

На правах рукописи

Лыскова

**ЛЫСКОВА
ИРИНА ВЛАДИМИРОВНА**

**АДАПТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ,
КАК ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ**

Специальность: 06. 01. 05 – селекция и семеноводство

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Саратов – 2003

Работа выполнена на Фалёнской селекционной станции и в Зональном Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого

Научный руководитель – доктор биологических наук,
профессор В.М. Бебякин

Официальные оппоненты – доктор биологических наук С.Н.Сибикеев
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Н.С.Орлова

Ведущая организация – ФГНУ Поволжский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы

Защита диссертации состоится "18" декабря 2003 г в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.050.01 при Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Юго-Востока по адресу: 410010, Саратов, ул. Тулайкова, 7, зал заседаний

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НИИСХ Юго-Востока

Автореферат разослан "15" ноября 2003 г

Ученый секретарь

диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Ю.Е. Сибикеева

2003-А
19871

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

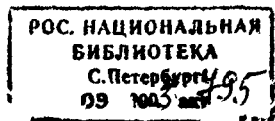
Актуальность темы. Улучшение качества зерна озимой ржи было и остается одним из главных приоритетов селекции этой культуры в Нечерноземной зоне России. Для интенсификации селекционного процесса важное значение имеет выбор селекционного материала и системы признаков, обеспечивающих эффективный отбор ценных генотипов на всех этапах создания сорта. Оптимизация селекции практически невозможна без изучения адаптивности вовлекаемых в скрещивания сортов по признакам и свойствам, улучшение которых является целью селекции, а также без изучения селекционной значимости критериев качества зерна. Целевых же исследований в этом направлении в условиях Северо-Востока Европейской части страны не проводилось, несмотря на всю их актуальность.

Цель и задачи исследований. Целью работы являлось изучить адаптированность сортов озимой ржи в условиях Северо-Востока как исходного материала для селекции и оценить селекционную значимость показателей качества зерна. В задачу исследований в связи с этим входило:

- выявить фенотипическую изменчивость показателей продуктивности и качества зерна в селекционных посевах, генотип-средовые эффекты, а также долю влияния генотипа и факторов внешней среды на выраженность признаков;
- изучить пластичность, стабильность и гомеостатичность сортов по показателям, обуславливающим продуктивность, физические свойства зерна и состояние углеводно-амилазного комплекса;
- оценить информативность критериев качества зерна, их вклад в хлебопекарные достоинства ржи и корреляционные взаимоотношения между ними.

Основные положения, выносимые на защиту:

- 1) изменчивость показателей физических свойств зерна и состояния углеводно-амилазного комплекса;
- 2) вклад генотипа и факторов внешней среды в формирование урожая и качества зерна;



- 3) адаптивность сортов озимой ржи по признакам, обуславливающим урожай и качество зерна;
- 4) информативность критериев качества зерна и корреляционные взаимоотношения между ними на фенотипическом и генотипическом уровнях.

Научная новизна. Впервые в условиях Северо-Востока Европейской части России проведена комплексная оценка 18 сортов озимой ржи по продуктивности, качеству зерна и адаптивности в интересах селекции. Выявлены сорта, формирующие на высоком уровне урожай, натурную массу зерна и содержание белка, а также сорта с пониженной активностью альфа-амилазы и оптимальной вязкостью суспензии. Наиболее адаптированы в условиях Северо-Востока по комплексу признаков и свойств Вятка 2, Фалёнская 4 и Нарымская 89.

Показатели продуктивности и технологических свойств зерна подвержены довольно сильному влиянию условий года и места произрастания, что доказывается неустойчивостью сезонных и региональных эффектов на фенотипическом и генотипическом уровнях. Вклад генотипа в определение фенотипической выраженности числа падения составляет не более 23% от суммы влияния всех других факторов. Выявлена высокая доля влияния генотипа на урожайность (51,4 %), массу 1000 зерен и натурную массу зерна (38,1 – 44,8 %). Условия года наибольшее влияние оказывают на массу зерна с колоса (43,4%), а место произрастания – на стекловидность зерна, число падения и вязкость суспензии (34,8 – 49,0 %).

Сопряженность между урожайностью и ее составляющими между факторными и результирующими показателями качества зерна на фенотипическом и генотипическом уровнях носит неустойчивый характер. Показана информативность критериев технологической ценности зерна, идентифицированы главные факторы качества и основные их компоненты, обоснована минимальная система признаков для целей селекции.

Практическая ценность работы. Выявлены ценные сорта по зимостойкости, продуктивности и качеству зерна, которые могут быть использованы как

исходный материал в региональных программах селекции. Протестирована пластичность, стабильность и гомеостатичность представительной группы сортов по комплексу признаков и свойств, наиболее перспективные из них по адаптивности рекомендованы для широкого использования в селекционном процессе. Изучена селекционная значимость показателей физических свойств зерна, состояния углеводно-амилазного комплекса и хлебопекарных достоинств, отмечены положительные и отрицательные стороны каждого из них, что позволит внести соответствующие коррективы в систему сервисных оценок. Обоснована система критериев, позволяющая при минимальных затратах времени и средств тестировать качество зерна селекционного материала с учетом особенностей селекции озимой ржи в условиях Северо-Востока.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований докладывались на Всероссийском научно-методическом совещании “Вопросы селекции, семеноводства и технологии возделывания озимой ржи в России” (Самара, 2000); на VIII Молодежной научной конференции “Актуальные проблемы биологии и экологии” (Сыктывкар, 2001), на Международной научно-практической конференции “Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка” (Киров, 2003).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 6 работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, предложений и рекомендаций, списка литературы и приложений. Текст изложен на 105 машинописных страницах, иллюстрирован 38 таблицами. Список использованной литературы содержит 139 источников, в том числе 22 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В аналитическом обзоре литературы показано качество зерна озимой ржи как продовольственной культуры, влияние генотипа и условий произрастания на урожай и технологические свойства, адаптивность сортов и сопряженность

между критериями качества зерна, а также их информативность в связи с селекцией.

