

## ИЗУЧЕНИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ К ЗАСУХЕ СОРТОВ ОВСА ЯРОВОГО ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Валентина Тимофеевна Синеговская, академик РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ

Ирина Борисовна Трифунтова, кандидат сельскохозяйственных наук

Михаил Олегович Синеговский, кандидат экономических наук

ФГБУН Хабаровский федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук  
Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, с. Восточное, Хабаровский край, Россия  
E-mail: valsин09@gmail.com

**Аннотация.** Представлены результаты изучения сортов овса ярового селекции ДВ НИИСХ на устойчивость к засухе в лабораторных условиях по посевным качествам семян при изменяющемся осмотическом давлении, и в почвенно-климатических условиях юга Хабаровского края. В лабораторных опытах при увеличении осмотического давления сахарозы от 6 до 9 атм. прорастание семян у сорта Передовик снизилось на 14,7 п. п., Дальневосточного Золотого – 8,5. Доля проросших семян у сорта Дальневосточный Золотой при 6 атм. была выше на 9,4 п. п., 9 атм. – 15,6 п. п., по сравнению с сортом Передовик. В полевых условиях при недостатке влаги в июле (на 61 мм меньше нормы) растения сорта Передовик уступали по высоте сорту Дальневосточный Золотой на 19,8 см, массе 1000 зерен – на 3,4 г, что обусловлено реакцией сорта на недостаток влаги в почве и повышенный температурный режим в этот период. В результате продуктивность зерна с растения у сорта Передовик на 2 г меньше, чем у Дальневосточного Золотого. Выявлена коррелятивная взаимосвязь продуктивного кущения сортов овса с массой 1000 зерен и продуктивностью зерна одного растения. Наибольшей она была у Передовика ( $r = 0,89$ ), Дальневосточного Золотого – средней ( $r = 0,63$ ). Последний сорт показал лучшую устойчивость к засухе, что позволяет рекомендовать его для включения в селекционный процесс в качестве источника устойчивости к этому фактору.

**Ключевые слова:** устойчивость, стресс, прорастание семян, ростовые процессы, зерно, продуктивность, семена, урожайность, кущение, Хабаровский край

## RESEARCHING OF THE DROUGHT RESISTANCE OF THE FAR EAST SELECTION BARLEY SPRING VARIETIES

V.T. Sinegovskaya, Academician of the RAS, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation

I.B. Trifuntova, PhD in Agricultural Sciences

M.O. Sinegovsky, PhD in Economic Sciences

Federal State Budgetary Institution of Science Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch  
of the Russian Academy of Sciences Far Eastern Agricultural Research Institute, Vostochnoye village, Khabarovsk Territory, Russia  
E-mail: valsин09@gmail.com

**Abstract.** The article presents the results of studying spring oat varieties bred at the Far Eastern Research Institute of Agriculture for drought resistance under laboratory conditions to determine seed sowing qualities under changing osmotic pressure and in soil and climatic conditions of the south of Khabarovsk region. In laboratory experiments, with an increase in the osmotic pressure of sucrose from 6 to 9 atm, seed germination in the Peredovik variety decreased by 14.7 percentage points, and in the Dalnevostochny Zolotoy variety by only 8.5. The proportion of germinated seeds in the Dalnevostochny Zolotoy variety at 6 atm was higher by 9.4 percentage points, and at 9 atm – by 15.6 percentage points compared to this indicator for the Peredovik variety. The advantage of the Dalnevostochny Zolotoy variety in reducing growth processes was revealed compared to this indicator for the Peredovik variety. In field conditions with a lack of moisture in July, when the amount of precipitation was 61 mm less than the norm, the Peredovik variety plants were 19.8 cm lower in height than the Dalnevostochny Zolotoy variety, and 3.4 g lower in 1000-grain weight, which is due to the variety's response to the lack of moisture in the soil and the increased temperature regime during this period. As a result, the grain productivity per plant of the Peredovik variety was 2 g lower than that of the Dalnevostochny Zolotoy variety. A correlative relationship was found between productive tillering of oat varieties with the 1000 grain weight and grain productivity per plant. It was highest for the Peredovik variety ( $r = 0.89$ ), while for the Dalnevostochny Zolotoy variety this dependence was average ( $r = 0.63$ ). According to the research results, the spring oat variety Dalnevostochny Zolotoy showed greater resistance to drought compared to the Peredovik variety, which allows us to recommend it for inclusion in the selection process as a source of resistance to this factor.

