

СОСТОЯНИЕ СТРЕССА У СЕМЯН ХЛЕБНЫХ ЗЛАКОВ И МЕТОДИКА ЕГО ДИАГНОСТИКИ

THE STATE OF STRESS IN CEREAL SEEDS AND METHODS FOR ITS DIAGNOSIS

Ключевые слова: метод диагностики, уровень стресса, стрессированные и интактные семена, стресс-фактор, скорость и энергия прорастания семян, морфофизиологические показатели, стрессовый этилен, дистанционная коммуникация, посевные качества семян, межсеменная воздушная среда.

Целью работы является применение разработанного метода диагностики для оценки уровня стресса у семян зерновых культур и обоснование эффективности использования семян в качестве посевного материала. На основании серии ранее выполненных многочисленных опытов с семенами различных сортов зерновых культур, различающихся по посевным качествам, был получен значительный массив (объем) экспериментальных данных, положенных в основу разработки метода диагностики уровня стресса, индуцированного повреждающими воздействиями различной природы, у семян. Оценка уровня стресса выполняется с использованием включенной в методику шкалы дифференциации уровня стресса, в которой отражены наиболее стрессочувствительные к воздействию стресс-факторов морфофизиологические показатели проростков и семян (скорость и энергия прорастания семян, длина coleoptile, концентрация стрессового этилена в межсеменной воздушной среде). Проведение диагноза сопровождается проращиванием семян в соответствии с ГОСТ 12038-84 и определением концентрации стрессового этилена с использованием газоанализатора. Полученные в процессе диагностики показания исследуемых семян сопоставляют с показаниями семян стандарта (элитных семян того же сорта) и по шкале дифференциации у них устанавливают соответствующий уровень стресса. Опытным путем на семенах 2 партий яровой пшеницы сорта Дарья первой репродукции с лабораторной всхожестью 93 и 89% установлен, соответственно, средний и высокий уровни стресса. Результаты диагностики позволяют объяснить часто наблюдаемую существенную разницу в показаниях полевой всхожести между разными партиями семян зерновых культур, в то же время не имеющими различия по величине лабораторной всхожести. Это связано с тем, что семена с высоким уровнем стресса отличаются пониженной энергией

прорастания, функциональной активностью, слабой способностью ростков преодолевать сопротивление почвы и, как следствие, формируют в поле недружные, изреженные всходы. Разработанный метод диагностики уровня стресса семян может быть использован дополнительно к ГОСТ Р 52325-2005 для оценки посевных качеств семян, корректировки расчете норм посева и агроэкономического обоснования применения семян соответствующего уровня стресса для посевных целей. Кроме того, на основании результатов определения уровня стресса могут приниматься решения о целесообразности длительного хранения семенного материала, продовольственного зерна, а также разрабатываться прогноз относительно биологической и хозяйственной долговечности семян.

Keywords: diagnostic method, stress level, stressed and intact seeds, stress factor, seed germination speed and power, morpho-physiological indices, stress ethylene, remote communication, seed quality, inter-seed air environment.

The research goal was to use the developed method of diagnostics to evaluate the stress level of cereal crop seeds and substantiate the effectiveness of using seeds as a seed material. Bases on a series of previously performed numerous experiments with seeds of various varieties of cereal crops that differed in seeding qualities; a significant array of experimental data was obtained which formed the basis for the development of a method for diagnosing the level of stress induced by damaging effects of various natures in seeds. The stress level evaluation is performed by using the stress level differentiation scale included in the methodology which reflects the most stress-sensitive morpho-physiological indices of seedlings and seeds (seed germination speed and power, coleoptile length, and the concentration of stress ethylene in the inter-seed air environment). The diagnosis is accompanied by seed germination in accordance with the GOST 12038-84 and determination of the concentration of stress ethylene using a gas analyzer. The indices of the studied seeds obtained in the course of diagnostics are compared with the indications of standard seeds (elite seeds of the same variety) and the appropriate stress level is set according to the differ-

entiation scale. Experimentally, the seeds of 2 batches of spring wheat of the Darya variety of the first reproduction with laboratory germination of 93% and 89% were found to have medium and high levels of stress, respectively. The diagnostic results allow explaining the often observed significant difference in field germination readings between different batches of grain seeds, while at the same time there is no difference in the amount of laboratory germination. This is due to the fact that the seeds with a high level of stress are characterized by low germination power, functional activity, weak ability of sprouts to overcome soil resistance, and as a result,

they form uneven, sparse shoots in the field. The developed method for diagnosing the level of stress in seeds may be used in addition to the GOST R 52325-2005 to evaluate the seeding qualities of seeds, adjust the calculation of seeding rates and agro-economic justification of the use of seeds of the appropriate level of stress for seeding purposes. In addition, based on the results of determining the level of stress, the decisions may be made on the feasibility of long-term storage of seed material, food grains, as well as a forecast of the biological and economic longevity of seeds.

