

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПОКОЙ СЕМЯН И ПРОРАСТАНИЕ ЗЕРНА В КОЛОСЕ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

М.С. БАЖЕНОВ¹, В.В. ПЫЛЬНЕВ¹, И.Г. ТАРАКАНОВ²

О Кафедра селекции и семеноводства полевых культур,
² кафедра физиологии растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

В вегетационном опыте с использованием двух линий тритикале с различной устойчивостью к прорастанию в колосе изучено влияние температуры, дефицита влаги в почве, обработок растений хлорхолинхлоридом и мочевиной после цветения на покой семян. Определено, что зерно, созревшее при температуре 15°C, имеет более длительный период покоя, чем зерно, созревшее при 25°C. Дефицит влаги в почве по-разному влияет на покой семян в зависимости от температуры. Обработки хлорхолинхлоридом и мочевиной делают покой семян более продолжительным только у линии тритикале, обладающей выраженным периодом покоя семян в контрольном варианте (без обработки).

Ключевые слова: тритикале, покой семян, прорастание в колосе, температура, влажность почвы, хлорхолинхлорид, мочевина.

Прорастание зерна в колосе тритикале является серьёзной проблемой почти во всех регионах возделывания этой культуры. При прорастании зерна в нём активируются гидролитические ферменты, разрушающие крахмал и запасные белки, которые определяют качество получаемых из муки изделий. Дыхание проросших зёрен ведёт к потере сухой массы. Проросшее в колосе зерно быстро снижает свои посевные качества при хранении [17]. Жизнеспособность проросшего зерна сохраняется около месяца, если оно сразу не погибает при высыхании и не повреждается при уборке, очистке и в процессе хранения [2]. Кормовая ценность зерна в результате предуборочного прорастания снижается несущественно, однако скармливание его опасно из-за сопутствующего прорастанию развития микрофлоры, вырабатывающей токсины [13].

Преждевременное прорастание зерна главным образом сдерживается за счет покоя семян [24, 7]. Покой семян пшеницы и тритикале можно классифицировать как неглубокий физиологический покой. Биохимические процессы в покоящемся семени с неглубоким физиологическим покоем контролируются балансом фитогормонов — гиббереллинов и абсцизовой кислоты [10]. Абсцизовая кислота (АБК) сдерживает прорастание и способствует выработке веществ, защищающих клетки зародыша от гибели при высыхании. Гиббереллины, напротив, стимулируют процессы, происходящие при прорастании: рост клеток, синтез гидролитических ферментов и т.д. Когда семена находятся в состоянии покоя, в них преобладает синтез АБК и катаболизм физиологически активных форм гиббереллинов. При переходе к прорастанию наблюдается обратная ситуация — синтез гиббереллинов и разрушение АБК. Факторы окружающей среды влияют на покой семян главным образом через изменение баланса фитогормонов и чувствительности тканей-мишеней к ним [11].

Селекция считается основным методом борьбы с предуборочным прорастанием в колосе [2]. В то же время идёт активный поиск агротехнических методов предотвращения данного негативного явления. Эксперименты на сорго (*Sorghum bicolor*) [21] и кукурузе (*Zea mays*) [25, 26] показали, что подавление синтеза гиббереллинов в период развития семян предотвращает их преждевременное прорастание у мутантных линий с пониженной выработкой АБК или слабо чувствительных к ней.

Влияние минерального питания растений на покой семян в настоящее время почти не изучено. Авторы [9] показали, что недостаток молибдена снижает устойчивость к прорастанию в колосе у пшеницы, а некорневая подкормка данным микроэлементом в фазу шести листьев и в момент появления флагового листа делает покой семян более глубоким. При этом под действием молибденовой подкормки повышается содержание белка и нитратов в зерне. В то же время известно, что нитраты способны выводить созревшие семена пшеницы и других растений из состояния покоя [5, 8].

Хорошо известно, что некорневые подкормки мочевиной благоприятно влияют на качество зерна пшеницы и других культур, повышая содержание в нём клейковины [27]. Вместе с тем влияние данного вида подкормки на покой семян зерновых культур не изучалось.

