

## Изучение коллекционных образцов голозерного овса

DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-18-26

УДК 633.13:631.559

Поступление/Received: 18.05.2021

Принято/Accepted: 14.09.2021



Н. В. КРОТОВА\*, Г. А. БАТАЛОВА

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока  
имени Н.В. Рудницкого,  
610007 Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166а  
\* [✉ nadja.1979@yandex.ru](mailto:nadja.1979@yandex.ru)

### Studying germplasm collection accessions of naked oats

N. V. KROTOVA\*, G. A. BATALOVA

Federal Agricultural Research Center of the North-East  
named N.V. Rudnitsky,  
166a Lenina St., Kirov 610007, Russia  
\* [✉ nadja.1979@yandex.ru](mailto:nadja.1979@yandex.ru)

**Актуальность.** Селекционную ценность образцов, полученных из генофонда ВИР, можно оценить только в конкретных климатических и почвенных условиях. Изучение образцов позволяет в дальнейшем включить их в селекционный процесс.

**Материалы и методы.** В ФАНЦ Северо-Востока изучено 42 образца голозерного овса различного эколого-географического происхождения. Проведены биохимический анализ зерна и статистическая обработка данных методами вариационного и корреляционного анализов.

**Результаты.** Коллекционные образцы разделены на группы спелости: раннеспелые (до 80 дней), среднеспелые (81–84 дня), среднепоздние (85–89 дней). Выделены урожайные генотипы в каждой группе спелости. Высота растений зависит от гидротермических условий вегетации ( $r = 0,25$ ). В коллекции образцы отнесены к низкорослым (64,0–99,1 см), в том числе стандарт 'Вятский' – 88,1 см. Отмечен значительный вклад отдельных элементов продуктивности метелки в повышение урожайности. Содержание белка и жира в зерне определяет его питательную и энергетическую ценность. Полученные данные свидетельствуют о положительной зависимости урожайности и содержания белка ( $r = 0,44$ ). Выявлена достоверная отрицательная корреляция между содержанием жира и содержанием белка ( $r = -0,61$ ). Изучение коллекционных образцов показало различное содержание жира в зерне по группам спелости.

**Заключение.** По результатам исследований выделены образцы – источники ценных признаков для использования в селекции. По комплексу признаков (урожайность, высота растений, количество зерен в метелке, масса метелки, содержание белка и жира в зерне) выделены образцы: раннеспелые 'Litovsij Nagij' (к-15234, Литва), 'Gkzalon' (к-15299, Монголия), 'MF9224-164' (к-15090, США); среднеспелые к-15248 (местный, Польша), MF9521-281 (к-15095, США); среднепоздние 'Bai Yan 2' (к-15525, Китай), 'Прогресс' (к-15339, Россия), 'Визит' (к-15501, Украина), 'Mina' (к-15192, Болгария).

**Ключевые слова:** урожайность, период вегетации, высота растений, количество зерен, масса зерна с растением, белок, жир.

**Background.** The breeding value of accessions from the VIR collection can be estimated only under specific climate and soil conditions. Studying such accessions helps to include them in the breeding process.

**Materials and methods.** Forty-two accessions of naked oats of various origin were studied at the FARC of the North-East. Biochemical analysis of grain and statistical data processing using descriptive statistics and correlation analysis techniques were carried out.

**Results.** The accessions were divided into groups according to their ripening schedule: early (up to 80 days), medium (81–84 days), and mid-late (85–89 days). High yielding genotypes were identified in each ripeness group. The plant height depended on the hydrothermal conditions of the growing season ( $r = 0.25$ ). The studied accessions were all classified as undersized (64.0–99.1 cm), including the reference cv. 'Vyatsky' (88.1 cm). A significant contribution of some panicle productivity components to an increase in yield was observed. The protein and fat content in grain determines its nutritional and energy value. The results showed a positive relationship between yield and protein content ( $r = 0.44$ ). A significant negative correlation between fat content and protein content ( $r = -0.61$ ) was registered. The study of naked oat accessions showed different fat content in grain across the ripeness groups.