2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения полевых и лабораторных экспериментов привлекались сорта озимой ржи, представляющие интерес как исходный материал для селекции в условиях Северо-Востока: Вятка 2, Кировская 89, Дымка, Снежана, Фалёнская 4, Волна, Татарская 1, Саратовская 4, Саратовская 5, Саратовская 6, Таловская 29, Валдай, Крона, Альфа, Безенчукская 87, Волхова, Сибирская 82, Нарымская 89 и Петровна.

Полевые опыты проводили в 1998 – 2001 гг. в двух пунктах - селекционных точках (Киров, Фалёнки). Посев размещали в селекционных севооборотах НИИСХ Северо-Востока и Фалёнской селекционной станции по единой схеме и методике. Повторность опытов трёхкратная, размещение сортов в блоках рендомизированное. Норма высева в основных посевах 6 млн. всхожих семян на гектар, площадь делянки 5 м², посев рядовой. Для структурного анализа отбирали пробы по 15 растений от каждой полевой повторности. Оценивались число зёрен и масса зерна с колоса.

Поделяночный анализ зерна включал оценку следующих признаков : масса 1000 зёрен, натурная масса и стекловидность зерна, содержание белка в зерне, число падения, максимальная вязкость суспензии, объемный выход хлеба, отношение высоты подового хлеба к его диаметру (h/d) и общая хлебопекарная оценка. Размол зерна проводили на лабораторной мельнице Квадрумат- Юниор (Германия), выход муки – 60 %. Содержание белка в зерне определяли по методу Къельдаля в модификации Сереньева (Сереньев В.М., 1990). Число падения измеряли на автоматическом приборе Хагберга-Пертена фирмы “Falling Number 1400” (Швеция), а максимальную вязкость суспензии оценивали на амилографе фирмы “Brabender” (Германия) по максимальной высоте амилограммы. Лабораторную выпечку хлеба проводили по методике ВИР (Комаров В.И., Ракитина А.Н., 1985).

Гомеостатичность тестировали по H , (Мартынов С.П., 1990), $НОМ$ и $НОМ_{opt-lim}$ (Хангильдин В.В., 1978). О пластичности судили по коэффициенту регрессии (b). Стабильность оценивали по среднеквадратическому отклонению от линии регрессии (S^2d_i) (Eberhart S.A., Russell W.A., 1966) и по индексу стабильности – ИС (Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И., 1985). Вклад генотипа и средовых факторов в формирование урожая и качества зерна определяли по алгоритму биометрических расчётов (Плохинский Н.А., 1970) на основе данных трехфакторного дисперсионного анализа, выполненного по алгоритму из Германии. Экспериментальные данные обрабатывали по программам дисперсионного, корреляционного (r , r_g), путевого, ковариационного (S_{xy}) и факторного анализов. По результатам факторизации признаков оценивали их информативность. Сезонные эффекты и эффекты места произрастания выявляли по корреляции (r) между одноимёнными оценками урожая разных лет, а также разных пунктов испытания. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили в вычислительном центре НИИСХ Юго-Востока.

Погодные условия в период активной вегетации (май – июль) различались как температурным режимом, так и количеством осадков и их распределением. Температура воздуха в период формирования и налива зерна в годы проведения полевых экспериментов (1998 - 2001) была выше средней многолетней (103 – 122 % от нормы), а количество выпавших осадков, за исключением 1998 и 1999 гг. (Киров), составляло 22 – 82 % от нормы. Распределение осадков (май – июль) было крайне неравномерным в обоих пунктах испытания сортов.

Автор благодарит доктора с.-х. наук Л.И.Кедрову за проведение отдельных полевых опытов и предоставление зерна сортов, изучаемых в питомнике экологического испытания.

3. ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА И УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ НА ПРОЯВЛЕНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА

3.1. Урожайность и качество зерна сортов озимой ржи как исходного материала для селекции

Наибольшее число зерен в колосе формировали Вятка 2, Фалёнская 4 и Волна, а минимальное – Саратовская 4, Саратовская 5 и Саратовская 6. Генотипические различия по массе зерна с колоса довольно слабые несмотря на достоверность F-критерия. В условиях Фалёнок наибольшую массу зерна с колоса формировал сорт Татарская 1. Повышенную зимостойкость, оцениваемую по количеству сохранившихся после перезимовки растений, показали Вятка 2, Кировская 89, Дымка, Снежана и Фалёнская 4. Низкой зимостойкостью обладают Таловская 29, Валдай, Саратовская 4, Саратовская 5 и Саратовская 6. По урожайности во все годы исследований выделялись такие сорта, как Снежана, Фалёнская 4 и Волна (24,9 – 56,3 ц/га). У большинства сортов продуктивность сильно варьировала в зависимости от условий года и пункта испытаний.

