

ОЦЕНКА ЖАРОУСТОЙЧИВОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

УДК 631.527:633.11

КРИВОБОЧЕК Виталий Григорьевич, Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

СТАЦЕНКО Александр Петрович, Пензенский государственный университет

ТРАЗАНОВА Екатерина Александровна, Пензенский государственный университет

КУРЫШЕВ Иван Александрович, Пензенский государственный университет

Представлены результаты оценки жароустойчивости различных сортов яровой пшеницы. В качестве критерия устойчивости предлагается использовать специальные коэффициенты, представляющие собой отношение концентрации аминокислоты пролина в листьях испытуемых сортов яровой пшеницы к таковой у сорта-классификатора с известной (пониженней) жароустойчивостью. На их основании сделано заключение об относительной степени устойчивости растений к высокой температуре. Высокий коэффициент соответствует повышенному уровню жароустойчивости растений.

Поволжский регион – один из основных в России по производству зерна яровой пшеницы. Здесь эта культура высеивается на площади более 3 млн га. Несмотря на то, что климатические условия региона благоприятны для вегетации яровой пшеницы, в отдельные годы посевы испытывают на себе отрицательное влияние высоких температур. При этом урожайность снижается до 0,2–0,4 т/га.

Оптимальная температура для роста и развития растений пшеницы составляет около 30 °C. Причем она неодинакова для сортов разного происхождения по фазам развития, а также для отдельных органов и тканей. Однако объективно отражает верхнюю границу, за которой начинается угнетение растений. Во второй половине вегетации, после цветения, пшеница лучше переносит температуру выше 30 °C. В то же время на более ранних фазах развития эта температура является губительной для формообразования, следовательно, и для получения высокого урожая [3, 10]. Для пшеницы в начальный период развития до фазы кущения температурный оптимум лежит ниже 20 °C, в период кущение – цвете-

ние – около 25 °C, после цветения – около 30 °C [10].

Причины гибели и угнетения растений пшеницы при высокой температуре могут быть различными. При температуре, превышающей порог коагуляции протоплазмы, происходят ожоги и быстрая гибель тканей. Растения способны в течение нескольких часов выдерживать температуру 45 °C, но при температуре 50 °C гибель наступает уже через 20–30 мин. Поврежденные ткани буреют и быстро подсыхают, так как протоплазма теряет способность удерживать воду. Особенно чувствительны к высоким температурам генеративные органы пшеницы. Их повреждения проявляются в период налива зерна в виде череззерницы и пустоколосицы [9].

Известно, что засухоустойчивые сорта отличаются, как правило, высокой жаростойкостью. Однако эта связь проявляется не всегда. Так, твердая пшеница менее засухоустойчива, она превосходит мягкую пшеницу по жаростойкости, особенно в период налива зерна. Большая жаростойкость характерна для степного экотипа по сравнению с лесостепными сортами [5]. Исследователи считают, что основными причинами





угнетения растений пшеницы и их гибели являются нарушения субмикроскопической структуры протоплазмы, разрушение белково-липоидного комплекса, накопление токсических продуктов распада белков и других соединений. Важными физиологическими признаками, повышающими жароустойчивость, являются гидрофильная вязкость протоплазмы и количество связанной воды [4]. Несмотря на наличие многих физико-биологических признаков жароустойчивости до настоящего времени не разработаны объективные и оперативные методы ее оценки.

Для оценки жаростойкости в настоящее время используют полевые и лабораторные методы, основанные на измерении цитофизиологических, биофизических и биохимических показателей (вязкости и скорости движения цитоплазмы) [1, 4]. Также жароустойчивость растений определяется по степени гидролиза статолитного крахмала в клетках корневого чехлика, по ответной биоэлектрической реакции растительных тканей [5, 6]. Однако перечисленные методы довольно трудоемки, малопроизводительны, требуют высокой квалификации исполнителей, дорогостоящего оборудования и дефицитных химических реагентов. Кроме того? они не всегда объективны, так как оценка жаростойкости проводится на проростках, выращенных в лабораторных условиях.

Известен также метод оценки жаростойкости селекционного материала, в основу которого положена степень снижения продуктивности растений в полевых условиях [3]. Практическое использование этого метода ограничивается его высокой трудоемкостью и низкой производительностью, что не позволяет проводить массовую оценку жаростойкости селекционного материала. Известно, что жаростойкость растений тесно связана с накоплением в вегетативных органах свободного пролина [2, 8, 11, 12]. В связи с этим цель исследований – изучить влияние высоких температур воздуха на содержание пролина в листьях яровой пшеницы и разработать метод оценки жароустойчивости растений.

