

Литература

1. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси (селекция, семеноводство, технология возделывания) / Э.П. Урбан. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 269 с.
2. Урбан, Э. П. Озимая рожь / Э. П. Урбан, С. И. Гордей, И. А. Гордей // Генетические основы селекции растений : в 4 т. / Нац. акад. наук Беларуси, Институт генетики и цитологии; науч. ред.: А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Беларус. навука, 2010. – Т. 2 : Частная генетика растений, Гл. 3. – С. 120-155.
3. Hardzei, S. Heterosis in rye / S.Hardzei // UPOV publication. – Geneva. – 2012. – № 356(E). – p. 22–28
4. Урбан, Э.П. Выращивание семян гибридов F₁ озимой ржи / Э. П. Урбан, С. И. Гордей // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – Вып. 57. – С. 229-234.
5. Гордей С.И. Создание родительских компонентов и гибридного сорта озимой ржи Белги (F1). / Э.П. Урбан, Д.Ю. Артюх, К.Г. Мельничук, М.М. Горовая, Ю.С. Соловей, Т.В. Ровдо // Земледелие и селекция в Беларуси : сб. науч. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ; редкол.: Ф.И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – Вып. 56. – С. 283-292.
6. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2025. – 300 с.

УДК 633.15:[633.527:631.524.85]

ОЦЕНКА И ОТБОР СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КУКУРУЗЫ ПО ПРИЗНАКАМ ЖАРОУСТОЙЧИВОСТИ

В.И. Кравцов, Л.П. Шиманский, кандидат с.-х. наук

РНДУП «Полесский институт растениеводства», vii.krawtsov2016@yandex.ru

(Дата поступления статьи в редакцию 21.02.2025)

Рецензент Надточаев, Н.Ф., кандидат с.-х. наук

В статье приведены результаты оценки нового исходного материала (селекционных образцов) кукурузы по жароустойчивости. В лабораторных условиях проведен первоначальный скрининг жаровыносливости 118 селекционных образцов, выделены селекционные образцы (70 номеров) с высокой потенциальной жаровыносливостью. В полевых условиях проведена оценка жаростойкости селекционного материала по прямым и косвенным признакам, исходный материал классифицирован по полевой всхожести после термообработки семян – выделено 25 образцов с высокой полевой всхожестью (90–100 %). Проведена классификация селекционных образцов по жизнеспособности пыльцы после воздействия на нее субоптимальных (40–41 °С) температур, выделен 21 образец со степенью завязываемости пыльцы более 80 %. Проведено два цикла отбора, для дальнейшей селекционной работы выделено 27 селекционных образцов с выраженными признаками жаростойкости.

Введение. С 2000 г. резко возросла вероятность наступления высоких температур. Рост продолжительности и интенсивности волн жары приходится, главным образом, на юго-восточную часть Беларуси. По данным ученых Института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси предполагается, что в последующие 30–40 лет темпы повышения температурного режима будут находиться в пределах 1 °C за десятилетие, что негативно скажется на продуктивности многих возделываемых в республике сельскохозяйственных культур [1].

Экстремально высокие температуры во второй половине вегетации кукурузы, на которую приходится цветение и формирование зерна кукурузы, в настоящее время часто повторяющееся явление, особенно в южных областях республики. Температуры воздуха выше 35 °C на фоне пониженной влагообеспеченности и низкой относительной влажности воздуха часто приводят к значительному недобору урожая кукурузы за счет нарушения процессов органогенеза.

При почвенной и воздушной засухе, сопровождаемой высокими температурами воздуха (выше 32 °C), корневая система не обеспечивает нормального водоснабжения для сохранения клеток в тургорном состоянии, и растение начинает увядать. Видимое увядание кукурузы в течение четырех дней за одну неделю до выброса метелок снижает урожайность до 25 %, в период цветения – молочной спелости – до 50 % и в фазе восковой спелости – до 40 %.