**Keywords:** resistance, stress, seed germination, growth processes, grain, productivity, seeds, yield, tillering, Khabarovsk region

Россия – одна из мировых лидеров зерновой отрасли, где производится свыше 130 млн т зерна ежегодно. Доля овса в зерновом производстве – 2...3% общего объема. В 2023 году овса в России намолачивали 3,3 млн т, в начале 2000-х – в два раза больше. Несмотря на то, что внутренний российский спрос на овес угасает, интерес Китая к российскому производству овса возрастает, стимулируя дальневосточных сельхозтоваропроизводителей к его наращиванию.

У овса широкий ареал возделывания. Это связано с богатством экотипов и его хорошей приспособленностью к условиям окружающей среды. Его часто используют как первую культуру при освоении новых земель и завершающую в севообороте. [7]

Для восстановления прежних объемов производства овса и их последующего увеличения необходимы высокопродуктивные сорта и инновационные технологии возделывания. Уровень урожайности сельскохо-

зайственных культур — генетически детерминированный признак, но конечный урожай определяется сочетанием наследственных и средовых факторов, воздействию которых растение подвергается в течение вегетации. [2]

Овес среди зерновых культур выделяется повышенной чувствительностью к недостатку влаги в почве. Нарушение режима увлажнения почвы вызывает резкое снижение нарастания биомассы растений, завязываемости зерна, озерненности метелки, урожайности. [2]

Современные исследования показали, что засухоустойчивость сортов зависит как от генотипа, так и внешних факторов (температурный режим, влажность почвы, минеральное питание и другие). Если в первом случае устойчивость к дефициту влаги в почве можно обеспечивать только при создании сорта, то внешние факторы, особенно уровень питания, регулируются достаточно успешно. [5]

Наибольший вред овсу наносит засуха весной и летом, когда у растений формируются генеративные органы и опыляются цветки. Это обуславливает необходимость выявления генотипов, устойчивых к недостатку влаги для включения их в селекционный процесс. Такие сорта должны обладать высокими адаптивными свойствами и быть пригодными для возделывания в экстремальных условиях производства. Критерий оценки адаптационной способности сортов — поиск физиологических особенностей, обеспечивающих эту устойчивость к засухе и другим факторам. В системе адаптивной селекции особое внимание уделяется нахождению, сохранению, идентификации и использованию генетических источников. Все более значимыми становятся методы исследования культурных растений в оптимальных и экстремальных условиях искусственного климата. [7]

Цель работы — изучение устойчивости овса ярового селекции ДВ НИИСХ к неблагоприятным климатическим факторам Хабаровского края.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования — сорта овса ярового (*Avena sativa* L.) хабаровской селекции, различающиеся по засухоустойчивости. Сорт *Передовик* — среднеспелый, период вегетации — 78...91 день, потенциальная урожайность зерна — 10,0 т/га, масса 1000 семян — 40,2 г. Содержание в семенах белка составляет до 14,8%, лизина — 234 мг/100 г, жира — 4,7%, пленчатость семян — 22,6%. Устойчив к длительному переувлажнению и осыпанию зерна на корню. На естественном инфекционном фоне резистентный к патогенам пыльной головни и корончатой ржавчине, неустойчив к стрессу по признаку урожайности зерна. Сорт *Дальневосточный Золотой* имеет преимущество по удлиненному периоду вегетации (90...100 дн.) и хорошей переносимости избыточного увлажнения почвы во время муссонных дождей в регионе. Его высокая приспособленность к стрессовым факторам обусловлена характерными особенностями растения: метелка средняя с хорошим наливанием зерна, мощная корневая система и прочный стебель, выдерживающий высокий урожай (растение не полегает). Сорт пригоден для возделывания на зернофуражные и кормовые цели (масса 1000 зерен — 34,2...39,4 г). Средняя урожайность зерна — 6,9 т/га, максимальная — 8,4 т/га. [2]

Оба сорта имеют средние значения признаков по всем показателям адаптивной реакции в контрастных условиях внешней среды.