Методика исследований. Исследовали сорта из различных регионов: селекции Самарского НИИСХ – Тулайковская 5,

Тулайковская 10; Поволжского НИИСХ – Кинельская 59, Кинельская нива; НИИСХ Юго-Востока – Альбидум 43, Саратовская 29, Саратовская 38, Белянка, Юго-Восточная 2, Юго-Восточная 4; Ершовской опытной станции – Прохоровка, Эритроспермум 872, Альбидум 1616, Ершовская 32; СибНИИСХоза – Омский рубин, Омская 24, Нива 2; НИИСХ Центрально-Черноземной зоны – Лада, Воронежская 14. В полевых условиях в период максимального термостресса (при температуре 40...45 °C), когда отмечали явные признаки увядания листьев, проводили отбор растительного материала. Пробы листьев отбирали в трехкратной повторности.

Содержание пролина определяли в 2-граммовой навеске листьев, которую растирали в ступке в смеси с 20 мл 3%-го водного раствора сульфосалициловой кислоты. Гомогенат фильтровали через плотный бумажный фильтр и анализировали на содержание аминокислоты. Затем 2 мл фильтрата смешивали в пробирке с 2 мл кислого нингидрина и 2 мл ледяной уксусной кислоты. Кислый нингидрин готовят за сутки до анализа путем растворения 1,25 г нингидрина в смеси с 20 мл ортоfosфорной кислоты при температуре 100 °C и хранят в термостате при температурном режиме от 0 до 4 °C.

Реакционную смесь выдерживают в течение часа на кипящей водяной бане с последующим ограничением реакции в ледяной бане. В пробирки с охлажденной смесью добавляют по 4 мл толуола (или бензола) и энергично взбалтывают в течение 30 с. После 20-минутного отстаивания верхний окрашенный слой сливают в кюветы и оценивают плотность окраски с помощью фотоэлектрокалориметра ФЭК-56 М. Экстинцию определяют с использованием синего светофильтра с длиной волны 520 нм в 5-миллиметровых кюветах.

Содержание свободного пролина в испытуемом материале определяют по стандартной кривой, построенной на растворах фабричного пролина. Расчет проводят в мг% на сырую листовую массу.

Результаты исследований. На основе полученных данных вычисляли коэффициенты устойчивости: отношение концент-

рации пролина в испытуемых образцах (или сортах) к таковой у сорта-классификатора с известной (низкой) жаростойкостью, по которым делали заключение об относительной степени устойчивости растений к высокой температуре. Более высокому коэффициенту устойчивости соответствовал повышенный уровень жаростойкости растений. Для более дифференцированного отбора в качестве контрольных можно использовать несколько сортов-классификаторов. В таблице приведены результаты оценки жароустойчивости изучаемых сортов яровой пшеницы.

Анализ полученных результатов показал, что оценка жароустойчивости с использованием в качестве одиночных показателей коэффициентов устойчивости (отношение содержания свободного пролина в вегетативных органах испытуемых сортов (селекционных образцов) к таковому у сорта-классификатора с известной (пониженной) жароустойчивостью) является объективной и достоверной. Это подтверждается результатами выживаемости растений пшеницы в период температурного стресса.

Выводы. Нами разработан и запатентован [13] менее трудоемкий, производитель-

Результаты оценки жароустойчивости изучаемых сортов яровой пшеницы

Сорт пшеницы	Содержание пролина в листьях, мг%	Коэффициент устойчивости	Выживаемость растений в условиях термостресса, %
Полтавка (контроль)	10,1	–	36,3
Кинельская 59	93,9	9,3	76,4
Кинельская нива	90,9	9,0	75,0
Омский рубин	87,9	8,7	73,9
Саратовская 29	80,8	8,0	65,6
Саратовская 38	85,9	8,5	63,4
Тулайковская 10	78,8	7,8	59,6
Омская 24	79,9	7,9	60,9
Альбидум 43	66,7	6,6	53,4
Тулайковская 5	59,6	5,9	50,7
Эритроспермум 872	56,6	5,6	47,1
Ершовская 32	62,6	6,2	49,4
Лада	46,5	4,6	44,7
Альбидум 1616	48,5	4,8	45,9
Белянка	47,5	4,7	45,5
Нива 2	43,4	4,3	43,9
Юго-Восточная 2	20,2	2,0	40,2
Прохоровка	17,2	1,7	39,4
Воронежская 14	26,3	2,6	42,7
Юго-Восточная 4	13,1	1,3	38,1



ный и объективный способ оценки жароустойчивости.