Максимальные различия между сортами по массе 1000 зерен наблюдались в 1999 г., причем наиболее крупное зерно сорта формировали в условиях Кирова. Обратная направленность различий имела место в 2001 году. Мелкое зерно (24,5 – 35,1 г) при рядовом посеве формировала Фалёнская 4, а крупное (34,6 – 66,0 г) – Саратовская 4, Саратовская 5, Саратовская 6 и Безенчукская 87. Высоконатурное зерно (670 – 728 г/л) формирует Фалёнская 4. В целом же различия между сортами по этому признаку проявляются очень четко. Что касается стекловидности зерна, то в отдельные годы (1998, 1999) существенных различий между сортами не наблюдалось. Выделить какой-либо сорт из числа изученных по консистенции эндосперма довольно трудно. Различия по содержанию белка в зерне между сортами в годы их изучения были, как правило, невелики, хотя и достигали между некоторыми из них довольно значительных величин в абсолютном выражении признака (2,0 – 2,3 % - Фалёнки, 2,5 – 3,7 % - Киров). Пониженная белковость зерна проявилась у сорта Волна, а повышен-

ная в отдельные годы имела место у Сибирской 82, Саратовской 4 и Альфы. В условиях Фалёнок низкая активность альфа-амилазы (высокое число падения) отмечена при тестировании зерна из урожая 1998 г., средняя – из урожаев 1999 и 2000 гг., а высокая из урожая 2001 г. При этом ни один из изучаемых сортов не формировал во все годы проведения полевых экспериментов зерно с высоким числом падения. При тестировании зерна, сформированного сортами в условиях Кирова обнаружилось несколько иные результаты. Большинство из них имело невысокую активность альфа-амилазы, за исключением 2000 года. Высокая активность фермента, за редким исключением, независимо от места произрастания зафиксирована у сортов саратовской селекции (62 – 199 с). Сорта озимой ржи довольно чувствительны к изменению условий выращивания не только по числу падения, но и по максимальной вязкости суспензии, оцениваемой по высоте амилограммы. Если, например, в 1998 г. (Фалёнки) вязкость суспензии в зависимости от сорта колебалась от 373 до 578 еа, или укладывалась в ограничительные значения показателя для лучшей по качеству муки (IV группа качества), то в 2001 г. у этих же сортов она колебалась от 55 до 193 еа, то есть была мало пригодна для выпечки хлеба. По данным амилографического анализа зерна из урожая 1999 и 2000 гг. хлебопекарные свойства должны быть хорошими (IV группа качества) соответственно у 9 и 6 сортов из 16 и 17 обследованных. В условиях Кирова четвертую группу качества представляли 8 сортов из 10 (1998 г.), 5 из 18 (1999 г.), 10 из 19 (2000 г.) и 7 из 18 (2001 г.). При этом лучшими по состоянию углеводно-амилазного комплекса оказались Волна и Волхова. По хлебопекарным качествам (объемный выход хлеба, h/d, общая хлебопекарная оценка) четких различий между сортами из года в год не прослеживается.

3.2. Фенотипическая изменчивость показателей продуктивности и качества зерна

Для оценки значимости показателей, улучшение которых является целью селекции, важно знать степень их варьирования в селекционных питомниках.

Масса 1000 зерен в пределах селекционного блока, ограниченного 20 (1998-1999 гг.) и 25 (2000-2001 гг.) делянками, в условиях селекционного питомника (Киров) варьирует незначительно, если исходить из величин коэффициента вариации (4,2 – 6,8 %). Если же оценивать изменчивость признака по размаху колебаний его абсолютных значений, то возникают сомнения в отношении эффективности отбора ценных генотипов. В пределах 20 – 25 делянок, расположенных последовательно, масса 1000 зерен одного и того же сорта может изменяться от 27,6 до 37,0 г (1998 г.), от 21,6 до 27,6 г (1999 г.), от 30,8 до 35,8 (2000 г.) и от 30,2 до 35,6 г (2001 г.). В условиях Фалёнок (1998 г.) варьирование признака проявлялось в меньшей степени (27,2 – 31,6 г). По стекловидности зерна и содержанию в нем белка модификационная изменчивость еще более выражена. Эффективность отбора высокобелковых форм в селекционном питомнике (Фалёнки, 1998 г.) будет вероятно низкой, если отбор как таковой вообще возможен. Чтобы отобрать действительно высокобелковый генотип, необходимо чтобы он превосходил стандартный сорт по содержанию белка на величину 2σ или на 1,6 % в абсолютном выражении. Число падений, призванное тестировать активность альфа-амилазы, в микроопыте на 20 – 25 делянках изменялось в отдельные годы более чем в два раза (Киров). Величина коэффициента вариации (V) составляла: 24,1 % (1998 г.), 22,9 % (1999 г.), 9,7 % (2000 г.) и 18,9 % (2001 г.). В селекционном севообороте Фалёнской селекционной станции зависимость оценок активности альфа-амилазы от выравненности участка по плодородию почвы проявлялась в меньшей степени ($V=9,9\%$).

Выявление сезонных эффектов на фенотипическом и генотипическом уровнях позволяет получать дополнительную информацию по зависимости показателей урожайности и качества зерна от условий года. В условиях Фалёнок сильному воздействию этого фактора подвергаются число зерен в колосе, масса зерна с колоса, стекловидность зерна и его белковость, объемный выход хлеба, h/d и общая хлебопекарная оценка. Согласованность между их оценками в разные годы слабая или вообще отсутствует, что доказывается незначительностью коэффициентов фенотипической корреляции. В меньшей степени подвер-

жены влиянию условий года урожайность, число падения и вязкость суспензии. Слабо реагируют на изменение условий года масса 1000 зерен и натурная масса зерна, что доказывается высокой и значимой корреляцией (r) между результатами их оценок в разные годы ($0,68^*$ - $0,97^{**}$). На генотипическом уровне тесная сопряженность проявляется между оценками зимостойкости, урожайности, массы 1000 зерен и натурной массы зерна ($r_g = 0,63^*$ - $0,94^*$), вполне удовлетворительная – озерненности колоса ($r_g = 0,42$ - $0,85^{**}$) и вязкости суспензии ($r_g = 0,50$ - $0,89^{**}$), удовлетворительная – между оценками активности альфа-амилазы ($r_g = 0,48$ - $0,78^{**}$). В условиях Кирова согласованность между одноименными показателями, измеренными в разные годы, оказалась значительно хуже. Достоверно и устойчиво коррелировали оценки лишь двух показателей – зимостойкости и массы 1000 зерен ($r = 0,61$ - $0,96^{**}$; $r_g = 0,84^{**}$ - $0,98^{**}$). По другим же характеристикам сорта в условиях разных лет менялись местами (рангами), что доказывается неустойчивой взаимосвязью или даже ее отсутствием.

