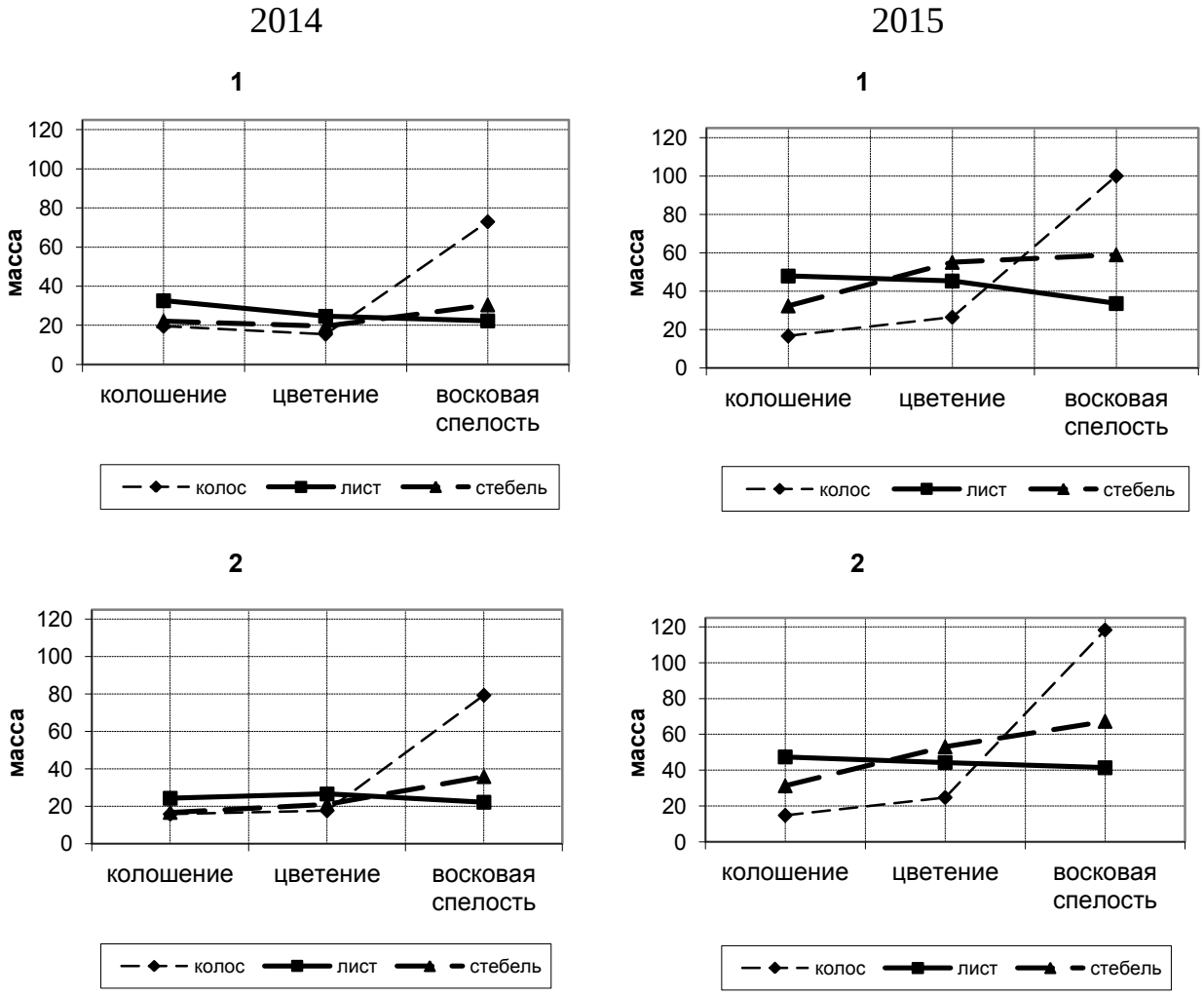
Рисунок 2. Динамика массы органов растений разных морфотипов озимой ржи от колошения до начала восковой спелости в различающихсяпо условиям роста, 2013г.

Все этапы у него сбалансированы, но небольшая, несмотря на высокорослость, емкость стебля (см. значение удельной массы в таблице 7) не позволяет этому сорту сформировать высокопродуктивный колос. Уровень дополнительной потребности колоса в метаболитах (см. таблицу 13) у этого сорта самый высокий и количество жизнеспособных, готовых к оплодотворению цветков, не завязали или не сформировали полноценного зерна (реакция количества зерен на пинцировку у сорта МУП самая сильная).

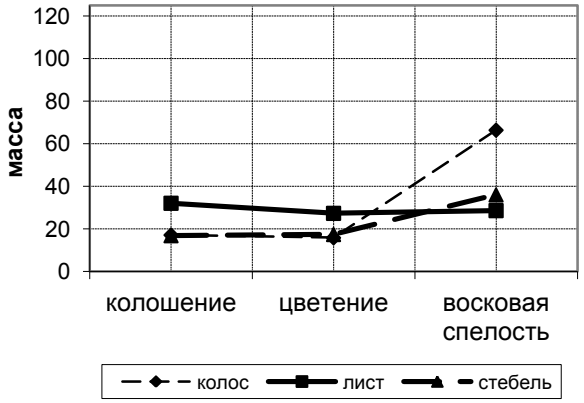
Новые морфотипы, обладая мощным донором в лице стебля с высокой удельной массой, мощным листовым аппаратом, высокой емкостью акцепто-

ра, в этих условиях сформировали высокопродуктивный колос. Масса зерна с колоса у них превышала таковую у сорта МУП на 59,8 – 74,5 % (таблица 12).

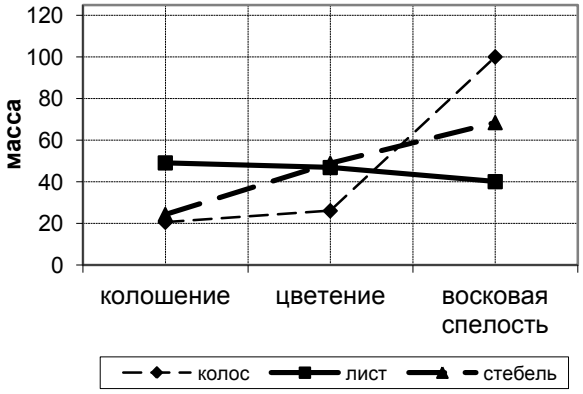
Но больший интерес представляют результаты изучения у новых морфотипов донорно-акцепторного баланса в разных условиях и, особенно, – в сравнении со стандартным сортом Таловская 41, который также отличается по своей морфологии не только от прежних сортов селекции института, но и от сортов, находящихся в Госреестре. Наглядно эти результаты представлены на рисунке 3.