Левин Виктор Иванович, д.с.-х.н., проф., каф. селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, Рязанский государственный агротехнологический университет им П.А. Костычева. E-mail: Levin-49@bk.ru.

Дудин Николай Николаевич, аспирант, Рязанский государственный агротехнологический университет им П.А. Костычева. E-mail: nikolai-dudin@mail.ru.

Антипкина Людмила Анатольевна, к.с.-х.н., доцент каф. селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии, Рязанский государственный агротехнологический университет им П.А. Костычева. E-mail: LAtalanova@yandex.ru.

Ушаков Роман Николаевич, д.с.-х.н., проф., зав. каф. «Лесное хозяйство», Рязанский государственный агротехнологический университет им П.А. Костычева. E-mail: r.usakov1971@mail.ru.

Levin Viktor Ivanovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Selective Breeding, Seed production, Agricultural Chemistry, Forestry and Ecology, Ryazan State Agro-Technological University named after P.A. Kostychev. E-mail: Levin-49@bk.ru.

Dudin Nikolay Nikolayevich, post-graduate student, Ryazan State Agro-Technological University named after P.A. Kostychev. E-mail: nikolai-dudin@mail.ru.

Antipkina Lyudmila Anatolyevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Ryazan State Agro-Technological University named after P.A. Kostychev. E-mail: LAtalanova@yandex.ru.

Ushakov Roman Nikolayevich, Dr. Agr. Sci., Prof., Head, Chair of Forestry, Ryazan State Agro-Technological University named after P.A. Kostychev. E-mail: r.usakov1971@mail.ru.

Введение

Состояние стресса у растений порождает широкий диапазон повреждающих воздействий различной природы (механические повреждения, резкие колебания температур, ионизирующие излучения, болезни и вредители). На эти воздействия, т.е. стресс-факторы, растения реагируют нарушением функционирования организма, активности регуляторных систем, аномалиями и изменением метаболических процессов в клетках [1], причем весь спектр стрессовых реакций, протекающих на клеточном уровне, присущ целостным организмам (растениям) и достаточно подробно описан [2].

Тогда как физиологические процессы, происходящие в семенах растений, находящихся в состоянии стресса, индуцированного механическими травмами и облучением, –

явление достаточно сложное и во многом далеко еще не изученное, о чем свидетельствуют данные о дистанционной коммуникации и каскадных эффектах между воздушно-сухими стрессированными и интактными (целостными, неповрежденными) семенами [3-6].

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что посевные качества семян в процессе послеуборочного хранения подвержены широкой вариабельности. Данное свойство обусловлено способностью стрессированных семян выделять фитогормон – стрессовый этилен [7, 8] и дистанционно ухудшать посевные качества совместно с ними хранящихся интактных семян. Установленный феномен создает предпосылки для существенной корректировки сложившихся теоретических представлений о био-

логических особенностях посевного материала, в котором присутствуют поврежденные комбайновой уборкой, сортировкой, очисткой, сушкой, болезнями вредителями семени.

Изучение физиологической сущности процессов, происходящих у интактных семян под влиянием стрессированных, имеет не только теоретическое, но и не менее важное прикладное значение. В соответствии с многолетней практикой производства сельскохозяйственных культур оценку качества семян и их пригодность для посева осуществляют на основе государственных стандартов. Однако на текущий период времени в ГОСТ Р 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений» только один критерий характеризует эндогенные физиологические свойства семян – это лабораторная всхожесть. Все другие показатели (чистота семян, содержание семян других растений, наличие примесей) отражают не биологические, а сопутствующие признаки и свойства семян. Между тем на основании показателя лабораторной всхожести в практике сельскохозяйственного производства рассчитывают норму посева семян, обеспечивающую оптимальную густоту всходов, режимов питания, освещения и, соответственно, продуктивность растений. Но отечественный и зарубежный опыт указывает на низкий уровень корреляции между лабораторной и полевой всхожестью [9, 10], в среднем полевая всхожесть в РФ зерновых культур ниже лабораторной на 20-25%, с понижением лабораторной всхожести различия с полевой всхожестью становятся еще большими [11, 12]. Сходную точку зрения высказывает [13], указывая на необходимость применения поправок для расчета норм посева, с учетом энергии прорастания семян.

