

МОСКОВСКАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
имени К.А. Тимирязева

КУРСОВАЯ РАБОТА

на тему:

“Прорастание зерна тритикале на корню”

Выполнил: студент группы №305 Агрономического
факультета Данилкин Н.М.

**Москва
2003**

<http://yadyra.ru>

Введение.

Прорастание на корню является одной из главных причин потери урожая тритикале, которая составляет в отдельные годы от 30-40% и более.

Прорастание зерна связано с тем, что при влажности 20-25% заметно возрастает активность ферментов, особенно α -амилазы, что вызывает декстринизацию крахмала, нарушает его гидратацию и делает зерно дефектным в условиях ЦРНЗ.

В настоящее время ведутся работы по выведению сортов тритикале с пониженным содержанием α -амилазы и характеру наследования данного фермента, что по создавшемуся мнению позволит найти пути снижения количества проросших на корню зёрен.

1 Общие сведения

1.1. Что такое тритикале?

Тритикале - первая зерновая культура, созданная человеком, которая получена при скрещивании пшеницы (*Triticum*) с рожью (*Secale*). Создание тритикале (пшенично-ржаных гибридов) - нового вида зерновых культур, обладающих рядом выдающихся качеств и представляющего собой новый ботанический род. Путем объединения хромосомных комплексов двух разных ботанических родов - пшеницы и ржи, человеку удалось впервые за историю земледелия синтезировать новую сельскохозяйственную культуру, которая, по мнению специалистов, в недалеком будущем станет одной из ведущих зерновых культур, а также будет возделываться на зеленый корм. Тритикале - пшенично-ржаной гибрид, относится к амфиплоидам типа аллополиплоидов. Применяют также и другой термин - амфидиплоид в том случае, когда неизвестна геномная структура родительских видов или виды являются диплоидами. При получении пшенично-ржаных гибридов геномный состав пшеницы и ржи хорошо известен, поэтому для обозначения таких гибридов более правильный термин "амфиплоид".

Амфиплодия - общее обозначение всех типов полиплоидии, наблюдающихся при скрещивании двух или большего числа диплоидных видов, первоначально изолированных друг от друга стерильностью гибридов.

Аллополиплоидия - полиплоидия на основе объединения и умножения двух или нескольких целых геномов, принадлежащих разным видам или родам. Геном - гаплоидный набор хромосом с локализованными в нем генами; в более широком смысле под геномом понимают также совокупность наследственных элементов, локализованных в ядре.

Амфиплоиды - полиплоиды, возникшие в результате соединения и последующего удвоения хромосомных наборов двух разных видов или родов.

Пшеница мягкая *Triticum aestivum* содержит $2n=42$ хромосомы, пшеница *Triticum durum* - $2n=28$ хромосом и рожь *Secale cereale* - $2n=14$ хромосом. К роду *Triticale* ученые относят все разнообразие полученное селекционерами пшенично - ржаных аллополиплоидов. Это название дано в 1931г.; оно получено от сложения первой и второй половин названий исходных родов - *Triticum* и *Secale*. Различают тритикале: октоплоидные

$2n=56=[(42:2)+(14:2)] \times 2$, т.е. гибрид мягкой пшеницы и ржи, гексаплоидные $2n=42=[(28:2)+(14:2)] \times 2$, т.е. гибрид твердой пшеницы и ржи. По большинству показателей гексаплоидные тритикале считаются лучшими. Во многих странах мира ведется систематическое изучение новой культуры тритикале.

1.2. Развитие зерновки тритикале.

Подобно другим хлебным злакам, у тритикале зерно развивается из семязпочки, содержащей единственную материнскую клетку мегаспоры. При цветении она содержит зародышевый мешок, внутри которого находятся яйцеклетка, две дегенерирующие синергиды, два слившихся полярных ядра и несколько антипод.

Таким образом, на этой стадии зародышевый мешок окружен двумя интегументами (внутренним и наружным), тонким мясистым перикарпием и двумя плёнками - верхней и нижней цветковыми чешуями. Оплодотворение начинается при цветении, но не завершается до тех пор, пока не пройдет приблизительно два дня после разрыва пыльцевого зерна и появления пыльцевой трубки. При оплодотворении зародышевый мешок содержит проэмбрион (обычно четырёхклеточный), многочисленные свободные ядра эндосперма и несколько крупных антипод. Нормально деление ядер происходит довольно синхронно, вначале с удвоением числа ядер в течение 4-5 ч и в течение первых 72 ч развития средняя продолжительность цикла деления ядер составляла около 8 ч. К концу этого периода скорость деления ядер внезапно падает, и начинают формироваться клеточные оболочки. Антиподы, число которых варьирует, обыкновенно располагаются в середине зародышевого мешка и окружены ядрами эндосперма. Через 2-3 дня после цветения они обычно начинают разрушаться. Антиподы можно узнать по большим размерам и крупным неправильным ядрышкам. При распаде они, вероятно, создают источник питания для развивающегося эндосперма. Однако в эндоспермах некоторых тритикале через 48 ч после оплодотворения выявляется явная асинхронность, и на 72-м часу часто видны aberrantные полиплоидные ядра.

На третий или четвёртый день после цветения начинает разрушаться богатая крахмалом ткань перикарпия. Это сопровождается резким усилением активности амилазы и разрушением мелких сферических крахмальных зёрен, характерных для клеток перикарпия.