Известно о влиянии температуры в период созревания зерна на покой семян у пшеницы. Семена, сформировавшиеся и созревшие при низкой температуре, имеют более длительный период послеуборочного дозревания и соответственно более глубокий покой на момент уборки [18]. Влияние дефицита влаги в почве совместно с влиянием температуры на покой семян изучалось на твёрдой пшенице [6]. При этом растения, выращенные в условиях засухи в сочетании с высокой температурой, а также при поливе в сочетании с низкой температурой воздуха, давали зерно с более выраженным покоем семян и повышенной чувствительностью зародышей к абсцизовой кислоте. Однако у сорта, неустойчивого к прорастанию в колосе, пониженная температура в период созревания зерна, напротив, ослабила покой семян.

Существуют данные о влиянии количества осадков на прорастание зерна в колосе в полевых условиях. Большее количество осадков при относительно низкой температуре в течение формирования и налива зерна, как правило, приводит к более глубокому покою семян на момент созревания [3, 19, 22]. В то же время из общего правила существуют исключения, вызванные генотипическими особенностями отдельных линий и сортообразцов.

Специальных работ, посвящённых влиянию факторов среды в период вегетации на покой семян тритикале, до сих пор не проводилось. Информация о влиянии среды на покой семян тритикале важна для селекции на устойчивость к прорастанию в колосе, в частности, для адекватной интерпретации результатов сортоиспытания.

Данная работа проводилась с целью изучения влияния естественных факторов окружающей среды на покой семян тритикале и определения возможности регулирования покоя семян для повышения их устойчивости к предуборочному прорастанию в колосе.

В задачи исследования входило: 1) определить характер влияния температуры и засухи в период формирования и налива зерна на покой семян тритикале; 2) проверить возможность регулирования покоя семян с использованием ингибитора биосинтеза гиббереллинов — хлорхолинхлорида; 3) оценить влияние некорневой подкормки мочевиной на покой семян тритикале.

Материал и методика

Сокращения: ПВ — полная влагоёмкость, АБК — абсцизовая кислота, ИП — индекс прорастания, ССС — хлорхолинхлорид, цв. — цветение, м.с. — молочная спелость.

В вегетационном опыте использовали две линии гексаплоидной озимой тритикале (*Triticosecale* Wittm.). Линия 313 выведена путём двукратного самоопыления индивидуальных колосьев из сортообразца 21759/97 и обладает 2R/2D замещением [1]. Линия 435 получена аналогичным способом из низкостебельного сорта польской селекции Fidelio. При испытании материала на Селекционной станции имени П.И. Лисицына в 2009-2010 гг. линия 313 показала себя как устойчивая к прорастанию в колосе (0% проросших зёрен на 8-й день испытания во влажной камере), а линия 435 — как наиболее неустойчивая (14% проросших зёрен в колосе).

Исследования проводили в оранжереях и климатических камерах лаборатории физиологии растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в вегетационных опытах. В качестве субстрата для выращивания растений использовали смесь верхнего слоя дерново-подзолистой окультуренной среднесуглинистой почвы с верховым нейтрализованным торфом в равном соотношении по объёму. Семена высевали в пластиковые сосуды объёмом 2,5 л. После появления всходов оставляли по 4 растения на сосуд. Яровизацию проводили в фазу кушения при температуре 4°C и постоянном освещении в течение 48 дней в яровизационной камере. До фазы кушения и в период после яровизации до фазы цветения все растения выращивали в оранжерее при круглосуточном освещении. После цветения сосуды с растениями распределили для использования в двух опытах.

Трёхфакторный опыт по оценке влияния температуры и засухи в период после цветения на покой семян проводили в климатических камерах. В качестве первого фактора выступал температурный режим (варианты: 25°C днём, 15°C ночью; 15°C днём, 13°C ночью), в качестве второго фактора — режим полива (до 70% ПВ 3-4 раза в неделю; до 40% ПВ 2-3 раза в неделю). Третьим фактором был генотип линии. Освещение — 18 ч в сут.