В связи с установлением ранее неизвестных свойств коммуникации между семенами растений и слабой корреляции в показаниях между лабораторной и полевой всхожестью становится актуальной необходимость разработки метода диагностики семенного материала, позволяющего дополнить и сформулировать новые представления о физиологии и посевных качествах семян.

Цель работы – применение разработанного метода диагностики для оценки уровня стресса у семян зерновых культур. В **задачу** исследований входило определение уровня стресса у исследуемых семян по сопряженным морфофизиологическим показателям проростков семян и концентрации стрессового этилена в межсеменной воздушной среде с последующим сопоставлением полученных результатов с показаниями семян и проростков стандартного (эталонного) образца и обоснование эффективности использования исследованных семян в качестве посевного материала.

Объекты и метод диагностики

Метод диагностики уровня стресса у семян используется для оценки потенциальных экофизиологических ресурсов надежности и устойчивости семян зерновых культур при использовании их в качестве посевного материала к стресс-факторам в полевых условиях, а также возможности пролонгации высоких посевных качеств и хозяйственной долговечности в условиях продолжительного хранения. Предлагаемый метод, кроме того, может быть использован как дополнение для корректировки нормы посева семян. Стресс, как неспецифическая адаптационная реакция организма на действие любых неблагоприятных факторов, на клеточном уровне сопровождается комплексом стрессовых реакций, ингибирующих функциональную ак-

тивность деления, роста, а также физиологических процессов. Наиболее чувствительны к стрессу растительные организмы в молодом возрасте, при появлении всходов. Стресс наиболее сильно подавляет активно растущие и делящиеся клетки меристематических тканей, ростков и первичных корешков проростков семян [2]. Вместе с тем результаты исследования указывают на способность не только активно делящихся клеток, но и семян растений, находящихся в покое, реагировать и дифференцировать силу повреждающих экстремальных воздействий. Поврежденные (стрессированные) воздушно-сухие семян в 5-20 раз увеличивают эмиссию стрессового этилена [8], вызывают у интактных семян ингибирование начальных ростовых процессов и снижение посевных качеств [7].

Метод диагностики уровня стресса у семян яровой пшеницы проводится с применением достаточно простых и обоснованных тест-критериев, отражающих состояние стресса у семян по морфофизиологическим признакам проростков, на этапе гетеротрофного питания и развития. Диагностика выполняется в строго контролируемых (температура, свет, влага) стандартных лабораторных условиях, позволяющих фиксировать только присущие семенам эндогенные процессы, исключая модифицирующее воздействие экзогенных факторов. Зависимость состояния стресса у семян от количественных параметров данных критериев получила апробацию в многочисленных сериях опытов с зерновыми культурами [3, 4, 7, 8].

В число показателей, отражающих уровень стресса у семян, входят следующие тест-критерии:

1) *концентрация этилена в межсеменной воздушной среде* – тесно коррелирующая с уровнем стресса;

2) *скорость прорастания семян* – отражает активность триггер-гидролитических ферментов;

3) *энергия прорастания семян* – характеризует активность метаболических процессов и интенсивность начальных ростовых процессов

4) *длина coleoptиле ростков* – критерий уровня и состояния ИУК-фитогормона.

Проращивание семян проводится в соответствии с ГОСТ 12038-84. Определение всего комплекса морфофизиологических показателей выполняется на одном и том же образце прорастающих семенах, в соответствии с показателями и последовательностью действий (2-4), отраженными в шкале дифференциации уровня стресса (табл. 1). Первый критерий определяется для больших объемов семян, хранящихся в силосах, закромах или насыпью, для чего используется газоанализатор, например, «Кристалл – 2000 М» производства ЗАО СКБ «Хроматэк», а также другие типы хроматографов.

Следует отметить, что используемые критерии чрезвычайно вариабельны и динамичны, что присуще биологическим системам, в том числе семенам растений, представляющих гетерогенную совокупность организмов. Для этого выполняется статистическая обработка полученных данных, подтверждающая значимость различий исследуемых образцов семян. Диагностика уровня стресса осуществляется на основе сравнительной оценки семян, находящихся в состоянии стресса, и семян стандартного образца (семян элиты или репродукционных семян первого поколения) исследуемого партии. В стандартном образце, который формируется в результате ручного обмолота растений, исключается присутствие минеральных и органических примесей зерновок с механическими повреждениями, пораженных болезнями и вредителями. Стандартный образец для каждого сорта семян хра-

няется в замкнутых воздухо-, светонепроницаемых емкостях (металлических, стеклянных) при влажности семян не выше 13%. Полученные в процессе диагностики показания исследуемых образцов семян сопоставляют с показаниями семян стандарта и в соответствии со шкалой дифференциации у семян устанавливают уровень стресса (табл. 1).

