

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-

дам [1]. Средний валовой сбор зерна в неблагоприятные по погодным условиям годы снижается в республике до 5,5–6 млн тонн зерна, а в благоприятные достигает 9,5 млн тонн [2]. Овес возделывается в Беларуси на площади 140–150 тыс. га и является одной из основных фуражных и продовольственных культур.

В последние годы в Беларуси увеличилось количество засух, что приводит к снижению урожайности зерновых культур. При этом наиболее опасные майские почвенные засухи случаются в шести-семи годах из десяти [3, 4]. Для стабилизации валовых сборов зерна актуально создание сортов зерновых культур, устойчивых к засухе. Наибольший вред для зерновых культур оказывают засухи в весеннее и летнее время, когда происходит формирование у растений генеративных органов и опыление цветков. Известно, что ранний сев овса в основном обусловлен критической потребностью растений во влаге на ювенильном этапе развития. Для прорастания семян требуется около 65 % воды, что значительно больше, чем у других хлебных злаков: ячмень – 50 %, пшеница – 55 % [5]. Недостаток влаги во время сева снижает полевую всхожесть и задерживает развитие вторичной корневой системы. Дефицит осадков в первой половине вегетации овса влияет на формирование у растений генеративных органов и приводит к недобору урожая зерна [6].

Учитывая вышеизложенное, актуальным является проведение исследований по дифференциации селекционного материала овса по признаку «засухоустойчивость» для создания современных высокоадаптивных сортов. В Республике Беларусь работы в этом направлении ранее не проводились.

Оценка засухоустойчивости сортов и образцов овса связана с большими трудностями из-за сложности самого явления засухи и отсутствия надежных методов, позволяющих проводить первичную оценку на ранних этапах развития растений (например, на прорастающих семенах). Испытания на засухоустойчивость в полевых или вегетационных условиях трудоемки и требуют многолетних наблюдений. Для первичного отбора наиболее засухоустойчивых генотипов из большого объема гибридного материала необходима разработка простых методов диагностики.

Большинство существующих лабораторных методик определения засухоустойчивости разрабатывались для пшеницы, ячменя, кукурузы и риса без учета особенностей культуры овса. Имеющиеся публикации по изучению этого вопроса на культуре [7, 8] нуждаются в валидации для подтверждения успешности использования применяемых методик.

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводили в лаборатории овса РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в лабораторных (2024 г.) и полевых условиях (2021–2024 гг.).

Для оценки засухоустойчивости селекционного материала овса в лабораторных условиях использовались несколько методик. Первая основана на анализе депрессии ростовых процессов при проращивании семян в слабонасыщенном (3,8 %) растворе сахарозы и воде, в изложении Л.О. Петункиной [7]. Вторая по методике В.И. Полонского [9, 10], которая предусматривает изучение

ростовых процессов при проращивании семян в постепенно высыхающих и увлажненных рулонах. Для оценки использовалась также собственная методика имитации засухи при проращивании семян в слое фильтровальной бумаги на наклонной плоскости, одна из сторон которой помещена в растительную с водой, детальное описание которой представлено ниже. В качестве исходного материала исследований использовались 7 образцов овса. На основании характеристики Н.И. Наумовой [11] для контроля по признаку засухоустойчивости использовался сорт овса Скорпион.

Исследования в полевых условиях проводились на полях селекционно-семеноводческого комплекса «Перемежное» Смоленского района. Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаяемая с глубины 0,7 м суглинистой мореной. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН (в KCl) – 5,8–6,2, подвижный P_2O_5 – 260–340 мг, обменный K_2O – 200–300 мг на 1 кг почвы, гумус – 2,1–2,3 %. Предшественником овса являлась гречиха. Обработка почвы – зяблевая вспашка осенью и двукратная культивация весной перед посевом. Удобрения из расчета P_2O_5 80 кг/га и K_2O 100 кг/га д.в. вносили осенью, N – 90 кг/га д.в. весной под предпосевную культивацию.

Уборка урожая проводилась поделочно методом прямого комбайнирования с последующим пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность.

Погодные условия в период проведения исследований характеризовались как контрастные. Гидротермический коэффициент, показывающий отношение количества осадков к сумме температур выше 10 °С, за анализируемый период характеризовал условия вегетационных периодов 2021, 2022, 2024 годы как умеренно увлажненные (ГТК 1,53; 1,36; 1,21), а 2023 г. как засушливый (ГТК 0,76). В то же время, исходя из критического периода по отношению к влаге вегетации овса «выход в трубку – выметывание», приходящегося на май и июнь, только в 2021 г. и 2022 г. количество осадков превышало среднееголетние значения 140 мм и составляло 222 и 161 мм соответственно. В 2024 г. их количество за указанный выше период составляло 120 мм, а в 2023 г. лишь 30 мм, т.е. имел место недостаток и острый дефицит влаги.