Сопряженность (r_g) между оценками зерна, сформированного в одном и том же году, но в разных пунктах (селекционных точках) оказалась значимой за все годы испытаний (1998 – 2001) по числу зерен в колосе, зимостойкости, массе 1000 зерен, натурной массе зерна и вязкости суспензии ($0,48^*$ - $0,86^{**}$).

3.3. Доля влияния генотипа и средовых факторов на выраженность признаков, обуславливающих урожай и технологическую ценность зерна

Доля влияния генотипа на формирование числа зерен в колосе составляет 26,4 % от суммы влияния всех других факторов. Примерно такой же вклад вносит и фактор “годы” (26,9 %). Пункты оказывают значительно меньшее влияние на озерненность колоса (1,8 %). В сумме организованные факторы обуславливают 71,2 % всей изменчивости признака. Влияние сорта на массу зерна с колоса невелико и составляет всего лишь 3,6 % от суммы всех действующих факторов. Основной же вклад в продуктивность колоса вносят условия года (43,4 %). Доля влияния фактора “пункты” невелика (3,7 %), а взаимодействие пункты \times

сорта обуславливает 10,4 % изменчивости признака. Зимостойкость озимой ржи зависит, в основном, от условий года (20,0 %), генотипа (28,8 %) и их взаимодействия (20,9 %). Все другие организованные факторы контролируют 21,6 % изменчивости количества перезимовавших растений. Доля влияния генотипа на урожайность составляет 51,4 % от суммы влияния всех факторов, тогда как на другие (организованные) факторы приходится 38,6 % (табл.1). Масса 1000 зерен зависит в основном от сорта (44,6 %) и от места произрастания (20,8 %). Условия года слабо влияют на этот признак (4,0 %). Вклад организованных факторов в формирование натурной массы зерна достигает 93,6 % (табл.1).

Стекловидность зерна зависит в основном от места произрастания (49,0 %). В меньшей степени влияют на этот признак генотип (10,2 %) и условия года (1,8 %). Вклад организованных и случайных факторов в формирование белка и степени выраженности таких показателей как число падения, максимальная вязкость суспензии и h/d показан в таблице 1. Основной вклад в объемный выход хлеба вносят условия года. Доля влияния этого фактора преобладает над всеми другими (57,6 %).

Таблица 1

Доля влияния (Н) генотипа и факторов внешней среды на урожайность и качество зерна

Факторы	Урожайность	Натурная масса зерна	Содержание белка в зерне	Число падения	Вязкость суспензии	h/d
А (годы)	0,076**	0,011**	0,207**	0,016**	0,208**	0,274**
В(пункты)	0,078**	0,250**	0,233**	0,375**	0,348**	0,036**
АхВ	0,021**	0,110**	0,042**	0,144**	0,108**	0,161**
С (сорта)	0,514**	0,381**	0,153**	0,230**	0,161**	0,177**
АхС	0,099**	0,072**	0,111**	0,059**	0,035**	0,069*
ВхС	0,059**	0,086**	0,039**	0,044**	0,012**	0,033**
АхВхС	0,057**	0,031**	0,061**	0,097**	0,069**	0,038**
В сумме	0,900**	0,936**	0,844**	0,966**	0,940**	0,781**
Блоки	0,013	0,005	0,003	0,001*	0,001	0,019*
Случайные	0,087	0,059	0,153	0,033	0,059	0,200

*,** - Значимо соответственно на 5 и 1 %-ном уровнях.

Примечание. Число градаций фактора А - 3 (годы), В - 2 (пункты), С - 17 (урожайность, содержание белка), С - 15 (число падения), С - 13 (вязкость суспензии), С - 11 (натурная масса зерна) и С - 7 (h/d) - сорта.

4. АДАПТИРОВАННОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ, КАК ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

4.1. Пластичность, стабильность и гомеостатичность сортов по компонентам урожая

Масса зерна с колоса у большинства исследуемых сортов варьирует довольно сильно ($V=15,8 - 30,2\%$). По пластичности, тестируемой по коэффициенту регрессии (b_i) сорта не различаются между собой. Отклонения b_i от 1 незначимы, следовательно изменения массы зерна с колоса у всех сортов будут следовать за изменением условий среды. Стабильность ($S^2 d_i$), оцениваемая по среднеквадратическому отклонению от линии регрессии, наиболее высокая у Кировской 89, Альфы, Нарымской 89 и Волховы. По индексу стабильности (ИС) к лучшим следовало бы отнести, Альфу, Безенчукскую 87 и Волхову. Повышенным гомеостазом (H_i) обладают Татарская 1, Саратовская 6 и Безенчукская 87, пониженным – Фалёнская 4 и Нарымская 89.