Наружный интегумент состоит из трёх слоёв клеток, из которых к моменту созревания сохраняется лишь один. Спустя примерно три дня после цветения в этом слое образуются функционирующие хлоропласты, и в его клетках можно видеть крахмальные зёрна. Непосредственно под наружным интегументом расположены два слоя клеток внутреннего интегумента. Между шестым и восьмым днём после цветения они обычно разрываются увеличивающимся эндоспермом, и сплюснутые остатки клеток образуют, как уже описано, семенную оболочку. Деление клеток развивающегося эндосперма прекращается примерно через 12-14 дней после цветения. Последующее его развитие происходит путём увеличения размеров клеток и накопления в них зёрен крахмала и запасного белка.

Во многих линиях тритикале сморщивание зерна является стойким и серьёзным недостатком качества, приводящим к низкой натуре зерна, плохому внешнему виду и неудовлетворительным мукомольным качествам.

Тщательное исследование срезов зёрен тритикале выявляет участки сильной деформации алейроновых клеток. Отмечаются и другие повреждения, при которых исчезают целые участки алейронового слоя и прилегающего эндосперма. В некоторых случаях при помощи светового микроскопа можно видеть вызванные сморщиванием нарушения, тянущиеся через весь эндосперм от перикарпия до бороздки. Внешние проявления сморщивания становятся заметными примерно через 34 дня после цветения, когда зерно начинает терять влагу. Однако порождающие этот дефект нарушения впервые можно распознать на значительно более ранней стадии. Начиная с неправильного развития эндосперма, обусловленного асинхронностью клеточного деления, исследование морфологии развития некоторых линий тритикале показало, что сморщивание зерна во многих случаях возникает с нарушения функций периферического слоя эндосперма. В некоторых сморщенных зёрнах у вершины бороздки имеется большой участок, в пределах которого не развиваются клетки ни алейронового слоя, ни эндосперма. В этом участке клетки эндосперма часто малы, сильно деформированы и лишены содержимого.

1.3. Морфология зерна тритикале.

Морфология зерна тритикале сильно напоминает таковую у родительских видов. Так по внешнему виду зерновка тритикале совмещает в себе признаки родителей. Она обычно более длинная, чем зерновка пшеницы (10-12мм), и более широкая, чем зерновка ржи (до 3 мм). Хотя зачастую встречается, что длина зерновки тритикале равна приблизительно 11мм. Подобно зерновкам пшеницы и ржи, она имеет бороздку между двумя выступающими щётками, а также хохолок и зародыш на концах. Один из основных недостатков, препятствующий распространению тритикале, - плохие свойства зерна. Может быть сморщивание у некоторых зёрен тритикале между хохолком и зародышем. Нередко после цветения в зерне повышается активность амилазы, при этом крахмальные зерна разрушаются, особенно в области алейронового слоя и бороздки. В результате созревшие зерна получают плохо выполненными, сморщенными.

Строение зерна тритикале в общих чертах сходно с таковым у исходных родительских видов. Крахмальные зёрна в основном сферические, но встречаются и многоугольные формы. Также одна из отличительных особенностей зерновки тритикале - более неправильная форма клеток алейронового слоя. В области бороздки встречаются алейроновые клетки, расположенные в два или три слоя. Эндосперм имеет структуру, типичную для злаковых культур. В эндосперме иногда видны "пустые" области, в которых не происходит формирования крахмальных зёрен. Тип развития эндосперма и формирование крахмальных зёрен тритикале сходен с таковыми у твёрдой пшеницы, ржи и твёрдозёрненной красной яровой пшеницы.

Зрелые крахмальные зёрна тритикале содержат как бороздчатые крупные, линзообразные гранулы, так и сферические зёрна. Одна из насущных проблем, возникших при выведении сортов тритикале, - сморщи-

вание семян при приближении зрелости. Высокая активность амилазы приводит к разрушению крахмала эндосперма и задержке развития клеток. Вероятно, это имеет отношение к сморщиванию зерновки, сопутствующему развитию тритикале.

Зёрна развиваются в цветках, обычно по три в колоске, хотя в центральных колосках часто можно увидеть один - два дополнительно недоразвитых цветка. Колос имеет от 30 до 40 колосков, так что потенциально в одном колосе могло бы развиться более сотни зёрен, но на практике фактический урожай намного ниже потенциально возможного.

Созревающие колосья тритикале в длину часто превышает 15см и обычно остистые. При созревании зёрна сухие ($w=10-12\%$), одиночные и не осыпаются. Зерно тритикале заметно длиннее зёрен пшеницы, достигают 10-12мм в длину и до 3мм в ширину. Продольная бороздка, проходящая по всей длине брюшной стороны зерновки, в разных сортах имеет различную глубину. Часто у сортов со щуплой зерновкой в начале бороздки имеются большие пространства, где клетки эндосперма не развиваются.

Зёрна тритикале обычно желтовато-коричневые, но эта часто маскируется складками и чешуйками наружной продольной оболочки, которые значительно отвлекают внимание от внешнего вида самого зерна.

Плодовая оболочка зерновки тритикале имеет развитую поверхность со множеством морщин радиусом 2-10 мкм, углублений 2-4 мкм конусообразной и сферической формы диаметром 4-10 мкм, которые значительно увеличивают поверхность тритикале по сравнению с пшеницей и рожью. При рассмотрении продольных и поперечных срезов плодовой и семенной оболочек и алейронового слоя выявлено наличие множества полостей размером 2-10 мкм. Плодовая оболочка неплотно прилегает к семенной. Между ними имеются поры шириной 0,2-4 мкм. Клетки алейронового слоя на поперечном срезе имеют неправильную, а в продольном срезе - правильную геометрическую форму. Внутри клеток содержатся в большом количестве алейроновые зерна, между которыми имеются поры шириной 0,5-1,5 мкм. При рассмотрении центральной части эндосперма зерна тритикале установлено, что крахмальные зерна, как вдавленные, лежат в белковой матрице. Однако между белковой матрицей и крахмальными зёрнами имеются поры шириной 0,5-2мкм. Зародыш тритикале весьма напоминает зародыш пшеницы и состоит из зародышевой оси и щитка, который функционирует как запасующий, пищеварительный и поглощающий орган.