Результаты исследований и обсуждение. Первоначально для оценки устойчивости генотипов овса к недостатку влаги использовался метод постепенно высыхающих рулонов. Показателем интенсивности ростовых процессов (ИРП) у сортообразцов являлось соотношение длины проростка и корней в высыхающих и увлажненных рулонах (контроль). При снижении водообеспеченности прорастающих семян по сравнению с условиями контроля у образцов, устойчивых к искусственно вызванной засухе, наблюдалось более интенсивное развитие проростков и корней. Наибольшая длина проростков отмечалась у образцов BYAS-20/17, Скорпион, BYAS-22/37, а корней – BYAS-20/17, BYAS-18/16, Скорпион. Наименьший индекс ростовых процессов отмечен у образцов BYAS-20/60, BYAS-20/51 (таблица 1).

Таблица 1. Оценка засухоустойчивости образцов овса в постепенно высыхающих рулонах

Образец	Средняя длина проростка, см			Средняя длина корня, см			Урожайность в полевых условиях (среднее за 2021–2024 гг.), ц/га
	контроль	опыт	ИРП	кон-троль	опыт	ИРП	
BYAS-17/22	0,83	1,17	140,90	3,79	4,18	110,27	58,0
BYAS-18/16	0,83	1,40	168,97	3,67	4,69	127,70	59,8
BYAS-18/28	1,06	1,35	127,47	4,73	5,09	107,71	55,8
BYAS-20/17	0,94	1,77	187,36	4,07	5,77	141,81	61,0
BYAS-20/51	0,78	0,81	103,93	3,88	4,25	109,49	54,4
BYAS-20/60	1,76	1,50	84,97	6,00	6,10	101,70	56,6
Скорпион	1,27	1,62	127,53	4,75	5,96	125,28	59,5
BYAS-22/37	1,32	1,61	122,00	4,35	5,03	115,80	55,7
Кoeff. корреляции			0,79	–	–	0,83	–

НСР₀₅

2,1–2,8

Установлено, что урожайность опытных образцов овса коррелировала с соотношением длины проростков ($r = 0,79$) и корней ($r = 0,83$) в высыхающих и контрольных рулонах. Отличие от оригинального метода В.И. Полонского заключалось в том, что в проводимом опыте изучалась корреляция вышеуказанных показателей с урожайностью зерна, а не с переменными в дихотомической шкале. В связи с вышеизложенным, лабораторная методика определения засухоустойчивости в высыхающих рулонах вполне репрезентативна для культуры овса в группе генотипов с урожайностью зерна 55–60 ц/га (в среднем за четыре года) и показывает, что образцы, в наибольшей степени реализующие потенциал в полевых условиях, проявляют лучшие показатели ростовых процессов при лабораторной оценке засухоустойчивости.

При оценке засухоустойчивости по методике, изложенной О.Л. Петункиной, установлено, что у изучаемых образцов овса депрессия ростовых процессов проростков и корней происходила с различной интенсивностью. В наибольшей степени вышеуказанные показатели снижались у образцов BYAS-18/28 и BYAS-20/51. В то же время наименьшее уменьшение ростовых процессов как проростка так и средней длины корня отмечалось у BYAS-18/16, BYAS-20/17, Скорпион. Проведенный корреляционный анализ депрессии оцениваемых признаков с формируемой урожайностью зерна в полевых условиях выявил высокую корреляцию ($r=0,75$) в отношении длины проростка и аналогично высокую ($r=0,78$) к средней длине корня (таблица 2). Следовательно, вышеизложенная лабораторная методика определения засухоустойчивости в слабонасыщенном 3,8 % растворе сахарозы может быть использована для оценки селекционного материала по этому показателю. Необходимо отметить высокую степень корреляции метода высыхающих рулонов с урожайностью зерна и аналогично высокую при оценке образцов овса в рулонах с 3,8 % раствором сахарозы.

**Таблица 2. Оценка депрессии ростовых процессов образцов овса в 3,8 %
растворе сахаразы**

Образец	Длина проростков, см			Средняя длина корня, см			Урожайность, среднее за 2021–2024 гг. ц/га
	конт- роль	сахаро- роза	отношение сахаразы / контроль *100	конт- роль	сахаро- роза	отношение сахаразы / контроль *100	
BYAS-17/22	4,15	2,85	68,6	6,75	4,15	61,5	58,0
BYAS-18/16	4,51	3,38	75,0	6,12	4,4	71,8	59,8
BYAS-18/28	6,4	3,6	56,3	8,66	5,08	58,7	55,8
BYAS-20/17	6,67	4,58	68,6	8,24	6,4	77,7	61,0
BYAS-20/51	8,18	4,04	49,4	8,45	5,38	63,7	54,4
BYAS-20/60	8,46	5,83	68,9	9,39	6,39	68,0	56,6
Скорпион	7,49	4,77	63,7	9,62	6,99	72,7	59,5
BYAS-22/37	7,55	4,7	62,3	8,41	5,6	66,6	55,7
Коэффициент корреляции			0,75	—	—	0,78	—