Запатентованный метод оценки жароустойчивости растений обладает высокой оперативностью и может быть использован в селекции яровой пшеницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В.Я. Цитофизиологическая оценка различных методов определения жизнеспособности растительных клеток // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. – 1995. – Т. 10. – С. 309–314.
2. Бритиков Е.А. Биологическая роль пролина. – М.: Наука, 1975. – 116 с.
3. Волкова А.М. Влияние различных режимов температурного воздействия на урожай зерна различных по жароустойчивости сортов хлебных злаков // Тр. по прикл. ботанике, генетике, селекции. – 1976. – Т. 57. – Вып. 2. – С. 346–351.
4. Генкель П.А., Цветкова И.В. Влияние солей на вязкость протоплазмы и жароустойчивость растительных клеток // Докл. АН СССР. – 1950. – Т. 74. – № 5. – С. 1025–1029.
5. Генкель П.А. Физиология растений. – М.: Просвещение, 1975. – 335 с.
6. Зубкус О.П., Новоселова А.Н., Севрова О.К. Использование ответной биоэлектрической реакции для оценки жароустойчивости растений // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. – Л., 1973. – С. 19–24.
7. Использование свободных аминокислот в оценке засухоустойчивости яровой пшеницы / В.Г. Кривобочек [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 5. – С. 11–13.
8. Кузнецов В.В., Шевякова Н.И. Пролин при стрессе: биохимическая роль, метаболизм и регуляция // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. – Вып. 2. – С. 321–344.
9. Лебедев С.И. Физиология растений. – М.: Колос, 1982. – 463 с.
10. Рубин Б.А. Физиология сельскохозяйственных растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 411 с.
11. Савицкая Н.Н. О физиологической роли пролина в растениях // Науч. докл. высш. шк. – 1976. – № 2. – С. 70–76.
12. Стациенко А.П. О криозащитной роли аминокислот в растениях // Физиология и биохимия культурных растений. – 1992. – Т. 24. – № 6. – С. 560–565.
13. Стациенко А.П., Бутылкин Ф.А. Способ оценки жаростойкости растений // Патент № 2159033. 2000.

Кривобочек Виталий Григорьевич, д-р с.-х. наук, проф., главный научный сотрудник, Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Россия.
442731, Пензенская обл., р.п. Лунино, ул. Мичурина, 16.
Тел.: 89042668573; e-mail: penzniish-szk@mail.ru.

Стациenko Александр Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Техносферная безопасность», Пензенский государственный университет. Россия.

Тразанова Екатерина Александровна, аспирант кафедры «Техносферная безопасность», Пензенский государственный университет. Россия.

Курышев Иван Александрович, аспирант кафедры «Техносферная безопасность», Пензенский государственный университет. Россия.

440028, г. Пенза, ул. Красная, д. 40.
Тел.: (495) 56-35-11.

Ключевые слова: яровая пшеница; сорт; жароустойчивость; выживаемость; свободный пролин; коэффициент устойчивости.

EVALUATION OF SPRING WHEAT HEAT RESISTANCE

Krivobochek Vitaliy Grigoryevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the department of Selection of cereals, Penza Scientific Research Institute of Agriculture. Russia.

Statsenko Alexander Petrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Technosphere Safety". Penza State University. Russia.

Trazanova Ekaterina Alexandrovna, Post-graduate Student of the chair "Technosphere Safety", Penza State University. Russia.

Kuryshov Ivan Alexandrovich, Post-graduate Student of the chair "Technosphere Safety", Penza State University. Russia.

Keywords: spring wheat; varieties; heat resistance; survival; free proline; the coefficient of stability.

There are presented the results of evaluation of heat resistance of different varieties of spring wheat. As a stability criterion is proposed to use a special coefficient that represents the ratio of the concentration of the amino acid proline in the leaves of tested varieties of spring wheat to that varieties -classifier with known (low) heat resistance, on the basis of which to make a judgement about the relative degree of resistance of plants to high temperature. A higher ratio corresponds to higher level of heat resistance of plants.