При высоких температурах воздуха (35–40 °C) нормальные физиологические функции растения угнетаются, а при температуре около 50 °C сворачивается протоплазма и клетки погибают. Особенно чувствительны к жаре генеративные органы растений. Жаркая и засушливая погода на поздних этапах органогенеза приводит к значительному повреждению листьев у кукурузы, ослаблению накопления и оттока пластических веществ в зерне, угнетению деления клеток эндосперма, что в конечном результате негативно влияет на выполненность зерна и влечет за собой снижение урожайности. Высокая температура во время цветения отрицательно влияет на количество цветков, рыльцев пестиков, а также на формирование зерна. Температура воздуха выше 35 °C подавляет процессы оплодотворения и налива зерна кукурузы, которые непосредственно связаны с конечным выходом продукции [2].

Репродуктивная стадия наиболее чувствительна к сверхвысоким температурам. В растениях кукурузы, подверженных стрессу высокой температурой, снижается количество пыльцы и ее жизнеспособность, что негативно сказывается на процессе оплодотворения. Тепловой стресс во время репродуктивной фазы вызывает усыхание рылец, стерильность пыльцы и плохое завязывание семян, что приводит к резкому снижению урожайности. Потеря урожайности в репродуктивной фазе из-за температурного стресса связана как с уменьшением количества зерен, так и со снижением их массы [3].

Важно отметить, что при повышенных температурах нормальный процесс развития эндосперма в растениях кукурузы завершается полностью, но значи-

тельно ускоренными темпами. Более того, развитие эндосперма кукурузы ускоряется при повышенных дневных и ночных температурах, а не только при дневном потеплении; это предполагает, что воздействие температурного стресса сильно зависит от времени суток и тяжести стресса [4].

Селекция на устойчивость к неблагоприятным факторам среды предполагает наличие соответствующего исходного материала, использование различных искусственно созданных фонов для его изучения, широкое экологическое испытание и комплексную оценку, начиная с ранних этапов селекции. В связи с этим в селекционных программах повышению устойчивости гибридов к неблагоприятному действию факторов внешней среды в критические этапы онтогенеза должно быть уделено первостепенное внимание.

Важное значение в селекции кукурузы приобретают формы, которые за счет внутренних механизмов способны противостоять стрессовому воздействию и приспосабливаться к таким условиям без существенных нарушений физиологических параметров жизнедеятельности растительного организма. Поэтому отбор исходного материала по признакам жароустойчивости – важный элемент повышения адаптации растений к действию неблагоприятных факторов на уровне синтетических популяций, который дает возможность не только выявить реакцию селекционного образца на действие стресс-фактора, но и выяснить закономерности формирования адаптивного потенциала устойчивых и неустойчивых форм. Это будет способствовать реализации приоритетного направления селекции кукурузы – созданию адаптивно устойчивых гибридов, способных формировать стабильно высокие урожаи при жестких гидротермических условиях в связи с глобальным потеплением климата [5].

Методика проведения исследований. Объектами исследования выступали селекционные образцы кукурузы из гетерозисных групп Айодент, Ланкастер и Зубовидная Канады.

Лабораторный метод определения жаровыносливости

Метод оценки жаровыносливости основан на сохранении лабораторной всхожести семян после воздействия на них субоптимальных температур (метод В. Г. Шахбазова).

Сравниваемые образцы (50 семян) помещали в марлевые мешочки и погружали в прогретую до 66 °С баню водного термостата на 20 мин. После прогрева мешочки с семенами переносили в воду комнатной температуры и после остывания семена закладывали в растительный материал. Проращивание проводили при 30 °С в течение 5 суток. Сохранность всхожести определяли по формуле:

$$P = (\text{число проросших после прогревания семян} / \text{число проросших в контроле}) \times 100.$$

Определение жаростойкости по степени депрессии ростовых процессов после прогревания

Параллельно с учетом всхожести семян на пятые сутки в каждой из чашек в контроле и в опыте срезали корешки и ростки и помещали их в бюксах в термостат на 3 часа при 105 °С.

Сухую массу проростков в контроле принимали за 100 % (х), сухую массу в опыте за (у), определяли в процентах от сухой массы в контроле. Степень депрессии в накоплении сухой массы проростками после прогревания определяли по формуле:

$$r = 100 - y/x \times 100 \ %.$$

Образцы с меньшим снижением сухой массы проростков после прогревания по сравнению с контролем являются более жаростойкими.