НCP₀₅

2,1–2,8

На основании проведенных исследований по эффективности лабораторных методов оценки засухоустойчивости и изученной реакции генотипов на формируемый стресс недостатка влаги предлагается методика, предусматривающая использование принципов, указанных в исследованиях В. И. Полонского. Новая селективная среда основана на способности фильтровальной бумаги «поднимать» воду на определенную высоту за счет эффекта смачивания.

Сущность метода заключается в следующем. Растения выращивали на наклонной плоскости длиной 70 см, на которой размещали два слоя фильтровальной бумаги, затем на ней раскладывали семена. Для обеспечения контакта семян с фильтровальной бумагой сверху накладывали промокательную или туалетную бумагу, которая обеспечивала наклонувшимся семенам свободное прохождение проростка, и армирующую сетку. Все перечисленное закреплялось на наклонной плоскости резинками через 5–7 см. Наклонная плоскость делилась на 5–6 секторов по 10 см, на каждом отрезке размещали по 5 семян. Нижняя часть плоскости устанавливалась в растительную среду с водой, при этом нижние семена располагались на 1,0–1,5 см выше ее поверхности. Угол наклона плоскости составлял 30–40°, величина его корректировалась с учетом плотности используемой фильтровальной бумаги, которая влияла на максимальную высоту смачивания водой. После появления проростков над растениями включали искусственный свет, в осенний, весенне-летний период достаточно естественного освещения. После разворачивания 1-го листа (на 10–11 день), измеряли его длину на всех секторах и рассчитывали среднюю величину. Ввиду того, что степень ростовых процессов у образцов генетически обусловлена, сравнительную оценку проводили в относительном выражении по длине листа в первом и последующих секторах. При этом максимальную длину листа в первом секторе принимали за 100 %. На основании полученных результатов строился график. Повторность опыта 4-кратная. Оценка чувствительности образцов овса к дефициту влаги представлена на рисунках 1 и 2.



Рисунок 2. Вегетационный опыт создания засушливых условий на наклонной плоскости

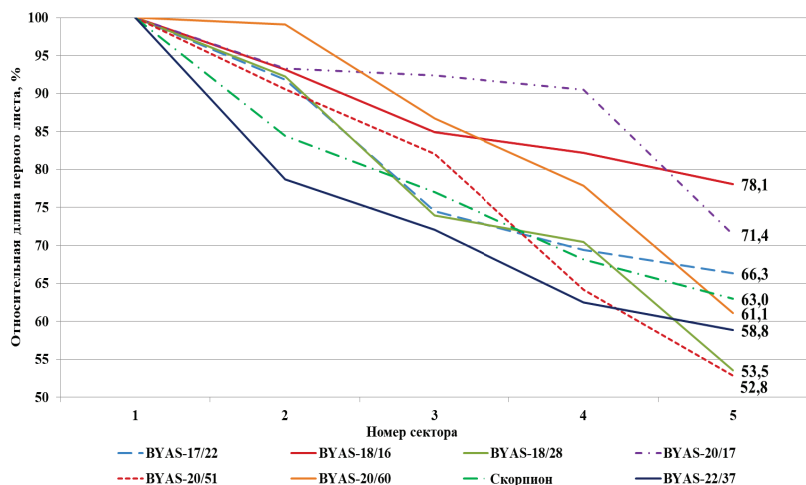


Рисунок 3. Зависимость относительной длины первого листа от положения растений овса на наклонной плоскости

У оцениваемых образцов овса выявлено, что в наименьшей степени длина листа снижалась у BYAS-17/22 BYAS-18/16, BYAS-20/17 и Скорпион, а в наибольшей – у BYAS-18/28 и BYAS-20/51 (рисунок 2).

Проведенный корреляционный анализ между урожайностью зерна в среднем за 2021–2024 гг. изучаемых образцов (таблицы 1, 2) и относительной длиной первого листа в пятом секторе установил наличие сильной степени корреляции между этими показателями ($r=0,86$).

Сравнительный анализ результатов, полученных по трем методикам, выявил, что среди анализируемых образцов овса наибольшей засухоустойчивостью отличались BYAS-20/17, BYAS-18/16 и Скорпион. Наиболее чувствителен к засушливым условиям был BYAS-20/51.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что методы лабораторной оценки селекционного материала овса на засухоустойчивость в высыхающих рулонах, рулонах помещенных в 3,8 % раствор сахарозы и предложенный нами способ проращивания семян на наклонной плоскости вполне репрезентативны. По всем трем методикам получены схожие выводы по изучаемым образцам. Так, наибольшей засухоустойчивостью отличались BYAS-20/17, BYAS-18/16 и Скорпион, а более чувствителен к засушливым условиям был BYAS-20/51.