Высокий и очень высокий уровень стресса сопровождается ускорением физиологического старения и уменьшением биологической долговечности семян [14]. Семена с высоким и очень высоким уровнем стресса имеют резко пониженную энергию прорастания, у них подавлена функциональная активность, истощены ресурсы надежности [15, 7, 4]. В полевых условиях всхожесть таких семян более чем на 30% ниже лабораторной. То есть около 1/3 семян от нормы посева не способны преодолеть сопротивление почвы и обеспечить формирование дружных всходов. Кроме того, ослабленные, изреженные всходы стрессированных семян неустойчивы к экстремальным биотическим и абиотическим воздействиям. Тогда как две первые группы семян шкалы дифференциации по совокупности показаний соответствуют слабому и среднему уровням стресса

и, соответственно, используются для посевных целей в сочетании с применением антистрессовых мероприятий [16].

Уровень стресса у семян исследуемого образца семян устанавливают на основании сравнения полученных в результате диагностики данных с показаниями шкалы дифференциации.

Данные усреднённые показатели уровня стресса используются для оценки семян различных сортов яровой и озимой пшеницы, ржи, относящихся к группе голозерных. Не исключено, что шкала дифференциации уровня стресса у пленчатых семян (ячмень, овес и др.) будет иметь несколько иной вид (регистрируемых различий) по отношению к стандарту, так как пленчатые зерновки более резистентны к воздействию стресс-факторов. В том случае, когда у диагностируемых семян один и тем более два показателя из четырех шкалы дифференциации, будут соответствовать более высокому уровню стресса, то данные семена переводят в группу более высокого уровня стресса. Например, концентрация этилена в исследуемом образце семян соответствует среднему уровню стресса, а три других показателя – низкому уровню стресса, то такие семена относят к среднему уровню стресса.

Таблица 1

Шкала дифференциации уровня стресса у семян зерновых культур

Показатели семян и проростков	Стандартный образец	Уровень стресса исследуемого образца семян			
		низкий	средний	высокий	очень высокий
Концентрация этилена в межзерновой воздушной среде, мг/м ³	К*	2 К	3-5К	6-10 К	11-20 К и более
Скорость прорастания семян, % сутки	С*	0,9 С	0,7-0,85 С	0,5-0,65 С	Менее 0,5 С
Энергия прорастания, %	Э*	0,9 Э	0,8-0,85 Э	0,5-0,75 Э	Менее 0,5 Э
Длина coleoptиле, мм	Д*	0,9 Д	0,7-0,85 Д	0,5-0,65 Д	Менее 0,5 Д

Примечание. *Означает первую заглавную букву исследуемого показателя; 0,2; 0,3; 0,4 и т.д. – десятые доли чисел; 2; 3; 4 и т.д. – целые числа (отражают величину изменения показаний у исследуемого образца семян по отношению к стандарту).

