

## СЕЛЕКЦИЯ ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО СОРТА ВИРОВЕЦ

Г.А. Баталова,<sup>1</sup> академик РАН, И.Г. Лоскутов,<sup>2</sup>  
С.Н. Шевченко,<sup>3</sup> член-корреспондент РАН,  
О.А. Жуйкова,<sup>1</sup> Н.В. Кротова,<sup>1</sup> кандидаты сельскохозяйственных наук, М.В. Тулякова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого,  
610007, Киров, ул. Ленина, 166а  
E-mail: g.batalova@mail.ru

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов  
растений имени Н.И. Вавилова, 190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 44  
E-mail: i.loskutov@vir.nw.ru

<sup>3</sup>Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова,  
446254, Безенчук, Самарская область, ул. К. Маркса, 41  
E-mail: samniish@mail.ru

<sup>4</sup>Фаленская селекционная станция – филиал Федерального аграрного научного центра Северо-Востока  
имени Н.В. Рудницкого, 612500, Кировская область, п. Фаленки, ул. Тимирязева, 3  
E-mail: fss-nauka@mail.ru

*Цель исследований состояла в создании сорта голозерного овса с улучшенными признаками продуктивности и качества зерна для возделывания в условиях изменения климата и использования в селекции в качестве источника хозяйственно ценных признаков. Установлено существенное влияние площади подфлагового листа на формирование числа зерен и массы зерна в метелке, общей биомассы ( $r = 0,78-0,85$ ), продолжительности периода всходы – восковая спелость ( $r = -0,79$ ) и агроклиматических условий вегетации (ГТК,  $r = 0,76$ ) – на площадь листьев. Отмечено значимое влияние на массу 1000 зерен пигментов флагового листа (Chl a, Chl b, Car) в период цветения – молочной спелости ( $r = 0,79-0,88$ ). Создан новый сорт овса голозерного Вировец (1h07) с улучшенными показателями продуктивности и качества зерна (масса 1000 зерен – 29,2 г, содержание сырого протеина – до 19,8%, масла олеиново-линолевой группы – 7,71%, натура зерна – 670 г/л, опушение слабое) для выращивания на продовольственные и фуражные цели, использования в качестве источника в селекции овса голозерного по признакам качества зерна.*

## TO QUESTION ABOUT BREEDING NAKED OAT VIROVETS

Batalova G.A., Loskutov I.G.,<sup>2</sup> Shevchenko S.N.,<sup>3</sup> Zhuikova O.A.,<sup>1</sup>  
Krotova N.V.,<sup>1</sup> Tulyakova M.V.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Federal Agricultural Scientific Center of North-East, 610007, Kirov, ul. Lenina, 166A  
E-mail: g.batalova@mail.ru

<sup>2</sup>Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,  
190000, Sankt-Peterburg, ul. Bolshaya Morskaya, 44  
E-mail: i.loskutov@mail.ru

<sup>3</sup>Samara Agricultural Research Institute, 446254, Bezenchuk, Samarskaya oblast, ul. K. Marxa, 41  
E-mail: samniish@mail.ru

<sup>4</sup>Falenskaya breeding station – branch of Federal Agricultural Scientific Center of North-East.  
612500, s. Falenki, ul. Timiryazeva, 3  
E-mail: fss-nauka@mail.ru

*The aim of the research was to develop a cultivar of naked oat with improved traits of productivity and grain quality for cultivation under climate change conditions and utilization in breeding practice as a source of useful economic properties. The pre-flag leaf's area was found to render a considerable effect on the formation of the number of grains and grain weight in the panicle and on the total biomass ( $r = 0.78-0.85$ ), while the area of leaves depended on the duration of the period from seedling emergence to wax ripeness ( $r = -0.79$ ) and on agroclimatic conditions during the growing season (HTC,  $r = 0.76$ ). The flag leaf's pigments (Chl a, Chl b, Car) were observed to have a sizable effect on the weight of 1000 grains during the period from flowering to milk ripeness ( $r = 0.79-0.88$ ). The new naked cultivar 'Virovets' (1h07) with improved levels of productivity and grain quality (1000 grain weight: 29.2 g; crude protein content: up to 19.8%; oil of the oleic-linoleic group: 7.71%, grain volume weight: 670 g/l; pubescence: weak) was developed to be cultivated for food and feed purposes and be used in naked oat breeding as a source of high grain quality.*

**Ключевые слова:** голозерный овес, урожайность, продуктивность, качество зерна, сырой протеин, жирно-кислотный состав масла, площадь листьев

**Key words:** naked oat, yield, productivity, quality of grain, crude protein, fatty acids composition of oil, leaf area

Овес – одна из важнейших зерновых культур мира, по сумме посевных площадей занимает пятое место после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Его высевают преимущественно в зонах умеренного климата – странах Северной Америки и Европы, в меньшем количестве в Азии, Южной Америке и Африке. Широкое распространение культуры определяют богатство

экотипов и высокая адаптивность к условиям окружающей среды. На распространение овса в различных регионах мира влияют ее высокие кормовые и пищевые достоинства. Овес выращивают на зерно, сено, сенаж, силос, для производства продуктов диетического, функционального и общего питания, используют в медицине и др.