Литература

1. Сачок, Г. И. Факторы и модели изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур Беларуси / Г. И. Сачок, Г. А. Камышенко. – Минск: Бел. наука, 2006. – 243 с.
2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.]. – Минск-Женева, 2017. – 84 с.
3. Клочков, А. В. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур / А. В. Клочков, О. Б. Соломко, О. С. Клочкова // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 2. – С. 101–105.
4. Блетько, В. Н. Засухи в Беларуси / В. Н. Блетько, Н. В. Мельчакова // Родная прырода. Грамадска-палітычны, навукова-папулярны экалагічны часопіс. – 2019. – № 8. – С. 16–18.
5. Культурная флора. Т. 2, ч. 3. Овес / Н. А. Родионова [и др.]; под ред. В. Д. Кобылянского, В. Н. Солдатова. – М.: Колос, 1994. – 368 с.
6. Баталова, Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе / Г. А. Баталова. – Киров: Орма, 2013. – 287 с.
7. Петункина, Л. О. Физиологическая оценка устойчивости овса / Л. О. Петункина, С. В. Свиркова, Н. А. Маевская, А. А. Старцев // Вестник КемГУ, 2012. – № 4 (52) – Т. 1. – С. 20–24.
8. Любимова, А. В. Генетическая засухоустойчивость современных сортов овса посевного как ответ глобальному изменению климата / А. В. Любимова, В. С. Мамаева, А. А. Менщикова // Аграрный вестник Урала, 2022. – № 06 (221). С. 49–59.
9. Полонский, В. И. Физиологические методы диагностики селекционно-ценных признаков растений: автореф. дис. ... док. биол. наук: 06.01.05, 03.00.12 / В. И. Полонский; Институт биофизики СО РАН. – Санкт-Петербург, 2004. – 30 с.
10. Оценка функционального состояния растений: продукционные, селекционные и экологические аспекты / В. И. Полонский; ред.: Ю. Л. Гуревич, В. А. Кратасюк; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет». – Красноярск: [б. и.], 2014. – 408 С.
11. Наумова, Н. И. Сравнительная оценка устойчивости интродуцированных сортообразцов ярового овса к засушливому климату Астраханской области / Н. И. Наумова // Аграрный научный журнал, 2022. – № 9. – С. 47–51.

DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY FOR EVALUATING OATS BREEDING MATERIAL ON DROUGHT RESISTANCE

A.G. Vlasov, M.F. Noskevich, T.M. Bulavina

The paper presents the results of studying laboratory methods for evaluating oats breeding material on drought resistance. A new methodology is presented based on differentiating samples on the relative length of the first leaf when germinated on an inclined plane in filter paper. It is established that the methods for laboratory evaluation of oats breeding material on drought resistance in drying rolls, rolls placed in a 3.8% sucrose solution and the proposed method of seed germination on an inclined plane are representative. The highest drought resistance was demonstrated by the samples BYAS-20/17, BYAS-18/16 and the Scorpion variety. The sample BYAS-20/51 was sensitive to stress conditions.

УДК 631.559:633.112.9«324»:631.526.32:581.4

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА СОРТОВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ОТ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ

С.И. Гриб, доктор с.-х. наук, В.Н. Бушневич, Е.И. Позняк,

кандидаты с.-х. наук, Лаптенюк М.М.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

(Дата поступления статьи в редакцию 11.03.2025)

Рецензент: Гордей С.И., кандидат биол. наук

Аннотация. В результате изучения сортов коллекции тритикале озимого выделены источники высокой урожайности зерна и короткостебельности для целенаправленного использования в селекционных программах. Установлено влияние метеорологических условий на урожайность зерна и высоту растений в различные стадии развития тритикале, определены диапазоны варьирования изучаемых признаков. Выявлена оптимальная высота растений с позиции получения высоких урожаев у изучаемых сортов тритикале озимого.

Введение. В последнее время зерновые и зернобобовые культуры в структуре посевных площадей Беларуси занимают около 40–44 % [1]. Поэтому увеличивать выход зерна за счет расширения посевов уже невозможно. Основным резервом роста валового сбора зерна является внедрение в производство высокоурожайных сортов, которые наравне с высокой зерновой продуктивностью должны противостоять биотическим и абиотическим стрессорам [2, 3].

В производстве наиболее востребованы короткостебельные сорта с высокой урожайностью, так как высокорослые при возделывании по интенсивной технологии часто полегают, за счет чего потери зерна при уборке могут достигать 10–50 % [4–8].