2 Основные методы определения устойчивости зерна к прорастанию в колосе.

2.1 Оценка устойчивости зерна к прорастанию в колосе в полевых условиях и путем искусственной провокации.

В районах избыточного увлажнения (Нечерноземье, Прибалтика, Белоруссия) очень часто в предуборочный период и во время уборки зерновых культур погодные условия (теплая дождливая погода, продолжительный период созревания, задерживание с уборкой) способствуют прорастанию зерна в колосе. Во влажные годы провокация на прорастание зерна происходит в предуборочный период в поле.

В этих условиях выделяют устойчивые к прорастанию формы зерновых культур, убирая зерно в несколько сроков — от начала восковой спелости до полной, и при перестое на корню. По мере отбора колосьев определяют влажность, высушивают их и обмолачивают. Оценивают зерно по количеству проросших зерен и автолитической активности одним из принятых в лаборатории методов.

Выявлено, что раннеспелые сорта ржи (Безенчукская желтозерная, Саратовская крупнозерная и др.) имеют тенденцию к повышению ферментативной активности по мере созревания; сорта Немчиновская 50, Житкинская, Ситниковская сравнительно устойчивы к прорастанию на корню.

Очень четкая дифференциация сортов на устойчивость к прорастанию в колосе достигается при изучении автолитической активности зерна в разные фазы созревания. Так, у сорта озимой ржи Otello при уборке в фазу восковой спелости число падения составляло 192, полной спелости — 142, при перестое — 112 с, а количество проросших зерен при выдерживании колосьев на стеллажах на влажном мху — всего лишь 0,6%; у сорта Немчиновская 50 — соответственно 204, 105, 85 с и 17%; Вятка 2 — 200, 144, 61 с и 43%; Саратовская 4 — 226, 68, 47 с и 14,8%. Снижение числа падения зерна к фазе полной спелости и особенно при перестое на корню свидетельствует о слабой устойчивости сортов к прорастанию. Наибольшее количество проросших зерен было у сорта Вятка 2, но его зерно отличалось низкой автолитической активностью. Такое несоответствие отмечено во все годы изучения у большинства сортов северорусской эколого-географической группы, в том числе у Вятки северной, Немчиновской 50 и др., а также у гибридов, полученных с их участием.

Данный метод оценки имеет большое практическое значение в селекции зерновых культур. Он позволяет установить конкретный срок уборки, при котором будет получен урожай с более высоким качеством зерна.

Качество зерна одного и того же сорта может значительно колебаться по годам. Как показали исследования НИИСХ ЦРНЧЗ, максимальная вязкость, в условиях влажного 1976 г. по амилографу цельносмолотого

зерна ржи изменялась от 55 (Харьковская 60) до 110 еам (Славянка), а муки — от 160 до 285 еам (Харьковская 60 — 200 еам, Славянка — 240 еам).

В условиях сравнительного сухого 1977 г. у большинства изученных сортов и гибридов озимой ржи число падения варьировало от 190 до 250 с, в то время как у высокоустойчивого к прорастанию на корню мутанта ЕМ-1 оно составляло 312 с, а показатель амилолитической активности по амилографу — 960 еам.

В годы с недостаточным увлажнением требуется специальная искусственная провокация селекционного материала на прорастание в колосе, которую проводят в специально оборудованной камере с искусственным увлажнением или в термостате с туманообразованием.

В ряде стран (СССР, ГДР, ПНР, Швеция) построены специальные камеры для искусственной провокации зерна на прорастание. При изучении различных сортов и гибридов в полевых условиях и в камере на основании определения числа падения установлено, что влажная камера позволяет максимально приблизить искусственные условия к полевым. Кроме того, в ней можно проводить оценку элитных растений в больших объемах.

Обычно для проведения провокации на прорастание в камере с деленок каждого сорта срезают 20—30 колосьев, половину которых обмолачивают и используют для определения исходного числа падения, остальные помещают в камеру для проращивания. Предварительно колосья в течение 2-х мин выдерживают в воде.

При наличии достаточного количества исходного материала для провокации на прорастание, как правило, используют не менее 100 колосьев и определяют число падения до и после провокации. По степени изменения этого показателя судят об устойчивости сорта к прорастанию зерна в колосе. Отбор колосьев для провокации в камере проводят в фазу полной спелости. Наиболее объективным показателем спелости зерна является его влажность. Фаза полной спелости зерна определяется путем 2—3-х кратного отбора проб на влажность. Очень часто вместо определения влажности методом высушивания надежным способом может быть оценка спелости по 9-балльной шкале. Одним из наиболее простых и доступных методов определения фаз восковой и полной спелости зерна является эозиновый метод, согласно которому спелость зерна определяют по окрашиванию колоса.

В зависимости от состояния углеводно-амилазного комплекса зерна через 8, 16, 24 ч и т. д. после помещения колосьев в камеру берут без выбора 20—30 колосьев стандартного сорта (общее их количество должно быть 100—150), высушивают, обмолачивают и определяют ферментативную активность. Если после 8 ч провокации в камере число падения зерна стандартного сорта составит 60—70 с, а активность α -амилазы превысит 25 ед., то провокацию прекращают, всю партию колосьев снимают, высушивают, обмолачивают и определяют автолитическую активность зерна.

Если же число падения стандартного сорта выше 70 с, то провокацию продолжают еще 4 ч и снова определяют число падения зерна стандартного сорта. При этом провокация может продолжаться от 8 ч до 3—4 дней.