Мировое производство зерна овса составило 23 млн тонн в 2017 г. с площади около 9,3 млн га [1]. Основные его производители наряду с Россией – Канада, Польша и Австралия. Доля России в мировом производстве овса составляет около 20% [2], при этом в 2017 г. произведено 5,5 млн тонн, в 2018 г. – 4,7 млн тонн [3].

До 80% мирового сбора зерна культуры используют на фуражные цели, 20% идет на переработку. Фуражные и пищевые достоинства зерна определяет белок, на 70-80% состоящий из глобулина группы *avenalin*, и повышенное содержание масла – до 6,2% в пленчатом зерне, до 8% и более в голом [4-6]. Масло овса нормализует работу сердца, кровообращение, холестериновый обмен, сдерживает развитие атеросклероза, крахмальные соединения поставляют энергию медленного типа, что позволяет нормализовать уровень сахара в крови диабетиков и не допускать его резких скачков [7]. Для зерна овса характерно высокое содержание диетических волокон. На организм человека, животных и птиц положительно влияют антиоксиданты – токоферолы, токотриенолы и авенантрамиды [8, 9].

Традиционно выращивают овес пленчатый (*Avena sativa* subspecies *sativa* L.), однако, в последние десятилетия возрастает интерес к голозерному овсу. Овес голозерный (*Avena sativa* subspecies *nudisativa* (Husn.) Rod. et Sold.) вследствие отсутствия пленки более технологичен в переработке, превосходит пленчатый по питательной ценности, аминокислотному составу, содержанию белка, масла и крахмала в зерне [10].

Исследования по селекции голозерного овса проводят в Германии, Франции, Великобритании, США, Канаде, Республике Беларусь, других странах. В Советском Союзе ученые вели работы по созданию голозерных сортов овса, но ни одного сорта не было зарегистрировано, кроме сорта Успех в Узбекской ССР. В России начало внедрения голозерных сортов в производство было положено включением в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений сорта Тюменский голозерный (2000 г.) [11]. В настоящее время в Госреестре находятся 11 сортов голозерного овса, из них 7 допущены в производство для территорий Урала и Сибири и только сорта Вятский, Першерон (Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого – ФАНЦ Северо-Востока), Самсон 57 (ВНИИ зернобобовых и крупяных культур) и Владыка (Беларусь) – для некоторых регионов европейской части страны. Посевные площади и производство зерна данной культуры незначительны как в мире, так и в России.

Один из факторов, сдерживающих распространение культуры в производстве – недостаточный сортимент и низкая относительно овса пленчатого урожайность. Использование голозерного овса ограничивают некоторые нежелательные признаки: опушение (трихомы) зерновки, разнокачественность зерна по размеру, слабое прикрепление зародышка к эндосперму [12]. Наряду с этим, в неблагоприятных климатических и технологических условиях у голозерного овса наблюдают выщепление пленчатых зерен. Эти и другие факторы указывают на актуальность создания сортов овса голозерного, пригодных к выращиванию на большей части территорий России.

Для повышения качества питания населения и улучшения кормовой базы животноводства необходима селекция на продуктивность и качество зерна, устойчивость к полеганию, увеличение доли зерна в урожае ( $K_{\text{хоз}}$ ) [13]. Актуальна селекция на устойчивость к бо-

лезням метелки и зерна – пыльной головне, фузариозу и другим заболеваниям. Фузариоз не только снижает продуктивность метелки на 20-50%, но и приводит к накоплению в зерне опасных для человека и животных микотоксинов [14, 15].

Целью настоящей работы было создание сорта голозерного овса с улучшенными признаками продуктивности и качества зерна для возделывания в условиях изменения климата и использования в селекции в качестве источника хозяйственно ценных признаков.