Тестирование сортов в лабораторных условиях выполняли по проросткам с помощью метода В.Г. Сычева с соавторами. [8] Опыт проведен четырехкратно во времени и трехкратной повторности в каждом опыте. В чашки Петри на фильтровальную бумагу закладывали по 30 зерен изучаемых сортов овса. В каждую добавляли растворы сахарозы с концентрацией 4,4, 7,4 и 10,5%, что соответствовало осмотическому давлению в 6, 9 и 12 атм. Контроль — дистиллированная вода. Чашки Петри с зерном помещали в термостат (20°C) на семь суток. Засухоустойчивость определяли как среднее на чашку число проросших в контроле семян, которое принимали за 100%. Среднее число семян, проросших в растворе сахарозы (а), выражали в процентах от числа семян, проросших в контроле (b) по формуле:

$$P = \frac{a}{b} \times 100\%. \quad (1)$$

Чем выше процент прорастания семян в растворе сахарозы, тем более засухоустойчивым считается сорт.

Также определяли степень снижения ростовых процессов:

$$Z = 100 - \frac{y}{x} \times 100\%, \quad (2)$$

где Z — степень снижения (депрессия) ростовых процессов, %; y — сухая масса проростков (корни и росток) в вариантах с различной концентрацией сахарозы, г; x — сухая масса проростков в контроле, г.

Депрессия показывает степень угнетения прорастания при различном осмотическом давлении. Более засухоустойчивые сорта характеризуются меньшим проявлением депрессии при повышенной концентрации сахарозы. Это косвенное доказательство генетической устойчивости сортов к дефициту влаги. Также рассчитывали показатель силы влияния реакции сортов на уровень осмотического давления, соответствующего различной степени увлажнения почвы при посеве зерновых. [5]

На опытном поле ДВ НИИСХ проводили исследование для сравнительной оценки сортов овса по величине урожайности. Посев семян — 5 мая на делянках 4 м<sup>2</sup>, учетная площадь — 1 м<sup>2</sup>. Расположение делянок — систематическое, повторность четырехкратная. В полевом опыте осуществляли фенологические наблюдения с учетом наступления всех фаз роста и развития растения. Овес убирали в фазе полного созревания с учетной площади делянки, определяли биометрические и качественные показатели зерна по методике ГСИ. [6] Полученные результаты статистически обрабатывали по Б.А. Доспехову. [3]

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выработка механизмов устойчивости у сельскохозяйственных культур необходима как для накопления биомассы и получения урожая семян, так и сортовой конкурентоспособности. Реакция растений на водный дефицит сопровождается экономией и сохра-

Таблица 1.

Устойчивость сортов овса к засухе по показателям посевных качеств семян, %

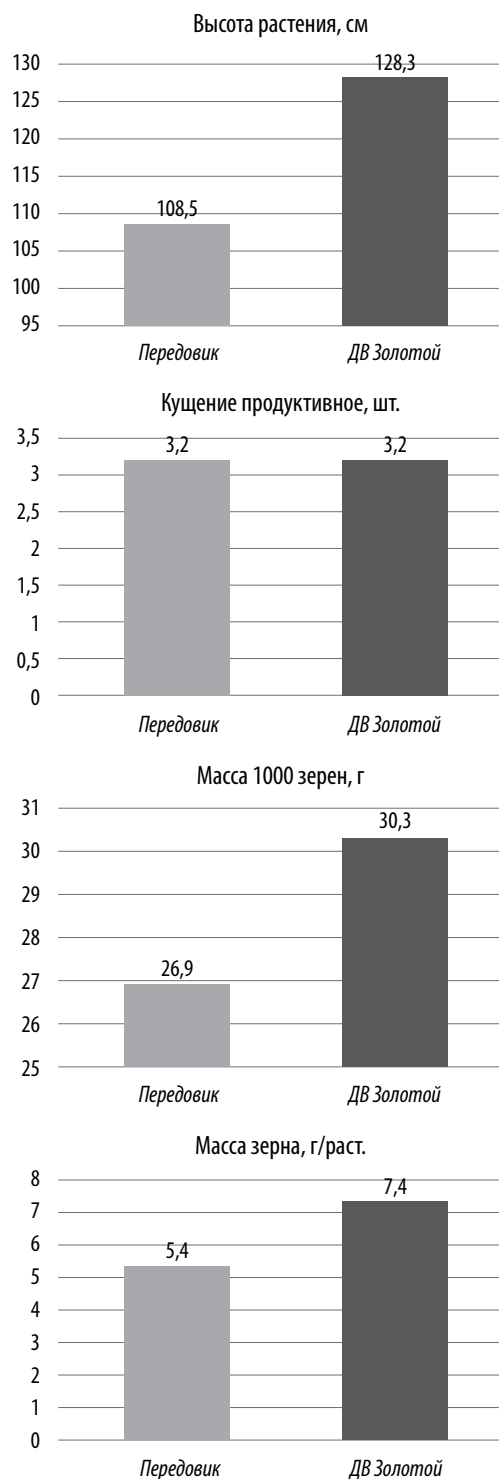
Показатель	Передовик				Дальневосточный Золотой			
	осмотическое давление, атм.							
	0	6	9	12	0	6	9	12
Прорастание семян	100,0	21,7	7,0	0,0	100,0	31,1	22,6	0,0
Степень снижения ростовых процессов	0,0	94,4	93,3	100,0	0,0	93,2	94,9	100,0