Полевой метод определения жаровыносливости

Данный метод основан на сохранении жизнеспособности пыльцы после воздействия на нее высоких температур (39–42 °С) по сравнению с контролем (25 °С). Способ разработан в лаборатории физиологии кукурузы. Метод пригоден для массовой идентификации и отбора селекционного материала на жаростойкость. Суть метода заключается в том, что пыльцу после тепловой обработки наносят на рыльца початка вегетирующего растения. Жаростойкие формы отбирают по количеству завязавшихся зерен на стержне початка. Прогрев пыльцы осуществляется при температуре 40 °С.

В период цветения у селекционных образцов собирали пыльцу и подвергали ее термическому воздействию с дальнейшим опылением початков на растениях, с которых был проведен забор пыльцы.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2023 г. в лабораторных условиях оценку жаровыносливости проходили 118 селекционных образцов из питомника исходного материала (3–4 год инбридинга).

Различия образцов по лабораторной всхожести семян после нагревания позволили классифицировать селекционный материал на группы в зависимости от сохранившейся лабораторной всхожести (таблица 1). Анализ полученных результатов показал, что 57,6 % образцов после обработки семян имели лабораторную всхожесть семян 92–100 % (группы 1, 2), лабораторную всхожесть семян на уровне 70–91 % имели 17,87 % образцов (группы 3, 4), лабораторную всхожесть ниже 69 % имели 19,5 % образцов.

Селекционный материал был классифицирован по степени депрессии в накоплении сухой массы проростками после прогревания (таблица 2). Отмечено, что 62,7 % селекционных образцов имели низкую степень депрессии ростовых процессов после нагревания (0–10,9 %), 17,8 % образцов имели высокую степень депрессии (более 30 %), 16,1 % образцов – средний уровень депрессии (11–30).

Таким образом, в результате проведения лабораторной оценки жаровыносливости (на семенах) был проведен первоначальный скрининг селекционного материала. Выделены селекционные образцы (**70 номеров**) с высокой потенциальной жаровыносливостью. Отобранные при проведении лабораторной оценки жаровыносливости селекционные образцы были высеяны в полевых условиях.

Подсчет полевой всхожести селекционных образцов показал существенные различия и позволил классифицировать исходный материал на условные группы (таблица 3). Выделено 25 образцов с высокой полевой всхожестью (90–

100 %) – группы 1, 2, 54,2 % образцов имели полевую всхожесть ниже 80 % – группы 4–7.

Таблица 1. Классификация селекционных образцов по сохранности лабораторной всхожести семян после термической обработки (2023 г.)