**Conclusion.** According to the results of the study, some accessions were identified as sources of traits useful for breeding. The following accessions were selected as the best according to a set of characters (yield, plant height, number of grains per panicle, panicle weight, protein and fat content in grain): early 'Litovsij nagij' (k-15234, Lithuania), 'Gkzalon' (k-15299, Mongolia) and 'MF9224-164' (k-15090, USA); medium k-15248 (local, Poland) and MF9521-281 (k-15095, USA); and mid-late 'Bai Yan 2' (k-15525, China), 'Progress' (k-15339, Russia), 'Visit' (k-15501, Ukraine) and 'Mina' (k-15192, Bulgaria).

**Key words:** yield, growing season, plant height, grain number, grain weight per plant, protein, fat.

## Введение

Овес для Кировской области является значимой зерновой и зернофуражной культурой. Одним из путей увеличения валового сбора овса является создание и внедрение в производство урожайных сортов с высокими кормовыми и пищевыми качествами (Deines, 2017).

Основным источником получения новых сортов является генофонд мировой коллекции ВИР (Loskutov, 2006). Для создания широкого спектра изменчивости считается необходимым вовлечение в гибридизацию экологически отдаленных форм, которые обладают отдельными полезными признаками или их комплексом (Korobeunikov et al., 2008). Изучение генофонда культуры позволяет выделить источники, необходимые в работе селекционера, и определить параметры модели сорта в соответствии с условиями конкретной зоны произрастания (Tulyakova et al., 2021).

## Материалы и методы

Исследования проведены в 2018–2020 гг. в ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока» (ФАНЦ Северо-Востока; Кировская обл.) на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах по предшествующему чистый пар. На делянках площадью 1 м<sup>2</sup> в трехкратной повторности изучено 42 образца голозерного овса. Стандарт – голозерный сорт 'Вятский'. Наблюдения, оценки и учеты проведены в соответствии с методическими указаниями ВИР (Loskutov et al., 2012) и международным классификатором (Velikovskiy et al., 1984). Статистическая обработка данных проведена методами вариационного и корреляционного анализов с использованием пакета прикладных программ AGROS 2.07 и табличного процессора Microsoft Office Excel 2007. Биохимические показатели качества зерна изучали с использованием

или сильными осадками, в результате чего произошло удлинение периода налива и созревания зерна. Май и июнь 2020 г. характеризовались неустойчивой по температуре погодой с небольшими дождями. В начале июля была очень теплая и жаркая сухая погода, во второй половине месяца – умеренно теплая и теплая, с сильными ливнями. В период от выметывания до созревания условия были достаточно благоприятны для формирования урожайности овса (ГТК = 1,95).

## Результаты и обсуждение

**Происхождение образцов.** Коллекционный питомник овса голозерного был представлен 42 образцами различного эколого-географического происхождения из 13 стран мира. Наиболее представительными были коллекции США, Китая, Республики Беларусь – 9, 8 и 6 образцов соответственно, 4 образца из Болгарии, по два образца из Украины, Польши, Бразилии, по одному из Литвы, Словакии, Германии, Канады, Монголии. В изучении было 4 российских образца: 'Помор' (к-15117, Кемеровская обл.), 'Гаврош' (к-15439, Кемеровская обл.), КСИ-36-14 (к-15554, Московская обл.), 'Прогресс' (к-15339, Омская обл.), стандарт – голозерный овес 'Вятский' (к-14960, Кировская обл.).

**Продолжительность вегетационного периода.** В исследованиях И. Г. Лоскутова (1987–2000 гг.) показано влияние условий вегетации на варьирование продолжительности отдельных фаз и периода вегетации в целом у образцов овса коллекции ВИР – от 79,6–83,2 до 112,5–119,0 дней (Loskutov, 2007). В условиях Кировской области период вегетации варьировал в среднем от 77 дней в 2020 г. до 85 дней в 2019 г. (табл. 1). Неустойчивая погода с умеренными и сильными осадками в 2019 г. привела к удлинению периода налива и созревания зерна.

**Таблица 1. Период вегетации «всходы – восковая спелость» у образцов голозерного овса (Кировская обл.)**

**Table 1. The period from seedling emergence to wax ripeness for naked oat accessions (Kirov Province)**

Год / Year	Период вегетации «всходы – восковая спелость», дни / The period from seedling emergence to wax ripeness, days	
	среднее / mean	варьирование / variation
2018	78	73–85
2019	85	73–91
2020	77	73–86

экспресс-анализатора INFRAMATIC 8620 (Perten Instruments AB, Швеция).