Двухфакторный опыт по оценке влияния хлорхолинхлорида и некорневой подкормки мочевиной проводили в оранжерее. Первый фактор — вариант обработки, второй — генотип линии. Опрыскивание растений водным раствором хлорхолинхлорида осуществлялось в одном из вариантов сразу же после цветения, в другом варианте — в фазу молочной спелости зерна. В качестве источника хлорхолинхлорида использовался препарат атлет, концентрация действующего вещества в рабочем растворе — 1 г/л. Опрыскивание растений 10%-м раствором мочевины проводили сразу после цветения. В контрольном варианте проводили опрыскивание растений водой.

Повторность опытов четырёхкратная (по 4 сосуда на каждый вариант).

После пожелтения колосьев (для каждого сосуда время изменения цвета колоса определялось отдельно) растения, оставленные в сосудах без полива, просушивали в помещении лаборатории в течение двух недель. Зерно вымолачивали вручную, помещали в холодильник при -20°C для остановки послеуборочного дозревания [4] и хранили там до окончания уборки.

В качестве показателя покоя семян использовали индекс прорастания (ИП), рассчитываемый на основе динамики прорастания зерна в чашках Петри в течение

14 дней [23] по формуле:
$$ИП = \frac{14 \times n_1 + 13 \times n_2 + \dots + 1 \times n_{14}}{D \times N}$$
, где n_1, n_2, \dots, n_{14} — чис-

ло вновь проросших зерен за первые, вторые и последующие сутки; N — общее число жизнеспособных зерен; D — общее число дней испытания; $14, 13, \dots, 1$ — веса, данные числам проросших зерен в первый, второй и последующие дни соответственно. Индекс прорастания варьируется в пределах от 0 до 1, причём чем более глубокий покой имеют семена, тем ниже значение индекса.

Зерно, собранное с главных колосьев растений одного вегетационного сосуда, проращивали в одной чашке Петри. В каждую чашку Петри на два слоя фильтровальной бумаги, смоченной водой, бороздкой вниз укладывали 60 зёрен. Чашки помещали в термостат без освещения при 20°C . Проросшие зёрна после подсчёта удаляли. При высыхании бумаги производили дополнительное увлажнение. На 15-й день испытания для прерывания покоя семян чашки Петри поместили в холодильник при 4°C , а тремя днями позже провели подсчёт жизнеспособных семян, не проросших за первые две недели испытания.

Экспериментальные данные подвергали дисперсионному и ковариационному анализу.

Результаты и их обсуждение

В эксперименте по изучению влияния климатических факторов на покой семян тритикале в условиях, наиболее близких к полевым, т.е. при дневной температуре 25°C и оптимальной для растений влажности почвы, линия 313 дала зерно с более продолжительным периодом покоя, чем линия 435 (рис. 1). Однако вследствие значительного варьирования индекса прорастания от сосуда к сосуду различия между данными линиями в вегетационном опыте не оказались статистически достоверными. В то же время различие по уровню покоя семян между данными линиями в естественных погодных условиях можно считать доказанным по совокупности результатов различных испытаний. Поэтому даже слабо существенные, со статистической точки зрения, различия между вариантами, найденные в данном эксперименте, следует принимать к сведению.

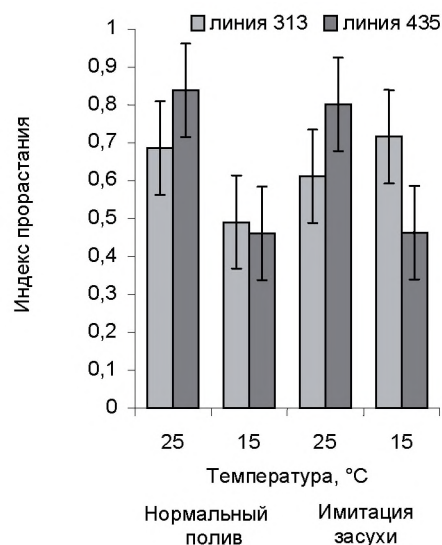


Рис. 1. Влияние дневной температуры и режима увлажнения почвы на покой семян тритикале. Показаны доверительные интервалы при 95%-м уровне значимости

Многофакторный дисперсионный анализ показал достоверность влияния температуры на покой семян и существенность взаимодействия факторов генотипа линии тритикале и температуры. Режим увлажнения почвы в среднем по двум вариантам температуры не повлиял существенно на покой семян. Однако, судя по графикам динамики прорастания, при высокой дневной температуре имитация почвенной засухи имела тенденцию усиливать, а при низкой температуре — ослаблять покой семян (рис. 3, с. 6). Это согласуется с результатами работы Biddulph et al. [6], проведённой на твёрдой пшенице. Другие возможные взаимодействия факторов опыта оказались статистически недостоверными.