Количество сохранившихся после перезимовки растений у некоторых сортов (Саратовская 6, Таловская 29, Саратовская 4, Саратовская 5 и др.) варьирует во времени и в пространстве довольно сильно ($V=63,0 - 84,5\%$). Самым пластичным по зимостойкости оказался сорт Волхова ($b_i=2,16^*$). У других сортов зимостойкость изменялась в полном соответствии с изменением условий среды, что доказывается незначимостью отклонений b_i от 1. Различия между сортами по дисперсии стабильности ($S^2 d_i$) проявляются достаточно четко. По индексу стабильности к наиболее устойчивым по зимостойкости сортам следует отнести Кировскую 89, Дымку, Фалёнскую 4 и Волну. Неустойчивые же сорта такие как Саратовская 4, Саратовская 5, Саратовская 6, Безенчукская 87 и другие. По гомеостатичности выделяются Вятка 2, Фаленская 4, Кировская 89, Дымка и Волна. Особенно высоким гомеостазом отличаются первые два сорта, у которых проявление зимостойкости одинаковое как на лимитированном, так и на оптимальном фонах.

Варьирование урожайности наиболее сильным было у сортов Поволжской селекции, а также у Таловской 29 (табл.2). Значения коэффициента регрессии (b_1) значительно не отклоняются от 1, следовательно можно считать, что все сорта показывают неплохую по урожайности пластичность. Наиболее устойчиво формируют урожайность Фалёнская 4, Кировская 89, Снежана и Волна.

Наиболее устойчиво формируют урожайность Фалёнская 4, Кировская 89, Снежана и Волна. Высокий гомеостаз (H_1 , НОМ) по урожайности показывают Дымка, Снежана, Фалёнская 4, Волна и Петровна, низкий – сорта селекции Поволжья (табл.2).

Таблица 2

Адаптивность сортов озимой ржи по урожайности

Сорт	V, %	Пластичность и стабильность			Гомеостатичность		
		b_1	S^2d_1	ИС	H_1	НОМ	НОМ _{opt-lim}
Вятка 2	-	0,43	148,1	-	3,03	148,9	-28,6
Кировская 89	16,9	0,42	28,3	131,9	-0,35	196,5	48,7
Крона	44,0	1,08	131,5	44,8	0,46	66,7	2,1
Дымка	24,1	0,96	61,0	113,7	5,22	169,3	16,3
Снежана	21,4	0,70	64,0	128,5	4,51	191,4	35,4
Фалёнская 4	21,0	0,76	72,1	142,3	6,68	211,8	22,5
Татарская 1	33,5	1,25	62,6	68,4	1,47	101,8	3,4
Волна	21,8	0,83	61,3	130,4	5,65	194,1	13,2
Саратовская 6	73,8	1,31	58,6	14,4	-6,54	21,4	0,8
Таловская 29	61,9	1,74	33,2*	23,7	-2,79	35,4	1,1
Петровна	23,6	1,00	5,3	115,7	4,84	172,3	8,3
Альфа	26,5	0,54	2,4	60,6	-3,95	90,2	16,7
Саратовская 4	106,2	1,02	96,6	6,8	-8,86	10,2	0,4
Саратовская 5	115,2	0,89	132,0	6,1	-8,25	9,1	0,4
Нарымская 89	27,0	1,18	19,3*	86,4	3,92	128,6	4,6
Безенчукская 87	74,1	1,17	67,9	13,7	-6,40	20,4	0,7
Волхова	58,6	1,71	107,0	30,1	1,37	44,9	1,1

* - Значимо по F-критерию.

Примечание. Доверительный интервал для H_1 – 0,68. Прочерк означает, что Вятка 2 при статистической обработке данных использована в качестве стандарта.

Итак, адаптированными в условиях Кировской области сортами по зимостойкости и продуктивности являются Кировская 89, Фалёнская 4 и Волна. Высокую пластичность по зимостойкости показал сорт Волхова, а повышенный гомеостаз по урожайности – Вятка 2.

4.2. Пластичность, стабильность и гомеостаз сортов по физическим свойствам зерна и состоянию углеводно-амилазного комплекса

Невысокая изменчивость ($V=9,5 - 10,9\%$) массы 1000 зерен проявляется у Татарской 1, Кроны и Волны, значительная же ($21,3 - 21,6\%$) у Саратовской 5 и Саратовской 6. Изменение условий выращивания не вызывало адекватного изменения признака у Вятки 2, Кировской 89, Татарской 1 и Нарымской 89. Коэффициент регрессии (b_i), тестирующий пластичность, у этих сортов меньше единицы ($0,69^* - 0,84^*$). Остальные же сорта достоверно не различаются по b_i . Высокую стабильность по крупности зерна во времени и в пространстве показали такие сорта как Вятка 2, Кировская 89, Татарская 1, Нарымская 89 и Волхова. Все они, за исключением последнего, как было показано выше, лишены адекватного отклика на улучшение условий выращивания. Неустойчивостью в изменяющихся условиях среды отличаются сорта Поволжской селекции. Высокий индекс стабильности (ИС) по отношению к Вятке 2 показывают Кировская 89, Крона, Дымка, Татарская 1 и Волна.

Натурная масса зерна – слабо варьирующий признак (табл.3). Высокую пластичность показал лишь один сорт – Крона. Наименьшая вариация стабильности (S^2d_i) и максимальное значение индекса (ИС) зафиксированы у Петровны и Дымки. Повышенную устойчивость по ИС показала и Фалёнская 4. Большое разнообразие сортового состава обнаружилось по гомеостатичности. Максимальные и положительные значения H_i зафиксированы у Фалёнской 4, Петровны, Дымки и Вятки 2. Некоторые сорта (Дымка, Фалёнская 4, Петровна) повышенную устойчивость к изменению условий выращивания сочетают с высоким гомеостазом (табл.3).