Контрастные погодные условия, которые наблюдали в периоды вегетации 2018–2020 гг., позволили в полной мере оценить особенности генотипов овса. В начале вегетации в 2018 г. наблюдали неустойчивую по температуре, в основном без осадков погоду. Частые дожди и низкие температуры в июне привели к переувлажнению почвы. В августе наблюдали пониженные на 2°C температуры с осадками в пределах нормы, гидротермический коэффициент составил в период от посева до созревания 1,66. Наиболее продолжительный период вегетации был в 2019 г. В начале вегетации наблюдали теплую погоду, в последующем – пониженные температуры и незначительные осадки (ГТК = 0,40). Июль и август характеризовались неустойчивой холодной погодой с умеренными

В соответствии с Международным классификатором СЭВ рода *Avena* L. и классификацией голозерного овса (Krotova et al., 2020) образцы были разделены по группам спелости: раннеспелые, среднеспелые, среднепоздние и поздние (табл. 2).

Наиболее многочисленными были группы раннеспелых и среднеспелых генотипов: по 18 и 19 образцов соответственно. Позднеспелых образцов в изученном генофонде не выделено.

К раннеспелым отнесены: 'Помор' (к-15117, Россия), ВУАС-161 (К-3892, Беларусь), ВУАС-160 (К-3893, Беларусь), ВУАС-159 (К-3894, Беларусь), ВУАС-158 (К-3895, Беларусь), 'Королек' (к-15461, Беларусь), 'Litovsij Nagij' (к-15234, Литва), 'Ventura' (к-14945, Польша), Соломон (К-3890, Германия), АС Ernie (к-15304, Канада), 'Gkzalon' (к-15299, Монголия), PZS-LYM-02 (К-2523, Китай), PZS-

**Таблица 2. Распределение образцов голозерного овса по группам спелости (2018–2020 гг.)**  
**Table 2. Distribution of naked oat accessions among the ripeness groups (2018–2020)**

Группа спелости / Ripeness group	Период вегетации, дни / Growing season, days		Количество образцов, шт. / Number of accessions, pcs	% к общему числу / % of the total number
	среднее / mean	варьирование / variation		
Раннеспелые / Early	77	до 80	18	43
Среднеспелые / Medium	82	81–84	19	45
Среднепоздние / Mid-late	87	85–89	5	12
Позднеспелые / Late	92	90 и более	–	–
<b>Всего / Total</b>			42	100

LYM-04 (К-2525, Китай), MF8891-2021 (к-15086, США), MF9224-164 (к-15090, США), MF9809-19 (к-15099, США), MF9521-462 (к-15226, США), UFRGS 017129-1 (к-15492, Бразилия).

В среднеспелую группу вошли образцы: КСИ-36-14 (к-15554, Россия), 'Владыка' (К-3891, Беларусь), 'Авгол' (к-15505, Украина), АЗ ВМ 0584 (к-15193, Болгария), АЗ ВМ 0586 (к-15195, Болгария), АЗ ВМ 0589 (к-15196, Болгария), к-15248 (местный, Польша), 'Tatran' (к-15372, Словакия), 'BAI 2' (К-4580, Китай), PZS-LYM-03 (К-2524, Китай), 'Bay 16' (К-4105, Китай), 'Bay 15' (К-4104, Китай), Din Yan 3 (к-15519, Китай), MF9521-19 (к-15224, США), MF9116-31 (к-15217, США), MF9521-281 (к-15095, США), MF9521-79 (к-15160, США), MF9620-64 (к-15097, США), UFRGS 106150-3 (к-15493, Бразилия). К среднеспелым по периоду вегетации отнесен принятый в качестве стандарта сорт голозерного овса 'Вятский'.

В среднепозднюю группу вошли образцы: 'Гаврош' (к-15439, Россия), 'Прогресс' (к-15339, Россия), 'Визит' (к-15501, Украина), 'Mina' (к-15192, Болгария), 'Bai Yan 2' (к-15525, Китай).

В условиях Волго-Вятского региона интерес в первую очередь представляют образцы, обладающие скороспелостью, так как погодные условия не всегда позволяют реализовать продуктивный потенциал среднепоздних и поздних сортов. Использование в качестве родительских форм ранне- и среднеспелых образцов позволит

продвинуть культуру овса в более северные регионы возделывания.