При рассмотрении частных различий выявлено, что растения линии 435 вне зависимости от режима полива реагировали на по-

ниженную дневную температуру (15°C) в период созревания зерна появлением хорошо выраженного послеуборочного периода покоя семян, который почти не проявлялся при выращивании в естественных условиях и в варианте с дневной температурой 25 °С. Аналогичные результаты были получены в работе Reddy et al. с мягкой пшеницей [18] и во многих других работах. В настоящее время молекулярный механизм данного явления неизвестен. Однако по результатам работы [6] можно сказать, что более глубокий покой семян, созревших при низкой температуре, обусловлен, отчасти, повышенной чувствительностью зародышей к абсцизовой кислоте.

Отличим нашего эксперимента от предшествующих аналогичных работ было использование колебаний температуры в течение суток. При этом в обоих вариантах температурного режима растения тритикале испытывали на себе действие температуры 15°C. В первом варианте — в течение 6 ч в темноте, а во втором — в течение 18 ч при освещении. Сопоставление наших данных с данными экспериментов, проводившихся в контролируемых условиях при постоянной температуре и в естественных условиях при колеблющейся температуре, наводят на мысль о том, что покой семян главным образом зависит от максимальных суточных температур. Поэтому действие высокой температуры днём, ослабляющее покой созревающих семян, не компенсируется действием низкой температуры ночью.

У растений линии 313 под действием пониженной температуры при нормальном поливе индекс прорастания несущественно снизился, а при имитации засухи — несущественно повысился. Таким образом, судя по результатам нашей и других работ [6, 18, 19], покой семян, устойчивых к прорастанию в колосе образцов, менее подвержен влиянию условий среды.

Наиболее глубокий покой семян у каждого из образцов наблюдался в варианте с дневной температурой 15°C при нормальном поливе, а наиболее слабый покой семян — при дневной температуре 25°C также при нормальном поливе.

Чтобы устранить некоторые противоречия, существующие между исследователями по вопросу о влиянии температуры на покой семян пшеницы и тритикале, рассмотрим литературные данные об изменении реакции семян на этот фактор в процессе их созревания. Похоже, что способность семян впадать в более глубокий покой под действием низких температур и высокой влажности сохраняется практически до полной спелости. Авторы [20] установили, что воздействие пониженной температуры (4°C) в течение 16 дней на свежесобранное зерно краснотёрной пшеницы при поддержании в нём влажности 25% укрепляет его покой. Однако зерно белозёрной пшеницы в тех же условиях, напротив, выходит из состояния покоя.

При влажности зерна более 25% реакция его на температуру меняется [15]. Известно, что зрелые свежесобранные набухшие в воде семена пшеницы и тритикале

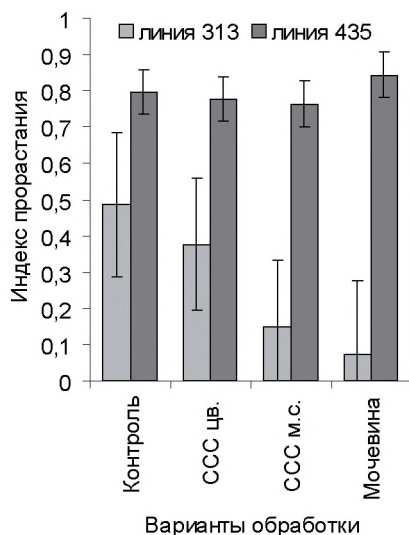


Рис. 2. Влияние обработок растений тритикале хлорхололинхлоридом (ССС цв.) и мочевиной в фазу цветения, хлорхололинхлоридом в фазу молочной спелости зерна (ССС м.с.) на покой семян