Группа	Интервал сохранности лабораторной всхожести	Количество образцов	Шифр селекционного образца
1	100 %	36	ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-6-2, ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-9-1, ПИМ 2/018-9-2, ПИМ 2/018-11-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-17-2, ПИМ 2/018-19-1, ПИМ 2/018-21-1, ПИМ 2/018-21-2, ПИМ 2/018-27-1, ПИМ 2/018-28-1, ПИМ 2/018-29-1, ПИМ 2/018-40-1, ПИМ 2/018-56-1, ПИМ 2/018-88-1, ПИМ 2/018-94-2, ПИМ 2/018-98, ПИМ 2/018-103-2, ПИМ 2/018-103-3, ПИМ 2/018-106-2, ПИМ 2/018-107, ПИМ 2/018-112, ПИМ 2/018-120-2, ПИМ 2/018-129-1, ПИМ 2/018-124-1, ПИМ 2/018-133-2, ПИМ 2/018-136-1, ПИМ 2/018-139-2, ПИМ 2/018-141-1, ПИМ 2/018-141-2, ПИМ 2/018-142-1, ПИМ 2/018-142-2, ПИМ 2/018-167-2
2	92–99 %	34	ПИМ 2/018-5-1, ПИМ 2/018-8-1, ПИМ 2/018-8-3, ПИМ 2/018-37-2, ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-46-2, ПИМ 2/018-51-2, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-62-1, ПИМ 2/018-86-3, ПИМ 2/018-87-2, ПИМ 2/018-93-1, ПИМ 2/018-97, ПИМ 2/018-100-1, ПИМ 2/018-103-1, ПИМ 2/018-110, ПИМ 2/018-118-1, ПИМ 2/018-118-2, ПИМ 2/018-122, ПИМ 2/018-123-1, ПИМ 2/018-129-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-135, ПИМ 2/018-136-2, ПИМ 2/018-137-1, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-1, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-144-1, ПИМ 2/018-144-2, ПИМ 2/018-154, ПИМ 2/018-164-2, ПИМ 2/018-164-3
3	80–91 %	12	ПИМ 2/018-29-2, ПИМ 2/018-42-2, ПИМ 2/018-46-1, ПИМ 2/018-47, ПИМ 2/018-48, ПИМ 2/018-49-2, ПИМ 2/018-52, ПИМ 2/018-53-2, ПИМ 2/018-54-1, ПИМ 2/018-54-2, ПИМ 2/018-88-2, ПИМ 2/018-124-2
4	70–79 %	9	ПИМ 2/018-36-1, ПИМ 2/018-39, ПИМ 2/018-54-3, ПИМ 2/018-57-1, ПИМ 2/018-96-1, ПИМ 2/018-96-2, ПИМ 2/018-102-1, ПИМ 2/018-128, ПИМ 2/018-163-2
5	50–69 %	15	ПИМ 2/018-8-2, ПИМ 2/018-27-2, ПИМ 2/018-37-1, ПИМ 2/018-38-2, ПИМ 2/018-40-2, ПИМ 2/018-41-2, ПИМ 2/018-53-1, ПИМ 2/018-63-1, ПИМ 2/018-66-1, ПИМ 2/018-67-1, ПИМ 2/018-69, ПИМ 2/018-70, ПИМ 2/018-75-2, ПИМ 2/018-79-2, ПИМ 2/018-163-1
6	<50 %	8	ПИМ 2/018-10-2, ПИМ 2/018-41-1, ПИМ 2/018-59-1, ПИМ 2/018-62-2, ПИМ 2/018-67-3, ПИМ 2/018-84-1, ПИМ 2/018-85-2, ПИМ 2/018-157-1

Таблица 2. Классификация селекционных образцов по степени депрессии ростовых процессов после прогревания (2023 г.)