*Урожайность.* Высокая урожайность – одно из основных требований, предъявляемых к сорту. На урожайность в исследованиях 2018–2020 гг. влияли погодные условия ( $r = 0,184$ ) и генотип образца (Pereira et al., 2017). Средняя урожайность всего набора исследованных образцов составила  $211 \text{ г/м}^2$ , что значительно ниже стандарта из-за того, что значительная часть коллекции представлена скороспелыми образцами. Известно, что скороспелость имеет обратную корреляционную зависимость с урожайностью, поскольку при ускоренном прохождении растениями фенологических фаз они суммарно меньше используют солнечной радиации на формирование вегетативных и генеративных органов и это приводит к снижению продуктивности (Nguyen-Sy et al., 2019). В группе раннеспелых генотипов средняя урожайность составила  $191 \text{ г/м}^2$ , среднеспелых –  $233 \text{ г/м}^2$ , среднепоздних –  $226 \text{ г/м}^2$ .

В исследованиях наибольшая стабильность урожайности ( $V = 5,9\%$ ) отмечена у среднеспелого сорта 'Авгол'. Изменчивость урожайности выше среднего ( $V = 22,2–28,2\%$ ) наблюдали у 'Bay 16' ( $252–345 \text{ г/м}^2$ ), КСИ-36-14 ( $161–286 \text{ г/м}^2$ ), АЗ ВМ 0586 ( $256–374 \text{ г/м}^2$ ).

Образцы среднеспелой группы имели в среднем урожайность  $233 \text{ г/м}^2$ . Голозерный сорт 'Авгол' был наиболее урожайный –  $366 \text{ г/м}^2$ , что выше стандарта на  $26 \text{ г}$  (табл. 3). Данный образец превысил стандарт 'Вят-

**Таблица 3. Урожайность образцов голозерного овса разных групп созревания (Кировская обл., 2018–2020 гг.)**  
**Table 3. Yield of naked oat accessions across the ripeness groups (Kirov Province, 2018–2020)**

Каталог / Catalogue No.	Название / Name	Происхождение / Origin	Урожайность, $\text{г/м}^2$ / Yield, $\text{g/m}^2$	Период «всходы – восковая спелость», дней / Days from seedling emergence to wax ripeness	Масса 1000 зерен, г / 1000-grain weight, g
к-15461	Королек	Беларусь	$333 \pm 50$	73	$27,5 \pm 2,1$
к-15505	Авгол	Украина	$366 \pm 12$	83	$26,9 \pm 2,9$
к-15501	Визит	Украина	$267 \pm 68$	86	$29,9 \pm 1,3$
к-14960	Вятский, ст.	Россия	$340 \pm 59$	81	$27,0 \pm 1,5$
НСР <sub>05</sub>			67		1,2

ский' по показателям «масса метелки», «масса зерна с метелки».

В группе раннеспелых генотипов максимальную урожайность имел сорт 'Королек' – 333 г/м<sup>2</sup>, показатели выхода зерна (45,5%) и массы 1000 зерен (27,5 г) – выше стандарта. Коэффициент вариации урожайности выше среднего ( $V = 25,4\text{--}26,0\%$ ) имели 'Королек' (237–405 г/м<sup>2</sup>) и MF9224-164 (179–299 г/м<sup>2</sup>).

У среднепозднего сорта-стандарта 'Визит' с урожайностью 267 г/м<sup>2</sup> показатели количества зерен в метелке (35 зерен) и массы 1000 зерен (29,9 г) были выше стандарта.

В целом по коллекции большинство образцов отличались высокой и очень высокой степенью изменчивости урожайности ( $V = 22,2\text{--}83,0\%$ ).

Высота растений зависит от гидротермических условий вегетации ( $r = 0,25$ ). По результатам исследований образцы коллекции отнесены к низкорослым (64,0–99,1 см), в том числе стандарт 'Вятский' – 88,1 см (табл. 4).

в 2018 г., показатель «коэффициент вариации» в 2019 г. был равен 9,6%. Наиболее стабильным по данному показателю был образец АЗ ВМ 0584 ( $V = 3,5\%$ ). Значительная изменчивость ( $V = 28,7\%$ ) отмечена у образца MF9521-281.