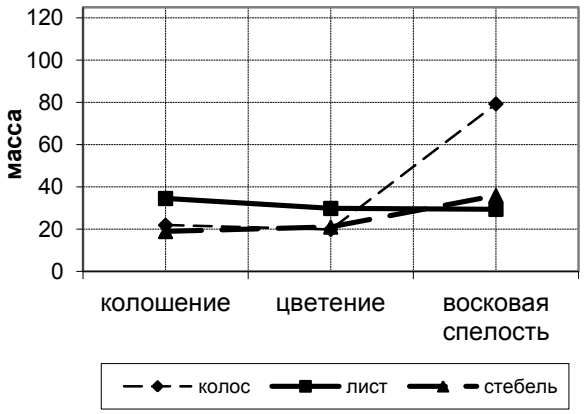
3


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

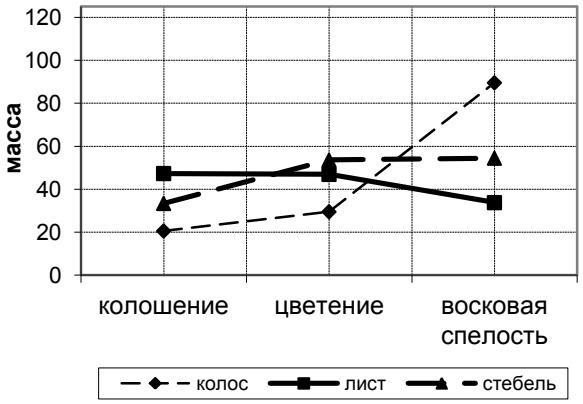
3


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

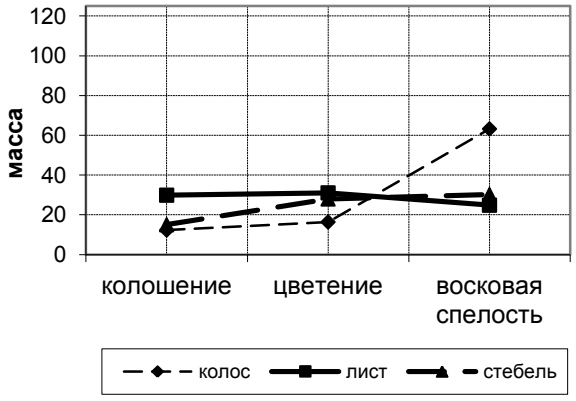
4


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

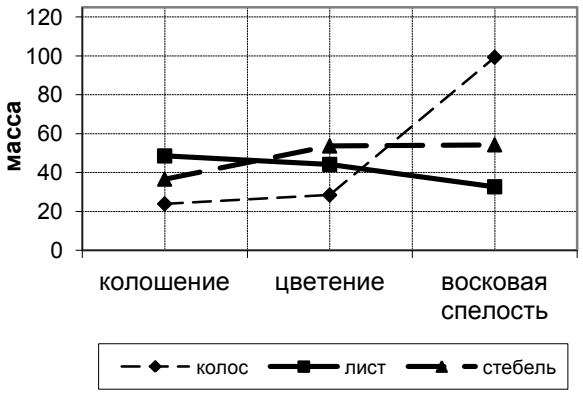
4


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

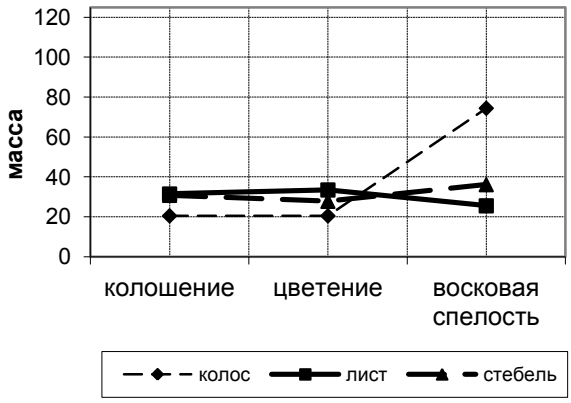
5


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

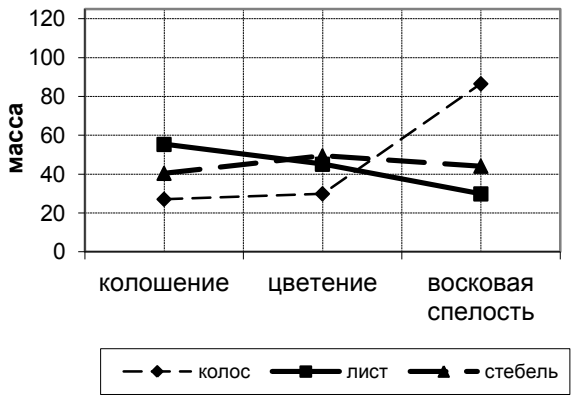
5


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

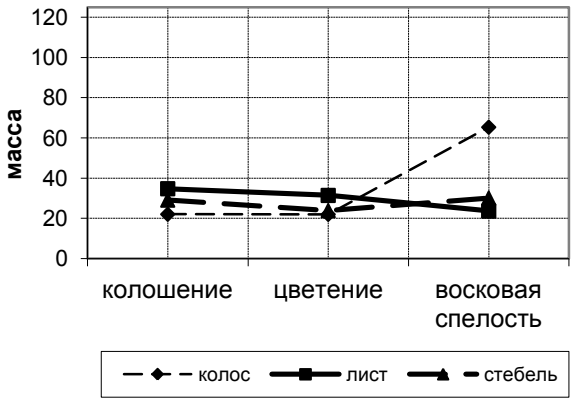
6


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

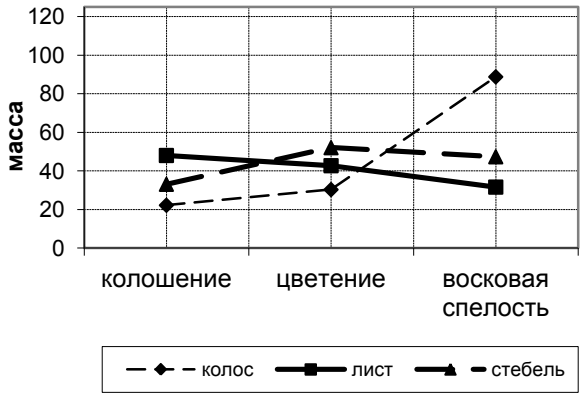
6


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

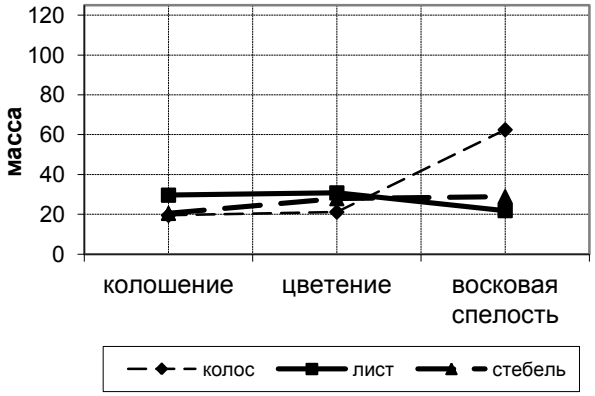
7


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

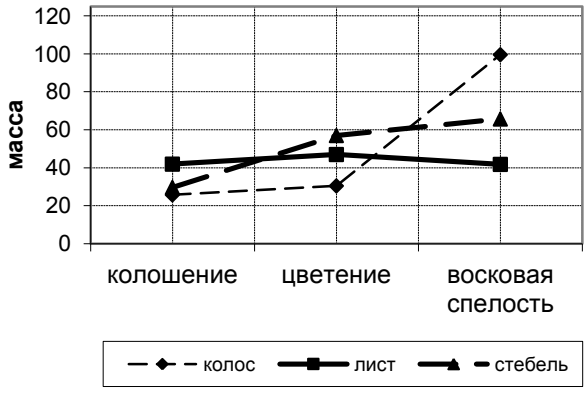
7


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

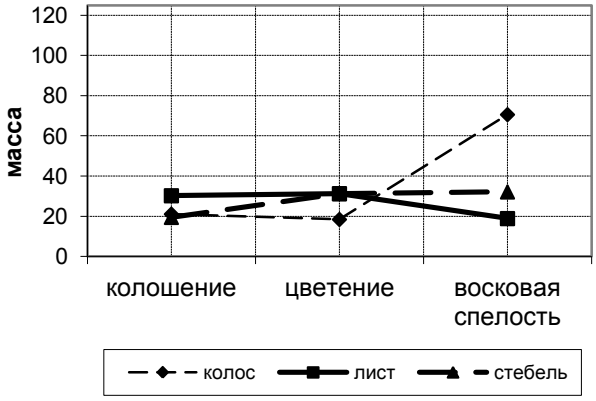
8


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

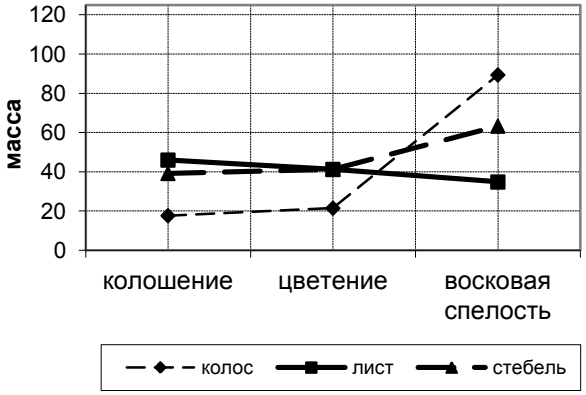
8


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

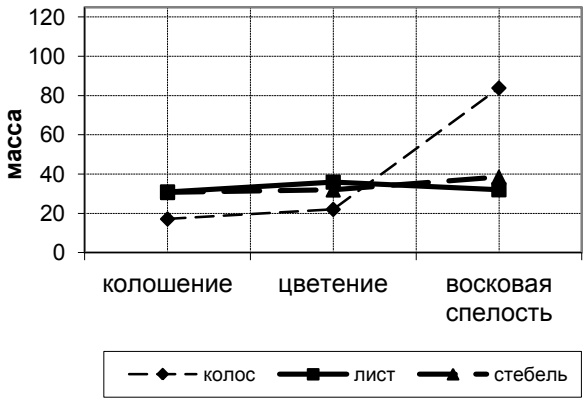
9


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

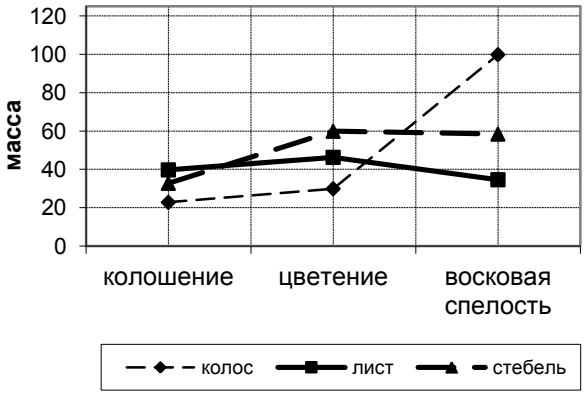
9


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

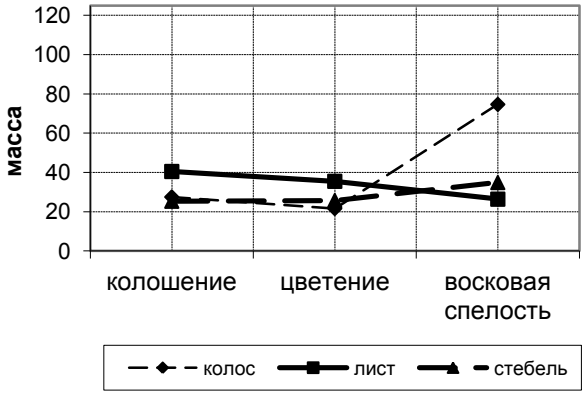
10


120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

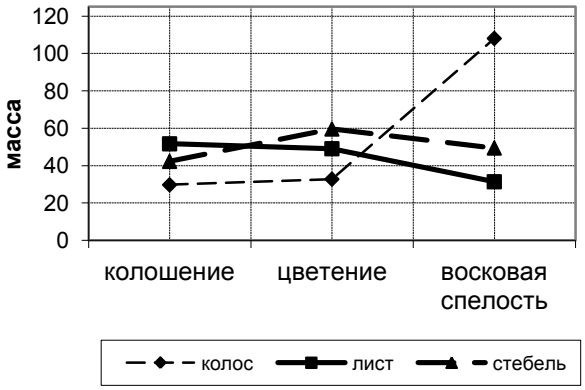
10

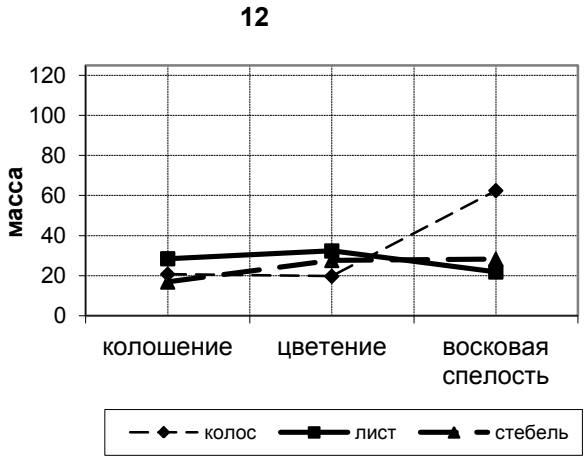

120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

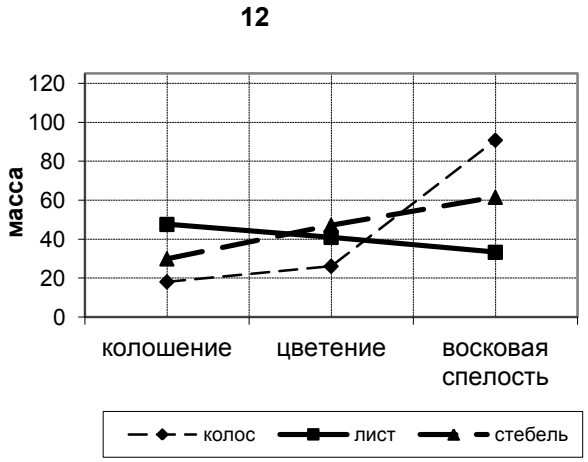
11

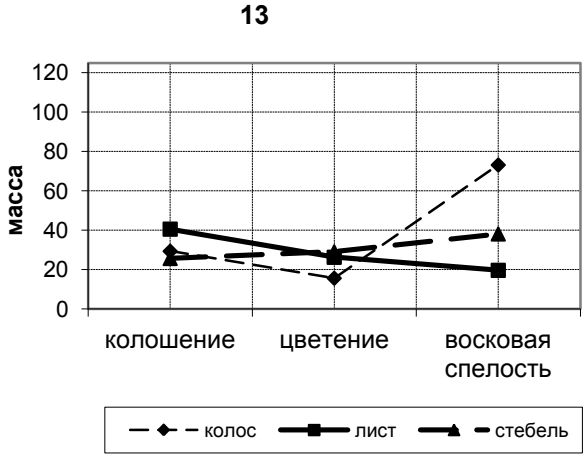

120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

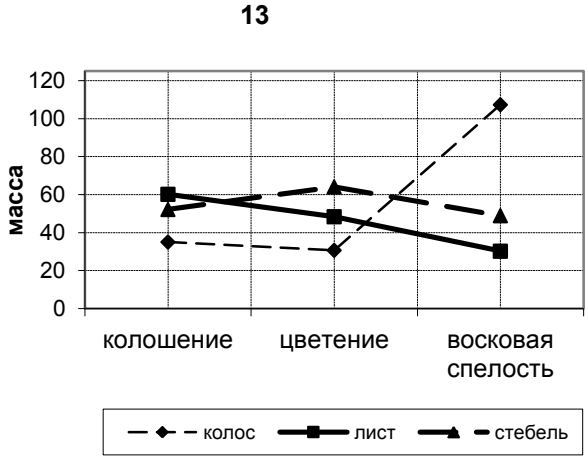
11

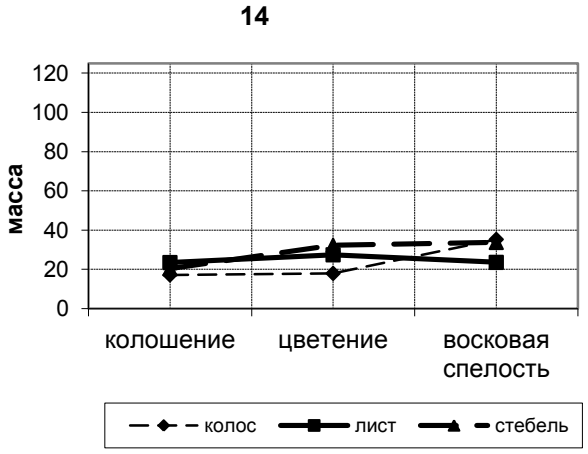

120
100
80
60
40
20
0
масса
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

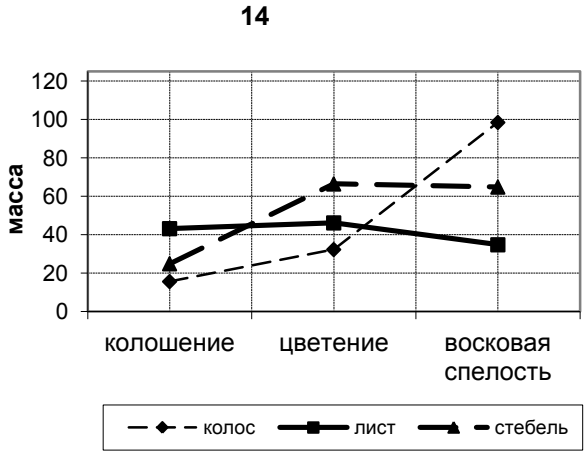

12
масса
120
100
80
60
40
20
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель


12
масса
120
100
80
60
40
20
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель


13
масса
120
100
80
60
40
20
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель


13
масса
120
100
80
60
40
20
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель


14
масса
120
100
80
60
40
20
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель


14
масса
120
100
80
60
40
20
0
колошение
цветение
восковая спелость
колос
лист
стебель

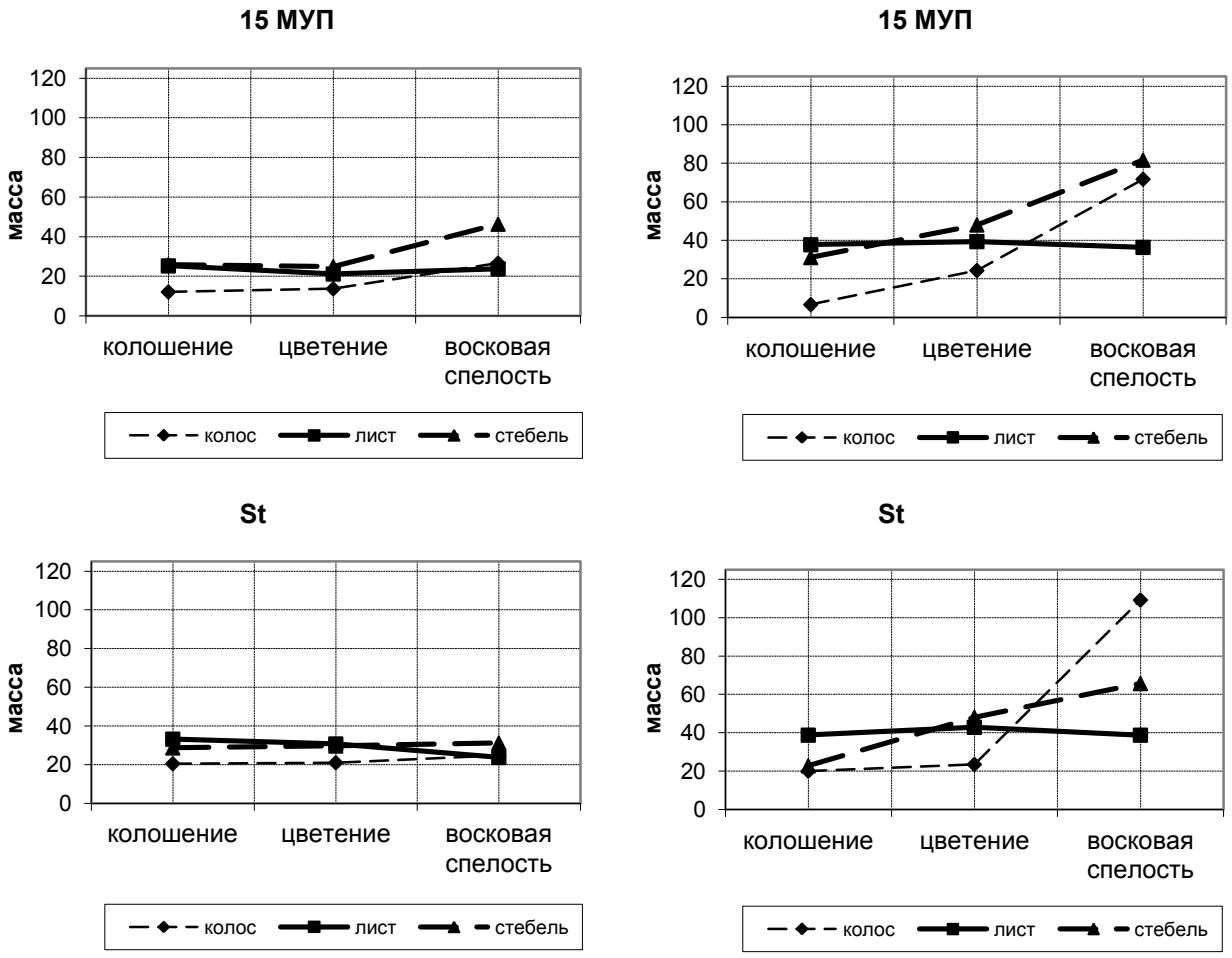


Рисунок 3. Динамика массы органов растений разных морфотипов озимой ржи от колошения до начала восковой спелости в различающихся по условиям роста, 2014-2015 гг.

Здесь сравниваются результаты, полученные в 2014 и 2015 годах. В 2014 году из-за очень позднего посева (в средине октября 2013 г.), вызванном очень дождливой погодой во время оптимального и так называемого допустимого срока сева, изучавшиеся образцы не смогли сформировать полноценный ценоз. Условия же 2015 были, в общем, благоприятны для роста и развития растений. Это позволило сформировать хороший ценоз и урожай.

Сравнение особенностей формирования продуктивности колоса изучавшимися морфотипами в благоприятных и неблагоприятных условиях (последнее представляет особую ценность) показало, что в неблагоприятных условиях 2014 года стебли почти не участвовали в формировании продуктив-

ности колоса. Ее формирование происходило за счет пластических веществ, накопившихся в листьях и продуктов текущего фотосинтеза. В условиях 2015 года заметную роль в этом процессе играли и стебли.

При анализе поведения в этих условиях разных морфотипов можно отметить, что короткостебельные морфотипы (1, 2, 3, 4, 7 и 12-й) и в благоприятных и неблагоприятных условиях формировали продуктивность колоса за счет пластических веществ колоса и текущего фотосинтеза. Роль стебля у них в этом процессе незначительна. Это необходимо учитывать при создании короткостебельных сортов ржи.

Относительно высокорослые морфотипы (8, 9, 10, 11, 13, 14-й) и сорт МУП для формирования продуктивности колоса больше использовали пластические вещества из стебля.

Все это подтверждает установленное ранее положение о том (Бабужина Д.И., 1998; Тороп А.А., Чайкин В.В., Тороп Е.А. и др., 2009), что по мере укорочения стебля у ржи характерный для нее стеблевой тип фотосинтеза Нальборчик Э., 1983) постепенно превращается в стебле-листовой и даже листовой.

Особых различий в формировании продуктивности колоса между эректоидами и платофилами в сложившихся в эти годы условиях нами не обнаружено.

Результаты изучения баланса сухого вещества и его перераспределения между органами при формировании урожая показали (таблица 14), что в среднем за три года сорт МУП выделялся наиболее сбалансированным процессом фотосинтеза.

Таблица 14. Доля реутилизации запасных питательных веществ (2013-2015 гг.)

Морфотип (№)	Доля реутилизации по периодам, %					
	колошение-цветение		цветение-молочно-восковая спелость		колошение-м.-в. спелость	
	лист	стебель	лист	стебель	лист	стебель
1	8,75	16,64	7,93	7,61	12,55	21,44
2	9,48	17,56	11,88	13,26	4,81	30,20
3	3,00	21,14	6,68	18,23	8,26	32,74
4	6,06	28,13	8,69	24,45	14,75	18,46
5	5,17	20,82	10,64	6,06	14,75	17,24
6	6,05	9,82	13,97	9,64	18,13	5,17
7	5,91	19,80	14,04	16,09	15,32	7,80
8	9,14	23,93	7,42	5,46	8,60	26,13
9	4,53	12,58	9,49	10,43	13,12	23,01
10	4,65	21,11	8,35	10,09	5,46	15,99
11	5,67	12,64	14,87	10,98	20,54	9,12
12	10,20	11,40	12,07	9,57	9,20	20,97
13	13,61	10,50	12,50	11,14	26,11	9,21
14	4,94	36,40	9,44	12,63	4,59	25,02
МУП	4,83	13,24	3,63	34,35	2,53	46,09
Стандарт	3,60	14,44	6,05	10,52	5,16	24,96

У него был самый высокий относительный прирост массы колоса. При этом осуществлялся он за счет продуктов текущего фотосинтеза, но формировал малопродуктивный колос.

Самый продуктивный колос формировали морфотипы 1-го кластера – короткостебельные крупнолистые морфотипы. Но, так как исходная масса колоса у них была наибольшей, то относительный прирост продуктивности колоса у них был несколько меньше, чем у сорта МУП и для формирования

продуктивности колоса они использовали находившиеся в резерве пластические вещества листьев.

Близкими к этим морфотипам были морфотипы 3-го кластера, куда, кроме короткостебельных эректоидов, входил и стандартный сорт Таловская 41. Из-за относительно высокой исходной массы колоса прирост его массы был меньше, при этом морфотипы использовали значительно меньше пластических веществ зарезервированных в листьях.

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 платофилл. Он выделяется наиболее продуктивным колосом.

Условия по годам существенно различались. Наиболее удачными они были в 2013 году, когда морфотипы изучались в условиях разреженного посева, а наиболее неблагоприятными, из-за необычно позднего посева, – в 2014 году. Поэтому поведение морфотипов в разных условиях было разным. В благоприятных условиях 2013 года потребности колоса в ассимилятах удовлетворялись полностью за счет продуктов текущего фотосинтеза только у сорта МУП. Остальные морфотипы использовали для этой цели в той или иной мере вещества, реутилизированные преимущественно из листьев. В меньшей мере они использовались крупнолистыми морфотипами (1-м, 3-м, 9-м и 14-м). Наиболее продуктивный колос формировали 9-й, 10-й и 14-й морфотипы. При этом меньше всего реутилизированных веществ использовал 14-й морфотип.

В неблагоприятных условиях 2014 года, когда даже сорт МУП для формирования продуктивности колоса использовал реутилизированные из листа пластические вещества, 10-й и 14-й морфотипы для этой цели использовали продукты только текущего фотосинтеза. При этом 10-й морфотип сформировал наиболее продуктивный колос, но прирост стебля был сравни-

тельно небольшой. Заслуживает внимания также 2-й и 5-й морфотипы. Первый, имея один из самых продуктивных колосьев, использовал для его формирования минимум (8,74 %) реутилизированных из листьев пластических веществ и имел самый большой прирост стебля. Второй имел самый высокий прирост продуктивности колоса и один из самых высоких приростов стебля.

В этих условиях другие морфотипы для формирования продуктивности колоса использовали 30-50 % продуктов реутилизации запасных веществ из листьев. Стандартный сорт использовал соответственно 28,5 % реутилизированных веществ и имел один из самых минимальных приростов колоса и стебля. Он превосходил в этом плане только 7-й морфотип – морфотип с крупными гофрированными листьями.

Таким образом, и в благоприятных и неблагоприятных условиях по работе ассимиляционного аппарата выделяются крупнолистые морфотипы преимущественно с эректоидной ориентацией листьев.

5.3. Урожайность новых морфотипов

В конечном итоге ценность изучавшихся морфотипов определяется, естественно, их продуктивностью. Она изучалась нами в контрольном питомнике в 2015 и 2016 гг. Результаты изучения представлены ниже в таблице 15.

Таблица 15. Урожайность новых морфотипов в предварительном сортоиспытании, 2015-2016 гг

Морфотип (№)	Урожайность, т/га	Отклонение от стандарта, т/га	Ошибка разности, т/га	Критерий существенности, t
1	5,25	-0,23	0,80	0,29
2	4,96	-0,49	0,31	1,56
3	4,97	-0,78	0,58	1,31
4	5,39	-0,70	0,26	2,73
5	6,22	0,69	0,38	1,81
6	4,92	-0,51	0,37	1,40

Продолжение таблицы 15

Морфо-тип (№)	Урожайность, т/га	Отклонение от стандарта, т/га	Ошибка разности, т/га	Критерий существенности, t
7	6,37	0,42	0,41	1,03
8	5,78	-0,37	0,69	0,54
9	5,54	-0,42	0,20	2,11
10	4,63	-0,99	0,56	1,77
11	4,42	-1,20	0,48	2,49
12	5,38	-0,05	0,34	0,14
13	5,96	-0,54	0,79	0,68
14	5,40	-0,70	0,34	2,07
МУП	4,09	-2,27	0,41	5,56

Данные, приведенные в ней, показывают, что большинство изучавшихся морфотипов уступали стандарту. Существенно уступали ему 4-й, 9-й и 14-й морфотипы и сорт МУП. Остальные морфотипы по урожайности от стандарта достоверно не отличались. Превысили стандарт 5-й и 7-й морфотипы, первый из них с вероятностью 93%, а второй – 70 %. Оба эти морфотипа отличаются крупными листьями с эректоидной ориентацией. Наиболее близкими к стандарту по урожайности были короткостебельные 1-й и 12-й морфотипы. Первый из них имеет крупные платофильные листья, а второй имеет эректоидную ориентацию листьев средней величины.

В 2016/2017 году часть морфотипов, у которых имелось достаточное количество семян, изучалась в конкурсном сортоиспытании (КСИ). В таблице 16 приведены полученные данные по их урожайности.

Таблица 16. Урожайность разных морфотипов озимой ржи в конкурсном испытании, т/га

Название	Год			Отклонение от Таловской 33	
	2016	2017	средняя	т/га	%
Таловская 33	3,84	5,39	4,62	–	-
Таловская 15	3,50	5,31	4,40	-0,22	4,8

Продолжение таблицы 16

Название	Год			Отклонение от Таловской 33	
	2016	2017	средняя	т/га	%
Таловская 41	4,60	6,02	5,31	+0,69	14,9
Таловская 44	4,74	5,73	5,24	+0,62	13,4
Популяция эректоидных карликов с крупным флаглистом (ПЭК)	4,47	6,27	5,37	+0,75	16,2
Морфотип 14	–	5,64	–	+0,25	4,6
Морфотип 12	–	5,86	–	+0,47	8,7
Морфотип 11	–	5,62	–	+0,23	4,3
Морфотип10	–	5,74	–	+0,35	6,5
Морфотип 9	–	5,70	–	+0,31	5,8
Морфотип 7	–	5,70	–	+0,31	5,8
Морфотип 2	–	5,96	–	+0,57	10,6
$НСР_{05}$	0,38	0,48	–	–	–

Помимо стандарта Таловской 41, урожайность новых морфотипов сравнили с сортом Таловская 33, принятый за стандарт ранее. Это было сделано для того, чтобы сравнить урожайность новых морфотипов с урожайностью сортов ранних сроков селекции. По полученным результатам все изучавшиеся морфотипы не превысили принятый за стандарт сорт нового морфотипа Таловскую 41, но все они превысили сорта Таловскую 15 и Таловскую 33. Наиболее урожайными оказались 2-й и 12-й морфотипы – коротко-стебельные эректоиды. В таблице 17 приведены данные по элементам структуры их урожайности и некоторым морфологическим признакам. Характерной особенностью выделившихся по продуктивности морфотипов, является более высокая ценотическая продуктивность.

Морфотип 5 (крупнолистый эректоид) из-за недостающего количества семян изучался в предварительном сортоиспытании. По полученным данным его урожайность из-за раннего полегания достигла только уровня стандарта. Потенциальные же возможности у этого морфотипа значительно выше.

Таблица 17. Элементы структуры урожайности изучавшихся морфотипов (КСИ, 2016/2017 г.)