Устойчивыми к прорастанию на корню считаются такие сорта и формы, у которых активность α -амилазы зерна после провокации в камере не превышает 25ед., а число падения не ниже 150 с. Сравнение данных анализа образцов зерна до и после провокации позволяет объективно оценить устойчивость сортов к прорастанию в колосе.

В камере с искусственным увлажнением можно провоцировать на прорастание и колосья пшеницы. В этом случае пробы в поле отбирают в конце восковой спелости. Пучки колосьев по 5 штук выдерживают в камере при температуре 18° 100% влажности в течение 1—2 недель. Образцы высушивают, и состояние зерна по степени прорастания оценивают различными методами. Наиболее точными оказались методы определения всхожести в лабораторных условиях и активности фермента α -амилазы. Для быстрого определения прорастания зерна пригоден визуальный метод оценки проросших колосьев.

В БелНИИЗ селекционный материал оценивают путем проращивания зерна в поле и камерах из полиэтиленовой пленки и мешковины. Последняя хорошо сохраняет влагу, относительная влажность воздуха в такой камере поддерживается на уровне 85—98%. Снопки, помещенные в камеру, 3 раза в день опрыскивают водой, а мешковину увлажняют.

При отсутствии специально построенной провокационной камеры оценку сортов на устойчивость к прорастанию в колосе проводят на оборудованных для этой цели деревянных стеллажах и наземных площадках. Такие стеллажи широко используют в НИИСХ ЦРНЧЗ.

Колосья для проращивания убирают в фазу полной спелости зерна, по 10—25 штук каждого сорта. Перед закладкой их опускают в воду на 2 мин и укладывают на стеллажи так, чтобы каждый колос находился на слое увлажненного мха. Подсчет явно проросших зерен проводят визуально на 4-й, 7-й и 14-й день проращивания и выражают в процентах. На 14-й день считают количество непроросших зерен и затем определяют общее число зерен в колосе. Параллельно сорта оценивают по 10 балльной шкале, по которой балл «9» соответствует образцам без явных признаков прорастания, а «0» — полностью проросшим.

Исследования показали, что зерна в колосьях проросли значительно быстрее на наземных площадках, чем на деревянных стеллажах, что объясняется стимулирующим действием пониженных температур. Одинаковые сортовые различия сохранялись. Сравнительная оценка результатов проращивания на наземных площадках и деревянных стеллажах свидетельствует о их тесной связи с оценкой сортов в фазу восковой ($r = +0,666$) полной спелости ($r = +0,725$).

Существенное влияние на результаты опыта оказывают погодные условия во время созревания зерна. Во влажные годы в зерне, особенно в

период от восковой до полной спелости, довольно интенсивно протекают процессы, связанные с его прорастанием. Заметно проявлялись сортовые различия. Активность α -амилазы колебалась от 5,2 до 33,1 ед., число падения — от 45 до 135 с. В сухие годы сортовые различия проявляются в меньшей степени. При искусственном проращивании в течение 14 дней при температуре 20° у сорта ржи Otello проросло 6% зерен, у Вамбо и ЕМ-1 — 11-13%, у сортов Саратовская 4, Вятка 2, Гибрид 173 — 40—68%. Уникальным по качеству является шведский сорт озимой ржи Otello. В фазу полной спелости у него в 1975 г. активность α -амилазы составляла 2,6 ед., вязкость по амилографу — 640 еам, число падения, — 226 с. При перестое показатели снижались, но оставались достаточно высокими — соответственно 12,8 ед., 395 еам.

Провокацию зерна ржи на прорастание в колосе, можно проводить в фазу восковой спелости. Связь между количеством проросших зерен на 4-й, 7-й и 14-й день проращивания в фазы восковой и полной спелости зерна выражалась следующими коэффициентами корреляции: +0,692, +0,637, +0,709.

В отдельных случаях для провокации на прорастание зерна в колосе используют теплицы. Результаты, полученные в теплицах, хорошо коррелируют с другими методами оценки: 1) проращиванием колосьев под слоем (3 см) влажного песка в ящиках ($r = +0,84$); 2) проращиванием колосьев в торфяной мульче ($r = +0,90$); 3) проращиванием отдельных колосьев в чашках Петри ($r = +0,82$); 4) проращиванием зерновок, обмолоченных вручную, в чашках Петри ($r = +0,70$).

Для проведения отбора устойчивых к прорастанию форм зерна ржи в НИИСХ ЦРНЧЗ разработали и применяют несколько лабораторных методов оценки: проращивание зерна в песке, на фильтровальной бумаге, в растильнях и чашках Петри.

В Институте селекции зерновых культур в Петкусе (ГДР), весь селекционный материал подвергают оценке на устойчивость к прорастанию в провокационной камере, где поддерживается 100%-ная влажность воздуха и температура 25°.

Отбор проб проводят сразу после уборки. Для провокации используют по 100 г зерна каждого образца, насыпают его в мешочек из капроновой ткани. Используют зерно 15%-ной влажности. Предварительно зерно замачивают на 10 мин. в теплой воде, после чего его влажность составляет 25—28%. Мешочки помещают на сито и ставят на 24 ч в камеру. Одновременно проращивают 384 пробы зерна. Если образцов не так много, по каждому варианту готовят 4 пробы. Время, необходимое для провокации, определяют по числу падения контрольного образца. В нормальные по увлажнению годы проращивание ведут 20—24 ч, во влажные годы время провокации сокращают или ее не проводят. После провокации зерно высушивают при температуре 35—40° до влажности 13—14%. Далее материал анализируют по числу падения и активности фермента α -амилазы. Преимущество этого метода перед испытанием зерна на прорастание в колосе состоит в том, что

получаются более выровненные результаты, не требуется обмолачивания колосьев, упрощается сушка. Используя эту камеру, можно провоцировать зерно и на прорастание в колосе, при этом берут по 30 колосьев, чтобы иметь 50 г зерна, необходимого для анализов.