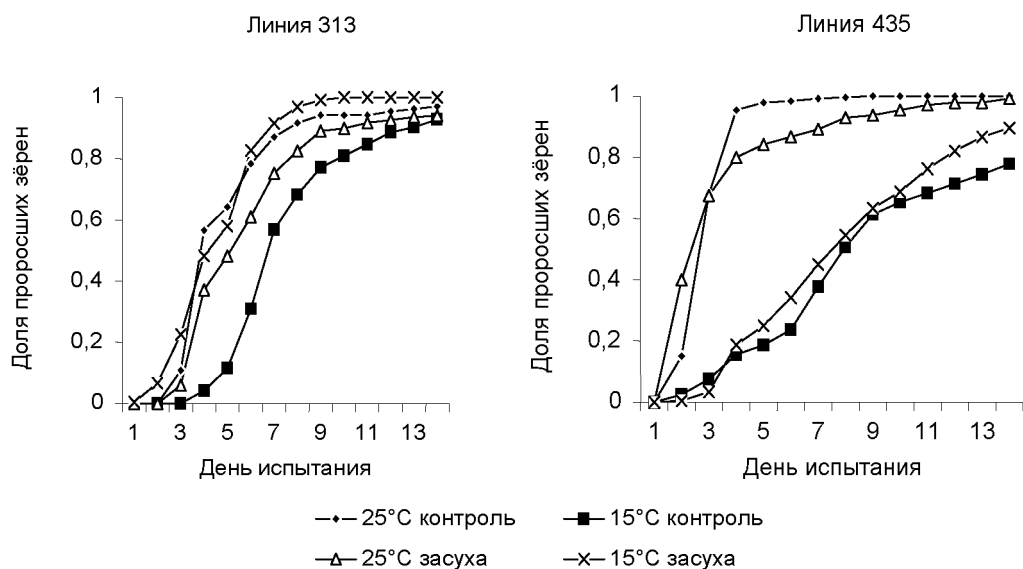


Рис. 3. Динамика прорастания зерна тритикале линий 313 и 435, полученного от растений, выращенных при различных температурных режимах (дневная температура 15 и 25°C) и различном поливе (контроль, имитация засухи)

под действием низких положительных температур (5-15°C) быстро выходят из состояния покоя, а при высоких температурах (25 °C и более) задерживают прорастание [18, 19, 22, 23]. В процессе послеуборочного дозревания ситуация снова изменяется: у дозревших семян отмечен более высокий индекс прорастания при повышении температуры [12].

В результате другого нашего эксперимента, где испытывалось влияние хлорхолинхлорида и подкормки мочевиной на покой семян, с помощью двухфакторного дисперсионного анализа было установлено достоверное различие индекса прорастания между испытуемыми линиями. При этом, как и ожидалось, линия 313 имела более глубокий покой семян, чем линия 435. Значимым оказалось взаимодействие линия X вариант обработки, что говорит о неодинаковой реакции различных генотипов тритикале на хлорхолинхлорид и мочевины. Однако вследствие большой вариабельности данных дисперсионный анализ не показал существенных различий между самими вариантами обработки растений. В связи с этим нами был проведён ковариационный анализ индекса прорастания с использованием озернённости колоска в качестве сопутствующего фактора для каждой из линий в отдельности (рис. 2, с. 5).

Как видно из рисунка 2, подкормка мочевиной благоприятно повлияла на линию 313, покой семян был более продолжительным. Это можно объяснить тем, что доступность азота во время налива зерна приводит к накоплению в нём большего количества белка [14, 27]. В то же время известно, что белки семени способны играть роль скэвенджеров свободных радикалов и тем самым замедлять выход из состояния покоя [11].