Признак	Т-33	Т-41	ПЭК	М-14	М-12	М-11	М-10	М-9	М-7	М-2
Количество растений на 1 $м^2$, шт.	174,7	275,3	339,3	312,7	306,7	279,3	326,7	316,7	330,0	275,3
Количество побегов на 1 $м^2$, шт.	538,0	638,0	658,7	562,6	574,7	587,3	518,7	556,7	614,7	550,0
в том числе продуктивных, шт.	444,7	464,0	496,7	424,7	440,7	442,0	476,0	462,7	493,3	481,3
Кустистость общая, побегов/ на растении	3,08	2,32	1,94	1,80	1,87	2,18	1,89	1,76	1,86	2,00
Кустистость продуктивная, побегов/ на растении	2,54	1,68	1,46	1,36	1,44	1,58	1,46	1,46	1,49	1,75
Высота растений, см	147,5	137,1	135,3	137,6	137,7	136,3	137,1	134,8	134,2	129,1
Масса побега, г	5,08	4,24	4,78	4,68	4,90	4,58	3,66	3,56	4,30	4,26
Длина верхнего междоузлия, см	28,7	32,2	29,8	30,0	31,2	31,9	31,7	29,8	30,2	31,3
Масса верхнего междоузлия, г	0,240	0,205	0,208	0,199	0,229	0,225	0,187	0,175	0,204	0,228
Удельная плотность междоузлия, мг/см	6,4	6,4	7,3	6,6	7,3	7,0	5,9	5,9	6,8	7,3
Сопротивление стебля излому, г	306	281	267	241	276	268	150,8	219	254	278
Длина колоса, см.	11,3	9,80	10,4	10,3	9,9	10,4	8,5	9,2	9,6	9,8
Плотность колоса, колосков на 10см., шт.	32,4	31,0	31,2	33,1	32,2	30,4	36,3	34,2	32,6	32,0
Количество цветков в колосе, шт.	66,4	60,9	64,8	62,8	63,7	63,3	61,8	63,1	62,7	62,5
Количество зерен в колосе, шт	55,8	51,4	55,5	53,9	53,7	54,4	52,3	52,6	51,9	52,4
Озерненность колоса, %	84,0	84,3	85,2	85,9	84,1	85,9	84,7	83,4	82,5	83,7
Масса зерна с колоса, г	1,99	1,78	1,92	1,88	1,96	1,96	1,80	1,80	1,76	1,90
Масса 1000 зерен, г	37,2	37,4	37,9	38,7	38,6	39,0	39,3	38,7	37,8	38,6
$К_{хоз.}$	0,39	0,42	0,40	0,40	0,40	0,43	0,49	0,50	0,41	0,45
Коэффициент устойчивости к полеганию	41,2	36,5	37,9	33,1	39,6	38,6	19,8	29,2	33,2	40,9
Удельная ценотическая продуктивность, кг/$м^2$	1,532	1,434	1,755	1,444	1,568	1,485	1,271	1,222	1,580	1,587
Количество зерен на 1 $м^2$, тыс. шт.	24,8	23,8	27,6	22,9	23,6	24,0	24,9	24,4	25,6	25,2
Финно-скандинавский индекс	0,378	0,374	0,410	0,392	0,390	0,399	0,382	0,390	0,388	0,406
Мексиканский индекс	0,013	0,013	0,014	0,014	0,014	0,014	0,013	0,013	0,013	0,015
Индекс перспективности	0,252	0,272	0,279	0,282	0,280	0,291	0,286	0,230	0,282	0,299

Полученные результаты изучения продуктивности морфотипов свидетельствуют, что они в настоящем виде представляют ценность только как исходный материал для дальнейшей селекции. Чтобы убедиться в этом, мы в 14-м морфотипе, который, по нашему мнению, является наиболее перспективным, провели отбор лучших семей. Результаты отбора по продуктивности колоса и ее элементам сравнили со стандартом. Результаты представлены в таблице 18 и на рисунках 4.

Таблица 18. Сравнительная характеристика по продуктивности колоса отборов из 14-го морфотипа и сорта-стандарта Таловская 41, 2016 г

Признак	Показатель	Таловская 41	Отбор из 14-го морфотипа
Масса зерна с колоса, г	Среднее	2,95±0,11	3,87±0,15***
	Лимиты	1,95-4,50	2,52-5,89
Количество цветков в колосе, шт.	Среднее	80,9±1,38	90,0±1,50***
	Лимиты	66-104	74-116
Количество зерен в колосе, шт.	Среднее	70,9±1,74	82,2±1,53***
	Лимиты	56-98	61-124
Озерненность колоса, %	Среднее	87,6	87,0
	Лимиты	–	–
Масса зерновки, мг	Среднее	42,1±0,80	43,6±0,78
	Лимиты	23-60	17-58

Сформированная отбором из 14-го морфотипа популяция, превосходила стандарт по продуктивности колоса на 31,2%. Превышение обусловлено в основном большим количеством зерен в колосе и в меньшей степени – большей массой зерновки.

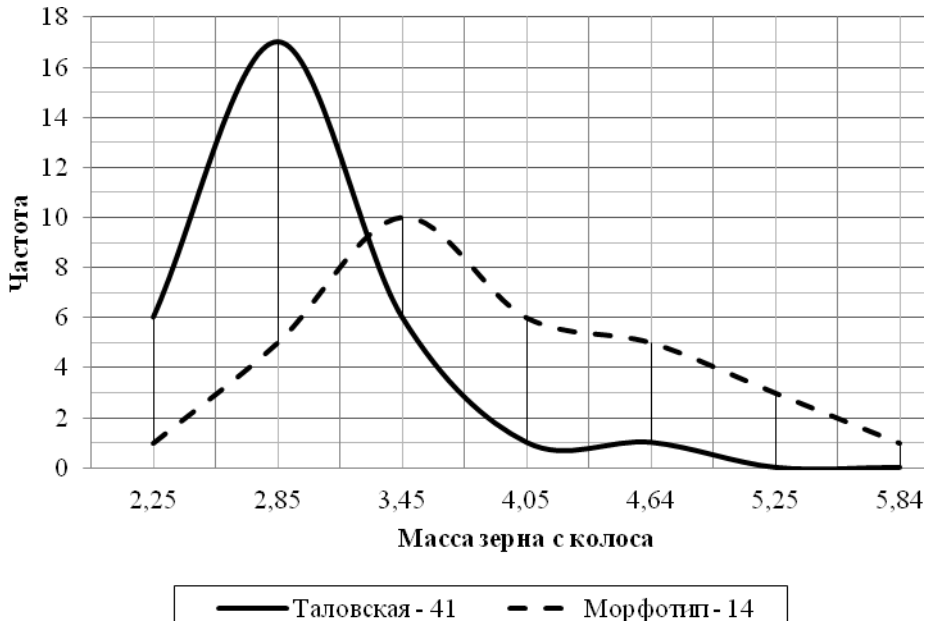


Рис. 4. Распределение массы зерна с колоса в результате отбора из М-14 в сравнении со St (Т-41)

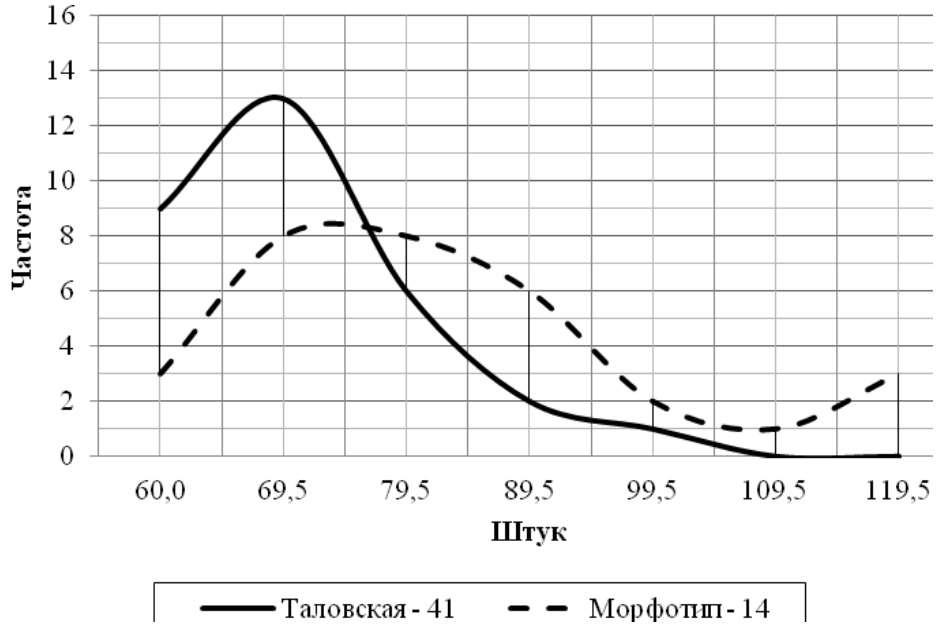


Рис. 5. Распределение количества зерен с колоса в результате отбора из М-14 в сравнении со St (Т-41)

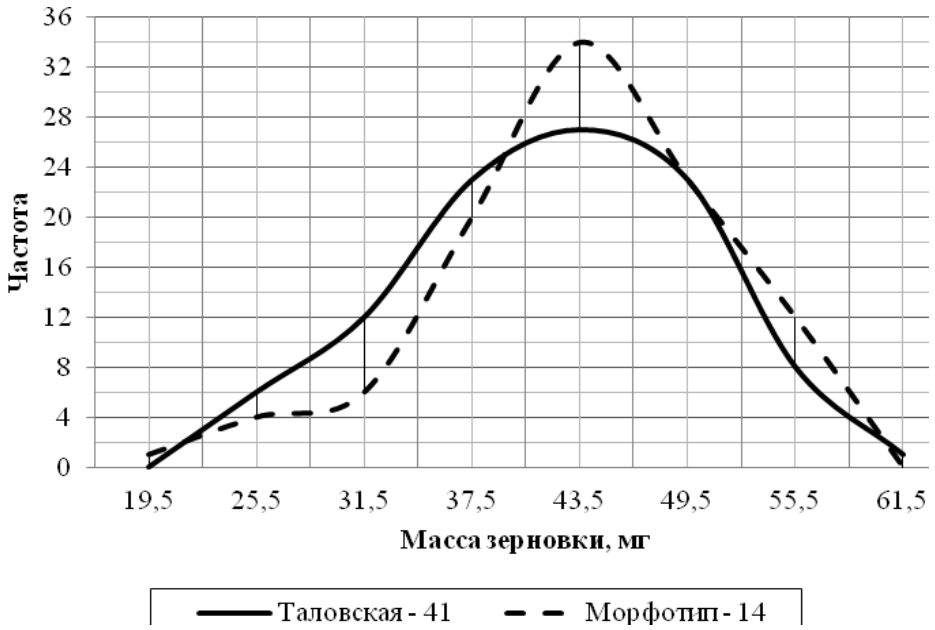


Рис. 6. Распределение массы зерновки в результате отбора из М-14 в сравнении со St (Т-41)

ГЛАВА 6. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ НОВЫХ МОРФОТИПОВ И УСТОЙЧИВОСТЬ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

6.1. Основные фазы развития

По длине вегетационного периода и продолжительности отдельных фаз развития все изучавшиеся морфотипы практически не отличались от стандарта (табл. 19).

Таблица 19. Отклонение новых морфотипов от стандарта по наступлению основных фаз развития (2013-2015 гг.)

Морфотип (№)	Всходы	Колошение	Цветение	Восковая спелость
Стандарт	05.10	23.05	28.05	13.07
1	0	-1	-2	0
2	0	-1	-1	0
3	0	-1	-1	0
4	0	0	-1	0
5	0	0	-1	0
6	0	0	0	-1
7	0	0	0	-1
8	0	0	0	0
9	0	0	0	-2
10	0	0	0	-1
11	0	-1	0	1
12	0	-1	-1	-2
13	0	0	0	-1
14	0	-1	-1	0

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.

При сравнении с сортом МУП для всех морфотипов характерна тенденция к более позднему наступлению всех фаз развития, начиная с фазы колошения. Это характерно для всех форм, созданных на основе источников доминантной короткостебельности типа ЕМ-1, к которым принадлежат все изучавшиеся морфотипы. Задерживаясь на начальной (вегетативной) фазе развития, такие формы формируют колос с большим количеством колосков и цветков, больше побегов, в том числе и продуктивных и, как результат этого – более продуктивное растение (Тороп А.А., Дедяев В.Г., Ерёмин В.В., 2001).

6.2. Зимостойкость

Стабильно высокий уровень зимостойкости – обязательное свойство озимых растений. Зимостойкость – сложное свойство, зависящее от комплекса факторов: низких температур, ледяной корки, выпревания, вымокания, болезней, вызванных неблагоприятными условиями зимовки, нарушениями агротехники и т.д. Устойчивость растений и сортов к такой сложной взаимосвязи между биологическими особенностями и весьма динамичным сочетанием условий среды и метеорологических факторов получила название зимостойкость (Личикаки В.М., 1974). При этом гибель растений может происходить от вредного действия одного ведущего фактора, например, от низкой температуры при отсутствии других неблагоприятных факторов.

Для разработки эффективных способов предотвращения гибели озимых необходимо из разнообразия неблагоприятных факторов зимовки выделить главные, действующие в конкретном регионе и определить степень их отрицательного влияния.

Ф.Ф. Девитая (цит. по Шульгину А.М., 1960) было обнаружено, что к северу и к югу от территории, расположенной между 45 и 55^{o} с.ш., темпера-

тура почвы на этой глубине повышается. В северной части это происходит в результате увеличения мощности снежного покрова, в южной части – в результате влияния относительно более высокой температуры воздуха при весьма малом и неустойчивом снежном покрове или почти полном его отсутствии на крайнем юге.

Центрально-Черноземный регион расположен примерно между 49 и 53 ^{o} с.ш. и по характеру повторяемости основных причин гибели озимых культур на площади более 10 % относится, по данным В.А. Моисейчик (1975), к первой (крайний юг) и второй (основная часть) зонам.

Основная часть Центрально-Черноземного региона расположена в Среднерусской лесостепной провинции (Шашко Д.И., 1985), со сравнительно устойчивым снежным покровом и с менее выраженной осенней засухой. Более частой причиной зимней гибели озимых здесь является выпревание и поражение снежной плесенью.

В Южнорусской степной провинции, в которой расположена остальная часть региона, основными причинами гибели озимых являются вымерзание и слабое развитие посевов вследствие осенней засухи. Повреждение озимых часто усиливается вредным влиянием притёртой к почве ледяной корки. Условия зимовки здесь осложняются оттепелями с последующими резкими переходами к значительным морозам, бесснежьем или малым снежным покровом. Во время похолоданий температура на узле кущения опускается ниже критической температуры вымерзания, и растения повреждаются или полностью погибают (Уланова Е.С., 1975).

Каменная Степь, где проводили исследования, находится на 51^{o} 03^{o} с.ш., следовательно, причиной зимней гибели озимых здесь могут быть, как выпревание и поражение снежной плесенью, так и вымерзание. С целью определения степени их вредоносности нами были проанализированы результаты учётов условий перезимовки и урожайности сортов конкурсного сортоиспытания. При этом было установлено, что за 40-летний период наблюдений не было зафиксировано ни одного случая сколько-нибудь значимой гибели

сортов озимой ржи от вымерзания. Поэтому морозостойкость изучаемых сортов определяли в провокационных условиях.

В качестве провокационного фона 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. Полученные данные приведены в таблице 20.

Таблица 20. Перезимовка в провокационных условиях (2012-2014 гг.)

Морфотип (№)	Всего проанализировано растений, шт	Живых		Отклонение от стандарта, %	Критерий значимости различий, t
		шт	%		
1	117	110	94,02±2,19	6,67	2,85
2	101	91	90,10±2,97	2,76	0,89
3	102	92	90,20±2,94	2,85	0,93
4	111	72	64,86±4,53	-22,48	4,88
5	101	85	84,16±3,63	-3,18	0,85
6	105	89	84,76±3,51	-2,58	0,72
7	81	68	83,95±4,08	-3,39	0,82
8	96	82	85,42±3,60	-1,93	0,52
9	110	92	83,64±3,53	-3,71	1,02
10	91	73	80,22±4,18	-7,12	1,67
11	94	70	74,47±4,50	-12,88	2,82
12	99	83	83,84±3,70	-3,50	0,92
13	91	70	76,92±4,42	-10,42	2,32
14	94	71	75,53±4,43	-11,81	2,62
Средний стандарт	1596	1394	87,34±0,83	Предел изменчивости стандарта: 85,71…88,97	

Они показывают, что в среднем за три года все изучавшиеся морфотипы имели высокую и вполне удовлетворительную зимостойкость. Заметно худшую перезимовку в сложившихся условиях имели крупнолистые морфотипы: 11-й, 13-й и 14-й. Не исключено, что их крупнолистость связана с крупноклеточной структурой. Такие формы отличаются худшей морозостойкостью, чем мелкоклеточные (Культурная флора …, 1989). Но так как другие крупнолистые морфотипы (1-й, 2-й,5-й,7-й, 8-й и 9-й) имеют довольно высокий уровень зимостойкости, то на основании этого можно предположить, что это не связано с их морфологией. Скорее всего это обусловлено с их генотипическими особенностями. То же, вероятно, относится и к 4-му морфотипу, так как близкий к нему 12-й морфотип существенно не отличался от стандарта по этому свойству. Самой высокой зимостойкостью выделился 1-й морфотип. Он достоверно превысил стандарт по этому свойству. Судя по величине критерия значимости различий t, большинство морфотипов существенно не отличалось от стандартного сорта Таловская 41.

6.3. Устойчивость к бурой ржавчине

На ржи паразитирует большое число возбудителей болезней и вредителей (Культурная флора СССР, 1989). Для каждого региона присущ свой набор паразитов. В зоне деятельности Центрально-Чернозёмного селекционного центра бурая ржавчина ржи (возбулитель – Puccinia recondite f. secalisRob. et Desm., син.: Puccinia dispersa Eriks et Henn.) присутствует почти постоянно. Раз в 5-7 лет её распространение приобретает характер эпифитотий (Лаптиёв А.Б., 2008).

Хотя условия большей части Центрально-Чернозёмного региона из-за засушливых условий не всегда особо благоприятны для распространения бурой ржавчины, но, если в период вегетации имеют место оба этих неблагоприятных фактора, то в результате их сочетания вредоносность бурой ржавчины резко увеличивается (Шитикова-Русакова А.А., 1939; Тороп А.А., Де-

дяев В.Г., Ромашкина Л.И., 1990; Тороп А.А., Пащенко Л.И., Дедяев В.Г., 1998; Тороп А.А., Чайкин В.В., Пащенко Л.И. и др., 2004).

Потери урожая озимой ржи при эпифитотийном развитии бурой ржавчины в условиях ЦЧР достигают 50 % (Тороп А.А., Пащенко Л.И., Дедяев В.Г., 1998; Тороп А.А., Чайкин В.В., Пащенко Л.И. и др., 2004). Особенно вредоносна бурая ржавчина на посевах восприимчивых короткостебельных сортов (Тороп А.А., Пащенко Л.И., Дедяев В.Г., 1998; Тороп А.А., Чайкин В.В., Пащенко Л.И. и др., 2004). Это связано с тем, что у короткостебельных форм, созданных с использованием гена Hl, к которым относятся изучавшиеся нами морфотипы, стебель короче, в сравнении с обычными длинностебельными формами, на треть (Тороп А.А., Дедяев В.Г., Ерёмин В.В., 2001). Поэтому у них основную роль в обеспечении колоса метаболитами и, соответственно, формировании урожая играют листья. Их поражение листовыми болезнями, в т.ч. и бурой ржавчиной, приводит к резкому снижению урожайности. В связи с этим важно было определить устойчивость изучавшихся морфотипов к этому патогену.

Данные, приведенные в таблице 21, показывают, что в провокационных условиях, на фоне довольно сильного поражения сорта-индикатора все морфотипы, как и стандартный сорт Таловская 41, в течение 3-х лет отличались лучшей устойчивостью.

Таблица 21. Поражение бурой ржавчиной новых морфотипов (2013-2016 гг.)