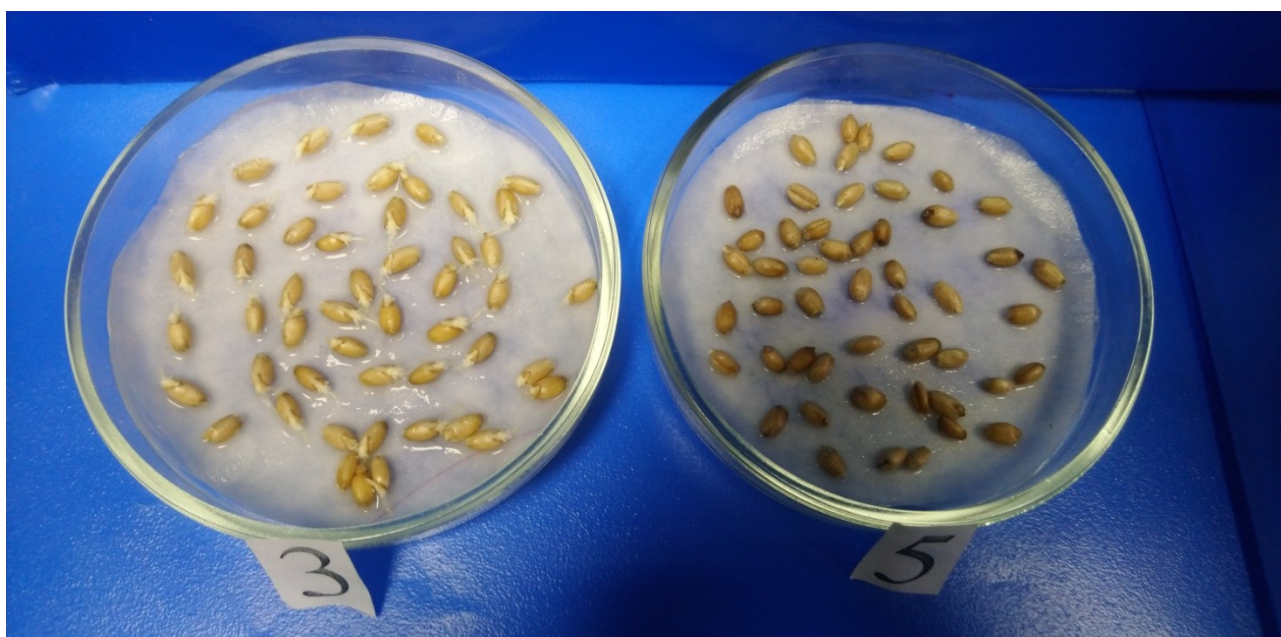
Следует признать неэффективным хранение и использование в качестве посевного материала семян с высоким и очень высоким уровнем стресса, даже тех партий, у которых лабораторная всхожесть может отвечать требованиям ГОСТ Р 52325-2005. Семенам с данным уровнем стресса свойственно активное продуцирование стрессового этилена, в процессе хранения происходит перманентное нарастание его концентрации и диффузии в межсеменную воздушную среду, с воздействием на всю партию хранящихся семян. Подобные семена, имеющие ослабленную энергию прорастания, с трудом преодолевают механическое сопротивление почвы и формируют ослабленные и изреженные всходы.

Результаты исследований

Исследования выполнены на 2 партиях семян яровой пшеницы сорта Дарья первой репродукции, урожая 2018 г. с показаниями лабораторной всхожести соответственно: 93% – партия А и 89% – партия Б, а также

семян стандарта со всхожестью 98%. Продолжительность послеуборочного хранения семян в типовых семенных хранилищах, до отбора семян А и Б, составляла 12 мес. Стандартный образец семян яровой пшеницы Дарья формировался до начала комбайновой уборки урожая, с использованием ручного обмолота растений.

На основании использования разработанного метода диагностики у данных семян определяли уровень стресса. Прорастание семян сопровождается последовательным прохождением морфологических и физиологических процессов, включая гидролиз запасных веществ, их перемещение к зародышу, синтез новых конституционных соединений, новообразование тканей и органов. В эксперименте после первых суток прорастания у зерновок пшеницы отчетливо фиксируется образование так называемого «наклева», или прободение семенной кожуры корешком зародыша у семян стандарта, в отличие от семян партии Б (рис. 1, табл. 2).



**Рис. 1. Суточные проростки семян яровой пшеницы сорта Дарья:
3 – стандарт; 5 – исследуемые семена Б**

Морфофизиологические изменения у суточных проростков семян стандарта происходят гораздо раньше и в большем количестве, чем у исследуемых семян, при этом скорость прорастания составляла, соответственно: стандарт – 87,6%, А – 24,9%, Б – 5,2%.

В последующие сутки скорость прорастания у семян стандарта изменялась незначительно в сторону увеличения, тогда как у семян А и Б она достигала максимума, соответственно, на 2-е и 3-и сутки (табл. 2, рис. 2).

Но абсолютные значения скорости прорастания семян стандарта в течение всего периода прорастания достоверно превышали величину данного показателя семян А и Б. Морфологические параметры 3-суточных проростков семян стандарта существенно отличались от проростков семян Б. Так, линейные размеры ростка и первичных корешков проростков стандарта были больше, чем у проростков семян Б, в 1,5-2,2 раза, что указывает на более высокий уровень активности обменных процессов и связанных с ним прорастанием и ростом у семян стандарта (рис. 3).

Энергия прорастания у семян стандарта была также существенно выше по сравнению с семенами А и Б. Исследования показали, что лабораторная всхожесть, как критерий способности семян образовывать нормально развитые проростки, отличалась между стандартом и исследуемыми семенами А и Б только на 5 и 9%, тогда как различия по энергии прорастания резко возрастали и достигали, соответственно, 15 и 42,5% (табл. 2).