Группа	Степень депрессии, %	Количество образцов	Шифр селекционного образца
1	0-10,9	74	ПИМ 2/018-5-1, ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-8-2, ПИМ 2/018-8-3, ПИМ 2/018-9-2, ПИМ 2/018-11-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-17-2, ПИМ 2/018-19-1, ПИМ 2/018-21-2, ПИМ 2/018-27-1, ПИМ 2/018-28-1, ПИМ 2/018-29-1, ПИМ 2/018-29-2, ПИМ 2/018-37-2, ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-40-1, ПИМ 2/018-46-1, ПИМ 2/018-46-2, ПИМ 2/018-51-2, ПИМ 2/018-52, ПИМ 2/018-54-2, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-56-1, ПИМ 2/018-62-1, ПИМ 2/018-69, ПИМ 2/018-75-2, ПИМ 2/018-86-3, ПИМ 2/018-87-2, ПИМ 2/018-88-1, ПИМ 2/018-88-2, ПИМ 2/018-93-1, ПИМ 2/018-94-2, ПИМ 2/018-96-1, ПИМ 2/018-97, ПИМ 2/018-98, ПИМ 2/018-100-1, ПИМ 2/018-103-2, ПИМ 2/018-103-1, ПИМ 2/018-103-3, ПИМ 2/018-106-2, ПИМ 2/018-107, ПИМ 2/018-110, ПИМ 2/018-112, ПИМ 2/018-118-1, ПИМ 2/018-118-2, ПИМ 2/018-120-2, ПИМ 2/018-122, ПИМ 2/018-123-1, ПИМ 2/018-129-1, ПИМ 2/018-129-2, ПИМ 2/018-124-1, ПИМ 2/018-124-2, ПИМ 2/018-133-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-136-1, ПИМ 2/018-137-1, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-2, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-1, ПИМ 2/018-141-2, ПИМ 2/018-142-1, ПИМ 2/018-142-2, ПИМ 2018-144/-1, ПИМ 2/018-144-2, ПИМ 2/018-154, ПИМ 2/018-163-2, ПИМ 2/018-164-2, ПИМ 2/018-164-3, ПИМ 2/018-167-2
2	11,0-20,9	14	ПИМ 2/018-6-2, ПИМ 2/018-8-1, ПИМ 2/018-9-1, ПИМ 2/018-21-1, ПИМ 2/018-47, ПИМ 2/018-48, ПИМ 2/018-49-2, ПИМ 2/018-54-1, ПИМ 2/018-57-1, ПИМ 2/018-63-1, ПИМ 2/018-102-1, ПИМ 2/018-135, ПИМ 2/018-136-2, ПИМ 2/018-139-1
3	21,0-30,0	5	ПИМ 2/018-42-2, ПИМ 2/018-53-1, ПИМ 2/018-53-2, ПИМ 2/018-54-3, ПИМ 2/018-84-1
4	>30	21	ПИМ 2/018-36-1, ПИМ 2/018-39, ПИМ 2/018-96-2, ПИМ 2/018-128, ПИМ 2/018-27-2, ПИМ 2/018-37-1, ПИМ 2/018-38-2, ПИМ 2/018-40-2, ПИМ 2/018-41-2, ПИМ 2/018-10-2, ПИМ 2/018-41-1, ПИМ 2/018-59-1, ПИМ 2/018-62-2, ПИМ 2/018-67-3, ПИМ 2/018-85-2, ПИМ 2/018-157-1, ПИМ 2/018-66-1, ПИМ 2/018-67-1, ПИМ 2/018-70, ПИМ 2/018-79-2, ПИМ 2/018-163-1

В период цветения с метелок селекционных образцов собирали пыльцу и подвергали ее термическому воздействию с дальнейшим опылением початков на растениях, с которых был проведен забор пыльцы. Критерием отбора жаро-

выносливых образцов являлся процент завязываемости зерновок при опылении початков обработанной пыльцой.

Таблица 3. Классификация селекционных образцов полевой всхожести после прогрева (2023 г.)

Группа	Интервал полевой всхожести	Количество образцов коллекции	Шифр селекционного образца
1	100 %	15	ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-51-2, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-103-1, ПИМ 2/018-129-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-135, ПИМ 2/018-137-1, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-2, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-2
2	90-99 %	10	ПИМ 2/018-27-1, ПИМ 2/018-40-1, ПИМ 2/018-87-2, ПИМ 2/018-94-2, ПИМ 2/018-106-2, ПИМ 2/018-129-1, ПИМ 2/018-136-1, ПИМ 2/018-141-1, ПИМ 2/018-142-1, ПИМ 2/018-142-2
3	80-89 %	7	ПИМ 2/018-29-1, ПИМ 2/018-107, ПИМ 2/018-110, ПИМ 2/018-118-1, ПИМ 2/018-133-2, ПИМ 2/018-136-2, ПИМ 2/018-167-2
4	70-79 %	10	ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-8-3, ПИМ 2/018-21-2, ПИМ 2/018-62-1, ПИМ 2/018-93-1, ПИМ 2/018-103-2, ПИМ 2/018-112, ПИМ 2/018-118-2, ПИМ 2/018-120-2, ПИМ 2/018-124-1
5	60-69 %	10	ПИМ 2/018-5-1, ПИМ 2/018-9-2, ПИМ 2/018-21-1, ПИМ 2/018-28-1, ПИМ 2/018-37-2, ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-56-1, ПИМ 2/018-86-3, ПИМ 2/018-103-3, ПИМ 2/018-139-1
6	50-59 %	6	ПИМ 2/018-8-1, ПИМ 2/018-9-1, ПИМ 2/018-17-2, ПИМ 2/018-19-1, ПИМ 2/018-46-2, ПИМ 2/018-98
7	<50 %	12	ПИМ 2/018-6-2, ПИМ 2/018-11-2, ПИМ 2/018-88-1, ПИМ 2/018-97, ПИМ 2/018-100-1, ПИМ 2/018-122, ПИМ 2/018-123-1, ПИМ 2/018-144-1, ПИМ 2/018-144-2, ПИМ 2/018-154, ПИМ 2/018-164-2, ПИМ 2/018-164-3