Морфотип (№)	Интенсивность поражения, %				Коэффициент поражения			
	2013	2014	2016	среднее	2013	2014	2016	среднее
1	25,10	35,00	17,30	25,80	0,78	0,59	0,42	0,60
2	24,00	28,00	9,80	20,60	0,79	0,57	0,14	0,50
3	28,40	27,00	53,50	36,30	0,85	0,42	2,56	1,28
4	27,10	23,00	37,50	29,20	1,01	0,31	1,32	0,88

Продолжение таблицы 21

Морфотип (№)	Интенсивность поражения, %				Коэффициент поражения			
	2013	2014	2016	среднее	2013	2014	2016	среднее
5	32,30	30,50	2,70	21,83	1,13	0,39	0,03	0,52
6	16,5	18,5	16,3	17,10	0,41	0,33	0,3	0,35
7	33,1	23,5	47,5	34,70	1,2	0,45	1,41	1,02
8	30,5	19,5	40,1	30,03	0,98	0,31	1,46	0,92
9	21,1	22	28,7	23,93	0,56	0,41	0,89	0,62
10	20,6	25	28,7	24,77	0,69	0,52	1,02	0,74
11	-	35	48,5	41,75	-	0,89	1,62	1,26
12	35	32,5	58,5	42,00	1,14	0,81	2,12	1,36
13	-	37,5	38,7	38,10	-	0,4	1,15	0,78
14	28,4	30	24,1	27,50	0,63	0,59	0,66	0,63
Сорт-индикатор	61,57	63,13	62,17	62,29	2,25	2,43	2,50	2,39
Средний стандарт	38,50	20,50	16,40	25,13	1,22	0,49	0,51	0,74

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.

6.4. Полегание

Полегание было и остаётся серьёзным барьером на пути повышения валовых сборов зерна. Оно является довольно частым и почти повсеместным явлением (Dekov D., Peev H., 1967; Ковалёв В.М., Касаева К.А., 1990; Пасечнюк А.Д., 1990). Практически все возделываемые в нашей стране зерновые культуры подвержены полеганию. Оно, как правило, происходит на 30-60 % посевных площадей (Ковалёв В.М., Касаева К.А.,1990).

При полегании нарушается общий ход метаболизма растений, снижается эффективность использования фотосинтезирующей поверхности в про-

дукционном процессе (Туркова Н.С., Лиепиня Г.Р., 1953; Палеев А.М., 1957; Петинов Н.С., Прусакова Л.Д., 1965; Вишнякова И.И., 1977; Кобылянский В.Д., 1982; Физиология и биохимия с.-х. растений, 2005) и в конечном результате – в формировании семенной продуктивности. Это приводит к потере до 50 и более процентов урожайности, а в отдельные годы потери от полегания достигают 80 % (Савитский М.С., 1948; Палеев А.М., 1957; Ковалёв В.М., Касаева К.А., 1990; Лясковский М.И., 1991).

Кроме этого, из-за полегания неэффективно используются приёмы интенсификации растениеводства [Мулдер (Mulder E.G.) 1955; Палеев А.М., 1957; Лясковский М.И., 1978], т.к. с их применением вероятность полегания увеличивается. Поэтому из-за полегания не реализуется имеющийся в сорте потенциал урожайности. При уборке полеглых посевов расход горючего и другие материальные затраты увеличиваются в 2,5 – 3,5 раза по сравнению с неполёгшими (Ковалёв В.М., К.А. Касаева,1990; Пасечнюк А.Д., 1990).

Создающийся в результате полегания микроклимат способствует стеканию и прорастанию зерна, а также развитию заболеваний растений и заселению зерна микроорганизмами [Мулдер (Mulder E.G.), 1955; Исмагилов Р.Р. Нурлыгаянов Р.Б., Ванюшина Т.Н., 2001]. В результате семенные и хозяйственные качества зерна с полегших растений резко ухудшаются (Dekov D., Peev H., 1967; Лясковский М.И., 1974; Пискунова Л.Г., 1974 , 1983; Гончаренко А.А., Фоканов А.М., 1980; Исмагилов Р.Р., Нурлыгаянов Р.Б., Ванюшина Т.Н., 2001).

Повышение устойчивости растений к полеганию селекционным путём может в значительной степени ослабить остроту этой проблемы (Ковалёв В.М., Касаева К.А., 1990).

Из приведенного выше становится понятным настолько важной является оценка исходного селекционного материала на устойчивость его к полеганию. Поэтому изучавшиеся морфотипы оценивались по этому признаку в течение трех лет. Полученные данные приведены в таблице 22.

Таблица 22. Устойчивость к полеганию (2014-2016 гг)

Морфотип (№)	Средние значения			Средние
	2014	2015	2016	
Средний стандарт	3,78	4,35	4,24	4,13
1	3,75	4,38	4,15	4,09
2	4,08	4,58	4,39	4,35
3	4,17	4,67	4,11	4,31
4	4,00	4,71	4,49	4,40
5	3,75	4,38	4,38	4,17
6	4,17	4,54	4,40	4,37
7	4,08	4,79	4,54	4,47
8	4,33	4,38	4,57	4,43
9	4,42	3,79	4,40	4,20
10	3,83	3,96	4,26	4,02
11	1,83	3,79	3,54	3,06
12	3,75	4,42	4,31	4,16
13	3,83	3,83	4,22	3,96
14	3,25	3,96	3,90	3,70

Из них следует, что все морфотипы, как и стандарт, обладают сравнительно хорошей устойчивостью к полеганию. Это обусловлено тем, что все они получены с участием донора доминантной короткостебельности, обусловленной действием гена Hl.

В тоже время между ними наблюдаются значительные различия. В частности выделяется худшей устойчивостью группа крупнолистых морфотипов. В их числе: 1-й, 10-й, 13-й, 14-й, и особенно – 11-й морфотип. Лучшей устойчивостью выделилась группа короткостебельных морфотипов, среди которых преобладают эректоиды.

ГЛАВА 7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА НОВЫХ МОРФОТИПОВ ОЗИМОЙ РЖИ

По данным FAO (см. Boros D. 2015) 35 % производимого в мире зерна озимой ржи используется для питания людей. В нашей же стране и ряде других стран для этого используется половина и более производимого зерна этой культуры (Бушук В., Кемпбелл У.П., Древс Э. и др., 1980; Schulze J., Zentgraf H., 2007; Гончаренко А.А., 2014). Основная часть из этого используется в хлебопечении.

По общей питательной ценности ржаной хлеб имеет ряд преимуществ в сравнении с пшеничным (Seibel W., 1975; цит по Бушук В., Кемпбелл У.П., Древс Э. и др., 1980; Кобылянский В.Д., 1982). Он, в частности, по калорийности всегда ниже, чем пшеничный. Но при этом имеет более высокое содержание минеральных веществ и клетчатки, особенно из муки высокого выхода, содержит значительное количество кальция, фосфора, железа и витаминов B_1, B_2 , РР и Е (Иванов А.П., 1961; Кобылянский В.Д., 1982; Кедрова Л.И., 2000; Озимая рожь. Возделывание … , 2007). Это делает ржаной хлеб особенно ценным (Энергия ржи для …, 2010; Баталова Г.А., 2015). Поэтому решение проблемы производства зерна ржи с высокими хлебопекарными свойствами является важной задачей. Значимую роль при этом может играть селекция.

При оценке технологических и хлебопекарных свойств ржи, прежде всего, следует иметь в виду специфические особенности этой культуры сравнительно с пшеницей. Они состоят в отличии белково-протеазного и углеводно-амилазного комплексов, выражающегося в более низком содержании клейковины; недостаточной вязкости белков, включающих значительную часть легко растворимых в воде и не устойчивых в отношении протеолиза фракций; наличии некоторого количества альфа-амизазы в непроросшем зерне; увеличенном накоплении слизей и левулезанов; в специфическом строении и свойствах крахмала и др. (Любарский Л.Н., 1957). Поэтому такие важ-

нейшие показатели хлебопекарных качеств, как объемный выход и пористость мякиша, размах их изменчивости у ржи совершенно иные.

В отличие от пшеницы, хлебопекарные свойства зерна ржи в основном определяются состоянием углеводно-амилазного комплекса (Любарский Л.Н., 1957; Бушук В., Кемпбел У.П., Древс Э. и др., 1980; Исмагилов Р.Р., Нурлыгаянов Р.Б., Ванюшина Т.Н., 2001; Гончаренко А.А., 2014). В частности от состояния крахмала и содержания слизистых веществ (пентозанов), а не количества и качества клейковины преимущественно и зависят хлебопекарные качества ее зерна. Эти вещества обладают особыми свойствами набухания при смешивании с водой, благодаря чему ржаная мука пригодна для хлебопечения (Исмагилов Р.Р., Нурлыгаянов Р.Б., Ванюшина Т.Н., 2001).

Основные компоненты зерна ржи – белки, крахмал и некрахмальные углеводы (преимущественно пентозаны). До последнего времени ни один из этих компонентов не был постоянным объектом селекции, поэтому между созданными сортами ржи, как правило, нет существенных различий.

Ржаное зерно меньше, чем пшеничное содержит белка. Но в нем в сравнении с другими колосовыми культурами больше водо- и солерастворимых веществ, которые богаче лизином и другими незаменимыми аминокислотами. Поэтому белки ржи имеют более высокую биологическую ценность, что было подтверждено многими исследователями (Бушук В., Кемпбел У.П., Древс Э. и др., 1980). Но доступность их для переваривания ниже из-за неполной усвояемости. Технологические свойства их так же значительно ниже. Они не образуют клейковину. В ржаном тесте большая часть белков находится в виде вязкого раствора. Последнее является причиной того, что ржаное тесто лишено упругости и эластичности, свойственных пшеничному (Гончаренко А.А., 2014). Преобладает мнение (Бушук В., Кемпбелл У.П., Древс Э. и др., 1980), что содержание в зерне белка и крахмала между собой обратно коррелируют.

В ржаной муке основными компонентами являются простые сахара и моносахариды (глюкоза, фруктоза, арабиноза, галактоза), дисахариды (саха-

роза, мальтоза, раффиноза), целлюлоза, гемицеллюлоза, крахмал и пентозаны. Последние два компонента заслуживают особого внимания.

Крахмал ржи состоит из отдельных зерен. Их размер колеблется от 0,002 до 0,150 мм. Размер и форма крахмальных зерен различны для муки разных видов и сортов. Состоит крахмальное зерно из амилозы и амилопектина, различающихся между собой по величине, структуре молекулы и поведением в горячей воде: амилоза в горячей воде растворяется, а амилопектин набухает (Долгодворова Л.И., 1995). Процесс набухания крахмала в горячей воде, называемый клейстеризацией, происходит у ржи при температуре 50-55 ºС против 62-65 ºС у пшеницы.

Роль крахмала в хлебопечении очень важна. Он под действием амилолитических ферментов является в тесте источником сбраживаемых углеводов. Участвуя в формировании теста, крахмал поглощает воду при замесе и клейстеризуется при выпечке. Он также отвечает за черствение хлеба при хранении.

Пентозаны – полисахариды, построенные из остатков моносахаров (пентоз). При кислотном гидролизе они образуют ксилозу, арабинозу и небольшое количество галактозы. В слизях, представляющих собой полисахарид-белковый комплекс, пентозаны представляют только углеводную часть. Несмотря на это, в научной литературе термины «слизи» и «пентозаны» часто используются как синонимы (Исмагилов Р.Р., Нурлыгаянов Р.Б., Ванюшина Т.Н., 2001).

Содержание пентозанов в зерне ржи значительно выше, чем в пшенице и колеблется в зависимости от условий по разным данным в пределах 7- 13 % (Колеман И.Н., 1931; Исмагилов Р.Р., Нурлыгаянов Р.Б., Ванюшина Т.Н., 2001; Brummer J.M., 2006; Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., Потапова Г.Н. и др., 2014). Наибольшее количество пентозанов находится в оболочках зерновки (30-35%). Содержание пентозанов в алейроновом слое – 12-15 %, в зародыше – 6-9, в крахмале эндосперма – 4-6 % (Бушук В., Кемпбелл У.П., Древс Э. и др., 1980). Содержание пентозанов в муке зависит от ее выхода

при размоле и при 50 %-ном выходе может составлять всего лишь 1,86 % (Бейли О.К., 1933). Косвенным индикатором количества содержащихся в зерне пентозанов является вязкость водного экстракта зернового шрота (Boros D., Marquardt R.R., Slominski B.A. et al. 1993).

Пентозаны делятся на водорастворимые и водонерастворимые. Водонерастворимые пентозаны большей частью содержатся в оболочках клеток, а водорастворимые – внутри их. Индикатором высокого содержания водонерастворимых пентозанов может служить высокое значение «числа падения», а индикатором водорастворимых – высота амилограммы. Нерастворимые в воде пентозаны влияют на реологические свойства теста, потому что при набухании связывают значительное количество воды (Гончаренко А.А., 2014).

Уже в ранних работах было установлено, что ржаное тесто в отличие от пшеничного не имеет губчатого эластичного каркаса из клейковины. Роль последней в ржаном тесте выполняют слизистые вещества, основу которых составляют пентозаны. Крахмал и слизистые вещества придают ржаному хлебу рыхлость и определенную эластичность (Исмагилов Р.Р., Нурлыгаянов Р.Б., Ванюшина Т.Н., 2001).

Считается (Brummer J.M., 2002), что сорта ржи с высоким содержанием суммарных пентозанов и низким содержанием белка более пригодны для хлебопечения, так как имеют низкую активность ферментов, особенно альфа-амилазы.

Из-за трудности определения содержания в зерне и муке пентозанов в селекционной практике целесообразно использовать такие показатели, как натура зерна, масса 1000 зерен и «число падения», которые в значительной степени коррелируют с их содержанием. Поэтому натура, крупность зерна (масса 1000 зерен), наличие проросших зерен, а иногда содержание белка в зерне и его стекловидность служили длительное время и в настоящее время довольно широко используются для характеристики хлебопекарных качеств зерна ржи.

Но эти показатели, как оказалось позднее, не могут полностью их характеризовать. Поэтому и селекция озимой ржи на улучшения ее хлебопекарных качеств была развита слабо. Тормозили ее развитие слабо изученная биохимия зерна ржи (Бушук В., Кемпбелл У.П., Древс Э. и др., 1980), недостаточно разработанные методы оценки (Шибаев П.Н., 1973) и селекции (Müller H.W., Peters Ch., 1979).

Заметным шагом в направлении повышения эффективности селекции на улучшение хлебопекарных качеств зерна ржи явилось использование показателя «число падения», позволяющего определять активность альфа-амилазы в непроросшем зерне. Первыми заметных успехов добились шведские селекционеры (Пухальский А.В., Мухин Н.Д., 1967; Persson E., 1975), создавшие сорт Отелло с низкой активностью альфа-амилазы и поэтому устойчивые к прорастанию зерна на корню. Это позволило и в неблагоприятных условиях получать зерно ржи с высокими хлебопекарными качествами. Позднее такие сорта были созданы в Польше (сорт Амило) и в России (сорт Альфа) (Гончаренко А.А., 2014)

Связь качеств, в том числе и хлебопекарных, зерна ржи с содержанием некрахмальных углеводородов, к которым относятся и пентозаны, была обнаружена несколько позднее (Weipert D., Zwingelberg H., 1980; Karlsson R., 1985; Rakowska M., Raczyńska-Bojanowska K., Boros D., 1985; Meuser F., Suckow P., 1986; Weipert D., 1993; 1996; McLeod J.G., Gan Y, Scoles G.J et al., 1996; Rakowska M., 1996). В настоящее время это направление в селекции озимой ржи на качество зерна интенсивно развивается. Основные исследования в нашей стране сосредоточены в Московском НИИСХ «Немчиновка» под руководством академика А.А. Гончаренко (Гончаренко А.А., 2014), а также в Башкирском государственном агроуниверситете (Исмагилов Р.Р., Ванюшина Т.Н., Аюпов Д.С., 2006) и во Всероссийском НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., 2009, 2013).

В настоящее время установлено, что для селекции сортов ржи с высокими хлебопекарными свойствами бóльшую ценность представляют формы с

повышенным содержанием водонерастворимых пентозанов. Особую ценность представляют те формы, у которых пентозаны обладают более высокой молекулярной массой (Andersson R., 2007; Гончаренко А.А., 2014). Формы с пониженным содержанием водорастворимых пентозанов и меньшей молекулярной массой представляют большую ценность для создания сортов зернокормовой ржи (Исмагилов Р.Р., Ванюшина Т.Н., Аюпов Д.С., 2006; Гончаренко А.А., Тимошенко А.С., Беркутова Н.С. и др., 2007; Гончаренко А.А., 2014; Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., 2013).

Изучение большого набора сортов и линий озимой ржи по вязкости водного экстракта зернового шрота выявило большое межсортовое варьирование по этому свойству. При этом было обнаружено также, что уровень вязкости обусловлен не только генетическими, но и экологическими факторами. Установлено и то, что модификационная изменчивость этого признака зависит от количества осадков в период налива и созревания зерна, технологии возделывания и условий хранения (Гончаренко А.А., 2014). Такие же закономерности обнаружены и при изучении содержания в зерне пентозанов (Исмагилов Р.Р., Ванюшина Т.Н., Аюпов Д.С., 2006).

Использование признака вязкости позволяет независимо от погодных условий надежно прогнозировать формоустойчивость и объемный выход хлеба даже в засушливые годы, когда снижается диагностическая ценность таких признаков, как число падения, высота амилограммы, температура максимальной клейстеризации крахмала.

7.1. Физико-химические свойства зерна

К числу основных признаков, косвенно характеризующих технологические свойства зерна ржи, как указывалось выше, относятся натура (масса одного литра зерна ГОСТ Р 54895 2012) и масса 1000 зерен. Натура зерна зависит от плотности зерна и плотности его укладки в измерительном приборе. Плотность зерна, в свою очередь, зависит преимущественно от его химиче-

ского состава. Второй же показатель – плотность укладки больше зависит от формы и размера зерна. Считается (Бушук В., Кемпбелл У.П., Древс Э. и др., 1980), что для нормального зерна нет связи натурной массы с хлебопекарными качествами, но она существует между натурой и выходом муки при размоле: с увеличением натуры увеличивается и выход муки.

Минимальные значения натуры являются составной частью системы классификации продовольственного зерна в разных странах и варьируют они в большом диапазоне: от 746 до 695 г/л. Оценка изучавшихся нами морфотипов по данному признаку показала, как видно из данных таблицы 23, что большинство из них укладывается в указанные пределы и значительно превосходят старинный сорт селекции нашего института МУП.

Таблица 23. Физико-химические свойства зерна новых морфотипов озимой ржи (2013-2015 гг.)

Морфотип (№)	Натура, г/л	Стекловидность, %	Содержание, %		МТЗ, г
			белка	крахмала	
Средний стандарт	711,70	28,83	11,89	52,70	31,40
1	703,10	27,71	12,05	52,55	30,71
2	712,03	27,52	11,85	51,99	31,55
3	591,14	26,38	11,99	52,81	30,94
4	693,02	27,99	12,54	51,92	29,59
5	695,25	28,79	11,97	52,74	31,09
6	679,73	26,36	11,60	52,41	30,63
7	679,67	28,16	11,78	51,22	30,83
8	655,16	27,65	11,80	51,94	29,96
9	707,04	29,28	11,84	51,03	30,66
10	695,64	28,98	11,97	51,96	32,27
11	671,38	29,58	11,80	51,52	33,03

Продолжение таблицы 23

Морфотип (№)	Натура, г/л	Стекловидность, %	Содержание, %		МТЗ, г
			белка	крахмала	
12	692,02	27,50	11,47	51,71	30,59
13	695,97	30,23	12,08	51,81	30,99
14	691,73	26,29	11,96	52,09	31,43
МУП	630,75	23,94	13,85	52,03	27,10

Лучшими, близкими к стандарту являются 1-й, 2-й и 9-й морфотипы. Необычно низким является значение натуры у 3-го морфотипа. Как будет показано ниже, эти выделившиеся морфотипы имеют разные характеристики по хлебопекарным качествам.