Изменчивость стекловидности зерна в значительной мере определяется и сортом ($V=15,7 - 47,3\%$). Максимальная вариация (V) признака имела место у Саратовской 4 ($42,5\%$) и Саратовской 5 ($47,3\%$), минимальная же у Татарской 1 и Кировской 89 ($15,7 - 15,9\%$).

По пластичности существенных различий между сортами не прослеживается. Наибольший интерес по стабильности признака представляет сорт Киров-

ская 89. Сорты значительно различаются по гомеостатичности (H_i), значения которой варьируют от 6,6 до -5,9 при доверительном интервале 0,73. Повышенным гомеостазом по стекловидности зерна обладают Вятка 2, Кировская 89 и Волна. Высокие и отрицательные значения H_i у Дымки, Саратовской 6 и Безенчукской 87 указывают на невысокую их приспособленность к изменению условий произрастания. По другим характеристикам гомеостаза (HOM , $HOM_{opt-lim}$) к адаптивным следует отнести и такие сорта как Фалёнская 4 и Татарская 1.

Таблица 3

Адаптивность сортов озимой ржи по натурной массе зерна

Сорт	V, %	Пластичность и стабильность			Гомеостатичность		
		b_i	S^2d_i	ИС	H_i	HOM	HOM _{opt-lim}
Вятка 2	-	0,48	246,5	-	3,54	30294	1069
Кировская 89	2,3	0,80	74,4*	95,7	-9,47	28994	821
Крона	3,8	1,57*	52,7*	57,3	-4,44	17344	266
Дымка	2,2	0,93	15,0*	105,9	3,82	32076	692
Снежана	2,3	0,91	45,6*	97,0	-2,02	29389	621
Фалёнская 4	1,8	0,57	110,6	126,4	7,04	38299	1064
Татарская 1	3,9	1,51	142,4*	57,4	-2,03	17390	250
Волна	2,3	0,89	72,6*	96,4	0,30	29215	600
Петровна	1,9	0,81	14,9*	120,9	5,21	36613	955
Нарьомская 89	2,7	1,08	67,7*	83,8	2,03	25385	600
Волхова	4,5	1,44	486,9	48,8	-3,99	14769	326

* - Значимо по t (для b_i) и F (для S^2d_i)-критериям на 5%-ном уровне.

Примечание. Доверительный интервал для H_i - 0,77. Прочерк означает, что Вятка 2 при статистической обработке данных использована в качестве стандарта.

Изменчивость содержания белка в зерне озимой ржи можно оценивать как среднюю ($V = 6,5 - 13,3$ %). Значения коэффициента регрессии (b_i) достоверно не отличаются от 1, следовательно отзывчивость сортов на изменение условий примерно одинаковая. Варианса стабильности по F- критерию не доказывается у целого ряда сортов (Снежана, Фалёнская 4, Саратовская 4, Саратовская 5 и др.). Высокий индекс стабильности (ИС) по белковости зерна имел место у сортов саратовской селекции. По H_i к гомеостатичным следовало бы отнести Кировскую 89, Альфу и Саратовскую 4.

По числу падения проявляется сильная изменчивость (табл.4). Можно предполагать, что Саратовская 6 по сравнению с другими сортами будет пока-

зывать лучшие результаты в неблагоприятных условиях выращивания, так как коэффициент регрессии (b_1) у нее значимо меньше 1. Высокой пластичностью по активности альфа-амилазы обладает Нарымская 89. У этого сорта высокая отзывчивость на улучшение условий произрастания сочетается с высокой стабильностью признака. Устойчивость к изменению условий внешней среды проявляется и у других сортов (Кировская 89, Петровна).

Таблица 4

Адаптивность сортов озимой ржи по числу падения

Сорт	V, %	Пластичность и стабильность			Гомеостатичность		
		b_1	$S^2 d_1$	ИС	H_1	НОМ	НОМ _{opt-lim}
Вятка 2	-	1,22	1559,0*	-	5,73	441,8	2,5
Кировская 89	35,6	0,97	38,9*	77,8	-2,84	343,7	3,3
Крона	39,3	1,36	414,9*	92,4	4,30	408,2	2,7
Дымка	38,8	1,32	221,9*	90,5	3,13	399,6	2,5
Снежана	36,0	1,06	69,0*	83,6	-1,15	369,2	2,8
Фалёнская 4	31,8	1,13	556,4*	122,0	6,32	539,2	3,4
Татарская 1	38,6	1,14	141,8*	78,6	-0,57	347,4	2,8
Волна	36,3	0,89	300,4*	73,2	-4,33	323,4	2,9
Саратовская 6	32,5	0,28*	590,5	54,0	-10,14	238,6	2,1
Таловская 29	34,4	0,40	1282,9	70,5	-4,09	311,3	6,7
Петровна	32,4	1,17	89,1*	113,7	5,23	502,2	3,6
Альфа	42,7	1,28	1083,9*	79,5	2,79	351,3	2,4
Нарымская 89	37,2	1,21*	53,4*	88,3	1,63	390,0	2,9
Безенчукская 87	58,1	0,62	3060,6	37,9	-5,45	167,5	-15,2
Волхова	35,4	0,94	702,0	86,7	-0,45	383,1	2,7

* - Значимо по t (для b_1) и F (для $S^2 d_1$)-критериям на 5%-ном уровне.

Примечание. Доверительный интервал для H_1 - 1,03. Проверк означает, что Вятка 2 при статистической обработке данных использована в качестве стандарта.

По совокупности критериев, обуславливающих адаптивность, наибольший интерес, как исходный материал, представляют Крона, Фалёнская 4 и Петровна (табл.4).