Семена стандарта отличались от семян А и Б не только высокой скоростью и энергией прорастания, но и более активным формированием важнейшего органа проростка – coleoptиле, обеспечивающего преодоление механического давления почвы и появление всходов в полевых условиях. У 3-суточных проростков семян А и Б длина coleoptиле была меньше по сравнению со стандартом, соответственно, на 25%, в 1,9 раза. Следовательно, семена одного сорта с относительно близкими показателями лабораторной всхожести, но по энергии прорастания, интенсивности начального роста, новообразованию структур и органов сильно отличаются между собой, что указывает на различный уровень активности физиологических процессов, протекающих в разных семенах.

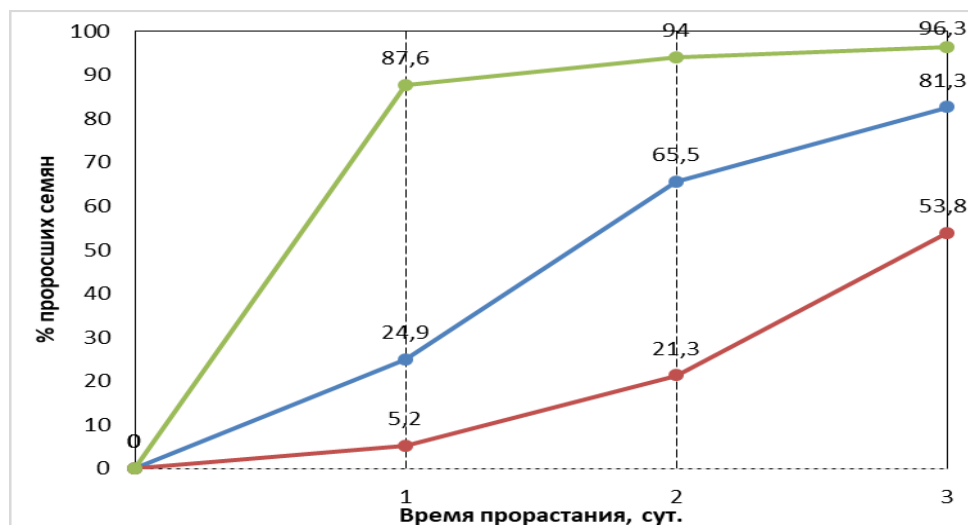


Рис. 2. Скорость прорастания семян:
С – стандарт, А и Б – партии исследуемых семян



**Рис. 3. Трехсуточные проростки семян яровой пшеницы сорта Дарья:
1 – стандарт; 3 – исследуемые семена Б**

Таблица 2

Оценка уровня стресса у семян яровой пшеницы

Образцы семян	Скорость прорастания, % проросших семян в сутки				Энергия прорастания, %	Длина трехсуточных coleoptелей, мм	Содержание стрессового этилена в межсеменной воздушной среде, мг/м ³
	сутки						
	1-е	2-е	3-и	средняя			
Стандарт	87,6±3,1	6,4±1,9	2,3±0,5	32,1	96,3±1,1	13,6±1,8	0,00014
А	24,9±2,3*	40,6±2,4*	16,8±2,7*	27,2	81,3±3,1*	9,5±1,3*	0,00451
Б	5,2±1,6*	16,1±2,1*	30,5±2,4*	17,9	53,8±3,9*	7,0±1,4*	0,00137

Примечание. *Различия достоверны для P ≤ 0,05.

Еще более выраженные различия между семенами стандарта и семенами А и Б выявлены по концентрации содержания стрессового этилена, синтез которого в растительных организмах индуцируют стресс-факторы абиотической и биотической природы. В межсеменной воздушной среде семян Б и А содержание стрессового этилена превышало его уровень у семян стандарта,

соответственно, в 9,8 и 3,2 раза (табл. 2). Таким образом, на основании сравнительной оценки, выявленной в процессе диагноза показаний у исследуемых семян со шкалой уровня стресса, по совокупности признаков следует, что семена Б соответствуют высокому, а семена А – среднему уровням стресса.

Заключение

Результаты диагностики позволяют объяснить часто наблюдаемую существенную разницу в показаниях полевой всхожести между разными партиями семян зерновых культур, в то же время не имеющими различия по величине лабораторной всхожести. Это связано с тем, что семена с высоким уровнем стресса отличаются пониженной энергией прорастания, функциональной активностью, слабой способностью ростков преодолевать сопротивление почвы, как следствие, формируют в поле изреженные и недружные всходы. Разработанный метод диагностики уровня стресса семян может быть использован дополнительно к ГОСТ Р 52325-2005 для физиологической оценки посевных качеств семян, корректировки расчета норм посева и агроэкономического обоснования применения семян соответствующего уровня стресса для посевных целей. Кроме того, на основании результатов показаний уровня стресса могут приниматься решения о целесообразности длительного хранения семенного материала и продовольственного зерна, а также разрабатываться прогноз относительно биологической и хозяйственной долговечности семян.