Масса 1000 зерен зависит от плотности и размера зерна. Поэтому является более подходящим критерием оценки физического состояния зерна, чем натура и при автоматизации определения этого показателя он может исключить использование для этой цели натуры зерна. Но так как между ними существует довольно тесная связь, предпочитают использовать показатель натуры, который определяется значительно проще. Этот признак как на межсортовом, так и на внутрисортовом уровне варьирует в довольно большом диапазоне: < 20 и > 50 г. Он так же находится в большой зависимости от условий выращивания и как натура отрицательно коррелирует с содержанием высоковязких водорастворимых пентозанов.

В. Бушук, У.П. Кемпбелл, Э. Древс и др. (1980) считают, что хлебопекарные свойства ржи не зависят от массы 1000 зерен. Но, как будет показано ниже, в этом случае, как и в случае с натурой, вернее, вероятно считать, что между ними отсутствует непосредственная связь.

Все изучавшиеся морфотипы, как видно из данных таблицы 24, значительно превосходят по массе 1000 зерен сорт МУП, но редко– стандартный сорт Таловскую 41. Более высокими были показатели у крупнолистых мор-

фотипов. Максимальное значение этого признака отмечено у 11-го морфотипа – очень крупнолистого платофилла.

Стекловидность зерна определяет технологию подготовки к помолу зерна. Она в значительной степени определяет понятия «прочность» и «твердость» зерна. При достижении 40 %-ного уровня она придает эндосперму ту хрупкость, которая содействует получению более «острых» промежуточных продуктов, обеспечивающих при измельчении на размольных системах (при соблюдении определенного режима помола) получение низкозольной муки, отличающейся своей белизной (Любарский Л.Н., 1957).

У ржи, в отличие от пшеницы, преобладает частично стекловидное зерно и общая стекловидность у нее значительно ниже. Она достигает примерно 30-50 %. При этом доля полностью стекловидных зерен составляет 5-25 %, а доля частично стекловидных – 20-70. Наиболее ценно формирование стекловидности за счет полностью стекловидных зерен.

Стекловидность в значительной степени обусловлена районом происхождения и метеоусловиями в период вегетации, но в определенной степени зависит и от генетических факторов. Более стекловидные зеленозерные и крупнозерные формы (Любарский Л.Н., 1957).

Существующая зависимость между стекловидностью и содержанием белка маскируется окраской и размерами зерна. Она обнаруживается при исследовании фракций различно окрашенных и выровненных по крупности зерен (Любарский Л.Н., 1957).

Изучавшиеся морфотипы хотя значительно и различались между собой, но все характеризовались низким уровнем стекловидности. При этом наиболее высокий уровень стекловидности был у крупнолистых морфотипов: 5-го, 9-го, 10-го, 11-го и 13-го. Они превосходили стандарт по этому показателю. Самый низкий уровень стекловидности был у сорта МУП. Он выделяется наиболее высоким содержанием в зерне белка и наименьшей массой 1000 зерен. Последнее подтверждает наличие определенной связи между содержанием белка в зерне и его крупностью (массой 1000 зерен). Но она не

является средней силы на межсортовом уровне. Существуют довольно крупнозерные формы с высоким содержанием белка в зерне (Культурная флора …, 1989). Но в нашем случае все изучавшиеся нами морфотипы превосходили по массе 1000 зерен мелкозерный сорт МУП и при этом значительно уступали ему по белковости. Наиболее высокое содержание белка обнаружено у 1-го, 4-го и 13-го морфотипов, но отличия их от остальных морфотипов были незначительны.

Содержание крахмала в зерне ржи в процентах на сухое вещество колеблется, в основном в зависимости от условий выращивания, в пределах 51,8-62,6 (Иванов А.П., 1961). Сравнение содержания крахмала у изучавшихся нами морфотипов показывает, что оно у них находится у нижнего предела и между ними нет существенных различий. Наиболее вероятной причиной такого низкого содержания крахмала по Л.Н. Любарскому (1957) является щуплость зерновок. Косвенным подтверждением этого является низкая натурная масса у абсолютного большинства морфотипов (см. предыдущую таблицу). Обычно существующая отрицательная связь между содержанием в зерне крахмала и белка, приведенными в этой таблице, не нашла подтверждения: при довольно большом разбросе данных по содержанию белка, значительной разницы по содержанию крахмала у морфотипов не обнаружено.

7.2. Активность амилолитических ферментов зерна

Как указывалось ранее, одним из основных свойств, определяющих хлебопекарные качества ржи, является активность амилолитических ферментов, в особенности альфа-амилазы. Ее косвенным показателем является величина числа падения или амилограмма (Weipert D., 1983). Показатель «число падения» характеризует состояние углеводно-амилазного комплекса зерна, в котором под действием альфа-амилазы происходит постепенное разрушение крахмальных зерен. Если крахмал быстро «атакуется» амилолитическими ферментами, то он не способен связывать всю влагу теста, он быстро рас-

плывается, теряет формоустойчивость, из-за чего получается хлеб с низким качеством мякиша (Голенков В.Ф., Панкратова И.А., 1969). Важную роль при этом играют пентозаны, чем их больше, тем сильнее защита крахмала от разрушения ферментами.

Наиболее высокими показателями амилограммы, как видно из данных, приведенных в таблице 24, выделяются старинный сорт МУП и стандартный сорт Таловская 41.

Таблица 24. Амилолитическая активность зерна новых морфотипов озимой ржи (2013-2015 гг.)

Морфотип (№)	Высота амило-граммы, е. а.	Температура максимальной клейстеризации, ^{o}C	Число падения, с
Средний стандарт	280	67,6	258
1	172	66,0	218
2	252	66,0	186
3	170	53,2	238
4	208	64,7	224
5	246	66,3	227
6	255	65,8	226
7	220	67,2	251
8	200	67,7	251
9	247	66,4	243
10	201	66,4	239
11	219	66,0	243
12	236	66,0	228
13	234	66,2	241
14	240	65,1	221
МУП	292	64,6	–

В соответствии с Международным классификатором рода Secale L. (1984) их значения по этому признаку близки к оптимальному. Низкими же, в соответствии с указанным классификатором, показателями амилографа отличаются 1-й и 3-й морфотипы. Такие большие различия между ними, в соответствии с существующими в настоящее время представлениями (Гончаренко А.А., 2014) обусловлены различиями в содержании водорастворимых пентозанов. Наиболее высоким содержанием их, вероятно, выделяются указанные сорта МУП и Таловская 41.

Все изучавшиеся сорта и морфотипы, за исключением 3-го, отличаются высокой температурой максимальной клейстеризации крахмала. Это является косвенным показателем низкой активности альфа-амилазы. У таких форм разрушающее воздействие фермента наступает поздно. В результате увеличивается количество неповрежденного крахмала, что обеспечивает хорошую пористость хлеба, получение эластичного и прочного мякиша. Крахмал 3-го морфотипа, вероятно, легко подвергается действию альфа-амилазы, поэтому он начинает разрушаться при более низкой температуре. Высокая степень разрушения крахмала у этого морфотипа нашла отражение в низкой высоте амилограммы.

С температурой максимальной клейстеризации крахмала обычно тесно положительно связан второй показатель активности амилаз – число падения (Гончаренко А.А., 2014). По величине показателя «число падения» товарное зерно озимой ржи в нашей стране в соответствии с ГОСТ-16990-88 делится на четыре класса: 1-й – более 200 с, 2-й – 200-140, 3-й – 140-80 и 4-й – менее 80 с. Зерно с числом падения менее 80 с считается непригодным для хлебопечения.

Зерно ржи первого класса целесообразно использовать для подсортировки (улучшения) партий с низким числом падения, хлеб с такого зерна не отличается высоким качеством; зерно 2-го класса не требует подсортировки при переработке в муку; рожь 3-го класса нуждается в подсортировке при переработке его в муку партий с числом падения 80-140 с. Число падения

зерна, поставляемого на экспорт, должно быть не менее 160 с (ГОСТ 27850–88 «Рожь продовольственная для экспорта»).

Согласно этой классификации, зерно всех морфотипов, как и стандартного сорта Таловская 41, соответствует качеству зерна, пригодного для экспорта. У всех морфотипов, за исключением 2-го морфотипа, оно пригодно и его целесообразно использовать для подсортировки партий зерна с низкими (140-80 с) значениями числа падения.

Изложенное выше позволяет считать, что основными слагаемыми хлебопекарных свойств ржи являются число падения, характеризующее качество крахмала, и вязкость водного экстракта, обуславливаемая качеством и количеством водорастворимых пентозанов. По мере увеличения указанных признаков хлебопекарные качества улучшаются. Важно, что эти признаки наследуются независимо. Разные варианты их сочетания определяют весь диапазон изменения хлебопекарных качеств, который можно объединить в четыре группы (Гончаренко А.А., 2014).

Первую группу составляют образцы с высокими значениями вязкости и числа падения. Для этой группы характерными будут: очень высокие амилограмма, температура клейстеризации, формоустойчивость хлеба и качество мякиша подового и формового хлеба. Но объемный выход хлеба будет самый низкий. Вторая группа объединяет образцы с высокой вязкостью и низким числом падения. Для них характерна высокая формоустойчивость подового хлеба (на уровне первой группы), но оценка по высоте амилограммы, температуре клейстеризации крахмала и объему формового хлеба будут низкими, что связано с зависимостью этих признаков от числа падения. Третья группа характеризует сорта с низкой вязкостью, но высоким значением числа падения. По такому сочетанию признаков можно с уверенностью прогнозировать относительно хорошую высоту амилограммы, температуру клейстеризации и объемный выход хлеба. Но формоустойчивость хлеба из зерна таких образцов будет низкой, оно непригодно для выпечки подового хлеба. Четвертую группу составляют образцы с низкими показателями как по вязкости, так и

по числу падения. Такое зерно непригодно для хлебопечения, но из-за низкой вязкости представляет интерес для использования на корм животным.

Благодаря высоким показателям амилограммы и числа падения (таблица 25), хлеб из зерна всех изученных морфотипов отличается необычайно высокой формоустойчивостью. О чём также свидетельствуют фото 1 - 15.

Таблица 25. Хлебопекарные качества зерна новых морфотипов озимой ржи (2013-2015 гг.)

Морфотип (№)	Подрыв нижней корки, балл	Высота, см	Диаметр, см	Отношение высота/диаметр	Состояние мякиша, балл
Средний стандарт	1,73	5,06	5,41	0,93	2,15
1	1,52	4,95	5,28	0,92	2,12
2	1,40	5,02	5,35	0,93	2,39
3	1,81	5,12	5,43	0,93	2,10
4	1,50	4,94	5,45	0,89	2,00
5	1,51	4,99	5,33	0,92	1,96
6	1,40	5,12	5,40	0,94	1,79
7	1,72	5,07	5,36	0,94	1,82
8	1,57	5,03	5,42	0,92	2,23
9	1,39	5,01	5,37	0,92	1,64
10	1,21	5,25	5,22	1,00	2,23
11	1,30	5,04	5,50	0,92	1,82
12	1,08	5,16	5,41	0,94	1,90
13	1,44	5,02	5,36	0,93	1,77
14	1,43	5,02	5,22	0,96	1,72
МУП	1,38	5,27	5,45	0,97	2,00



Фото 1. Визуальная оценка хлебных колобков

St (Таловская-41)



Фото 2. Визуальная оценка хлебных колобков

(короткостебельные крупнолистые платофилы)



Фото 3. Визуальная оценка хлебных колобков
(короткостебельные крупнолистые эректоиды)



Фото 4. Визуальная оценка хлебных колобков
(короткостебельные платофилы)



Фото 5. Визуальная оценка хлебных колобков
(короткостебельные эректоиды)



Фото 6. Визуальная оценка хлебных колобков
(крупнолистые эректоиды)



Фото 7. Визуальная оценка хлебных колобков
(эректоиды)



Фото 8. Визуальная оценка хлебных колобков
(короткостебельные эректоиды с широким гофрированным листом)



Фото 9. Визуальная оценка хлебных колобков
(популяция с широким гофрированным флаговым листом)



Фото 10. Визуальная оценка хлебных колобков
(крупнолистые платофилы)



Фото 11. Визуальная оценка хлебных колобков
(очень крупнолистые платофилы)



Фото 12. Визуальная оценка хлебных колобков
(крупно- и широколистные эректоиды)



Фото 13. Визуальная оценка хлебных колобков
(популяция эректоидных карликов)



Фото 14. Визуальная оценка хлебных колобков
(эректоиды очень широколистые)



Фото 15. Визуальная оценка хлебных колобков (идеатип)



Фото 16. Визуальная оценка хлебных колобков (МУП)

По другим показателям между морфотипами наблюдаются заметные различия. Плохим показателем «подрыв нижней корки», например, выделяется 3-й морфотип, который, как показано в предыдущей таблице, имеет низкое 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 и 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 и сделать в отношении них следующие выводы:

1. Изучавшиеся 14 морфотипов, созданные отбором из популяций ржи редко встречающихся в природе уникальных по своей морфологии форм, различаются между собой и по результатам кластерного анализа элементов урожайности, образуют 6 групп (кластеров). Первый из них представляет короткостебельные, второй – короткостебельные эректоиды, третий – эректоиды, четвертый – крупнолистые эректоиды, пятый – крупнолистые платофилы и шестой кластер представлен классическим морфотипом озимой ржи – старинным сортом местной селекции МУП. Каждый кластер кроме морфологии имеет свои особенности по формированию урожайности на разных уровнях – побега, 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 отличаются 2-й и 14-й морфотипы, являющиеся крупнолистыми эректоидами. Потребности колоса у них удовлетворялись, в основном, за счет продуктов текущего фотосинтеза и только около 10 % приходилось на запасенные в листьях пластические вещества. Близким к ним является 10-й морфотип – очень крупнолистый платофил. Он выделяется 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 несбаланси-

рованности процессов морфогенеза в основном из-за низкой его интенсивности на заключительном этапе, когда происходит налив зерна.

4. Изучавшиеся морфотипы различаются между собой по устойчивости к неблагоприятным условиям среды и по хлебопекарным качествам зерна. Они также отзывчивы на отбор. Это 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 (эректоид) – на устойчивость к бурой листовой ржавчине, морфотип 9 (крупнолистый платофил), отличающийся низкой амилолитической активностью зерна – при селекции на устойчивость к прорастанию зерна на корню.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Д. А. Взаимосвязь архитектоники и фотосинтетической функции пшеницы разных фенотипов / Д. А. Алиев, Э. Г. Казибекова // 3-й съезд ВОГиС им. Н.И. Вавилова, Ленинград, 16-20 мая 1977 г. Т. 1. Генет. и селекция растений: Тез. докл.– Л., 1977.– С. 18.

2. Алиев Дж. А. Наследование фотосинтетических признаков и использование их в селекции / Дж. А. Алиев // Физиолого-генетические проблемы интенсификации селекционного процесса. Материалы Всес. конф. (Саратов, 4-6 июля 1983 г.), Ч. 1.– 1984.– С. 46-47.

3. Амелин А.В. Морфофизиологические достоинства и недостатки современных сортов. Дальнейшие пути их совершенствования у зернобобовых и крупяных культур /А.В. Амелин //Вестник ОрёлГАУ.– 2012.–№ 3 (12).– С.10-15.

4. Амелин А. В. Листовая поверхность растений и её значение в селекции высокоурожайных сортов гороха / А. В. Амелин, А. П. Лаханов, А. Н. Зеленов // С.-х. биология. Сер. Биол. растений.– 1994.– № 1.– С. 57-61.

5. Антроповы В. и В. Рожь СССР и сопредельных стран /В.и В. Антроповы.– Л.: Изд-во ВИПБ и НК, 1929.– 366 с.

6. Бабенко В. И. Морфофизиологические особенности формирования урожая пшеницы в условиях юга Украины / В. И. Бабенко, М. Л. Махновская, А. Я. Пушкаренко // С.-х. биология.– 1984а.– № 2.– С. 43-48.

7. Бабенко В. П. Роль корреляционных отношений между органами озимой пшеницы в свете познания природы её продуктивности / В. И. Бабенко, М. Л. Махновская, А. Я. Пушкаренко // Физиолого-генетические проблемы интенсификации селекционного процесса. Материалы Всес. конф. (Саратов, 4-6 июля 1983 г.), Ч. 1.– 1984б.– С. 47-48.

8. Бабужина Д.И. Особенности фотосинтетической деятельности короткостебельной озимой ржи: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12. – С.-Петербург. – 1998. – 23 с.

9. Баталова Г.А. Значение, селекция и элементы технологии возделывания овса голозерного /Г.А. Баталова //Селекция, семеноводство и генетика.– 2015.– № 1.– С.26-31.

10. Бебякин В.М., Старичкова Н.И. Генетический анализ зернового уборочного индекса у яровой твёрдой пшеницы // Генетика.– 1991.– Т. 27, № 3.– С. 46-70.

11. Беденко В. П. Фотосинтетические показатели в селекции высокопродуктивных форм и сортов пшеницы / В. П. Беденко, О. И. Сидоренко, Р. А. Уразалиев // Проблемы теор. и прикл. генетики в Казахстане: Матер. Республ. конф., Алма-Ата, 18-22 ноя. 1990.– Алма-Ата, 1990.– С. 12-17.

12. Бейли О.К. Химия пшеничной муки /О.К. Бейли.– М. 1933.– 112 с.

13. Белько Н.Б. Фенотипический эффект доминантного гена Hl и влияние генетической среды на его проявление /Н.Б. Белько // Сб. науч. тр. Белоцерковского СХИ.– 1981.– С. 76-78.

14. Берёзкин А.Н., Кабыш В.А., Пономарёв В.И. Влияние сортосмены зерновых культур на их фотосинтетическую деятельность // Изв. ТСХА. – 1971. – N 5. – С. 24-30.

15. Беспалова Л.А. Развитие генофонда как главный фактор третьей зеленой революции в селекции пшеницы /Л.А. Беспалова // Вестник РАН.– 2015.– Т. 85, № 1.– С. 9-11.

16. Беркутова Н.С., Швецова И. А. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов её переработки Колос 1984 223 С

17. Бирюков С.В., Хангильдин В.В., Комарова В.П. Генетический анализ параметров ассимиляционного аппарата в связи с продуктивностью озимой пшеницы // Фотосинтез и продукционный процесс; Под ред. А.А. Ничипоровича. – М., 1988. – С. 243-247.

18. Боровиков В.П. Statistica. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows /В.П. Боровиков, И.П. Боровиков.– М: Филин, 1997.– 608 с.

19. Бочковой А.Д. Основные принципы селекции сортов и гибридов интенсивного типа. Обзор // Сельское хоз-во за рубежом. – 1979. – N 11.– С.17-22.

20. Бушук В. Рожь: производство, химия и технология / В. Бушук, У.П. Кемпбел. Э. Древс и др. Пер.с англ.– М.: Колос, 1980.– 247 с.

21. Вавилов Н.И. О происхождении культурных растений /Н.И. Вавилов //Тр. Бюро по прикладной ботанике.– 1917.– Т. 10.– № 7-10.– С. 561-590.

22. Васютин А.А. Биологическая характеристика новых морфотипов озимой ржи /А.А. Васютин: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05.– Каменная Степь. – 1999.– 21 с.

23. Вишнякова И.И. Некоторые физиолого-биохимические процессы, определяющие продуктивность озимой ржи и устойчивость её против полегания /И.И. Вишнякова: Автореф. дисс. … канд. биол. наук.– Казань, 1977.– 25 с.

24. Володарский Н. И. Некоторые особенности фотосинтетической деятельности высокопродуктивных сортов пшеницы (Обзор) / Н. И. Володарский, Е. Е. Быстрых – С.-х. биология.– 1976.– Т. 11, № 3.– С. 328-334.

25. Володарский Н.И., Циунович О.Д. Морфофизиологические особенности растений пшеницы в связи с разработкой моделей высокопродуктивного сорта // С.-х. биология.– 1978.– № 3.– С. 323-332.

26. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных. – М.: Колос, 1966. – 255 с.

27. Голенков В.Ф. Влияние примесей зерна разной степени прорастания на качество ржаного хлеба /В.Ф. Голенков, И.А. Панкратова //Тр. ВНИИ зерна.– 1969.– Вып. 68.– С. 34-37.