В меньшей степени, чем некорневая подкормка мочевиной, повлияло на покой семян линии 313 опрыскивание растений раствором хлорхолинхлорида. При этом опрыскивание, проведённое ближе по времени к моменту созревания (в молочной спелости), снизило индекс прорастания семян в большей степени, чем опрыскивание,

проведённое непосредственно по окончании периода цветения. Более существенный эффект хлорхолинхлорида при более поздней обработке, по-видимому, вызван тем, что это вещество достаточно быстро разлагается в растении и при ранней обработке не сохраняется в достаточном количестве в созревшем зерне.

В случае с линией 435 обработки хлорхолинхлоридом и мочевиной практически не повлияли на покой семян (рис. 4). Из последнего можно заключить, что в балансе гиббереллинов и абсцизовой кислоты, контролирующем покой семян, ведущая роль принадлежит именно абсцизовой кислоте. Не менее важна чувствительность тканей зародыша к данным фитогормонам.

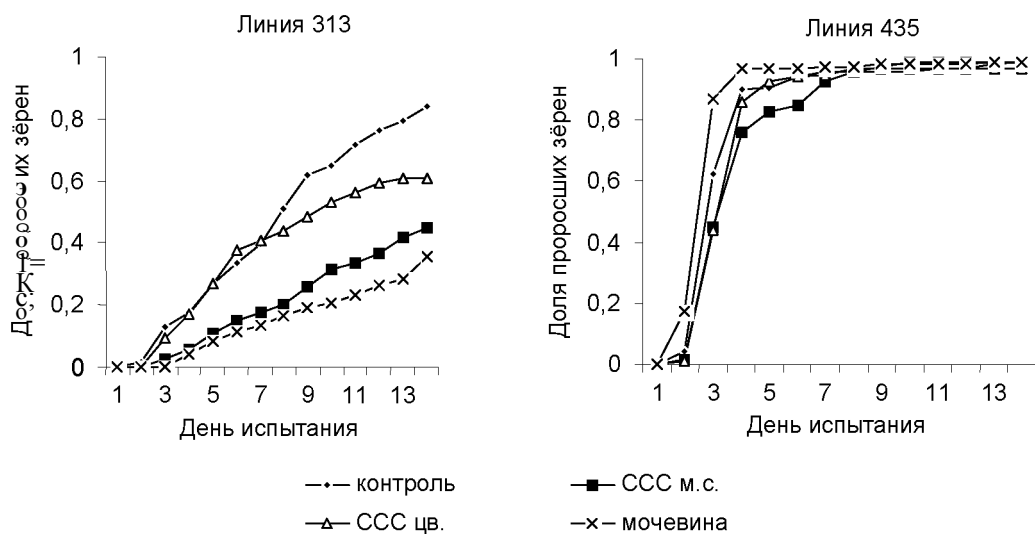


Рис. 4. Динамика прорастания зерна тритикале линий 313 и 435 у растений, обработанных хлорхолинхлоридом (ССС) и мочевиной сразу после цветения, и хлорхолинхлоридом в фазу молочной спелости, в сравнении с прорастанием зерна контрольных растений

В результате наших наблюдений также было отмечено, что некорневая подкормка мочевиной задержала созревание зерна тритикале обеих линий на два дня. При этом продолжительность периода от начала цветения до восковой спелости зерна у линии 313 в контроле составляла 44 дня, а у линии 435 — 46 дней. Обработка хлорхолинхлоридом не повлияла существенно на продолжительность вегетационного периода. Влияние обработок мочевиной и хлорхолинхлоридом на элементы структуры урожая оказалось несущественным.

Имитация засухи сократила вегетационный период в среднем на 6 дней. При этом под действием дефицита влаги существенно уменьшилась масса 1000 зёрен и выполненность зерна. Температурный режим не повлиял существенно на продолжительность периода от начала цветения до момента созревания.

В заключение можно сказать, что регулирование покоя семян с использованием агротехнических приёмов осуществимо далеко не для всех сортов тритикале. Основным способом борьбы с предуборочным прорастанием в колосе должна быть селекция — синтез и отбор генотипов с надлежащим уровнем покоя семян, стабильно проявляющимся в разнообразных условиях окружающей среды.