У среднепозднего сорта 'Mina' коэффициент вариации незначительный ( $V = 3,3\%$ ), тогда как у сорта 'Гаврош' из данной группы спелости изменчивость была значительна ( $V = 21,7\%$ ).

Сорт 'Прогресс' в 2019 и 2020 г. относился по классификации к среднерослым, имел высоту растений 102,9 и 104,4 см соответственно, в 2018 г. – к низкорослым (87,2 см), что может быть связано с особенностями реакции генотипа на некоторые факторы окружающей среды. В группе раннеспелых наименьшую высоту растений имел образец MF9224-164 (64,0 см), наиболее высокорослым был сорт 'Litovsij Nagij' (98,4 см). Высота растений в среднеспелой группе варьировала от 67,2 см (MF9521-281) до 97,3 см ('BAI 2'). У среднепоздних наи-

**Таблица 4. Некоторые элементы структуры продуктивности голозерного овса (Кировская обл., 2018–2020 гг.)**

**Table 4. Some yield structure components of naked oats (Kirov Province, 2018–2020)**

Каталог / Catalogue No.	Название / Name	Происхождение / Origin	Высота растений, см / Plant height, cm	Длина метелки, см / Panicle length, cm	Количество зерен в метелке, шт. / Number of grains per panicle, pcs
<b>Раннеспелые / Early</b>					
к-15090	MF9224-164	США	64,0 ± 5,5	14,4 ± 1,2	28 ± 5
к-15234	Litovsij Nagij	Литва	98,4 ± 2,5	19,4 ± 0,3	35 ± 4
к-15492	UFRGS 017129-1	Бразилия	81,2 ± 0,6	14,3 ± 0,3	33 ± 2
К-3894*	ВYAS-159	Беларусь	81,7 ± 4,4	16,2 ± 0,7	48 ± 8
<b>Среднеспелые / Medium</b>					
к-15095	MF9521-281	США	67,2 ± 11,1	15,2 ± 2,8	22 ± 8
к-15248	местный	Польша	96,0 ± 1,4	20,3 ± 2,7	47 ± 12
К-4508*	BAI 2	Китай	97,3 ± 0,6	14,1 ± 0,6	33 ± 8
К-4105*	Вay 16	Китай	85,9 ± 5,0	19,5 ± 1,3	56 ± 10
к-14960	ст. Вятский	Россия	88,1 ± 4,1	16,9 ± 0,5	32 ± 2
<b>Среднепоздние / Mid-late</b>					
к-15525	Bai Yan 2	Китай	99,1 ± 3,5	18,4 ± 0,2	33 ± 8
к-15339	Прогресс	Россия	98,2 ± 5,5	20,4 ± 0,6	38 ± 3
к-15192	Mina	Болгария	87,4 ± 2,9	19,0 ± 1,9	39 ± 13
НСП <sub>05</sub>			9,2	2,4	3

Примечание: \* – номер по каталогу поступлений отдела овса ФАНЦ Северо-Востока

Note: \* – the entry number in the catalogue of the Oats Department, FARC of the North-East

В группе раннеспелых образцов показатель «высота растений» имел изменчивость от незначительной в 2020 г. ( $V = 7,8\%$ ) до средней в 2018 и 2019 г. ( $V = 14,1\%$  и  $V = 12,9\%$  соответственно). Стабильными по высоте растений в течение трех лет были 'Litovsij Nagij' ( $V = 4,5\%$ ), ВYAS-160 ( $V = 4,6\%$ ), 'Gkzalon' ( $V = 4,9\%$ ).

Коэффициент вариации у среднеспелых образцов по высоте растений изменялся от 6,9% в 2020 г. до 19,3%

большая высота растений отмечена у сорта 'Bai Yan 2' (99,1 см).

Данный показатель важен при выборе направления селекции овса. При выведении сортов зерноукосного и укосного назначения в качестве источников признака предпочтительны высокие образцы, способные дать максимальную урожайность зеленой массы и сухого вещества.

Значительный вклад в повышение урожайности вносят отдельные элементы продуктивности метелки (длина, число колосков, число зерен).

**Длина метелки.** Длина метелки овса во многом зависит от условий среды и генотипа, при этом длинные, рыхлые, раскидистые метелки редко бывают высокопродуктивными (Loskutov, 2006). Коэффициент вариации длины метелки у изученных образцов изменялся от незначительного ( $V = 2,0\%$ ) у раннеспелого сорта 'Gkzalon' (Монголия) до значительного ( $V = 28,7\%$ ) у среднеспелого образца из Китая 'Вау 16'.