нением воды, что, как правило, снижает фотосинтез и продуктивность сорта. Оценить устойчивость растения к засухе можно, определив осмотическую адаптацию в лабораторных условиях при прорастании семян. Сорта полевых культур, адаптированных к засухе, сочетают высокую концентрацию осмотически активных веществ в тканях с низкой интенсивностью фотосинтеза и устьичной проводимостью. [4] В классической селекции длительное время используется метод отбора доноров ценных признаков с повышенной устойчивостью к изучаемому фактору при выращивании. Успешно проводится отбор доноров по устойчивости к засухе у зерновых и зернобобовых культур. Среди зерновых овес более влаголюбив, чем пшеница и ячмень, что требует создания засухоустойчивых сортов для сельскохозяйственного производства.

Реакцию сортов овса на условия засухи определяли в условиях изменяющегося осмотического давления от 0 до 9 атм. для семян при их прорастании в лаборатории (табл. 1).

При увеличении осмотического давления сахарозы от 6 до 9 атм. прорастание семян у сорта *Передовик* снизилось на 14,7 п. п., *Дальневосточного Золотого* — 8,5. Доля проросших семян у сорта *Дальневосточный Золотой* при 6 атм. была выше на 9,4 п. п., 9 атм. — 15,6 п. п., по сравнению с *Передовиком*. При доведении осмотического давления до 12 атм. у обоих сортов не проросло ни одного семени. Доля проросших семян у сорта *Дальневосточный Золотой* была больше, чем у *Передовика*. Следовательно, *Дальневосточный Золотой* более устойчив к засухе. Степень снижения ростовых процессов у сорта *Передовик* при 6 атм. была на 1,2 п. п. выше, чем у *Дальневосточного Золотого*, что считается косвенным признаком подтверждения меньшей устойчивости сорта *Передовик* к засухе. В проведенных ранее полевых исследованиях установлена положительная устойчивость *Передовика* к перенесению засухи относительно сортов *Премьер*, *Кардинал*, *Дальневосточный кормовой*. [1] Были изучены сорта *Передовик* и *Дальневосточный Золотой* при выращивании в полевых условиях для их сравнения по влиянию засушливых условий на показатели биометрического анализа и продуктивности семян (см. рисунок).

Недостаток влаги в июле (осадков на 61 мм меньше нормы) повлиял на развитие растений и формирование урожая. Растения сорта *Передовик* уступали по высоте сорту *Дальневосточный Золотой* на 19,8 см, массе 1000 зерен — 3,4 г, что обусловлено реакцией сорта на недостаток влаги в почве и повышенной температурой в июле. В результате продуктивность зерна с растения была у сорта *Передовик* на 2 г меньше, чем у *Дальневосточного Золотого*. Продуктивное кущение, которое



Морфологические показатели растений сортов овса при выращивании в полевых условиях.

**Таблица 2.**  
**Коэффициенты парной корреляции продуктивного кушения**  
**сортов овса с массой 1000 зерен**  
**и продуктивностью зерна с одного растения**

Сорт	Продуктивное кушение	
	масса 1000 зерен, г	продуктивность зерна, г/раст.
<i>Передовик</i>	-0,27	0,89
<i>Дальневосточный Золотой</i>	-0,13	0,63

проходило в июне при благоприятной влажности почвы и оптимальном температурном режиме, у обоих сортов находилось на одном уровне.