Библиографический список

1. Гродзинский, Д. М. Надежность растительных систем / Д. М. Гродзинский. – Киев, 1983. – 366 с. – Текст: непосредственный.
2. Полевой, В. В. Физиология растений / В. В. Полевой. – Москва: Высшая школа, 1989. – 464 с. – Текст: непосредственный.
3. Левин, В. И. Аллелопатические свойства летучих соединений семян зерновых культур, индуцированные стрессом / В. И. Левин. – Текст: непосредственный // Вісник Аграрної науки при чорномор'я спеціальний. – Миколаїв, 2003. – Вип. 3(23). – С. 159-163.
4. Левин, В. И. Каскадный эффект внутри-видового дистанционного воздействия облученных семян растений на необлученные / В. И. Левин, С. А. Макарова. – Текст: непосредственный // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева – 2013. – № 1 (17) – С. 16-20.
5. Харламов, В. А. Эффекты опосредованного влияния гамма-облученных семян пшеницы на интактные при совместном хранении. Техногенные системы и экологический риск / В. А. Харламов, Б. П. Суринов. – Текст: непосредственный // Материалы докладов VII региональной научной конференции. – Обнинск, 2010. – Ч. 2. – С. 86-91.
6. Левин, В. И., Дудин Н. Н. Дистанционная коммуникация между интактными и стрессированными семенами одной партии в процессе хранения / В. И. Левин, Н. Н. Дудин. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XIV Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2019 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – Кн. 1. – С. 215-216.
7. Левин, В. И. Физиологические основы технологии послеуборочного хранения семян зерновых культур / В. И. Левин, С. А. Макарова. – Текст: непосредственный // Вестник РГАТУ имени П. А. Костычева. – 2011. – № 2 (10). – С. 26-29.
8. Макарова, С. А. Межвидовое дистанционное воздействие стрессированных семян растений на интактные / С. А. Макарова, В. И. Левин. – Текст: непосредственный // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – № 2. – С. 38-42.
9. Строна, И. Г. Травмирование семян и его предупреждение / И. Г. Строна. – Москва: Колос, 1972. – 160 с. – Текст: непосредственный.

10. Биология семян и семеноводство / перевод с польского Г.Н. Мирошниченко. Москва: Колос, 1976. – 463 с. – Текст: непосредственный.

11. Денисов, П. В. Полевая всхожесть семян зерновых культур в нечерноземной полосе / П. В. Денисов. – Текст: непосредственный // Биология и технология семян: сборник статей. – Харьков, 1974. – С. 345-348.

12. Тарасенко, А. П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / А. П. Тарасенко. – Воронеж, 2003. – 331 с. – Текст: непосредственный.

13. Коновалов, В. П. Некоторые вопросы методики определения полевой всхожести семян / В. П. Коновалов. – Текст: непосредственный // Биология и технология семян: сборник статей. – Харьков, 1974. – С. 332-335.

14. Левин, В. И. Динамика посевных качеств и биологическая долговечность стрессированных семян зерновых культур / В. И. Левин, Л. А. Антипкина, Н. Н. Дудин, А. М. Портнова. – Текст: непосредственный // Вестник совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 1 (6). – С. 15-19.

15. Левин, В. И. Агрэкологические аспекты предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур гамма-лучами / В. И. Левин. – Москва: ВНИИ «Агрэкоинформ», 2000. – 221 с. – Текст: непосредственный.

16. Патент RU № 2217894, C1 A01C1/00 Способ повышения всхожести интактных семян при совместном хранении с семенами, находящимися в состоянии стресса / Левин В. И. – Москва, 2003. – Приоритет 09.04.2002. – Текст: непосредственный.

References

1. Grodzinskiy D.M. Nadezhnost rastitelnykh sistem. – Kiev, 1983. – 366 s.

2. Polevoy V.V. Fiziologiya rasteniy. – Moskva: Vysshaya shkola, 1989. – 464 s.

3. Levin V.I. Allelopaticheskie svoystva letuchikh soedineniy semyan zernovykh kultur, indutsirovannye stressom // Bisnik Agrornoj nauki Prichernomorya. spetsialniy Vipusk 3 (23). – Mikolaiv, 2003. – S. 159-163.

4. Levin V.I., Makarova S.A. Kaskadnyy effekt vnutrividovogo distantsionnogo vozdeystviya obluchennykh semyan rasteniy na neobluchennyye. // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2013. – No. 1 (17). – S. 16-20.