В группе раннеспелых образцов показатель «длина метелки» варьировал от короткой у UFRGS 017129-1 (14,3 см) до длинной у 'Litovsij Nagij' (19,4 см). Короткой метелкой обладали BYAS-158 (14,5 см), MF9224-164

за годы исследований BYAS-159 (48 зерен), у среднеспелых – сорт 'Вау 16' (56 зерен), среднепоздних – 'Mina' (39 зерен). В среднем данный показатель варьировал от 22 зерен (MF9521-281) до 56 зерен ('Вау 16'). Метелка сорта-стандарта 'Вятский' имела по данным трех лет изучения 32 зерна. Показатель «количество зерен в метелке» оказал значимое влияние на урожайность зерна ( $r = 0,46$ ).

**Масса зерна с метелки.** Значимым показателем, влияющим на продуктивность метелки, является ее озерненность ( $r = 0,32-0,43$ ). Образцы с наибольшей массой зерна с метелки выявлены в более поздних группах спелости, так как с увеличением периода вегетации масса зерна увеличивается ( $r = 0,26$ ): АЗ ВМ 0584, к-15248 (местный), 'Вау 16', 'Прогресс' (табл. 5).

**Таблица 5. Образцы голозерного овса с высокой продуктивностью и массой 1000 зерен (Кировская обл., 2018–2020 гг.)**

**Table 5. Naked oat accessions with high productivity and high 1000 grain weight (Kirov Province, 2018–2020)**

Каталог / Catalogue No.	Название / Name	Происхождение / Origin	Продуктивность метелки, г / Panicle productivity, g	Масса 1000 зерен, г / 1000 grain weight, g
<b>Раннеспелые / Early</b>				
К-3892*	BYAS-161	Беларусь	0,86 ± 0,29	29,2 ± 4,9
к-15299	GKZALON	Монголия	1,06 ± 0,30	32,0 ± 6,1
<b>Среднеспелые / Medium</b>				
к-15193	АЗ ВМ 0584	Болгария	1,21 ± 0,19	29,9 ± 3,0
к-15196	АЗ ВМ 0589	Болгария	0,99 ± 0,14	32,1 ± 1,9
к-15248	местный	Польша	1,32 ± 0,21	28,0 ± 5,1
К-4105*	Вау 16	Китай	1,48 ± 0,33	28,8 ± 1,8
к-14960	Вятский, ст.	Россия	0,82 ± 0,04	27,0 ± 1,5
<b>Среднепоздние / Mid-late</b>				
к-15439	Гаврош	Россия	0,97 ± 0,14	30,4 ± 4,2
к-15339	Прогресс	Россия	1,29 ± 0,13	32,4 ± 1,2
НСР <sub>05</sub>			0,11	1,2

Примечание: \* – номер по каталогу поступлений отдела овса ФАНЦ Северо-Востока

Note: \* – the entry number in the catalogue of the Oats Department, FARC of the North-East

(14,4 см), MF9809-19 (14,2 см). У остальных образцов раннего срока созревания длина метелки средняя.

Наиболее длинная метелка (20,3 см) из среднеспелой группы была у образца к-15248 (местный). По градации длинной метелкой обладал также 'Вау 16' (19,5 см). Среднее значение длины метелки в данной группе – 16,5 см.

В самой малочисленной группе среднепоздних образцов длина метелки составила 15,3–20,4 см. Максимальный показатель получен у сорта 'Прогресс'. В исследованиях не выявлено зависимости урожайности от длины метелки ( $r = -0,051...-0,020$ ), при этом длина метелки вносила значительный вклад в высоту растений ( $r = 0,53-0,71$ ).

**Число зерен в метелке.** М. Н. Фомина отмечала влияние количества зерен в метелке на урожайность сорта ( $r = 0,64$ ) (Fomina, 2016). Среди раннеспелой группы образцов наибольшее количество зерен имел в среднем

В исследованиях выявлена положительная корреляционная зависимость массы 1000 зерен от массы зерна с метелки ( $r = 0,20$ ). Показатель «масса зерна с метелки» сильно варьировал как по годам, так и по образцам внутри групп спелости. Коэффициент вариации у раннеспелых образцов был в пределах от  $V = 14,0\%$  (MF9521-462) до  $V = 68,7\%$  (BYAS-160). Менее всего подверженным колебаниям данный признак был у образца среднеспелой группы: MF9521-19 ( $V = 5,5\%$ ) и сорта 'Авгол' ( $V = 7,7\%$ ).