**Методика.** Исследования проведены в ФАНЦ Северо-Востока (Кировская область) в 2008-2018 гг. в соответствии с Методикой [16] и Методическими указаниями [17]. Климатические условия периода вегетации в годы исследований существенно различались. Проявление засухи отмечали от посева до всходов в 2015 и 2016 гг. (ГТК=0,5), избыточное увлажнение – в 2013 и 2017 гг. (ГТК – соответственно 2,65 и 8,21). Средняя засушливость (ГТК=0,59-0,62) от всходов до выметывания была в 2013 и 2016 гг., переувлажнение – в 2017 и 2018 гг. (ГТК – соответственно 3,25 и 2,83). В 2018 г. условия от посева до созревания (ГТК 1,66) оказались более благоприятными для развития овса, чем в 2016 и 2017 гг. (ГТК – соответственно 1,09 и 2,27). Экологическое испытание проведено в Самарском НИИСХ и Фаленской селекционной станции – филиале ФАНЦ Северо-Востока. Биохимические показатели качества зерна изучали с использованием экспресс-анализатора INFRAMATIC 8620 ("Pertin Instruments AB", Швеция). Жирно-кислотный состав липидов определяли по ГОСТ 10857-64, согласно ГОСТ Р ИСО 5508:2010 в Санкт-Петербургском политехническом университете. Обработка экспериментальных данных проведена с использованием пакета селекционно-ориентированных биометрико-генетических программ AGROS, версия 2.07 и пакета прикладных программ Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** Исходная форма для селекции нового сорта овса голозерного – образец Пушкинский голозерный создана в Федеральном исследовательском центре Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова – ФИЦ ВИР. В качестве материнской формы в скрещиваниях 1992 г. использовали источник из Чехии – *Nahu* с высокой продуктивностью и повышенным содержанием в зерне масла олеиново-линолевой группы, отцовской – голозерный сорт Успех (Россия), полученный из гибридной популяции пленчатого образца Виктория (США) и местного голозерного овса из Узбекистана. В последующем провели отбор устойчивой по признаку «голозерность зерна» продуктивной элиты. После размножения и изучения семена образца Пушкинский голозерный в 2007 г. были переданы в ФАНЦ Северо-Востока для продолжения исследований. По результатам изучения 2008 г. образец сформировал склонный к полеганию стеблестой, имел массу 1000 зерен 26,2 г, натурную массу зерна – 654 г/л и уступал по урожайности зерна (4,2 т/га) стандарту – сорту Вятский на 0,25 т/га. В 2009 г. урожайность исследуемого генотипа составила 4,8 т/га или на 0,4 т/га меньше сорта-стандарта. В связи с этим для повышения урожайности и крупности зерна применили массовый лабораторный отбор по выполненности и крупности зерна. В 2010 г. изучали образующие урожай признаки исходной формы и развитие отдельных растений, полученных из отборных семян. По визуальным признакам продуктивности метелки (размер и озерненность), высоте и устойчивости к полеганию, болезням и вредителям

**Табл. 1. Характеристика перспективного генотипа овса голозерного Вировец по некоторым хозяйственно ценным признакам, 2016-2018 гг.**

Признак	Вировец	+/- к стандарту
Период от всходов до выметывания, дни	52	3
Высота растения, см	83,0	2,7
Длина метелки, см	16,7	0,1
Площадь листьев главного стебля, см <sup>2</sup>	50,72	13,50*
Площадь флагового листа, см <sup>2</sup>	16,4	3,44
Площадь подфлагового листа, см <sup>2</sup>	23,28	5,50*
Облиственность, %	67,29	1,09
Кхоз (выход зерна)	0,45	0,01
Продуктивная кустистость	1,2	-0,1
Зерен в метелке, шт.	46	12*
Масса 1000 зерен, г	29,2	0,3
Масса зерна с метелки, г	1,09	0,14
Нагура зерна, г/л	670	-15
Содержание (%) в зерне:	7,71	0,85*
сырого протеина	16,3	2,65*

\*Отклонение от стандарта статистически значимо при  $p \leq 0,05$ .

выделили лучшие (элитные) растения. В лабораторных исследованиях отобрали элиты с требуемыми для селекции конкурентоспособного генотипа параметрами озерненности и продуктивности метелки, выравненности и крупности зерна.