В Институте селекции растений в Гюльцов-Гюстроне (ГДР) данная методика была несколько усовершенствована. Новая модификация требует для проведения провокации в камере от 2 до 4 г зерна, которое также насыпали в мешочек из капроновой ткани. После замачивания зерна в течение 12 ч образцы помещали во влажную камеру для прорастания (пробы стандартного сорта). Этот метод особенно эффективен на самых ранних этапах селекции при проведении отбора на устойчивость к прорастанию. Таким образом, оценку устойчивости сортов к прорастанию в колосе можно проводить не только в полевых, но и в лабораторных условиях. В период после уборки такую оценку осуществляют разнообразными методами провокации и проращивания с применением всевозможных камер, стеллажей, теплиц и т. д.

2.2 Биохимические методы

При определении показателя числа падения и амилолитической активности зерна автолизу подвергаются все компоненты зерна. При этом на результатах анализа сказывается не только воздействие на крахмал зерна α -амилазы, но и влияние ряда других ферментов, действующих на белки, слизистые вещества, гемицеллюлозу и другие высокомолекулярные соединения зерна.

Основными биохимическими показателями, изменяющимися на ранних этапах прорастания зерна в результате активизации ферментов амилазного комплекса, являются: содержание восстанавливающих сахаров, мальтозы, водорастворимых веществ, диастэтическая и протеолитическая активность.

Во многих странах Западной Европы и США проводили исследования методов определения активности α -амилазы, организованные Международным обществом по химии зерна. Принцип определения активности α -амилазы состоит в том, что ферментной вытяжкой, извлеченной из исследуемого образца тонко измельченного зерна, действуют на стандартный раствор крахмала. Активность α -амилазы оценивают колориметрическим методом по изменению интенсивности окраски йодного раствора за определенное время автолиза .

В НИИСХ ЦРНЧЗ для оценки селекционного материала применяют модификацию колориметрического метода, предложенного R. Olered , в котором в качестве субстрата используют растворимый крахмал для нефелометрии ГОСТ 10163—62 вместо стандартного растворимого крахмала Зальковского.

Хорошее качество хлеба обеспечивает зерно ржи с активностью α -амилазы от 7 до 12 ед. акт., среднее — от 12,1 до 20 ед. акт., неудовлетворительное (зерно с повышенной активностью фермента) — более 20 ед. акт.

Сравнение данных анализа, полученных методом Олерета и в его модификации показало, что абсолютные значения активности α -амилазы несколько выше в последнем случае, но в целом закономерность сохраняется. При этом результаты, полученные этими методами, довольно тесно коррелировали друг с другом при уборке в фазу полной спелости ($r=+0,783 \pm 0,139$).

Во ВНИИЗ определение активности α -амилазы проводят, применяя в качестве субстрата промышленный препарат амилоза-азур.

Сравнение результатов определения активности α -амилазы полученных, методом Олерета, модифицированным методом Олерета и с применением препарата амилоза-азур, позволило установить, что наиболее тесная связь наблюдалась между вторым и третьим методами ($r = +0,81 \pm 0,14$). Величина активности α -амилазы, определенная этими методами хорошо согласуется с числом падения.

Очень важно проводить определение истинной активности фермента α -амилазы на первых этапах селекционного процесса и увеличивать количество анализируемых образцов в день. В Институте селекции растений в Гюльцове (ГДР) с 1974 г. занимаются разработкой автоматического метода определения активности α -амилазы и уже получены обнадеживающие результаты. Модификация метода определения активности α -амилазы по Олереду позволяет проводить анализ по одному колосу. В ГДР широко используют стандартизированный метод определения активности α -амилазы (стандарт TGL 22292). В связи с тем, что этот метод довольно трудоемок, был введен метод бумажной хроматографии (метод $P_c V$). Уменьшение вязкости измеряют скоростью прохождения реактива по полоске для бумажной хроматографии. При этом высота поднятия жидкости коррелирует с активностью α -амилазы. Данный метод тесно взаимосвязан с числом падения ($r = -0,45$) и числом разжижения ($r = + 0,87$).

Широкое применение в странах Западной Европы для определения активности α -амилазы находит метод Риттера, основанный на изменении скорости гидролиза растворимого крахмала под влиянием фермента исследуемого образца при оптимальной для действия α -амилазы температуре (60°) и определении цвета после добавления раствора йода. Результаты оценивают по скорости появления желтой окраски. Так, показатели активности α -амилазы для непроросшего зерна ржи были выше 30 мин, пшеницы — выше 60; для дефектного зерна ржи — от 10 до 15, пшеницы — от 10 до 25 мин.

В Ирландии в Институте по изучению качества пшеницы (Кинсли) разработан и широко применяется колориметрический метод определения ферментативной активности проросшего зерна по количеству маль-

тозы. При этом учитывают количество мальтозы, образованной под действием как суммарной α - и β -амилазы, так и только α -амилазы.

В США стандартизирован метод определения диастатической активности, или «мальтозного числа» по количеству восстанавливающихся сахаров, образовавшихся при автолизе 1 г муки в течение 1 ч при температуре 27°.

В ФРГ при определении мальтозного числа ограничиваются выделением «общего восстановленного сахара», принимаемого за мальтозу, и выражают его количество в процентах на сухую массу.

В последнее время разработан и применяется на практике кефелометрический метод определения активности α -амилазы в зерне с помощью анализатора амилаз зерна Перкин-Элмера (модель 191). Метод основан на способности α -амилазы зерна расщеплять крахмальные гранулы на более простые низкомолекулярные соединения, при этом уменьшается отражательная способность водно-мучной суспензии. Величину отражения света измеряют по шкале Нефелометра, показатели которой характеризуют активность α -амилазы.