Максимальная вязкость по амилографу в сильной степени подвержена влиянию условий внешней среды. Коэффициент вариации этого признака колеблется в широких границах (табл.5). Поскольку отклонения коэффициента регрессии (b_1) от 1 незначимы, то все сорта в принципе могут характеризоваться как пластичные. По стабильности максимальной вязкости суспензии выделяются Нарымская 89 и Снежана. Повышенный гомеостаз показывают Вятка 2 и Фалёнская 4. Обработка данных хлебопекарного анализа показала, что разли-

чия между сортами по адаптивности проявляются слабо. Наиболее устойчивыми по h/d являются Дымка и Фалёнская 4, а по общей хлебопекарной оценке — Фалёнская 4.

Таблица 5

Адаптивность сортов озимой ржи по максимальной вязкости суспензии

Сорт	V, %	Пластичность и стабильность			Гомеостатичность		
		b_1	$S^2 d_1$	ИС	H_1	НОМ	НОМ _{opt-lim}
Вятка 2	-	0,91	11897*	-	6,72	1589	2,7
Кировская 89	56,1	0,94	2125*	42,4	-4,12	673	1,1
Крона	49,9	1,11	7472*	65,1	2,99	1034	1,4
Дымка	51,4	1,28	4437*	68,7	3,65	1091	1,3
Снежная	49,0	0,99	2200*	58,3	-0,92	926	1,5
Фалёнская 4	42,8	1,21	6732*	95,7	8,03	1521	1,9
Татарская 1	56,7	1,05	4689*	47,0	-2,12	747	1,1
Волна	52,1	0,87	8856*	48,7	-3,95	775	1,4
Петровна	43,7	1,01	3331*	76,0	2,88	1207	1,9
Альфа	55,7	0,82	7657*	40,1	-4,31	637	1,2
Нарымская 89	49,4	1,09	1954*	62,7	1,11	996	1,4
Безенчукская 87	106,1	1,00	51069	16,8	-7,91	266	0,3
Волхова	44,4	0,73	10565*	59,3	-2,05	942	2,4

* - Значимо по F-критерию на 5%-ном уровне.

Примечание. Доверительный интервал для H_1 — 2,80. Проверк означает, что Вятка 2 при статистической обработке данных использована в качестве стандарта.

5. ИНФОРМАТИВНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ТЕСТИРУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА, И КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ НИМИ

5.1. Сопряженность между показателями, обуславливающими урожайность, и между признаками качества зерна на фенотипическом и генотипическом уровнях

Взаимосвязь (r , r_g) между урожайностью и ее составляющими (число зерен в колосе, масса зерна с колоса, зимостойкость) носит неустойчивый в зависимости от условий года характер и варьирует от слабой до сильной. Неустойчивая по годам сопряженность имеет место и между признаками качества зерна, за исключением взаимосвязи между числом падения и максимальной вязкостью суспензии. Генотипическая корреляция (r_g) между продуктивностью и

массой 1000 зерен, содержанием белка в зерне отрицательная и сильно варьирующая в зависимости от условий года (-0,21*... -0,98*).

5.2. Информативность показателей качества зерна и их вклад в хлебопекарные свойства на генотипическом уровне

Показаны прямые и косвенные вклады в объемный выход хлеба и в отношение высоты подового хлеба к его диаметру (h/d) числа падения и максимальной вязкости суспензии в зависимости от условий года и места произрастания.

Факторный анализ 9 критериев качества, измеренных при оценках зерна из урожаев 4 лет (1998 – 2001 гг.), показал следующее. В 1998 г. первый фактор контролирующий в условиях Фалёнок 55 % суммарной дисперсии, определяли, главным образом, масса 1000 зерен, натурная масса зерна, число падения и максимальная вязкость суспензии. Во втором по значимости факторе максимальные нагрузки имели место по стекловидности зерна и содержанию в нем белка. В условиях 1999 г. основную информацию в первом (главном) факторе несут масса 1000 зерен, натурная масса зерна, число падения, максимальная вязкость суспензии и h/d . Во втором факторе, описывающим 16, 2 % дисперсии, максимальная нагрузка зафиксирована по стекловидности зерна. Третий фактор представляет, в основном, содержание белка в зерне. В 2000 г. 49,2 % всей дисперсии определялись в основном массой 1000 зерен, числом падения, вязкостью суспензии и h/d . Дисперсию во втором факторе определяли стекловидность, содержание белка в зерне и объемный выход хлеба, а в третьем – натурная масса зерна. И, наконец, в условиях 2001 г. основной вес в главном (первом) факторе имели масса 1000 зерен, натурная масса зерна и h/d . Во второй фактор, обуславливающий 24 % всей дисперсии, “перешли” число падения, максимальная вязкость суспензии, оцениваемая по высоте амилограммы и содержание белка в зерне. Третий по значимости фактор определялся объемным выходом хлеба и общей хлебопекарной оценкой. Минимальная система показателей, позволяющая объективно из года в год оценивать качество зерна ржи,

выращенной в питомниках Фалёнской селекционной станции, включает тестирование натурной массы зерна, стекловидности, содержания белка и максимальной вязкости суспензии. Для оценки же селекционного материала из питомников НИИСХ Северо-Востока необходимо определять, как минимум, натурную массу зерна и максимальную вязкость суспензии по амилографу.

ВЫВОДЫ

1. Повышенный урожай формируют Снежана, Фалёнская 4 и Волна, низкий – сорта саратовской селекции. По натурной массе зерна выделяется Фалёнская 4, а по стекловидности – Волна. Зерно с повышенным содержанием белка формируют Сибирская 82 и Альфа. Низкую активность альфа-амилазы имеют Крона, Дымка и Фалёнская 4, повышенную – Саратовская 4, Саратовская 5, Саратовская 6 и Безенчукская 87. По максимальной вязкости суспензии выделяются Волна и Волхова.