Дальнейшие полевые и лабораторные исследования по признакам различимости, однородности и стабильности, продуктивности генотипа и другим позволили сформировать селекционный номер 1h07. В 2011 г. урожайность данного номера составила 5,5 т/га или на 0,7 т/га выше показателя сорта-стандарта и на 0,85 т/га – исходной формы. Для условий Кировской области установлена существенная зависимость урожайности овса голозерного от доли зерна в общей биомассе урожая ( $r = 0,595$ ), поэтому было актуально повысить коэффициент хозяйственной эффективности ( $K_{хоз}$ ). Известно, чем выше показатель  $K_{хоз}$ , тем эффективнее генотип утилизирует ассимилянты из вегетативных в генеративные органы [18].  $K_{хоз}$  генотипа 1h07 составил

**Табл. 2. Кормовая продуктивность и питательность сухого вещества овса голозерного Вировец, 2016-2018 гг.**

Признак	Вировец	+/- к стандарту
Урожайность зеленой массы, т/га	26,43	4,44*
Урожайность сухого вещества, т/га	5,86	-0,17
Овсяные кормовые единицы	0,6278	0,0093
Содержание (%): сырого протеина	14,55	1,07
жира	1,86	-0,20
клетчатки	26,38	-1,76

\* Отклонение от стандарта статистически значимо при  $p \leq 0,05$ .

0,45 (табл. 1). В конкурсном испытании (2013-2018 гг.) урожайность номера 1h07, названного сорт Вировец, была значимо выше или на уровне сорта-стандарта (прибавка составила 0,21-0,62 т/га) и варьировала от 2,25 т/га в условиях засухи до 5,63 т/га в благоприятных. В экологическом испытании Фаленской селекционной станции урожайность составила 3,40-5,00 т/га, что существенно выше сорта-стандарта на 0,30-0,44 т/га. Таким образом, выбранное направление селекционного улучшения исходной формы Пушкинский голозерный было эффективным.

С ростом урожайности отмечено увеличение количества овсяных кормовых единиц в 1 кг зерна (ОКЕ,  $r = 0,51$ ). В свою очередь показатель ОКЕ имел обратные зависимости с содержанием в зерне сырого протеина ( $r = -0,92$ ), золы ( $r = -0,70$ ), облиственностью стебля ( $r = -0,51$ ) и положительную – с содержанием клетчатки ( $r = 0,47$ ). Содержание сырого протеина (белка) варьировало по годам, максимальный показатель составил 19,8% (2010 г.). Установлены отрицательные зависимости урожайности и содержания белка в зерне ( $r = -0,52$ ), урожайности и массы 1000 зерен ( $r = -0,37$ ). Корреляция для пары признаков «сырой протеин – масло» была отрицательная ( $r = -0,581$ ). Аналогичные зависимости отмечены для сухого вещества. С ростом урожайности сухого вещества увеличивались показатели ОКЕ ( $r = 0,49$ ) и клетчатки ( $r = 0,35$ ), уменьшалось содержание сырого протеина ( $r = -0,41$ ).

По жирно-кислотному составу масло зерна овса Вировец (1h07) относится к олеиново-линолевой группе растительных масел, соотношение олеиновой (35,74%) и линолевой кислот (36,25%) от суммы кислот близко



a



b

**Зерно колоска (a) и колосок (b) овса голозерного Вировец (1h07).**

к 1:1 [19]. Зерно овса Вировец пригодно для производства продуктов специального назначения (*gluten free*) – содержание глютена меньше 2 мг/г продукта, высокое содержание β-глюкана – 3,6% и арабиноксилана – 7,0%, слабое опушение зерновки и выщепление пленчатых зерен (0,7%) (рис. а). В засушливых условиях Самарского НИИСХ (2015-2018 гг.) пленчатых зерен в урожае не наблюдали.

Колосок, как и метелка голозерного овса – сложный многоцветковый, количество зерен в колоске определяют генотип и в значительной степени агроклиматические условия в период от закладки генеративных органов (начало выхода в трубку) до цветения и молочной спелости зерна (рис. б). В условиях естественной эпифитотии отмечено слабое поражение метелки пыльной головней и фузариозом, заражение зерна фузариозом было минимальным.

Наряду с зерном сорт Вировец (1h07) формирует сухое вещество высокого качества при урожайности на уровне сорта Вятский за счет более высокого стеблестоя и облиственности стебля (табл. 2). Установлено существенное влияние площади подфлагового листа на формирование числа зерен и массы зерна в метелке, общей биомассы ( $r = 0,78-0,85$ ). Площадь листьев зависела от продолжительности периода всходы – восковая спелость ( $r = -0,79$ ) и условий вегетации (ГТК,  $r = 0,76$ ). Отмечено значимое влияние на массу 1000 зерен содержания пигментов во флаговом листе (*Chl a*, *Chl b*, *Car*) в период цветения – молочной спелости ( $r = 0,79-0,88$ ) и слабое – площади флагового и подфлагового листа ( $r = 0,42-0,46$ ).