28. Гончаренко А.А. Некоторые особенности генетической системы короткостебельности у мутанта ржи ЕМ-1 /А.А. Гончаренко //С.-х. биология.– 1977.– Т. 12. № 6.– С. 875- 882.

29. Гончаренко А.А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи/ А.А. Гончаренко.– М.: МосНИИСХ «Немчиновка», 2014.– 372 с.

30. Гончаренко А.А. Вязкость водного экстракта зерна озимой ржи как универсальный показатель при селекции на целевое использование / А.А. Гончаренко, А.С. Тимощенко, Н.С. Беркутова и др. // С.-х. биология.– 2007.– № 4.– С. 44-49.

31. Гончаренко А.А. Полегание озимой ржи, урожай и качество семян / А.А. Гончаренко, А.М. Фоканов // Селекция и семеноводство.–1980.– № 4.– С. 40-42.

32. Гончаренко А.А. Интенсификация селекционной работы с озимой рожью /А.А. Гончаренко, В.М. Фокина // Сб. научн. трудов ВИР.– 1979.– С. 15-31.

33. Гончаренко А.А. Связь средневзвешенной молекулярной массы водорастворимых пентозанов озимой ржи с технологическими и хлебопекарными качествами /А.А. Гончаренко, А.С. Тимощенко и др. //Доклады РАСХН.– 2008.– № 4.– С.3-6.

34. Гончарова Ю. К. Генетические основы гетерозиса / Ю. К. Гончарова // Генетические основы селекции.– Уфа: БНИИСХ, 2008.– С. 146-156.

35. Гончарова Ю.К. Вариабельность, наследование и связь с продуктивностью признаков фотосинтеза у риса / Ю.К. Гончарова.– Краснодар: Краснодар; ВНИИ риса, 2012. – 106 с.

36. Гордей И.С. Создание и генетическая характеристика зиготических тетраплоидов ржи (Secale cereal L.) /И.С. Гордей: Автореф. дисс. канд. биол. наук.– Минск, 2018.– 20 с.

37. Горелик В.В. Формирование исходного материала и эффективность его использования в селекции тетраплоидной озимой ржи /В.В. Горелик: Автореф. дисс. … канд. биол. наук.– Жодино, 2015.– 24 с.

38. Грабовец А.И. Совершенствование методологии селекции пшеницы в условиях недостаточного увлажнения /А.И. Грабовец, М.А. Фоменко //зернобобовые и крупяные культуры.– 2016.– № 2 (18).– С. 48-53.

39. Гужов Ю.Л. Способ отбора в селекции зерновых культур по массе колоса // Докл. ВАСХНИЛ. – 1986. - № 3. – С. 4-7.

40. Дедяев В.Г. Наследование и проявление гена Hl в аутотетраплоидных популяциях озимой ржи /В.Г. Дедяев: Автореф. дисс. … канд. биол. наук.– Минск, 1990.– 20 с.

41. Деревянко В.П., Актуальные вопросы гетерозисной селекции озимой ржи / В.П. Деревянко, Д.К. Егоров.– Харьков, УкрНИИР, 2008.– 152 с.

42. Долгодворова Л.И. Селекция полевых культур на качество /Л.И. Долгодворова.– М.: Изд-во МСХА, 1995.– 180 с.

43. Жайдыбаев К.Н. Фотосинтетическая функция сортообразцов риса, различающихся по высоте, архитектонике и продуктивности // 2 Съезд Всес. о-ва физиологов растений, Минск, 1990 , 24 сент.: Тез. докл., Ч. 2 .– М., 1992.– С. 72.

44. Жогин А.Ф. О принципах моделирования карликовых сортов озимой мягкой пшеницы // С.-х. биология.– 1999.– № 3.– С. 33-39.

45. Жученко А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений / А. А. Жученко // Селекция и семеноводство.– 1999.– № 4.– С. 5-16.

46. Здрилько А.Ф. ЦМС у ржи / А.Ф. Здрилько // Гетерозис в растениеводстве. Научн. труды ВАСХНИЛ.– М.: Колос, 1966.– С. 19-22.

47. Иванов А.П. Рожь /А.П. Иванов.– Л.-М: Изд-во с.-х. литературы и плакатов, 1961.– 304 с.

48. Зеленов А.Н. Стратегия и тактика современной селекции гороха /А.Н. Зеленов //Селекция, семеноводство и генетика.– 2015.– № 1.– С. 32-35.

49. Иванова Л.А. Отбор морозостойких форм ржи на провокационном фоне/Л.А. Иванова, М.И. Рыбакова // Сборник трудов НИИСХ ЦРНЗ.– 1979.– № 47.– С. 157-162.

50. Исмагилов Р.Р. Качество и технология производства продовольственного зерна озимой ржи / Р.Р. Исмагилов, Р.Б. Нурлыгаянов, Т.Н. Ванюшина.– М.: АгриПрес, 2001.– 224 с.

51. Исмагилов Р.Р. Пентозаны ржи /Р.Р. Исмагилов, Т.Н. Ванюшина, Д.С. Аюпов.– Уфа: Башкирский ГАУ, 2006.– 113 с.

52. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): Монография. В двух томах / А.А. Жученко.– М.: Изд-во РУДН, 2001.– Т. II.– 708 с.

53. Казакова В.В. Селекционно-генетические и физиологические индексыиндексы продуктивности растений озимой мягкой пшеницы / В.В. Казакова, Е.М. Кабанова, А.С.Якушева // Материалы Междунар. научн-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова 25-27 нояб. 2013 г. – Саратов, 2013. – С. 40-41.

54. Казимагомедов М.С. Продуктивность и адаптивный потенциал морфотипов озимой ржи в условиях Юго-востока Центрально-Черноземной зоны /М.С. Казимагомедов: Автореф. дисс. … канд. с.-х наук.– Каменная Степь, 2007.– 23 с.

55. Калиненко И.Г. Селекция озимой пшеницы: результаты, перспективы, проблемы, поиски / И.Г. Калиненко // Селекция и семеноводство.– 1986.– № 6.– С. 2-7.

56. Кедров-Зихман О.О. Плейотропный эффект доминантного гена карликовости на корреляцию хозяйственно ценных признаков озимой ржи /О.О. Кедров-Зихман, Т.И. Шарепо, Н.Б. Белько //Генетика продуктивности с.-х. культур.–Минск: Наука и техника, 1978.– С. 27-33.

57. Кедрова Л.И. Озимая рожь в Северо-восточном регионе России /Л.И. Кедрова.– Киров: НИИСХ Северо-востока, 2000.– 158 с.

58. Ключко П.Ф., Некоторые результаты изучения и использования мужской стерильности в селекции озимой ржи /П.Ф. Ключко, А.А. Белоусов // Селекция и семеноводство (Киев).– 1969.– Вып. 14.– С. 34-38.

59. Кобылянский В.Д. Явление мужской стерильности у ржи /В.Д. Кобылянский // Селекция и семеноводство.– 1962.– № 3.– С. 71.

60. Кобылянский В.Д. К генетике доминантного фактора коротко-стебельности у ржи /В.Д. Кобылянский //Генетика.– 1972.– Т. 8, № 2..– С. 12-17.

61. Кобылянский В.Д. Рожь. Генетические основы селекции.– М.: Колос, 1982.– 271 с.

62. Кобылянский В.Д. Предпосылки селекции гибридной ржи в России / В.Д. Кобылянский, Н.С. Лапиков, А.Г. Катерова // Доклады РАСХН.– 1994.– № 3.– С. 7-10.

63. Кобылянский В.Д. Генетические ресурсы растений – основа продовольственной безопасности и повышения качества жизни / В.Д. Кобылянский, О.В. Солодухина // Тез. докл. междунар. научн. конф., посвящ. 120-летию основания института. С.-Петербург, 6-8 окт. 2014 г.– СПб: ВИР, 2014.– С. 131.

64. Кобылянский В.Д. Роль ВНИИ растениеводства в инициации и становлении новых направлений в селекции озимой ржи /В.Д. Кобылянский , О.В. Солодухина //Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции.– 2015.– Т. 176, вып. 1.– С. 5-19.

65. Кобылянский В.Д. Изучение инновационной зернофуражной низкопентозановой озимой ржи /В.Д. Кобылянский, О.В. Солодухина, Г.Н. Потапова и др. // Пермский аграрный вестник.– 2014.– № 1.– с. 10-16.

66. Кобылянский В.Д. Основы селекции малопентозановой ржи /В.Д. Кобылянский, О.В. Солодухина //Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции.– С-Пб;ВИР, 2009.– Т. 166.– С. 112-118.

67. Кобылянский В.Д. Рожь. Генетические основы селекции /В.Д. Кобылянский.– М.: Колос,1982.– 271 с.

68. Кобылянский В.Д. Теоретические основы селекции зернофуражной ржи с низким содержанием водорастворимых пентозанов /В.Д. Кобылянский, О.В. Солодухина //Сельскохозяйственная биология.– 2013.– № 2.–С. 31-39.

69. Кобылянский В.Д. Селекция кормовой ржи на качество зерна в условиях Красноярского края /В.Д. Кобылянский, О.В. Солодухина, М.А. Тимина и др. //Вестник КрасГАУ.– 2017.– № 5.– С. 8-14.

70. Ковалёв В.М. Полегание посевов зерновых культур и практика применения ретардантов / В.М Ковалёв, К.А. Касаева // С.- х. биология.– 1990.– № 1.– С. 72-81.

71. Козлечков Г. А. Основные закономерности и структурные модели морфогенеза вегетативной сферы побега Triticum durum Desf. и Tr. aestivum L. / Г. А. Козлечков // С.-х. биология.– 1990.– № 3.– С. 72-79.

72. Козлечков Г.А. Новые закономерности формирования элементов продуктивности растений пшеницы в процессе морфогенеза / Г. А. Козлечков. .– Новочеркасск: Лик, 2010 .– 303 с.

73. Колеман И.Н. Методы анализа зерна и продуктов его переработки./И.Н. Колеман.– М., 1931.– 236 с.

74. Кошкин Е.И. Частная физиология полевых культур / Е.И. Кошкин, Г.Г. Гатаулина, А.Б. Дьяков и др.: Под ред. Е.И. Кошкина.– М.: КолосС, 2005.– 344 с.

75. Коновалов Ю.Б. Новые морфофизиологические показатели для оценки сортов яровой пшеницы /Ю.Б. Коновалов, В.В. Татарина, Т.И. Хупацария //Доклады ВАСХНИЛ.– 1990.– № 12.– С. 2-4.

76. Кошкин В. А. Способ отбора высокопродуктивных растений зерновых колосовых культур: А.с. СССР № 1410919, кл. А 01 Н 1/04 / В. А. Кошкин.– 1988.– Бюл. № 27.

77. Кошкин Е.И. Частная физиология полевых культур / Е.И. Кошкин, Г.Г. Гатаулина, А.Б. Дьяков и др.: Под ред. Е.И. Кошкина.– М.: КолосС, 2005.– 344 с.

78. Кравцов С. Ю. Возможность использования ортогональной регрессии для генетической дифференциации сортов озимой пшеницы / С. Ю. Кравцов // Селекция и генетика зерновых и зернобоб. культур / Научн. тр. КНИИСХ.– 1988.– С. 69-74.

79. Крашенинник Н. В. Селекция на повышение эффективности фотосинтеза. Обзор / Н. В. Крашенинник // Сельское хоз-во за рубежом. Растениеводство.– 1974.– № 4.– С. 44-46

80. Кудряшов С. П. Генетический контроль эректоидности листьев у подсолнечника / С. П. Кудряшов, В. Ф. Пимахин, Ю. В. Лобачёв // Аграрные реформы в России: опыт, проблемы, перспективы: Матер. Рос. н.-п. конф., Саратов 22-24 сент., 1944.– Саратов, 1995.– С. 185-187.

81. Культурная флора СССР. Т. II, ч. 1. Рожь /В.Д. Кобылянский, А.Е. Корзун, А.Г. Катерова и др. Под ред. В.Д. Кобылянского.– Л.: Агропромиздат. Ленинградское отд. , 1989.– 368 с.

82. Кумаков В. А. Физиология яровой пшеницы / В. А. Кумаков.– М.: Колос, 1980.– 207с.

83. Кумаков В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В. А. Кумаков.– М.: Агропромиздат, 1985.– 270 с.

84. Кумаков В. А. К физиологическому обоснованию модели сорта яровой твердой пшеницы. Метод. указания селекционно-опытным учреждениям / В. А Кумаков., О. В. Березина, А. П. Игошин и др..– Саратов, 1990.– 22 с.

85. Кумаков В. А. Оценка роли отдельных органов в наливе зерна пшеницы и её селекционные аспекты / В. А. Кумаков, А. П. Игошин, Б. В. Березин и др.// Физиология и биохимия культурных растений.– 1983.– Т. 15, № 2.– С. 163-170.

86. Кумаков В.А. Значение реутилизации в наливе зерна различных сортов яровой пшеницы /В.А. Кумаков, Н.Ф. Матвеева, С.С. Павлова и др. // Доклады ВАСХНИЛ.– 1979.– № 8.

87. Лаптиёв А.Б. Биоэкологическое обоснование фитосанитарной оптимизации агроэкосистем Юго-востока Центрального Черноземья / А.Б. Лаптиёв: Дисс. … доктора биол. наук.– С.-Петербург, 2008.– 385 с

88. Леина Г. Д. Дыхательные затраты яровой пшеницы в репродуктивной фазе / Г. Д. Г. Д. Леина, О. С. Юдина, Б. В. Березин // Физиолого-

генетические проблемы интенсификации селекционного процесса. Материалы Всес. конф. (Саратов, 4-6 июля 1983 г.), Ч. 1.– 1984.– С. 82-83.

89. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ. Перев. с англ. Б.Д. Кирюшина, под ред. Д.В. Васильевой.– М.: Колос, 1981.– 320 с.

90. Лихачёв Б.С. Оценка проростков на ранней стадии развития – один из методов определения силы роста семян // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции.– 1974.– Т. 51, вып. 2.– С. 97-114.

91. Личикаки В.М. Перезимовка озимых культур /В.М. Личикаки.– М.: Колос, 1974.– 207 с.

92. Любарский Л.Н. Рожь (биолого-технологические свойства зерна) /Л.Н. Любарский.– М.: Хлебиздат, 1957.– 260 с.

93. Лясковский М.И. Полегание злаков и пути его предотвращения / М.И. Лясковский // Физиология и биохимия культурных растений.– 1991.– Т. 23, № 4.– С. 315-328.

94. Малецкий С.И. Сохранение гибридной мощности в апозиготических потомствах сахарной свеклы Beta vulgaris L. /С.И. Малецкий, С.А. Мелентьева, И.С. Татур и др. //Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі.– 2013.– № 1.– С.65-72.

95. Малюженец Н. С. Типы архитектоники растений и пути их использования в селекции / Н. С. Малюженец // Приёмы повышения продуктивности тропических и субтропических культур / Сб. научн. тр. Ун-та дружбы народов.– М., 1985.– С. 67-70.

96. Мартынов С. П., Крупнов В. А. Глазомерный отбор в селекции яровой пшеницы / С. П. Мартынов, В. А. Крупнов // С.-х. биология.– 1983.– N 2.– С. 98-102.

97. Мирюта Ю.П. Об избирательности конъюгации хромосом у полиплоидов / Ю.П. Мирюта // Полиплоидия и селекция. Труды совещания 14-18 янв. 1963 г.– М.-Л.: Наука, 1965.– С. 274-276.

98. Митрофанов Б. А. Роль листьев, стеблей и колосьев озимой пшеницы в фотосинтезе посева / Б. А. Митрофанов, Б. И. Гуляев, М. М. Маковская и др. // Пути повышения интенсивности и продуктивности фотосинтеза.– Киев, 1969.– С. 69-86.

99. Михайлов Н. В. Продукционные процессы у форм озимой ржи, различающихся по длине соломины и генетическим источникам короткостебельности / Н. В. Михайлов // Биологические основы селекции.– Саратов, 1991.– С. 97-104.

100. Моисейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур /В.А. Моисейчик.– Л.: Гидрометеоиздат, 1975.– 296 с.

101. Мокроносов А. Т. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты / А. Т. Мокроносов, В. Ф. Гавриленко..– М.: МГУ, 1992.– 320 с.

102. Моргун В.В. Эффективность фотосинтеза и перспективы повышения продуктивности озимой пшеницы /В.В. Моргун, Г.А. Прядкина //Физиология растений и генетика.– 2014.– Т.46, № 4.– С. 279-301.

103. Моргун В.В. Фізіологічні основи отримання високих урожаїв пшениці / В.В. Моргун, В.В. Швартау, Д.А. Кірізій // Физиология и биохимия культурных растений .– 2008.– Т. 40, № 6.– С. 463-479.

104. Моргун В.В. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков /В.В Моргун, В.В. Швартау Д.А. Киризий //Физиология и биохимия культурных растений.– 2010.– Т. 42, № 5.– С. 371-392.

105. Морковина Л.В. Особенности фотосинтетической деятельности длинностебельных и короткостебельных форм озимой ржи /Л.В. Морковина, Г.В. Филатов, А.В. Титаренко и др. //Сб. научн. тр. НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева.– 1988.– С. 43-49.

106. Морозов А.А. Изучение гетерозиса у межсортовых гибридов озимой ржи /А.А. Морозов: Автореф. дисс … канд с.-х. наук. – Москва, 1972.– 25 с.

107. Морозова З.А. Морфогенетический анализ в селекции пшеницы (Методолого-методическое пособие.– М.: Изд-во МГУ, 1983.– 77 с.

108. Мулдер Э.Г. Влияние минерального питания на полегание зерновых культур / Мулдер (Mulder E.G.) // Сельское хозяйство за рубежом.– 1955.– № 1.– С. 3-54.

109. Нальборчик Э. Роль различных органов фотосинтеза в формировании урожая зерна хлебных злаков // Вопросы селекц. и генет. зерновых культур. – М., 1983.– С. 224-230.

110. Некрасова Г. Ф. Смена донорных систем в процессе развития и созревания колоса ячменя / Г. Ф. Некрасова, Е. Н. Гладилина // 2 Съезд Всес. о-ва физиологов растений, Минск, 24-29 сент. 1990: Тез. докл. Ч. 2.– М., 1992.– С. 147.

111. Нефёдов А. В. Роль листьев отдельных ярусов и остей в наливе зерна у различных генотипов озимой пшеницы / А. В. Нефёдов, В. В. Пыльнев // Н.-т. бюл. ВСГИ.– 1984.–№ 2 (52).– С. 11-14.

112. Ничипорович А. А Задачи работ по изучению фотосинтетической деятельности растений как фактора продуктивности / А. А. Ничипорович // Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности.– М.: Наука, 1966.– С. 7-51.

113. Ничипорович А. А. КПД зелёного листа / / А. А. Ничипорович.– М.: Знание, 1964.– 45 с.

114. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А. А. Ничипорович // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений.– М.: АН СССР, 1963.– С. 5-37.

115. Ничипорович А. А. Потенциальная продуктивность растений и принципы её использования / А. А. Ничипорович // С.-х. биология.– 1979.– Т. 14, № 6.– С. 683-694.

116. Ничипорович А. А. Фотосинтез и рост в эволюции растений и их продуктивности / А. А. Ничипорович // Физиология растений.– 1980.– Т. 27, вып. 5.– С.942-961

117. Ничипорович А.А. Фотосинтез и некоторые принципы применения удобрений как средства оптимизации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений /А.А. Ничипорович //Агрохимия.– 1971.– № 1.– С. 3-13.

118. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев /А.А. Ничипорович // XV Тимирязевские чтения.– М.: Изд-во АН СССР, 1956.– 93 с.

119. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и путим повышения их продуктивности /А.А. Ничипорович //Теоретические основы фотосинтетической продуктивности.– М.: Наука, 1972.– С. 511-527.