В среднем по питомнику завязываемость зерновок селекционных образцов при опылении початков термически обработанной пыльцой была относительно высокой и составила 71,2 %. Выделены образцы *с высокой степенью термостойчивости пыльцы* (завязываемость более 85 %): ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-1, ПИМ 2/018-141-2. Выделены образцы с термонеустойчивой пыльцой (завязываемость ниже 50 %): ПИМ 2/018-132-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-135, ПИМ 2/018-136-1, ПИМ 2/018-136-2.

Проведена классификация селекционных образцов по жизнеспособности пыльцы после воздействия на нее высоких температур. В питомнике 10 % изу-

чаемых селекционных образцов имели процент завязываемости зерновок при опылении обработанной пыльцой ниже 50 %. У 60 % образцов завязываемость зерновок составила на уровне 51-75 %. Выделен 21 образец со степенью завязываемости пыльцы более 80 % – рисунок 1.



Рисунок 1. Классификация селекционных образцов по термоустойчивости пыльцы

Сопоставляя результаты полевой оценки по термоустойчивости семян и пыльцы при первом цикле отбора выделены селекционные образцы с высокими показателями жаровыносливости для дальнейшей селекционной проработки при создании жаровыносливых самоопыленных линий:

- с высокой сохранностью полевой всхожести семян после термообработки: ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-51-2, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-103-1, ПИМ 2/018-129-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-135, ПИМ 2/018-137-1, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-2, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-2;

- с высокой степенью жизнеспособности пыльцы после термообработки: ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-8-1, ПИМ 2/018-8-3, ПИМ 2/018-9-1, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-29-1, ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-94-2, ПИМ 2/018-98, ПИМ 2/018-129-1, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-1, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-1, ПИМ 2/018-142-1, ПИМ 2/018-142-2;

- с комплексной устойчивостью (по двум показателям): ПИМ 2/018-7-2, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2.

Таким образом, в результате лабораторного и полевого изучения селекционных образцов по показателям жаровыносливости при проведении первона-

чального скрининга и первого цикла отбора в 2023 г. выделен **31 селекционный образец** для дальнейшей селекционной проработки при создании жаровыносливых самоопыленных линий кукурузы.

В 2024 г. была проведена оценка жаровыносливости выделившихся при первом цикле отбора образцов по сохранению жизнеспособности пыльцы после термической обработки и в полевых условиях по комплексу косвенных признаков, характеризующих жаровыносливость с одновременным самоопылением (инцухтированием), тестированием и проведением **второго цикла отбора** с одновременным инцухтированием выделившихся генотипов.

В период цветения у селекционных образцов собирали пыльцу и подвергали ее термическому воздействию (экспозиция – 41 °С, *более высокая температура воздействия на пыльцу по сравнению с первоначальной экспозицией для повышения эффективности отбора*) с дальнейшим опылением початков на растениях, с которых был проведен забор пыльцы. Критерием отбора жаровыносливых образцов являлся процент завязываемости зерновок при опылении початков обработанной пыльцой и в естественных условиях на фоне аномально высоких дневных температур.

Проведена классификация селекционных образцов по жизнеспособности пыльцы после воздействия на нее высоких температур (вариант 2). В питомнике 3 изучаемые селекционные образцы имели стерильную пыльцу. У 61,2 % образцов завязываемость зерновок была на уровне 56–80 %. Выделено 7 образцов со степенью завязываемости пыльцы более 80 % (рисунок 2).

Результаты завязываемости зерновок при опылении початков селекционных образцов термически обработанной и необработанной пыльцой отражены в таблице 4. В среднем по первому варианту (необработанная пыльца) завязываемость зерновок составила 72,3 %, во втором варианте завязываемость была на 9,2 % ниже и составила 63,1 %.