**Масса 1000 зерен.** Коэффициент вариации показателей массы 1000 зерен был незначительным или средним, следовательно данным признаком стабилен и меньше подвержен влиянию условий выращивания (табл. 6).

У голозерного овса масса 1000 зерен является одним из важнейших показателей, который определяет семенную и продовольственную значимость сорта. В группе раннеспелых восемь образцов имели среднюю массу

**Таблица 6. Коэффициент варьирования показателя «масса 1000 зерен» у голозерного овса, V% (Кировская обл., 2018–2020 гг.)****Table 6. Coefficients of variation for 1000 grain weight among naked oat accessions, V% (Kirov Province, 2018–2020)**

Группа спелости / Ripeness group	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Раннеспелые / Early	14,6	16,7	21,5
Среднеспелые / Medium	16,6	11,6	16,1
Среднепоздние / Mid-late	13,4	9,2	13,7

1000 зерен (26,1–32,0 г): BYAS-161, 'Королек' (Беларусь), 'Ventura' (Польша), 'Gkzalon' (Монголия), PZS-LYM-02 (Китай), MF8891-2021, MF9224-164, MF9809-19 (США). В среднеспелой группе средний показатель массы 1000 зерен был у 15 образцов. Высокую массу 1000 зерен имел образец 'BAI 2' (39,2 г). Средняя масса 1000 зерен среднепоздних образцов составила 27,0–34,5 г.

В селекции необходимы генотипы, сочетающие высокие показатели продуктивности метелки и массы 1000 зерен, такие как раннеспелые BYAS-161 и 'Gkzalon'; среднеспелые к-15248 (местный), АЗ ВМ 0584, АЗ ВМ 0589; среднепоздние сорта 'Гаврош' и 'Прогресс'.

*Содержание белка в зерне.* Содержание белка и жира в зерне определяет его питательную и энергетическую ценность. Рядом авторов отмечено значительное влия-

ние на содержание белка в зерне метеорологических факторов, в меньшей степени – влияние генотипа (Batalova, Vologzhanina, 2012; Ivanova et al., 2018). Полученные данные свидетельствуют о достоверной положительной зависимости урожайности и содержания белка ( $r = 0,44$ ).

Исследователи отмечают повышенное содержание белка в зерне у более скороспелых сортов (Isachkova, Ganichev, 2012), что согласуется с нашими результатами. В группе раннеспелых максимальное содержание белка в зерне (13,47%) имел сорт из Монголии 'Gkzalon', что больше стандарта на 1,45% (табл. 7). Показатель выше стандарта имели образцы: PZS-LYM-02, MF8891-2021, MF9224-164, MF9809-19, MF9521-462 и др. Среднее значение содержания белка в группе раннеспелых генотипов составила 12,12%.

**Таблица 7. Содержание белка и жира в образцах голозерного овса (Кировская область, 2018–2020 гг.)****Table 7. Protein and fat content in naked oat accessions (Kirov Province, 2018–2020)**

Каталог / Catalogue No.	Название / Name	Происхождение / Origin	Урожайность, г/м <sup>2</sup> / Yield, g/m <sup>2</sup>	Содержание в зерне, % / Content in grain, %	
				белка / of protein	жира / of fat
<b>Раннеспелые / Early</b>					
к-15299	Gkzalon	Монголия	186 ± 36	13,47 ± 0,11	6,37 ± 1,45
К-2523*	PZS-LYM-02	Китай	114 ± 55	12,85 ± 1,34	6,77 ± 0,41
к-15086	MF8891-2021	США	307 ± 55	12,61 ± 1,26	7,51 ± 0,59
к-15090	MF9224-164	США	237 ± 35	12,82 ± 1,18	5,87 ± 0,56
к-15099	MF9809-19	США	164 ± 58	12,83 ± 1,10	6,90 ± 0,32
к-15226	MF9521-462	США	148 ± 57	12,69 ± 1,24	7,45 ± 0,41
к-15117	Помор	Россия	241 ± 79	11,95 ± 1,51	7,63 ± 0,49
К-3893*	BYAS-160	Беларусь	187 ± 86	12,08 ± 1,50	7,80 ± 0,21
к-15234	Litovsij Nagij	Литва	184 ± 45	10,25 ± 0,30	7,72 ± 0,30
<b>Среднеспелые / Medium</b>					
к-15097	MF9620-64	США	123 ± 47	14,85 ± 0,31	4,90 ± 1,16
К-3891*	Владыка	Беларусь	297 ± 63	13,06 ± 1,28	7,28 ± 0,10
к-15217	MF9116-31	США	207 ± 46	12,92 ± 1,15	6,58 ± 0,16
к-15095	MF9521-281	США	117 ± 37	12,92 ± 0,95	6,43 ± 0,12