В ФРГ широко применяют метод Леммерцаля -колориметрический метод определения активности α -амилазы («декстринового числа»). Мука из непроросшего зерна должна иметь декстриновое число в пределах 12—14 ед., слабопроросшего-15-19 ед., среднепроросшего—20—24ед.,из сильнопроросшего зерна—25—30 ед. Мука из непроросшего зерна должна иметь декстриновое число в пределах от 12 до 13 ед..

Перспективным в селекции на устойчивость к прорастанию зерна в колосе является метод электрофореза, позволяющий выявить функциональную и физико-химическую неоднородность ферментов амилазного комплекса. Кроме того, с помощью этого метода можно установить, обусловлена ли величина фермента прорастанием или же необычно высоким эндогенным уровнем энзимов в нормальном зерне. Использование его дало возможность выявить зависимость степени амилазной активности и молекулярной гетерогенности электрофоретических спектров α -амилаз от времени прорастания зерна и сортовых особенностей .

Применение метода электрофореза в селекции растений на устойчивость к прорастанию позволило обнаружить ряд интересных фактов. Было выявлено, что для озимой пшеницы характерно наличие на электрофореграммах мощного триплета из изоферментов α -амилазы (2 компонента с малой электрофоретической подвижностью и 4—5 зон с амилазной активностью в быстрой части спектра). У мягкой пшеницы более сложный спектр, чем у твердой. При этом увеличение количества изоформ осуществляется в основном за счет появления нового компонента в зоне медленных α -изоамилаз. Оказалось, что спектры электрофореграммы яровой и озимой пшеницы отличаются друг от друга, что связано с наличием более сложного спектра амилаз озимой пшеницы в зоне локализации изоферментов группы С.

При изучении методом электрофореза состава и активности α -амилазы у ржи установлено, что как у устойчивого к прорастаню образца (семья А), так и у неустойчивого (сорт Dankowskie Zfote) при набухании зерна сначала повышается интенсивность дисков-амилазы и возрастает их число. Это свидетельствует о появлении новых изоформ α -амилазы. Однако после 24 ч у устойчивого образца количество дисков было меньше, и они слабее окрашены, чем у неустойчивого сорта.

Таким образом, электрофоретические спектры могут быть ценным источником при проведении селекционной и генетической работы, особенно при Качественной оценке технологических показателей зерна и муки. Энзиматический подход к оценке свойств сорта поможет установить внутренние закономерности связи биохимических показателей с генетическими особенностями пшеницы и ржи.

2.3 Технологические методы

Качество пшеничного и особенно ржаного хлеба во многом обусловлено активностью амилолитических ферментов, поэтому большинство методов хлебопекарной оценки основывается на определении состояния углеводно-амилазного комплекса зерна.

В действующем стандарте на сильную пшеницу содержание проросших зерен, определяемое по наличию ростков и корешков, ограничено 1%, на продовольственную пшеницу и заготавливаемую рожь — 5%. Однако пользоваться этим методом затруднительно, так как в процессе послеуборочной обработки и перемещения зерна часть ростков и корешков теряется. Особенно сложно провести точный учет наличия проросшего зерна в начальный период прорастания, когда оно еще не имеет вышедших наружу корешков и ростков, но уже обладает повышенной активностью ферментов, и мука, выработанная из такого зерна, может давать дефектный хлеб.

В связи с этим важно иметь достаточно быстрые и точные методы оценки степени прорастания зерна по его амилолитической активности. Наиболее перспективным из них является определение показателя числа падения по Хагбергу-Пертену. Метод сравнительно прост, имеет большую точность, требует мало времени и дает хорошо воспроизводимые результаты.

Число падения находится в обратно пропорциональной зависимости от активности амилолитических ферментов, расщепляющих крахмал. Этот показатель является мерилем активности α -амилазы, и по нему можно судить о степени прорастания зерна.

Для повышения точности анализа образцы, имеющие число падения менее 70 с, следует испытывать, увеличив навеску до 9 г. Коэффициент корреляции между результатами при использовании навесок цельно смолотого зерна 7 и 9 г составлял $0,899 \pm 0,09$.

3 Обзор результатов проводимых исследований.

3.1 Характеристика гибридов по основным хозяйственно-биологическим признакам.

Превышение урожайности у тритикале складывается главным образом, за счет продуктивности колоса и растения.

3.2 Оценка тритикале по устойчивости к прорастанию зерна на корню.

Число падения (ЧП)

- устойчивые (ЧП более 150 сек.)
- среднеустойчивые (ЧП = 101-150 сек.)
- слабоустойчивые (ЧП= 61-100 сек.)

Взаимосвязь между показателем «числа падения» и числом проросших зёрен в поле $r=0,9$.

Прорастание ухудшает физические качества зерна. У образцов тритикале, склонных к прорастанию по показателю ЧП много проросших зёрен ($r=-0,98$). Чем слабее активность α -амилазы, выше ЧП, тем выше масса 1000 зёрен ($r=0,40$), выход нормально развитого зерна ($r=0,89$) и полевая всхожесть ($r=0,82$).

При увеличении количества проросших зерен в образцах тритикале, снижается показатель ЧП ($r=-0,92$), ухудшается выполненность зерна ($r=0,62$) и снижается полевая всхожесть ($r=-0,98$).

Образцы с хорошо выполненным зерном более устойчивы к прорастанию зерна на корню (корреляция с ЧП= $0,96$) и имеет меньшее количество проросших зёрен ($r=-0,96$), повышенную полевую всхожесть ($r=0,95$).