При сопоставлении двух вариантов оценки выделились селекционные образцы с высоким (более 80 %) процентом завязываемости зерновок при термическом стрессе. Следует отметить, что опыление растений в естественных условиях проходило на фоне аномально высоких температур (выше 32 °С), то есть был сформирован естественный провокационный фон для отбора жароустойчивых форм (вариант 1).

По результатам оценки завязываемости зерновок при сопоставлении двух вариантов выделены селекционные образцы, **устойчивые** к высоким температурам в период опыления и показавшие низкий процент череззерницы при первом и втором вариантах оценки: ПИМ 2/018-5-2, ПИМ 2/018-8-1, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-15-2, ПИМ 2/018-29-1, ПИМ 2/018-129-1, ПИМ 2/018-133-2, ПИМ 2/018-134-2, ПИМ 2/018-138-1, ПИМ 2/018-138-2, ПИМ 2/018-139-2, ПИМ 2/018-140-2, ПИМ 2/018-141-2, ПИМ 2/018-142-1, ПИМ 2/018-142-2.

Средний уровень завязываемости зерновок при двух вариантах оценки (70–75 %) показали селекционные образцы ПИМ 2/018-37-3, ПИМ 2/018-51-2, ПИМ 2/018-88-1, ПИМ 2/018-94-2.



Рисунок 2 – Классификация селекционных образцов по термоустойчивости пыльцы (2024 г.)

Таблица 4. Процент завязываемости зерновок при опылении початков селекционных образцов термически обработанной и необработанной пыльцой (2024 г.)

№	Шифр селекционного образца	Завязываемость зерновок, %	
		В 1 Опыление необработанной пыльцой	В 2 Опыление термически обработанной пыльцой
1	ПИМ 2/018-5-2	87,8	72,2
2	ПИМ 2/018-7-2	0	0
3	ПИМ 2/018-8-1	84,0	81,2
4	ПИМ 2/018-8-3	79,9	0
5	ПИМ 2/018-9-1	80,7	0
6	ПИМ 2/018-12-3	84,7	70,3
7	ПИМ 2/018-15-2	78,9	84,2
8	ПИМ 2/018-29-1	84,2	80,0
9	ПИМ 2/018-37-3	75,6	74,6
10	ПИМ 2/018-51-2	73,1	76,0
11	ПИМ 2/018-55	75,0	64,8
12	ПИМ 2/018-88-1	70,1	72,6
13	ПИМ 2/018-94-2	77,0	73,1
14	ПИМ 2/018-98	60,3	67,0
15	ПИМ 2/018-103-1	67,1	69,6
16	ПИМ 2/018-124-1	24,1	51,4
17	ПИМ 2/018-129-1	87,5	77,6
18	ПИМ 2/018-129-2	0	0
19	ПИМ 2/018-133-2	78,1	86,0
20	ПИМ 2/018-134-2	82,2	74,7
21	ПИМ 2/018-135	66,2	50,3
22	ПИМ 2/018-137-1	80,3	57,8

№	Шифр селекционного образца	Завязываемость зерновок, %	
		В 1 Опыление необработанной пылью	В 2 Опыление термически обработанной пылью
23	ПИМ 2/018-138-1	74,9	73,9
24	ПИМ 2/018-138-2	88,0	77,2
25	ПИМ 2/018-139-1	75,5	56,5
26	ПИМ 2/018-139-2	85,9	86,2
27	ПИМ 2/018-140-2	83,8	82,5
28	ПИМ 2/018-141-1	86,9	62,0
29	ПИМ 2/018-141-2	83,6	79,5
30	ПИМ 2/018-142-1	81,2	81,4
31	ПИМ 2/018-142-2	85,8	73,6
<i>Среднее</i>		72,3	63,1

Пыльца образцов ПИМ 2/018-7-2 и ПИМ 2/018-129-2 (вариант 1) была высокочувствительной к воздействию высоких температур и оказалась стерильной – на початках данных образцов зерновок не завязалось (**неустойчивые образцы**).