5. Kharlamov V.A., Surinov B.P. Effekty oposredovannogo vliyaniya gamma-obluchennykh semyan pshenitsy na intaktnyye pri sovmestnom khraneni. Tekhnogennyye sistemy i ekologicheskyy risk. Materialy dokladov VII Regionalnoy nauchnoy konferentsii. – Obninsk, 2010. – Ch. 2. – S. 86-91.

6. Levin V.I., Dudin N.N. Distantsionnaya kommunikatsiya mezhdru intaktnymi i stressirovannymi semenami odnoy partii v protsesse khraneniya // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XIV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (7-8 fevralya 2019 g.). – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2019. – Kn. 1. – S. 215-216.

7. Levin, V.I. Fiziologicheskie osnovy tekhnologii posleuborochnogo khraneniya semyan zernovykh kultur / V.I. Levin, S.A. Makarova // Vestnik RGATU im. P.A. Kostycheva. – 2011. – No. 2 (10). – S. 26-29.

8. Makarova S.A., Levin V.I. Mezhdruvidovoe distantsionnoe vozdeystvie stressirovannykh semyan rasteniy na intaktnyye // Problemy

agrokhimii i ekologii. – 2014. – No. 2. – S. 38-42.

9. Strona I.G. Travmirovaniye semyan i ego preduprezhdenie. – Moskva: Kolos, 1972. – 160 s.

10. Biologiya semyan i semenovodstvo / per. s polsk. G.N. Miroshnichenko. – Moskva: Kolos, 1976. – 463 s.

11. Denisov P.V. Polevaya vskhozhest semyan zernovykh kultur v Nechernozemnoy polose // Biologiya i tekhnologiya semyan. – Kharkov, 1974. – S. 345-348.

12. Tarasenko A.P. Snizhenie travmirovaniya semyan pri uborke i posleuborochnoy obrabotke. – Voronezh, 2003. – 331 s.

13. Konovalov V.P. Nekotorye voprosy metodiki opredeleniya polevoy vskhozhesti semyan / V.P. Konovalov // Biologiya i tekhnologiya semyan. – Kharkov, 1974. – S. 332-335.

14. Levin V.I., Antipkina L.A., Dudin N.N., Portnova A.M. Dinamika posevnykh kachestv i biologicheskaya dolgovechnost stressirovannykh semyan zernovykh kultur // Vestnik soveta molodykh uchenykh Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2018. – No. 1 (6). – S. 15-19.

15. Levin, V.I. Agroekologicheskie aspekty predposevnoy obrabotki semyan selskokhozyaystvennykh kultur gamma-luchami / V.I. Levin. – Moskva: VNI «Agroekoinform», 2000. – 221 s.

16. Levin V.I. Patent RU No. 2217894, S1 A01S1/00 Sposob povysheniya vskhozhesti intaktnykh semyan pri sovmestnom khranении s semenami, nakhodyashchimisya v sostoyanii stressa. – Moskva, 2003. Prioritet 09.04.2002.



УДК 633.1

Т.А. Леконцева, Е.С. Стаценко
Т.А. Lekontseva, Ye.S. Statsenko

ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

THE STUDY OF SPRING TRITICALE VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF THE KIROV REGION

Ключевые слова: яровая тритикале, сорта, климат, урожайность зерна, элементы продуктивности, высота растений, сенаж.

Представлены результаты изучения сортов яровой тритикале в условиях Кировской области. В области отсутствует селекционная работа по яровой тритикале. Сорта, имеющиеся в стране, требуют изучения в условиях конкретной зоны возделывания. Потребность в высококачественных кормах в отрасли животноводства можно частично решить путем внедрения яровой тритикале. На кафедре общего земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО Вятской ГСХА изучаются сорта яровой тритикале различного эколого-географического происхождения с целью

выделить и рекомендовать производству наиболее адаптированные сорта. В 2018-2019 гг. на территории учебно-опытного поля (г. Киров) на участках с дерново-подзолистыми среднесуглинистыми почвами проведена оценка 17 сортов яровой тритикале. Исследования проведены в соответствии с общепринятыми методиками. За стандарт принят сорт яровой тритикале Ровня, рекомендованный к использованию по Волго-Вятскому региону. Агроклиматические показатели в период проведения изучений заметно отличались от среднесуточных значений по температуре и по количеству осадков. В среднем за 2 года продолжительность вегетационного периода у стандарта составила 99 дней. Десять сортов созревают на уровне стандарта. Остальные сорта