Таким образом, в результате комплексных исследований определены закономерности формирования урожайности и качества зерна, а также сухого вещества голозерного овса в условиях нестабильности агроклиматических ресурсов европейского Северо-Востока России. Создан сорт овса голозерного Вировец (1h07) с улучшенными показателями продуктивности и качества зерна (масса 1000 зерен – 29,2 г, содержание сырого протеина – до 19,8%, масла олеиново-линолевой группы – 7,71%, натура зерна – 670 г/л), пригодный для выращивания на продовольственные и фуражные цели, производства безглютеновых продуктов питания (глютена меньше 2 мг/г продукта), использования в селекции в качестве источника хозяйственно ценных признаков.

#### Литература

1. <https://www.agroxxi.ru/analiz-rynka-selskohozjaistvennyh-tovarov/mirovye-proizvodstvo-ovsa-lidery-i-outsaidery.html>].
2. <https://smart-lab.ru/blog/495544.php>
3. [www.prod.center/news/tag/2/23055-valovoi-sbor-ovsa](http://www.prod.center/news/tag/2/23055-valovoi-sbor-ovsa)
4. Ahokas H., Heikkilä E., Alho M. Variation in the ratio of oat (*Avena*) protein fractions of interest in celiac grain diets // *Genetic Resource and Crop Evolution*. – 2005. – V. 52. – P. 813–81.
5. Rzedzicki Z., Blaszczyk W. Impact of microstructure in modeling physical properties of cereal extrudates // *International Agrophysics*. – 2005. – V. 19. – P. 175–186.
6. Peltonen-Sainio P., Kirkkari A.M., Jauhiainen L. Characterizing strengths, weaknesses, opportunities and threats in producing naked oat as a novel crop for northern growing conditions // *Agricultural and Food Science*. – 2004. – V.13. – №1-2. – P. 212-228.
7. Leonova, S., Shelenga, T., Hamberg, M., Konarev, A.V., Loskutov, I., Carlsson A.S. Analysis of oil composition in cultivars and wild species of oat (*Avena* sp.) // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2008. – V. 56. – P.7983-7991.
8. Girardet N., Webster F.H. Oat milling: specifications, storage, and processing. In *Oats: Chemistry and Technology, Processing of oats* // *British Journal of Nutrition*. – 2011. – 2. – P. 301-316.
9. Decker E.A., Rose D.J., Stewart D. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits // *British Journal of Nutrition*. – 2014. – 112. – P. 58-64.
10. Šubarić D., Babić J., Lalić A., Ačkar Đ., Kopjar M. Isolation and Characterisation of Starch from Different Barley and Oat Varieties // *Czech Journal of Food Scienc (CJFC)*. – 2011. – V.29. – № 4. – P. 354 – 360.
11. [http://gossort.com/docs/REESTR\\_2018.pdf](http://gossort.com/docs/REESTR_2018.pdf)
12. Лоскутов И.Г. Овес (*Avena* L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. – СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2007. – 336 с.
13. Колмаков Ю.В. Объективность идентификации форм овса с высокими крупяными свойствами // *Вестник Россельхозакадемии*. – 2009. – № 6. – С. 56-58.
14. Tekauz A.B., Fetch J.M., Rosnagel B.G., Savard M.E. Progress in assessing the impact of *Fusarium* head blight on oat in western Canada and screening of *Avena* germplasm for resistance // *Cereal Res. Comm.* – 2008. – 36. – 8. – P. 49-56.
15. Гагжаева Т.Ю., Шамшев И.В., Гаврилова О.П., Селицкая О.Г. Биология взаимоотношений грибов рода *Fusarium* и насекомых (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*. – 2014. – №3. – С. 13-23. doi: 10.15389/agrobiology.2014.3.13rus.
16. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985. – 230 с.
17. Методические указания по селекции ячменя и овса. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2014. – 64 с.
18. Пакуль В.Н., Мартынова С.В., Андросов Д.Е. Источники ярового ячменя по засухоустойчивости в условиях лесостепи Западной Сибири // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2016. – №2(44). – 3. – С. 102-106.
19. Krasilnikov V.N., Batalova G.A., Popov V.S., Sergeeva S.S. Fatty Acid Composition of Lipids in Naked Oat Grain of Domestic Varieties // *Russian Agricultural Sciences*. – 2018. – V. 44. – No. 5. – P. 406–408.

Поступила в редакцию 24.01.19  
Принята к публикации 05.03.19