Выделились образцы, которые при опылении необработанной пылью имели высокий процент завязываемости зерновок, а при опылении термически обработанной пылью значительно снижали завязываемость зерновок (**нетолерантные к высоким температурам**): ПИМ 2/018-8-3, ПИМ 2/018-9-1, ПИМ 2/018-12-3, ПИМ 2/018-55, ПИМ 2/018-137-1, ПИМ 2/018-139-1, ПИМ 2/018-141-1.

Заключение

При проведении лабораторной и полевой оценки жаровыносливости селекционного материала и двух циклов отбора для дальнейшей селекционной работы выделено **27 селекционных образцов** с выраженными признаками жаростойкости.

Литература

1. Логинов, В.Ф. Современные изменения климата Беларуси / В.Ф. Логинов // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2022. – Т. 8. № 1. – С. 51-74.
2. Саратова, Т. М. Селекція нових жаростійких ліній кукурудзи гетерозисної групи Ланкастер / Т.М. Саратова, Г. Л. Філіпов, Є. І. Беліков, Т. Г. Купріченкова // Селекція нових жаростійких ліній кукурудзи гетерозисної групи Ланкастер / Зернові культури. – 2017. – №10. – С. 114-117.
3. Waqas, M. A. Thermal stresses in maize: effects and management strategies / M. A. Waqas, X. Wang, S. A. Zafar, M. A. Noor, H. A. Hussain // Plants. – 2021. – № 10. – Art. 293. doi.org/10.3390/plants10020293
4. Hussain, H. A. Individual and concurrent effects of drought and chilling stresses on morphophysiological characteristics and oxidative metabolism of maize cultivars / H. A. Hussain, M. Shengnan, S. Hussain, U. Ashraf, Q. Zhang, S. A. Anjum, I. Ali, L. Wang // BioRxiv. – 2019. – Art. 829309. doi.org/10.1101/829309
5. Галкина, А.А. Влияние повышенных температур на растения кукурузы (продуктивность, физиологические аспекты, флуоресценция хлорофилла) / А.А. Галкина, И.Л. Бишаро-

EVALUATION AND SELECTION OF MAIZE BREEDING MATERIAL ON HEAT RESISTANCE TRAITS

V. I. Krautsou, L.P. Shimansky

The article presents the results of the evaluation of a new source material (breeding samples) of maize on heat resistance. The initial screening of heat tolerance of 118 breeding samples was carried out in the laboratory, and breeding samples (70 numbers) with high potential heat tolerance were identified. In the field heat resistance of the breeding material was assessed by direct and indirect traits, the source material was classified according to field germination after heat treatment of seeds - 25 samples with high field germination (90-100%) were identified. The breeding samples were classified on viability of pollen after exposure to suboptimal (40-41 °C) temperatures; 21 samples with pollen setting rate of more than 80% were identified. Two selection cycles were carried out; 27 breeding samples with obvious traits of heat resistance were identified for further breeding work.

УДК 633.13

ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ОВСА ПО ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

А.Г. Власов, кандидат с.-х. наук **М.Ф. Носкевич**, мл. научный сотрудник
Т.М. Булавина, доктор с.-х. наук

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
(Дата поступления статьи в редакцию 21.02.2025)

Рецензент: Холодинский В.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье представлены результаты изучения лабораторных методик оценки селекционного материала овса по засухоустойчивости. Представлена новая методика, основанная на дифференцировании образцов по относительной длине первого листа при проращивании на наклонной плоскости в фильтровальной бумаге. Установлено, что методы лабораторной оценки селекционного материала овса на засухоустойчивость в высушающих рулонах, рулонах помещенных в 3,8 % раствор сахарозы и предложенный нами способ проращивания семян на наклонной плоскости репрезентативны. Наибольшей засухоустойчивостью отличались образцы BYAS-20/17, BYAS-18/16 и сорт Скорпион. Чувствителен к стрессовым условиям был образец BYAS-20/51.

Введение. Эффективность агропромышленного производства Республики Беларусь во многом зависит от погодных условий в период вегетации растений, на который приходится от 22 до 81 % колебаний урожайности зерновых по го-