2. Наибольшему влиянию условий года подвержены число зерен в колосе и масса зерна с колоса, стекловидность и белковость зерна. В меньшей степени модифицируются масса 1000 зерен и натурная масса зерна. В пределах же селекционного блока очень сильно варьирует число падения.

3. Доля влияния генотипа на урожайность, массу 1000 зерен и натурную массу зерна в сумме влияния всех факторов довольно значительная (38,1 – 51,4 %). Опутимый вклад генотип вносит и в определение таких критериев как число зерен в колосе, зимостойкость и число падения (23,0 – 28,8 %). Условия года оказывают сильное влияние на массу зерна с колоса и объемный выход хлеба, а место произрастания (пункты) – на стекловидность и натурную массу зерна, число падения, максимальную вязкость суспензии и общую хлебопекарную оценку.

4. Повышенной адаптивностью по урожайности обладают Кировская 89, Снежана, Фалёнская 4 и Волна. Высокую пластичность по зимостойкости показывает сорт Волхова, повышенный гомеостаз проявляет Вятка 2.

5. Сорт Вятка 2 отличается гомеостатичностью по стекловидности зерна и его натурной массе, числу падения и максимальной вязкости суспензии. Кировская 89 характеризуется повышенной стабильностью по стекловидности зерна, но негомеостатична по его натурной массе. Крона обладает высокой пластичностью по натурной массе зерна и гомеостатична по числу падения. Стабильность по натурной массе зерна и гомеостатичность по массе 1000 зерен характерны для сорта Дымка. Снежана проявляет устойчивость по максимальной вязкости суспензии, а Фалёнская 4 хорошо отзывается на улучшение условий выращивания и слабо реагирует на их ухудшение по натурной массе зерна, числу падения и максимальной вязкости суспензии. Высокую пластичность и устойчивость по числу падения показывает Нарымская 89, она адаптирована и по максимальной вязкости суспензии. Стабильность натурной массы зерна и активности альфа-амилазы в сочетании с гомеостатичностью характерны для сорта Петровна.

6. Сорты Поволжской селекции (Саратовская 4, Саратовская 5, Саратовская 6, Безенчукская 87) не адаптивны (в не характерных для их возделывания условиях) по зимостойкости, урожайности и стекловидности зерна. Саратовская 4 гомеостатична по массе 1000 зерен и содержанию белка в зерне, а Саратовская 5 и Саратовская 6 отличаются повышенной пластичностью по массе 1000 зерен.

7. Взаимосвязь (r , r_g) между урожайностью и ее составляющими носит неустойчивый, в зависимости от условий года, характер. Нестабильная по годам сопряженность имеет место и между признаками качества зерна. Корреляция между продуктивностью и массой 1000 зерен, содержанием белка в зерне отрицательная.

8. Число падения и максимальная вязкость суспензии оказывают разнонаправленное влияние на объемный выход хлеба. Прямой эффект максимальной вязкости суспензии на отношение высоты подового хлеба к его диаметру (h/d) положителен, а числа падения, как правило, отрицателен.

9. Наиболее информативны по результатам факторного анализа масса 1000 зерен, натурная масса зерна, максимальная вязкость суспензии по амилографу и отношение высоты подового хлеба к его диаметру (h/d). Минимальная система показателей для тестирования качества зерна озимой ржи из питомников включает натурную массу зерна, стекловидность и содержание белка в зерне, максимальную вязкость суспензии по амилографу.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В скрещиваниях на адаптивность использовать Вятку 2, Фалёнскую 4, Волну и Нарымскую 89.
2. Наиболее важными показателями качества зерна при оценке селекционного материала считать натурную массу зерна, вязкость суспензии по амилографу и отношение подового хлеба к его диаметру (h/d).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Лыскова И.В. Корреляционный анализ признаков, обуславливающих урожай и качество зерна озимой ржи.// Актуал. пробл. биологии и экологии. – Сыктывкар, 2000. - С.125.
2. Лыскова И.В., Кедрова Л.И., Уткина Е.И., Бебякин В.М. Генотипическая оценка исходного материала озимой ржи для селекции на качество зерна в северо-восточном регионе Нечерноземья.// Селекция, семеноводство и сортовая технология на Северо-Востоке Европ. части России. – Киров, 2001. – С. 54-59.
3. Лыскова И.В., Уткина Е.И. Изменение числа падения в период созревания и хранения озимой ржи.// Актуал. пробл. биологии и экологии. – Сыктывкар, 2002. – С. 200-202.
4. Лыскова И.В., Уткина Е.И. Экологическая устойчивость сортов озимой ржи по качеству зерна в различных погодных условиях.// Актуал. пробл. биологии и экологии. – Сыктывкар, 2002. –С. 89.

5. Лыскова И.В., Бебякин В.М. Фенотипическая изменчивость показателей качества зерна.// Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. – Киров. 2003. – С.139 – 141.
6. Пасынков А.В., Лыскова И.В. Факторы, определяющие “число падения” у озимой ржи при модификационной и генотипической изменчивости.// Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. – Киров. 2003. – С.148 – 150.

2003-A
19871

№ 19871

Лицензия ЛР № 020767 от 08.04.98 г.
Подписано в печать 11.11.03 г. Формат 60×84 1/16
Усл.печ.л. 1,0. Тираж 90 экз. Заказ № 127

Отпечатано с оригинал-макета.
Типография ЗНИИСХ Северо-Востока имени Н.В.Рудницкого
610007, Киров. Ленина, 166-А