Устойчивость к прорастанию зерна в колосе, обуславливаемая покоем семян, является хоть и важным, но не единственным условием формирования высокого качества зерна. Главным образом оно зависит от исходного состояния крахмала и запасных белков, формирующихся при отсутствии каких-либо повреждающих факторов. Качество зерна может также ухудшиться и в результате так называемого «скрытого прорастания», которое не является собственно прорастанием, а представляет собой независимую от зародыша активизацию клеток алейронового слоя эндосперма, приводящую к высвобождению гидролитических ферментов [16].

Выводы

1. В устойчивости тритикале к прорастанию зерна на корню решающее значение имеет генотип сорта.
2. Улучшенное азотное питание и обработка растений хлорхлоридом после цветения могут усилить покой семян тритикале.
3. Покой семян тритикале в большей степени зависит от максимальных, чем от минимальных суточных температур в период от цветения до созревания. Высокие температуры в период от цветения до созревания чаще всего ведут к ослаблению покоя семян тритикале.
4. Недостаток влаги в почве по-разному влияет на покой семян тритикале в зависимости от температуры. При температуре 25°C в период от цветения до созревания — засуха, а при температуре 15°C — полив или атмосферные осадки — способствуют формированию большей устойчивости к прорастанию зерна в колосе.

Библиографический список

1. *Баженов М.С., Дивашук М.Г., Пыльное В.В., Карлов Г.П., Рубец В.С.* Изучение образцов озимой тритикале на наличие хромосомных замещений и их связь с устойчивостью к прорастанию на корню // Известия ТСХА, 2011. Вып. 2. С. 20-26.
2. *Беркутова Н. С., Буко О.А.* Оценка и отбор зерновых культур на устойчивость к прорастанию в колосе: Обзор. М.: ВНИИТЭИСХ, 1982.
3. *Нгуен Т.Т. Линь, Митрошина О.В., Пыльное В.В., Рубец В.С.* Оценка устойчивости образцов коллекции озимой тритикале к прорастанию на корню // Известия ТСХА, 2011. Вып. 1. С. 71-84.
4. *Anderson D.J.* Metabolic changes in partially dormant wheat seeds during storage. *Plant Physiol.*, 1970. 46. P. 605-608.
5. *Bethke P.C., Libourel G.L., Jones R.L.* Nitric oxide reduces seed dormancy in *Arabidopsis* // *J. Exp. Bot.*, 2006. 57(3). P. 517-526.
6. *Biddulph T.B., Mares D.J., Plummer J.A., Setter T.L.* Drought and high temperature increases preharvest sprouting tolerance in a genotype without grain dormancy // *Euphytica*, 2005. 143. P. 277-283.
7. *Biddulph T.B., Plummer J.A., Setter T.L., Mares D.J.* Seasonal conditions influence dormancy and preharvest sprouting tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) in the field // *Field. Crop. Res.*, 2008. 107. P. 116-128.
8. *Bojovic B.* The effects of temperature, length of storage and plant growth regulators on germination of wheat (*Triticum aestivum* L.) and triticale seeds // *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.*, 2010. 24(2). P. 1849-1853.
9. *Cairns A.L.P., Kritzing J.H.* The effect of molybdenum on seed dormancy in wheat // *Plant and Soil*, 1992. 145(2). P. 295-297.
10. *Finch-Savage W.E., Leubner-Metzger G.* Seed dormancy and the control of germination // *New Phytologist*, 2006. 171. P. 501-523.
11. *Finkelstein R., Reeves W., Ariizumi T., Steber C.* Molecular aspects of seed dormancy // *Annu. Rev. Plant Biol.*, 2008. 59. P. 387-115.
12. *Gerjets T., Scholefield D., Foulkes M.J., Lenton J.R., Holdsworth M.J.* An analysis of dormancy, ABA responsiveness, after-ripening and pre-harvest sprouting in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) caryopses // *J. Exp. Bot.*, 2010. 61(2). Pp. 597-607.

13. *Johnson R.J., Taverner M.R.* The feeding quality of sprouted wheat for poultry and pigs. In: Mares DJ (ed) Proc 4th Int Symp Preharvest Sprouting Cereals, Westview Press, 1987. P. 222-227.