В свою очередь зерно новой культуры, имеющее хорошие показатели массы 1000 зёрен является устойчивым к прорастанию на корню (корреляция с ЧП= $0,63$), имеет малое количество проросших зёрен ($r=0,71$), зерновка хорошо выполнена ($r=0,94$), с хорошей всхожестью ($r=0,91$).

Проращивание в провокационных условиях фиксирует главным образом состояние периода покоя зародыша.

В поле степень прорастания зависит от состояния покоя и агрометеорологических условий.

Более всего прорастает средняя часть колоса.

Сильнее прорастают позднеспелые сорта.

Чем сильнее зёрна закрыты чешуями, тем меньше они прорастают ($r=0,43$).

Полегание способствует прорастанию (r (между полеганием и ЧП)= $0,95$).

В результате комплексной оценки 7-ми сортов наиболее устойчивых к прорастанию: Виктор, Гермес, НАД2695, НАД1547, НАД2630, Зенит Одесский и З (К-368601×32-1503).

3.3 Эффективность повторных отборов по устойчивости прорастания зерна на корню.

Результативность отбора большая потому, что сорта тритикале остаются популяциями, так как формообразовательный процесс у гибридов идёт ещё длительное время.

3.4 Наследование гибридами озимого тритикале устойчивости к прорастанию зерна на корню F1 и F2.

Характер наследования различен от гетерозиса до депрессии. По показателю ЧП в 29,2% комбинаций проявился гетерозис, а в 20,8% доминирование лучшего родителя с низким показателем, и в 4,2% наблюдалось депрессия.

У большинства гибридов не наблюдалось реципрокных различий.

В F2 наблюдалось снижение числа падения по сравнению с F1 в среднем по комбинациям на 8-10 секунд. Большинство гибридов в F2 занимало промежуточное положение между родительскими сортами.

Общим для комбинаций является образование непрерывного ряда, который охватывает пределы изменчивости обоих родительских сортов, а также группу растений не имевших места у исходных форм. Средние показатели большинства гибридов занимали промежуточное положение между родительскими формами.

4 Характеристика некоторых перспективных сортов тритикале.

4.1 Сорт озимого тритикале "Виктор".

Сорт Виктор создан в НИИСХ ЦРНЗ методом индивидуального отбора из гибридной популяции № 1104/78 (Дагестан) х ЛТ 338/75 (Польша).

Высокопродуктивный, пригоден для выращивания фуражного зерна, так как питательная ценность зерна тритикале выше по сравнению с пшеницей. Представляет интерес для хлебопекарной и кондитерской промышленности. Обеспечивает получение стабильной урожайности зерна до 70-80 ц/га. Максимальная урожайность получена на Владимирской опытной станции 81,1 ц/га. Масса 1000 зерен 45-50 г. Содержание белка в зерне 13-15 %, лизина в зерне- 0,45-0,50 %.

Среднеспелый, созревает на 3-4 дня позже районированных сортов озимой пшеницы, обладает хорошей зимостойкостью и регенерационной способностью весной. Устойчивость к переувлажнению почвы средняя. Хорошо отзывчив на удобрения, азотные подкормки. Тритикале меньше накапливает радионуклидов по сравнению с другими зерновыми культурами. Более вынослив к прорастанию на корню, чем другие сорта тритикале. При возделывании на средних агрофонах не полегает, на высоких склонах к полеганию. Хорошо вымолачивается. Не поражается бурой, стеблевой и желтой ржавчиной, пыльной и твердой головней, мучнистой росой. В средней степени поражается снежной плесенью. В сравнении с озимой пшеницей меньше поражается септориозом и корневыми гнилями. Зерно крупное, полуудлиненное, красное.

Соломина средней толщины и прочности, полая, средней высоты (100-110 см).

Возделывание сорта Виктор имеет много общего с агротехникой озимой пшеницы и ржи. Пригоден для выращивания по экологически чистой технологии. Хорошо удаётся по чистым и занятым ларам, многолетним травам второго года пользования на один укос, гороху на зерно, пропашным при августовской уборке, если под них были внесены органические удобрения. Тритикале лучше пшеницы удаётся по непаровым предшественникам.

При возделывании на семена следует высевать не более 4 - 4,5 млн. всхожих зерен на гектар.

Сорт Виктор занесен в Госреестр по Центральному, Волго-Вятскому и Северо-западному регионам.

4.2 Новый сорт озимого тритикале "Гермес".

Сорт Гермес создан методом индивидуального отбора из районированного в зоне сорта нашей селекции Виктор, передан на Государственное сортоиспытание в 1994г.

За 5 лет конкурсного сортоиспытания (1990-1994гг) новый сорт превысил сорт Виктор на 6,7 ц/га (при средней урожайности 62,8 ц/га) и за 2

последних года новый стандарт Снегиревский 699 на 14,3 ц/га и сорт озимой пшеницы Инна на 9,0 ц/га. Максимальный урожай сорта Гермес получен в 1992г - 81,5 ц/га. При экологическом испытании во Владимирском НИИСХ урожайность нового сорта составила 63,2 ц/га, сорта озимой пшеницы Заря - 51,5 ц/га.

Сорт Гермес менее прихотлив, чем пшеница, к условиям возделывания и может успешно расти на бедных, кислых, песчаных почвах, в то же время высокоотзывчив на плодородие почвы. Технология возделывания его экологически более чистая и менее энергозатратная, в сравнении с другими зерновыми культурами, так как он устойчив к бурой, желтой и стеблевой ржавчинам, пыльной и твердой головне, мучнистой росе и не требует обработок фунгицидами от этих болезней.