Оценка влияния продуктивного кушения на формирование зерна у сортов овса позволила определить коррелятивную взаимосвязь с массой 1000 зерен и продуктивностью зерна одного растения (табл. 2).

У обоих сортов связь между продуктивным кушением и массой тысячи зерен была слабая отрицательная (обратная). У *Передовика* она была сильнее, чем у *Дальневосточного Золотого*. Положительная прямая зависимость от продуктивного кушения выявлена у сортов по формированию зерна на каждом растении. Максимальной она была у сорта *Передовик* ( $r = 0,89$ ), на 79% урожайность зерна овса зависела от количества продуктивных стеблей. У сорта *Дальневосточный Золотой* зависимость составила 40%, корреляция между этими факторами была средней.

**Выводы.** Тестирование сортов овса в лабораторных условиях с использованием реакции на уровень осмотического давления сахарозы установило большую устойчивость к засухе сорта *Дальневосточный Золотой*, по сравнению с *Передовиком*. Выращивание растений обоих сортов в полевых условиях подтвердило преимущество сорта *Дальневосточный Золотой* в резистентности к засушливым условиям по высоте растений и продуктивности зерна с растения. У обоих сортов выявлена корреляционная зависимость семенной продуктивности от продуктивного кушения растений. *Дальневосточный Золотой* следует рекомендовать для использования в селекционном процессе в качестве источника устойчивости к засухе почвы.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Асеева Т.А., Трифунтова И.Б. Адаптивная реакция сортов и селекционных линий ярового овса в условиях Среднего Приамурья // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 4. С. 22–28. [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_4\\_22](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_4_22)

2. Баталова Г.А. Некоторые аспекты устойчивости к лимитирующим факторам в селекции овса // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2 (6). С. 52–58.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 207 с.
4. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур: учебник. М.: Дрофа, 2010. 638 с.
5. Любимова А.В., Мамаева В.С., Менщикова А.А. Генетическая засухоустойчивость современных сортов овса посевного как ответ глобальному изменению климата // Аграрный вестник Урала. 2022. № 06 (221). С. 49–59. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-221-06-49-59>
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / ред. В.И. Головачев, Е.В. Кирилловская. М.: Калининская областная типография, 1989. Вып. 2. 195 с.
7. Петункина Л.О., Свиркова С.В., Маевская Н.А., Старцев А.А. Физиологическая оценка устойчивости овса. Вестник КемГУ. 2012. № 4 (52). Т. 1. С. 20–24.
8. Сычев В.Г., Осипова Л.В., Курносова Т.Л. Патент № 2651284. Публ. 19.04.2018.

#### REFERENCES

1. Aseeva T.A., Trifuntova I.B. Adaptivnaya reakciya sortov i selekcionnyh linij yarovogo ovsa v usloviyah Srednego Priamur'ya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022. T. 36. № 4. S. 22–28. [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_4\\_22](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_4_22)
2. Batalova G.A. Nekotorye aspekty ustojchivosti k limitiruyushchim faktoram v selekcii ovsa // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2013. № 2 (6). S. 52–58.
3. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5-e izd., dop. i pererab. M.: Agropromizdat, 1985. 207 s.
4. Koshkin E.I. Fiziologiya ustojchivosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur: uchebnik. M.: Drofa, 2010. 638 s.
5. Lyubimova A.V., Mamaeva V.S., Menshchikova A.A. Geneticheskaya zasuhoustojchivost' sovremennyh sortov ovsa posevnogo kak otvet global'nomu izmeneniyu klimata // Agrarnyj vestnik Urala. 2022. № 06 (221). S. 49–59. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-221-06-49-59>
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury / red. V.I. Golovachev, E.V. Kirilovskaya. M.: Kalininskaya oblastnaya tipografiya, 1989. Vyp. 2. 195 s.
7. Petunkina L.O., Svirnova S.V., Maevskaya N.A., Starcev A.A. Fiziologicheskaya ocenka ustojchivosti ovsa. Vestnik KemGU. 2012. № 4 (52). T. 1. S. 20–24.
8. Sychev V.G., Osipova L.V., Kurnosova T.L. Patent № 2651284. Publ. 19.04.2018.

Поступила в редакцию 31.01.2025

Принята к публикации 14.02.2025