120. Ничипорович А. А. Фотосинтетический CO_2-газообмен листьев свёклы и кукурузы и его связь с типами фотосинтеза / А. А. Ничипорович, С. Н. Чмора, Г. А. Слободская и др.// Физиология растений.– 1973.– Т.20, № 2.– С. 300-308.

121. Озимая рожь. Возделывание, использование на пищевые, кормовые и технические цели. Проблемы и решения.- М.: ФГНУ Росинформагротех, 2007.– 172 с.

122. Омарова Э. И. Морфофизиологические характеристики форм пшеницы, контрастных по архитектонике / Э. И. Омарова, Г. К. Хусаинова, З. С. Оспанова и др.// Повышение устойчив. и продуктивн. зерн. культур / АН КазССР. Ин-т ботаники.– Алма-Ата, 1991.– С. 12-16.

123. Омарова Э. И. Продукционный процесс различных по морфоструктуре растений озимой пшеницы / Э. И. Омарова, Е. Д. Богданова, З. С. Оспанова и др.//2 Съезд Всес. о-ва физиологов растений, Минск, 24-29 сент., 1990: Тез. докл. Ч.2.– М., 1992.– С.155.

124. Орлюк А. П. Физиолого-генетическая модель сорта озимой пшеницы / А. П. Орлюк, А. А. Корчинский.– Киев: Выща школа, 1989.– 72 с

125. Осипов Ю. Ф. Физиологические признаки продуктивности и устойчивости озимой пшеницы как селекционные критерии / Ю. Ф. Осипов, О. И. Фадеева, Ю. П. Федулов // Физиолого-генетические проблемы интенсифи-

кации селекционного процесса. Материалы Всес. конф. (Саратов, 4-6 июля 1983 г.), Ч. 1.– 1984.– С. 34-35.

126. Палеев А.М. Полегание злаков и пути борьбы с ним / А.М. Палеев // Биологические основы орошаемого земледелия. Сб. статей.– М.: Изд-во АН СССР, 1957.– С. 595-610.

127. Пасечнюк А.Д. Погода и полегание зерновых культур / А.Д. Пасечнюк.– Л.; Гидрометеоиздат, 1990.– 206 с.

128. Петинов Н.С. Изучение физиолого-биохимического механизма полегания сельскохозяйственных растений /Н.С. Петинов, Л.Д. Прусакова // Вестник АН СССР.– 1965.– № 6.– С. 80-84.

129. Пискунова Л.Г. Влияние полегания растений и прорастания на корню семян озимой ржи на их биологические свойства / Л.Г. Пискунова //Селекция и семеноводство. Респ. межведом. темат. сб.– 1974.– Вып. 28.– С. 101-104.

130. Пискунова Л.Г. Качество семян озимой ржи с полегших растений при хранении / Л.Г. Пискунова //Селекция и семеноводство. Респ. межведом. темат. сб.– 1983.– Вып. 53.– С. 53-56.

131. Политько П.М. Технологии возделывания озимой ржи и экономическая эффективность производства зерна /П.М. Политько, А.С. Мерзликин, Е.Ф. Киселёв и др., //Проблемы агрохимии и экологии.– 2016.– № 2.– С. 10-18.

132. Пономарёва М.Л. Изучение содержания пентозанов в зерне популяционных сортов озимой ржи различными методами /М.Л. Пономарёва, С.Н. Пономарёв, Л.Ф. Гильмуллина и др. // Достижения науки и техники АПК.– 2016.– Т. 30, № 12.– С. 10-13.

133. Пучков Ю. М. О возможности использования признака «длина верхнего междоузлия» при отборе на продуктивность у озимой пшеницы / Ю. М. Пучков, И. Н. Кудряшов, Г. В. Набоков // Селекция и семеноводство.– 1993.– № 1.– С. 12-16.

134. Пухальский А.В. Селекционно-семеноводческая работа с зерновыми и другими культурами в Швеции /А.В. Пухальский, Н.Д. Мухин.– М.; ВИНТИСХ, 1967.– 165 с.

135. Росс Ю. К. Пространственная ориентация листьев в посевах / Ю. К. Росс, В. К. Росс // Фотосинтетическая продуктивность растительного покрова.– Тарту, 1969.– С. 60-82.

136. Росс Ю. К. Радиационный режим и архитектоника растительного покрова / Ю. К. Росс.– Л.: Гидрометеоиздат, 1975.– 342 с.

137. Савицкий М.С. Биологические и агротехнические факторы высоких урожаев зерновых культур / М.С. Савицкий.– М.: Сельхозгиз, 1948.– 215 с.

138. Савченко В. К. Ассоциативный отбор в селекционных программах / В. К. Савченко // Успехи современной генетики.– М.: Наука, 1989.– Вып.16.– С. 139-166.

139. Семенова Н.Ю. Об использовании доноров короткостебельности в селекции диплоидной озимой ржи /Н.Ю. Семенова, Н.А. Соколова, И.Я. Щеглов //Селекция и семеноводство.– 1979.– № 6.– С. 7-10.

140. Скёрлок Дж. М. О. Введение / Дж. М. О. Скёрлок, С. П. Лонг, Д. О. Холл и др.// Фотосинтез и биопродуктивность: методы определения. Пер. с англ. Н.А. Гудскова, Н.В.Обручевой, К.С. Секторова и С.С.Чаяновой; Под ред. и с предисл. А.Т. Мокроносова.– М.: Агропромиздат, 1989.– 460 с.

141. Скоромный В. Т. Анатомо-морфологические особенности листьев озимой пшеницы в связи с продуктивностью сортов различных экологических групп / В. Т. Скоромный // Тр. Харьковского СХИ.– 1975.– № 204.– С 39-47.

142. Смирнов А. В. Разработка комплекса программ для индексной оценки сортов с.-х. культур / А. В. Смирнов, В. Т. Александров, М. Н. Каплан и др.// Труды Харьковского СХИ.- 1978.– Т.253.– С. 75-80.

143. Смирнов В.Г. Автофертильные формы перекрестноопыляющихся растений и перспективы их использования в селекции //В.Г. Смирнов, А.В.

Войлоков //Селекция ржи. Материалы симпозиума ЭУКАРПИА.– Л.: ВИР, 1990.– С. 19-27.

144. Смирнов В.Г. Генетика ржи /В.Г. Смирнов, С.П. Соснихина.– Л.: Изд-во ЛГУ, 1994.– 264 с..

145. Старжицкий С. Биологическая основа моделирования сельскохозяйственных растений / С. Старжицкий // Тр. 14-го Международного генет. конгресса, Москва, 21-30 авг. 1978 г.– М. 1981.– С. 434-439.

146. Стасик О.О, Фотосинтез и проблемы повышения продуктивности растений /О.О. Стасик, Д.А. Киризий, Г.А. Прядкина //Физиология растений и генетика.– 2013.– Т. 45, № 6.– С.501-516.

147. Струнников В.А. Закрепление гетерозиса в ряду последовательных поколений без гибридизации /В.А. Струнников, Л.В. Струнникова //Доклады РАН.– 2000.– Т.374, № 2.– С. 283-285.

148. Тороп А.А. Биологическая характеристика тетраплоидных форм озимой ржи в сравнении с исходными диплоидами / А. А. Тороп: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.15.– Харьков, 1969.– 156 с.

149. Тороп А.А. Направления, методы и результаты селекции озимой ржи в условиях Центрально-Черноземной зоны /А.А. Тороп: Дисс. … доктора с.-х. наук.– Немчиновка, Московская обл., 1993.– 40 с.

150. Тороп А.А. Новые морфотипы озимой ржи и перспективы использования их в селекции / А.А. Тороп, И.С. Браилова, В.В. Чайкин и др. // Збагачення генетичного різноманіття рослин: Зб. Тез Міжнар. наради (8-9 жовтня 2014 р.).– Харків: Інститут рослинництва, 2014.– С. 41-42.

151. Тороп А. А. Использование источников доминантной короткостебельности типа ЕМ-1 в селекции озимой ржи. Методические рекомендации / А. А. Тороп, В. Г. Дедяев, В. В. Ерёмин.– М.: РАСХН. 2001.– 34 с

152. Тороп А. А. Создание нового морфотипа озимой ржи / А. А. Тороп, В. В. Чайкин, Е. А. Тороп и др.// Доклады РАСХН.– 2009.– № 2.– С. 3-5.

153. Тороп А.А. Об источниках устойчивости озимой ржи к болезням /А.А. Тороп, В.В. Чайкин, Л.И. Пащенко и др. //Селекция и семеноводство.– 2004.– № 1.– С. 7-9.

154. Тороп А.А. Селекция озимой ржи на устойчивость к бурой ржавчине /А.А. Тороп, Л.И. Пащенко, В.Г. Дедяев //Вестник РАСХН.– 1998.– № 5.– С. 28-31

155. Тороп А.А. Создание форм озимой ржи с групповой устойчивостью к болезням /А.А. Тороп, В.Г. Дедяев, Л.И. Ромашкина // Тез. докл. Всес. науч. конф. (Саратов, 12-14 сент., 1990 г.).– М., 1990.– С. 102-103.

156. Тороп А. А. Влияние сортосмены на изменение признаков и свойств озимой ржи / А. А. Тороп, А. И. Юрин, П. С. Тороп // Хлеб будущего: Тез. докл. науч. конф., посвященной 25-летию Центрально-Черноземного селекцентра, Каменная Степь, 28-30 ноября 1994 г.– Каменная Степь, 1995.– С. 30-31.

157. Тороп Е.А. Морфогенетические закономерности формирования продуктивности озимой ржи (Secale cereale L.): Автореф. дис. ... док.. биол. наук:. – Рамонь. – 2011. – 48 с.

158. Третьяков Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И.Кошкин, Н.М. Макрушин и др.: Под ред. Н.Н. Третьякова.– 2-е изд.– М.: КолосС, 2005.– 656 с.

159. Турбин Н.В. Аутополиплоидия: достижения, трудности, перспективы / Н.В. Турбин // Полиплоидия и селекция.– Минск: Наука и техника, 1972.– С. 18-26.

160. Туркова Н.С. Полегание злаков под действием дыхательных ядов / Н.С. Туркова, Г.Р. Лиепиня // ДАН СССР.– 1953.– Т. 93, № 1

161. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы /Е.С. Уланова.– Л.: Гидрометеоиздат, 1975.– 302 с.

162. Фадеева О.И. К вопросу о физиологических критериях продуктивности озимой мягкой пшеницы / О. И. Фадеева, Ф. А. Колесников, Н. Н. Чумаковский и др.// Селекция и генетика пшеницы.– Краснодар, 1982.– С. 250-

260.

163. Федин М.А. Государственное испытание на современном этапе: итоги, задачи, проблемы /М.А. Федин //Селекция и семеноводство.– 1984.– № 6.– С. 2-7.

164. Фёдоров А. К. Модель сорта озимой пшеницы и ее роль в селекции / А. К. Фёдоров // Сельское хоз-во за рубежом.– 1980.– № 11.– С. 17-20.

165. Фесенко А. Н. Влияние локуса Limited secondary branching (LSB) на развитие репродуктивной системы и продуктивность растений гречихи / А. Н. Фесенко, Н. Н. Фесенко //Доклады РАСХН.– 2006.– № 3.– С. 4-6.

166. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений /Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др.; Под ред. Н.Н. Третьякова.– 2-е изд.– М.: КолосС, 2005.– 656 с.

167. Хангильдин В. В. Ценотические взаимоотношения сортов озимой пшеницы в бинарных смесях при разной популяционной плотности / В. В. Хангильдин, В. С. Власенко // С.-х. биология. Сер. Биол. растений.– 1992.– № 1.– С. 43-51.

168. Чайкин В.В. Селекция озимой ржи в условиях Центрально-Черноземного региона на продуктивность и адаптивность /В.В. Чайкин: Дисс. доктора с.-х. наук: 06.01.05.– Каменная Степь, 2018.– 345 с.

169. Чайкин В.В. Перспективные морфотипы озимой ржи /В.В. Чайкин, Е.А. Тороп, А.А. Тороп //Зерновое хозяйство России.– 2010.– №4(10).– С. 46-50.

170. Чевердина Г.В. Морфофизиологические особенности тетраплоидной ржи в связи с ее продуктивностью: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.05. - Немчиновка, 1996.– 17 с.

171. Чесноков Н. С. Метод сложных популяций в создании сорта ржи Саратовская 4/ Н. С. Чесноков: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. Саратов, 1975.– 31 с.

172. Чеховская Э.С. Стерильные формы озимой ржи /Э.С. Чеховская // Селекция и семеноводство.– 1965.– № 5.– С. 53-54.

173. Шатилов И. С. Роль органов растений в формировании урожая ячменя на различных агрофонах / И. С. Шатилов, А. В. Ваулин // Вестник с.-х. науки.– 1972.– № 10.– С. 19-29.

174. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР /Д.И. Шашко.– Л.: Гидрометеоиздат,1985.– 248 с.

175. Шевцов И.А. Генетические принципы улучшения аутополиплоидных растений / И.А. Шевцов.– К.: Наукова думка, 1976.– 216 с.

176. Шибаев П.Н. К вопросу о селекции ржи на качество /П.Н. Шибаев //Тр. конф. по улучшению селекционно-семеноводческой работы с зерновыми культурами в РСФСР.– М.: Московский рабочий 1973.– С. 98-104.

177. Шитикова-Русакова А.А Вредоносность ржавчины хлебных злаков / А.А. Шитикова-Русакова // Ржавчина зерновых культур. Под. ред. Н.А. Наумова.– М., 1939.– С. 212-225

178. Шульгин А.М. Агроклиматические условия перезимовки озимых культур в СССР А.М. Шульгин // Вестник с.-х. науки.– 1960.– № 3.– С. 109-115.

179. Шульгин И. А. Об адаптации архитектоники растений к солнечной радиации / И. А. Шульгин, С. В. Климов, А. А. Ничипорович // Физиология растений.– 1975.– Т. 22, Вып. 1.– С. 40-48.

180. Энергия ржи для здоровья человека /Сысуев В.А., Кедрова Л.И., Лаптева Н.К., Уткина Е.И. и др.- Киров: НИИСХ Северо-востока, 2010.– 103 с.

181. Югенхеймер Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование / Р.У. Югенхеймер.– М.: Колос, 1979.– 519 с.

182. Ясина М. Л. Изменчивость и наследование основных хозяйственно ценных признаков короткостебельной ржи в Северном Поволжье / М. Л. Ясина: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.15.Ленинград, 1986.– 18 с.

183. Andersson R. Extractable dietary fiber in rye – content and molecular weight distribution in grain and food /R. Andersson //ICC/IGV Rye conference 11.03.2007.

184. Austin R. B. Genetic improvements in winter wheat yields since 1990 and associated physiological changes / R. B. Austin, J. Bingham, R. D. Blackwell et al. // J. agric. science.– 1980.– V.94, № 3. – P. 657-689.

185. Becker H.C. Heterosis and hybrid breeding /H.C. Becker, W. Link //100 Years of genetics for plant breeding.– Mendel, meiosis and marker. Brno (Czech Republic), 2000.– P. 319-327.

186. Bhutta W. M. Comparison of water relations and drought related flag leaf traits in hexaploid spring wheat (Tr. aestivum L.) / W. M. Bhutta, M. Ibrahim, S. Tahira // Plant, soil and enwironment.– 2006.– V. 52, № 5.– P. 234-238.

187. Borojevic S. Genetski napredak u povećanju prinosa pљenice / S. Borojevic // Savr. poljoprivr.– 1990.– G.38, № 1-2.– S. 25-47.

188. Boros D. European rye for enhanced food and feed /D. Boros //International conference on rye breeding and genetics.– Wrocław (Poland): Wrocław university of environmental and life sciences, 2015.– P. 56.

189. Boros D. Extract viscosity as an indirect assay for water-soluble pentosan content in rye /D.Boros, R.R. Marquardt, B.A. Slominski et al. //Cereal chem..– 1993.– V. 70 (5).– S. 578-580.

190. Brummer J.M. Rye flour – a compendium of flour improvement /J.M. Brummer.– Verlagrimedia, 2006.– 480 p.

191. Dekov D. Effect of lodging and measures taken to prevent it on the quality of hard wheat /D. Dekov, H. Peev // Rast. nauki.– 1967.– V. 4.– P. 35-43.

192. Foltyn J. Vyuziti ciste produkce zrna k vjleru u ozime psenice / J. Foltyn, J. Bobek // Genet. a. stecht.– 1978.– S.14, № 2.– P .93-100.

193. Frank R. Physiologische Merkmale und Selection auf Erhohung des Ertragsneveaus / R. Frank// Kulturpflanze.– 1987.– Bd.35.– S. 99-106.

194. Geiger H.H. Breeding methods in diploid rye. In Eucarpia – Tagung Roggen // Tagungsber. der Akad. Landwirtsch. - Wiss. der DDR.– 1982.– № 198.– S. 305-332.

195. Geiger H.H., Cytoplasmic male sterility in rye (Secale cereale L.) /H.H. Geiger, F.W. Schnell //Crop Sci.– 1970.– V. 38.– P. 98-99.

196. Gustafson A. The effect of heterozygosity on variability and vigour /A. Gustafson //Hereditas.– 1946.– V. 32.– P. 263-286.

197. Roux S.R., Züchterisches Potential von Roggen (*Secale cereal L.*) für die Biogaserzeugung / S.R. Roux, H. Wortmann, M. Schlathőlter // J. Kulturpflanzen.– 2010.– B. 62, № 5.– S. 173-182.

198. Hübner M. Hybrid rye performance under drought stress in Europe /M. Hűbner, P. Wilde, B. Schmiedchen et al. //Theoret. and applied genet.– 2013.– V. 126 (2).– P. 475-482.

199. Jamai K. D. Breeding of bread wheat (Triticum aestivum L.) for semi-dwarf character and high yield / K. D. Jamai, M. A. Arain, M. A. Javed // Wheat inform. serv..– 2003.– № 96.– P. 11-14.

200. Karlsson R. Pentosans in rye /R. Karlsson // EUCARPIA meeting of the cereal section on rye. Part II.– Svalőv (Sweden), 1985.– 475-490.

201. Kawano Kazuo Harvest index and evolution of major food crop cultivars in the tropics / Kawano Kazuo // Euphytica.– 1990.– V.46, № 3.– P. 195-202.

202. Kobylyansky V. D. Photosynthesis of different plant organs in short stem rye / V. D. Kobylyansky, D. I. Babuzhina // V. f. Pflanzenzьchtung.– 2007.– H. 71.– P. 62-65.

203. Kobylianskii V. Rye breeding for low water soluble pentosans and possibility of ist use in animal feeding /V. Kobylianskii, O. Soloduchina // International conference on rye breeding and genetics.– Wrocław (Poland): Wrocław university of environmental and life sciences, 2015.– P. 57.

204. Kulshrestha V. P. Yield trends of wheat in India and future prospects / V. P. Kulshrestha // Genet. agr. – 1985.– V.39, № 3.– P. 259-268.

205. Lapinski M. Genowa i citoplasmatyczna męska niepłośż u zita (Secale cereale L.) /M. Lapinski .– Szezecin, 1977.– 76 s.

206. Lupton F. G. H. Recent advances in cereal breeding / F. G. H. Lupton // Neth. j. agr. sci. - 1982.– V.30, № 1.– P. 11-23.

207. Mains E.B. Rye resistant to leaf rust, stem rust and powdery mildew

// Journal of agric. research. – 1926.– 32.– P. 874-877.

208. Mains E.B., Diets S.M. Physiologic forms of barley mildew Erysiphe graminis hordei Marshal // Phytopatology.– 1930.– V. 20, № 3.– P. 229.

209. Manner R. Biomass production a plant breeder's view / R. Manner // Improv. oil-seed and ind. crops induced mutat. proc. advisory group meet., Vienna, 17-21 nov. 1980.- Vienna, 1982.- P.265-281.

210. Martiniello P. Breeding progress in grain yield and selected agronomic characters of winter barley (Hordeum vulgare L.) over the last quarter of a century / P. Martiniello, G. Delogu, M. Odoardi et al. // Plant breed.– 1987.– V.99, № 4.– P. 289-294.