Новый сорт при высоте 105-120 см устойчив к полеганию и превосходит исходный сорт Виктор по зимостойкости на 0,5-0,7 балла, массе 1000 зерен на 5-7 г (при средней 51,2), устойчивости к прорастанию зерна на корню, густоте продуктивного стеблестоя, имеет хорошее качество зерна. Причем по этим показателям сорт Виктор один из лучших среди районированных в стране сортов. Сорт Гермес скороспелее стандарта Снегиревский 699 на 6-8 дней.

Гермес - сорт зернофуражного направления и может успешно использоваться в птицеводстве и свиноводстве для полной замены в комбикормах кукурузы и пшеницы. Кроме того, при посеве с озимой викой может давать высокий урожай зеленой массы с высокой питательной ценностью.

Лучшим сроком посева тритикале в зоне является 2 - 3-ий день после наступления оптимальных сроков сева озимой пшеницы.

5 Выводы.

Основными физиологическими факторами прорастания зерна на корню являются: период покоя; активность ферментов амилазного комплекса, которые вырабатываются в ответ на выделение зародышем гибберелиновой кислоты; содержание ингибиторов прорастания; проницаемость и окраска оболочек зерновки и связанные с ней водопоглотительная способность.

Образцы тритикале со слабым прорастанием имеют выход выполненного зерна и лучшую полевую всхожесть.

Из-за внутрисортовой изменчивости эффективен повторный отбор.

Во втором поколении у гибридов по устойчивости к прорастанию наблюдается значительная изменчивость, и выделились трансгрессивные формы.

Селекция перспективна так как в потомстве от скрещивания образуется группа растений с меньшим прорастанием зерна в колосе, чем у родительских форм.

6 Используемая литература.

- 1 Гончаров Г.Н. Селекционно-генетическая оценка сортов и гибридов тритикале по устойчивости к прорастанию зерна на корню в условиях центра нечернозёмной зоны России. Немчиновка, 1996.
- 2 Беркутова Н.С., Погорелова Л.Г., Методические рекомендации по определению устойчивости зерновых культур к прорастанию на корню в селекции на качество. - Москва, 1986.
- 3 Рехметулин Р.М. и др. Селекция на устойчивость зерна к прорастанию на корню. // Селекция и семеноводство - 1988 № 6.
- 4 Пома Н.Г. и др. Итоги и перспективы селекции озимого тритикале // Вестник РАСХН - 1992 № 9.
- 5 Рехметулин Р.М. и др. Амилазная активность в зерне тритикале в связи с селекцией на устойчивость к прорастанию в колосе. // Научн.-техн. бюл. ВИР, 1988, Т180, с.28-32.
- 6 Пома Н.Г., Гончаров Г.Н. Наследование гибридами F1 и F2 озимого тритикале устойчивости к прорастанию зерна на корню. Немчиновка, 1996.
- 7 Беркутова Н.С., Буко О.А. Оценка и отбор зерновых культур на устойчивость к прорастанию в колосе. Москва, 1982.
- 8 Юрин В.И., Гуровская Л.А. Влияние полиплоидии на устойчивость озимой ржи к прорастанию зерна в колосе. // Новое в селекции и семеноводстве с/х культур. Каменная Степь, 1987, с.77-83.
- 9 Гуровская Л.А. и др. Сравнительное изучение методов определения альфа-амилазы зерна озимой ржи в связи с селекцией на устойчивость к прорастанию на корню. // Новое в селекции и семеноводстве с/х культур. Каменная Степь, 1987, с.58-60.
- 10 Пома Н.Г., Гончаров Г.Н. Эффективность повторных отборов по устойчивости к прорастанию зерна на корню. Немчиновка, 1996.
- 11 Сергеев А.В.; Зимина Т.К.; Поленова И.Н. Гетерогенность номеров тритикале по устойчивости зерна к прорастанию на корню. // Селекция зерновых культур на стабильность урожайности, иммунитет и качество зерна в Нечерноземной зоне, 1988, - с. 195-200 .
- 12 Сергеев А.В.; Беркутова Н.С.; Чичкин С.Н. Развитие зерновки тритикале и способность ее к прорастанию по фазам созревания. // Совершенствование селекционно-генетических методов при выведении сортов зерновых и кормовых культур для Нечерноземья, 1984, - с. 74-80 .
- 13 Котляров В.В. К селекции пшеницы и тритикале на устойчивость зерна к прорастанию на корню. // Селекция и семеноводство, 1985; Т. 3, - с. 62-63 .

- 14 Шишлова Н.П.; Шишлов М.П.; Гриб С.И. Генотипическая специфика прорастания семян озимого тритикале при различных световых и температурных режимах.// Физиология и биохимия культ.растений, 1993; Т.25. N 1 , - С.44-51.

Содержание

Введение.

1 Общие сведения.

- 1.1 Что такое тритикале?
- 1.2. Развитие зерновки тритикале.
- 1.3. Морфология зерна тритикале.

2 Основные методы определения устойчивости зерна к прорастанию в колосе.

- 2.1 Оценка устойчивости зерна к прорастанию в колосе в полевых условиях и путем искусственной провокации.
- 2.2 Биохимические методы
- 2.3 Технологические методы.

3 Обзор результатов проводимых исследований.

- 3.1 Характеристика гибридов по основным хозяйственно-биологическим признакам.
- 3.2 Оценка тритикале по устойчивости к прорастанию зерна на корню.
- 3.3 Эффективность повторных отборов по устойчивости прорастания зерна на корню.
- 3.4 Наследование гибридами озимого тритикале устойчивости к прорастанию зерна на корню F1 и F2.

4 Характеристика некоторых перспективных сортов тритикале.

- 4.1 Сорт озимого тритикале "Виктор".
- 4.2 Новый сорт озимого тритикале "Гермес".

5 Выводы.

6 Использованная литература.