14. *Kara B., Uysal N.* Influence on grain yield and grain protein content of late-season nitrogen application in triticale // *J. Anim. Vet. Adv.*, 2009. 8(3). P. 579-586.

15. *Mares D.J.* Temperature dependence of genninability of wheat (*Triticum aestivum* L.) grain in relation to pre-harvest sprouting // *Aust. J. Agric. Res.*, 1984. 35. P. 115-128.

16. *Man'a K. Wallwork M., Mares D.J.* a-Amylase and programmed cell death in aleurone of ripening wheat grains // *J. Exp. Bot.*, 2006. 57(4). P. 877-885.

17. *MosM.* Changes in the genninability and vigour of winter triticale seeds with sprouting damage // *Plant Soil Environ.*, 2003. 49(3). P. 126-130.

18. *Reddy L.V., Metzger R.J., Ching T.M.* Effect of temperature on seed dormancy of wheat // *Crop Sci.*, 1985. 25. P. 455-458.

19. *Salmon D.F., Helm J.H.* Preharvest and postharvest dormancy in spring triticale // *Agron. J.*, 1985. 77. P. 649-652.

20. *Skinnes II., Sorrells ME.* Effects of post maturity seed moisture level on seed dormancy in wheat // *Acta Agric. Scand.*, 1990. 40. P. 341-348.

21. *Steinbach H.S., Benech-Arnold R., Sanchez R.A.* Hormonal regulation of dormancy in developing sorghum seeds // *Plant Physiol.*, 1997. 113. P. 149-154.

22. *Varma P.K., Mishra A.N., Ruwali K.N.* Secondary dormancy in Indian and exotic varieties of wheat (*Triticum* species) induced by high temperature // *Indian J. Agric. Sci.*, 1991. 61(12). P. 992-994.

23. *Walker-Simmons M.* Enhancement of ABA responsiveness in wheat embryos by high temperature // *Plant Cell Environ.*, 1988. 11. P. 769-775.

24. *Walker-Simmons M.* ABA levels and sensitivity in developing wheat embryos of sprouting resistant and susceptible cultivars // *Plant Physiol.*, 1987. 84. P. 61-66.

25. *White C.N., Proebsting W.M., Hedden P., Rivin C.J.* Gibberellins and seed development in maize. I. Evidence that gibberellin/abscisic acid balance governs germination versus maturation pathways // *Plant Physiol.*, 2000. 122. P. 1081-1088.

26. *White C.N., Rivin C.J.* Gibberellins and seed development in maize. II. Gibberellin synthesis inhibition enhances abscisic acid signaling in cultured embryos // *Plant Physiol.*, 2000. 122. P. 1089-1097.

27. *Woolfolk C. W., Raun W.R., Johnson G. V., Thomason W.E., Mullen R. W., Wynn K.J., Freeman K. W.* Influence of late-season foliar nitrogen applications on yield and grain nitrogen in winter wheat // *Agron. J.*, 2002. 94(3). P. 429-434.

Рецензент — д. б. н. Е.А. Калашникова

SUMMARY

The effect of temperature and soil moisture deficiency on seed dormancy is studied in a greenhouse experiment with two triticale lines having various level of pre-harvest sprouting resistance. The influence of treatment with both chlormequat chloride (chlor-choline chloride) and urea on seed dormancy, after plant anthesis, has been investigated besides. It has been discovered that grain ripened at +15°C possesses more prolonged dormancy period than grain ripened at +25°C. Treatment with both chlormequat chloride and urea induces deeper dormancy only in triticale line having frank dormancy period in a nontreated variant (without any treatment).

Key words: triticale, seed dormancy, sprouting in spike, temperature, soil moisture, chlormequat chloride, urea.

Баженов Михаил Сергеевич — асп. каф. селекции и семеноводства полевых культур.

Эл. почта: bajenovmi@mail.ru.

Пыльнев Владимир Валентинович — д. б. н. Тел. (499) 977-12-72.

Эл. почта: selection@tiinacad.ru.

Тараканов Иван Германович — д. б. н. Тел. (499) 976-20-54.

Эл. почта: plantphys@timacad.ru.