211. McLeod J.G. Extract viscosity and feeding quality of rye /J.G. McLeod, Y. Gan, G.J. Scoles et al. // Vortr. f. Pflanzenzüchtung.– 1996.– V. 35.– P. 97-108.

212. Melz Gi. Genetics of a male-sterile rye of “G-type” with results of the first F_1 – hybrids /Gi. Melz, Gu. Melz, F. Hartmann // Proceedings of the EUCARPIA rye meeting, July 4-7, 2001, Radzików, Poland.– P. 43-50.

213. Meuser F. Non-starch polysaccharides /F. Meuser, P. Suckow P, //Chemistry and physics of baking.– London: Royal society of chemistry, Burlington House, 1986.– P. 42-61.

214. Müller H. Zur Erklärung genetischen Funktionssysteme der Polensterilität bei Winterroggen (Secale cereale L.) /H. Müller, G. Grabow, L, Madej //Hod. rośl., aklimat. i nasienn. – 1978.– T. 22, № 5.– S. 303-309.

215. Müller H.W. Stand und Mőglichkeiten der Entwicklng ertragreicher Roggensorten mit verbesserer Auswuchsfestigkeit in der DDR /H.W. Müller, Ch. Peters // Arch. Züchtungsforschung.– 1979.– № 5.– S. 333-334.

216. Natrova Z. Cytoplasmaticka samči sterilita u ozimego żyta /Z. Natrova //Sb. UVTIZ – Genet. a šlechteni.– 1977.– T. 13, № 2.– S. 113-122.

217. Peng S. Single - leaf and canopy photosynthesis of rice// Redesigning rice photosynthesis to inerease yield. - Los Banos (Philippines), - 2000. - P. 213-228.

218. Persson E. Release of sprouting resistant rye in Sweden /E. Persson // Hod. rosl., aklimat. I nasien. – 1975.– T.19, № 5-6.– S. 593-594.

219. Ponomarev S. Photosynthetic potential of varietal populations of winter rye // S. Ponomarev // V. für Pflanzenzüchtung.– 2007.– H. 71.– P. 34-39.

220. Rakowska M. Studies on the antinutritive factors in rye grain / M. Rakowska, K. Raczyńska-Bojanowska, D. Boros //EUCARPIA meeting of the cereal section on rye. Part II.– Svalőv (Sweden), 1985.– 443-474.

221. Rakowska M. The nutritive quality of rye / M. Rakowska // Vortr. f. Pflanzenzüchtung.– 1996.– V. 35.– P. 85-95.

222. Reddy C. D. R. Variability and path analysis of component characters in foxtall millet / C. D. R. Reddy, K. Jhansilanshmi // J. Maharashtra agr. univ.– 1991.– V. 16, № 1.– P. 44-47.

223. Rode J. Rye breeding for bio ethanol production /J. Rode, E. Schumann, P. Wilde tt al. //Vortr. Pflanzenzüchtung.– 2007.– H. 71.– P. 86-96.

224. Roux S.R. Breeding capabiliy of rye (Secale cereal L.) for biogas production /S.R. Roux, H. Wortmann, M. Schlathölter //International symposium on rye breeding and genetics. Minsk, Belarus, 29 june – 2 july 2010. Book of Abstracts.– Zodino (Belarus): SPCAF, 2010.– P. 85.

225. Schulze J. Perspektiven für Roggen als Brotgetreide /J. Schulze, H. Zentgraf // Roggen – Getreide mit Zukunft!–DLG-Verlag: Frankfurt am Main< 2007.– S. 52-54.

226. Samonsson A.-Ch. Carbohydrate and C^{14} incorporation into developing grains of titicale, wheat and rye / A.-Ch. Samonsson, L.-O. Bertholdsson, V. Stoyet et al. // Acta agr. scand. – 1990.– 40, № 2.– P. 163-174.

227. Slafer G. A. Changes in physiological attributes of the dry matter economy of breed wheat (Triticum aestivum) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. A review. / G. A. Slafer, F. H. Andrado // Euphytica.–1991.– V. 51, № 1.– P. 37-49.

228. Stacman E.C., Levine M.N. – Minnesota agric. experim. stat. – Techn. biul.– 1922.– P. 194-200.

229. Stuthman D. D. Observed grain from visual selection for yield in diverse oat populations / D. D. Stuthman, R. P. Steidl// Crop science.– 1976.–V. 16, № 2.– P. 262-264.

230. Torop E. Change of productivity, its elements and morpho-biological characters of the winter rye in the process of breeding /E. Torop //International conference on rye breeding and genetics.– Wrocław (Poland): Wrocław university of environmental and life sciences, 2015.– P. 67.

231. Weipert D. A contribution to estimation of the processing value of rye /D. Weipert //Getreide, Mehl und Brot.– 1983.– B. 37.– № 8.– P. 229-234.

232. Weipert D. Baking performance of rye as influenced by pentosans /D. Weipert //Lecture at the AACC annual conference.– Miami Beach.– 1993

233. Weipert D. Pentosans as selection traits in rye breeding /D. Weipert // Vortr. f. Pflanzenzüchtung.– 1996.– V. 35.– P. 109-119.

234. Weipert D. Quellstoff – Starkeverhaltnis bei unterschiedlichen Roggenqualität / D. Weipert, H. Zwingelberg //Getreide, Mehl und Brot.– 1980.– B. 34.– № 4.– S. 97-100.

235. Wilde P. Genetic gain hybrid rye breeding: achievements and challenges /P. Wilde, P. Bajgain, P. Dopierala et al. //International conference on rye breeding and genetics. Conference abstracts. – Wrocław (Poland), Wrocław university of environmental and life sciences.– 2015.– P. 20-21

236. Wilson D. Development of better selection criteria / D. Wilson // Efficiency in plant breeding.– Wageningen, 1984.– P. 117-129.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А

Структурный анализ новых морфотипов озимой ржи разных кластеров (2013-2015 гг)

Показатель	1	2	3	St
Количество растений на 1 м^2, шт.	38,8935±0,4915	39,7763±0,4451	38,0469±0,8419	57,2951±1,5627
Количество побегов 1 м^2, шт.	446,3814±4,3546	456,5604±6,3588	542,9478±9,7631	574,9933±11,8450
Количество продуктивных побегов на 1 м^2, шт.	331,5897±10,5673	328,2294±11,0713	429,7918±9,3054	455,5941±10,6404
Кустистость общая, побег/растение	2,6671±0,0661	3,0506±0,0572	11,1326±0,0577	4,9985±0,1360
Кустистость продуктивная, побег/растение	3,7983±0,0891	2,8208±0,1668	4,8076±0,0978	4,3884±0,1047
Доля продуктивных побегов, %	84,6796±0,8429	70,4923±0,0697	78,7295±0,8279	80,1809±0,9670
Высота растения, см.	96,9201±0,5647	90,3644±0,5688	103,8137±0,5097	106,4989±0,5632
Масса 1 побега, г.	2,7564±0,0278	2,5531±0,0284	3,2571±0,0440	3,4461±0,0505
Удельная ценотическая продуктивность, кг/м^3.	1,7586±0,0124	1,7507±0,0123	1,7966±0,0403	1,8324±0,0426
Масса зерна с 1 колоса, г.	1,3963±0,0143	1,2209±0,0128	1,6562±0,0184	1,6960±0,0201
$К_{хоз}$	0,4677±0,0019	0,4699±0,0019	0,5527±0,0020	0,4784±0,0059
Количество зерен на 1 м^2, тыс. шт.	18,5835±0,5449	18,1514±0,5802	24,5708±0,7089	24,9430±0,7661
Урожайность биологическая, г/дел	455,7237±19,1251	375,8098±20,3823	778,2980±22,6963	790,7102±23,9378
Урожайность фактическая, г/дел	305,1969±3,6700	389,8340±3,5979	381,1167±7,2508	356,8882±8,2693
Масса зерна с растения, г.	4,9476±0,1564	2,3063±0,1435	4,4933±0,1871	4,6388±0,2003
Длина верхнего междоузлия, см.	17,6436±0,2013	17,0867±0,2091	20,9388±0,1909	21,8595±0,2139
Масса верхнего междоузлия, г.	0,1354±0,0026	0,1357±0,0027	0,1288±0,0021	0,1359±0,0026
Удельная масса верхнего междоузлия, мг.	5,6088±0,0011	7,6762±0,1182	5,1504±0,0299	5,9889±0,0815
Сопротивление излому верхнего междоузлия, г.	393,5965±7,4978	397,5945±8,0064	308,6997±5,2818	300,7120±5,6064
Количество цветков в колосе, шт.	70,6536±0,3468	69,3592±0,3966	67,3236±0,2152	66,5950±0,2356
Количество зерен в колосе, шт.	55,1417±0,4049	54,1347±0,4567	53,4777±0,2473	52,9607±0,2635
Озерненность колоса, %	79,6286±0,3717	79,3289±0,4226	81,4829±0,2313	81,1857±0,2532
Масса 1000 зерен, г.	25,0018±0,1030	24,6523±0,1043	29,7162±0,2328	30,6873±0,2562
Коэффициент устойчивости к полеганию	43,3226±0,9218	35,4699±0,6969	38,9098±0,8046	45,3993±1,2360
Масса зерна с 1 м^2	455,7237±19,1251	375,8098±20,3823	778,2980±22,6963	790,7102±23,9378
Индекс перспективности	0,3044±0,0014	0,3373±0,0016	0,2815±0,0004	0,2986±0,0035
Фино-скандинавский индекс	0,4414±0,0014	0,5238±0,0032	0,5640±0,0014	0,5063±0,0053
Мексиканский индекс	0,0156±0,0001	0,0155±0,0002	0,0156±0,0002	0,0161±0,0002

Структурный анализ новых морфотипов озимой ржи разных кластеров (2013-2015 гг)

Показатель	4	5	6	St
Количество растений на 1 м^2, шт.	69,7986±3,7167	42,8547±1,4597	30,2269±0,9991	57,2951±1,5627
Количество побегов 1 м^2, шт.	481,8833±19,4808	553,5403±3,7716	397,0619±36,5238	574,9933±11,8450
Количество продуктивных побегов на 1 м^2, шт.	252,5383±5,0523	407,5488±0,4997	315,8523±33,6144	455,5941±10,6404
Кустистость общая, побег/растение	6,5557±0,0572	2,7428±0,0825	4,5405±0,4071	4,9985±0,1360
Кустистость продуктивная, побег/растение	4,2146±0,0396	1,8814±0,0298	2,8372±0,2905	4,3884±0,1047
Доля продуктивных побегов, %	78,4512±0,3889	76,5252±0,3432	81,5224±3,8924	80,1809±0,9670
Высота растения, см.	102,7076±0,6805	96,2953±0,6248	135,4906±1,8285	106,4989±0,5632
Масса 1 побега, г.	3,6407±0,0483	3,5377±0,0437	4,2722±0,1129	3,4461±0,0505
Удельная ценотическая продуктивность, кг/м^3.	0,6096±0,0092	1,8199±0,0483	0,8084±0,1038	1,8324±0,0426
Масса зерна с 1 колоса, г.	1,0803±0,0118	1,5988±0,0129	1,4935±0,0376	1,6960±0,0201
$К_{хоз}$	0,4411±0,0012	0,4768±0,0030	0,4214±0,0080	0,4784±0,0059
Количество зерен на 1 м^2, тыс. шт.	13,6023±0,3785	26,0166±0,4294	16,6708±2,0710	24,9430±0,7661
Урожайность биологическая, г/дел	235,4505±9,6103	738,3587±27,9567	469,1156±57,7325	790,7102±23,9378
Урожайность фактическая, г/дел	136,1513±6,3565	557,7102±2,5625	207,9198±11,9984	356,8882±8,2693
Масса зерна с растения, г.	3,5039±0,0150	2,9384±0,0215	3,8096±0,4645	4,6388±0,2003
Длина верхнего междоузлия, см.	19,7195±0,2719	18,6049±0,2476	32,2226±0,6261	21,8595±0,2139
Масса верхнего междоузлия, г.	0,1472±0,0028	0,1051±0,0017	0,2033±0,0073	0,1359±0,0026
Удельная масса верхнего междоузлия, мг.	6,6087±0,0698	7,1263±0,0636	6,0652±0,1630	5,9889±0,0815
Сопротивление излому верхнего междоузлия, г.	320,0883±6,4239	376,0795±8,1589	241,0796±10,6124	300,7120±5,6064
Количество цветков в колосе, шт.	71,2959±0,3767	71,7753±0,3919	69,9916±0,6803	66,5950±0,2356
Количество зерен в колосе, шт.	55,0748±0,4737	57,2786±0,4537	51,3093±0,8672	52,9607±0,2635
Озерненность колоса, %	79,9234±0,4247	80,8582±0,3867	77,1921±0,7482	81,1857±0,2532
Масса 1000 зерен, г.	32,0125±0,0493	30,9319±0,0493	27,5190±0,1412	30,6873±0,2562
Коэффициент устойчивости к полеганию	24,1906±0,7886	63,9677±1,4586	25,8632±2,1082	45,3993±1,2360
Масса зерна с 1 м^2	235,4505±9,6103	738,3587±27,9567	469,1156±57,7325	790,7102±23,9378
Индекс перспективности	0,2661±0,0020	0,3266±0,0006	0,2033±0,0036	0,2986±0,0035
Фино-скандинавский индекс	0,4813±0,0039	0,5505±0,0041	0,3297±0,0122	0,5063±0,0053
Мексиканский индекс	0,0091±0,0001	0,0185±0,0003	0,0090±0,0003	0,0161±0,0002

Приложение В

Физико- химические и технологические свойства зерна новых морфотипов озимой ржи за 2013-2015 гг

Образец	Натура	Стекловидность		Белок, %	Крахмал, %	МТЗ, г	Высота амилограммы, е. а.
		%	балл				
средний St	707,48±0,28	28,65±0,18	1,98±0,03	12,03±0,01	52,03±0,05	31,71±0,05	283,68±1,80
1	700,20±4,44	26,91±3,46	2,24±0,24	12,31±0,18	51,66±0,87	33,98±0,72	168,50±17,13
2	705,80±5,46	27,41±2,72	2,78±0,59	12,27±0,16	51,97±0,66	33,22±0,67	221,00±22,57
3	699,20±4,38	26,46±3,41	1,40±0,34	12,26±0,12	52,22±0,79	32,46±0,48	217,00±27,94
4	687,60±4,87	26,60±2,62	2,40±0,44	13,03±0,19	53,09±0,54	30,53±0,97	198,50±21,89
5	692,20±4,33	27,92±2,80	2,20±0,40	12,13±0,09	52,17±0,83	32,46±0,63	253,00±31,43
6	672,00±7,13	24,11±3,09	2,80±0,73	12,45±0,27	52,68±0,61	31,80±0,61	217,50±18,82
7	675,80±5,76	25,96±2,76	2,80±0,60	12,51±0,18	50,98±0,88	32,60±0,50	201,50±17,21
8	650,80±6,53	27,11±3,10	2,02±0,32	12,70±0,20	51,41±0,88	30,63±0,78	179,50±15,35
9	699,42±5,94	27,97±2,96	3,00±0,35	12,42±0,29	52,47±0,64	32,55±0,70	251,50±26,66
10	686,60±5,68	27,62±2,74	3,22±0,45	12,56±0,17	50,90±0,85	32,43±0,46	191,50±18,53
11	667,60±6,82	27,80±2,79	2,60±0,51	12,65±0,17	50,62±0,80	33,21±0,54	197,50±21,31
12	687,80±4,51	25,16±2,91	2,22±0,36	12,11±0,21	51,42±0,73	32,54±0,83	241,70±23,61
13	691,00±7,09	27,72±2,71	3,40±0,64	12,60±0,16	51,94±0,86	32,26±0,50	226,00±17,32
14	682,60±6,50	24,77±2,97	1,80±0,29	12,70±0,16	51,90±0,83	32,74±0,71	217,50±22,42
МУП	652,33±31,35	19,33±6,58	2,67±1,18	13,86±0,04	51,93±0,30	28,10±1,53	245,00±67,37

Физико- химические и технологические свойства зерна новых морфотипов озимой ржи за 2013-2015 гг

Образец	t^0 max клейстеризации, С	Число падения, С	Подрыв нижней корки, балл	Высота, см	Диаметр, см	Отношение высота/диаметр	Состояние мякиша, балл
средний St	68,42±0,08	257,86±0,51	1,83±0,01	5,01±0,01	5,41±0,004	0,93±0,001	2,17±0,01
1	66,78±0,83	230,00±6,00	1,95±0,08	4,95±0,09	5,39±0,046	0,92±0,016	2,12±0,12
2	66,55±0,60	191,00±1,00	1,55±0,14	5,17±0,12	5,40±0,026	0,96±0,018	2,30±0,15
3	65,49±1,23	229,00±10,00	1,90±0,15	5,11±0,16	5,55±0,098	0,93±0,030	2,10±0,17
4	66,16±0,94	229,50±7,50	1,90±0,23	5,05±0,08	5,48±0,062	0,92±0,006	2,10±0,09
5	67,81±1,34	267,50±21,50	2,02±0,22	5,02±0,16	5,36±0,037	0,94±0,029	2,12±0,10
6	65,29±0,61	215,00±6,00	1,60±0,18	5,25±0,13	5,45±0,054	0,96±0,015	2,10±0,17
7	66,67±0,84	267,50±7,50	2,00±0,16	5,18±0,10	5,41±0,058	0,96±0,015	2,42±0,15
8	67,53±0,82	267,50±1,50	2,10±0,24	5,00±0,10	5,49±0,050	0,91±0,012	2,02±0,08
9	67,35±1,13	263,50±12,50	1,90±0,24	4,94±0,10	5,43±0,035	0,91±0,015	2,00±0,14
10	66,06±0,82	230,00±13,00	1,40±0,09	5,26±0,12	5,29±0,030	1,00±0,026	2,30±0,13
11	65,89±0,89	237,50±6,50	1,30±0,10	5,12±0,09	5,61±0,075	0,91±0,014	2,00±0,18
12	65,73±0,78	231,50±16,50	1,80±0,20	5,21±0,14	5,51±0,068	0,94±0,019	2,10±0,12
13	66,54±0,86	251,00±11,00	1,70±0,13	5,02±0,10	5,38±0,036	0,93±0,013	1,80±0,13
14	65,62±1,01	251,00±11,00	1,50±0,14	5,04±0,10	5,25±0,040	0,96±0,020	1,70±0,15
МУП	64,33±0,40	±	1,33±0,12	5,30±0,07	5,52±0,103	0,96±0,007	2,00±0,00

Приложение С

СПРАВКА

о внедрении результатов, полученных И.С. Браиловой при проведении исследований по теме диссертационной работы «Морфо-физиологическая характеристика новых морфотипов озимой ржи»

Данная работа выполнена в связи с потребностями практической селекционной работы с озимой рожью в институте. Главной задачей исполнителя работы был выбор среди нового селекционного материала на основании его разностороннего изучения наиболее ценного, пригодного для дальнейшего увеличения потенциальной и реальной урожайности озимой ржи при сохранении устойчивости к неблагоприятным условиям среды.

Для решения этой задачи исполнителю (И.С. Браиловой) был передан необходимый для проведения исследований материал – новые, созданные из редко встречающихся в селекционном и коллекционном материале, уникальных по своей морфологии форм ржи.

В результате разностороннего изучения этого материала с использованием принятых в настоящее время методов исследования были получены результаты, использование которых в практической селекционной работе весьма целесообразно. На основании рекомендаций И.С. Браиловой в интенсивную селекционную проработку в лаборатории включены крупнолистые эректоиды, в качестве источника комплекса ценных в селекционном отношении признаков используется морфотип 2, а в качестве одного из источников устойчивости к бурой ржавчине – морфотип 6.

Зав. лабораторией селекции
озимой ржи, канд. с.-х. наук В.В. Чайкин

Подпись В.В. Чайкина заверяю.
Зав. отделом кадров НИИСХ ЦЧП Н.С. Балюнова