Таблица 7. Окончание

Table 7. The end

Каталог / Catalogue No.	Название / Name	Происхождение / Origin	Урожайность, г/м <sup>2</sup> / Yield, g/m <sup>2</sup>	Содержание в зерне, % / Content in grain, %	
				белка / of protein	жира / of fat
<b>Среднеспелые / Medium</b>					
К-2524*	PZS-LYM-03	Китай	137 ± 38	12,35 ± 0,89	7,82 ± 0,11
к-15195	А3 ВМ 0586	Болгария	315 ± 48	11,60 ± 1,13	8,50 ± 0,44
к-15196	А3 ВМ 0589	Болгария	273 ± 54	10,93 ± 0,48	9,04 ± 0,09
к-15248	местный	Польша	302 ± 56	10,61 ± 0,10	8,01 ± 0,18
к-15372	Tatran	Словакия	266 ± 77	10,24 ± 1,06	8,15 ± 0,20
к-15160	MF9521-79	США	223 ± 36	10,97 ± 1,10	8,03 ± 0,21
к-15554	КСИ-36-14	Россия	237 ± 39	10,51 ± 2,11	9,25 ± 0,45
к-14960	Вятский ст.	Россия	340 ± 59	12,02 ± 0,93	7,83 ± 0,20
<b>Среднепоздние / Mid-late</b>					
к-15525	Bai Yan 2	Китай	264 ± 20	11,36 ± 0,66	7,56 ± 0,27
к-15339	Прогресс	Россия	207 ± 46	11,36 ± 0,80	7,62 ± 0,29
к-15439	Гаврош	Россия	173 ± 42	10,32 ± 1,08	7,98 ± 0,31
к-15501	Визит	Украина	267 ± 68	10,71 ± 0,76	8,05 ± 0,40
к-15192	Mina	Болгария	218 ± 85	10,05 ± 1,20	9,09 ± 0,22
НСП <sub>05</sub>			67	0,61	0,22

Примечание: \* – номер по каталогу поступлений отдела овса ФАНЦ Северо-Востока

Note: \* – the entry number in the catalogue of the Oats Department, FARC of the North-East

Наибольшее содержание белка – 14,85%, или выше сорта-стандарта ‘Вятский’ на 2,83%, – среди изученных генотипов отмечено у среднеспелого образца MF9620-64. Повышенное содержание белка в зерне имели образцы среднеспелой группы: ‘Владыка’, MF9116-31, MF9521-281, PZS-LYM-03.

В литературе отмечают, что при увеличении продолжительности вегетационного периода образцов голозерного овса снижается накопление белка в зерне (Scariot et al., 2018). Данная закономерность прослеживается и в наших исследованиях. Среднее содержание белка у среднепоздних образцов составило 10,76%. Сорта ‘Bai

Yan 2’ (Китай) и ‘Прогресс’ (Россия) имели содержание белка по 11,36%.

*Содержание жира в зерне* менее подвержено воздействию окружающих условий. Выявлена достоверная отрицательная корреляционная зависимость между содержанием жира и содержанием белка ( $r = -0,61$ ).

Изучение коллекционных образцов показало различное содержание жира в зерне по группам спелости (табл. 8). В группе среднеспелых шесть из 19 образцов имели высокое содержание жира (8,01–9,25%). Два образца из группы среднепоздних также имели высокое содержание жира (8,05 и 9,09%).

**Таблица 8. Количественное распределение образцов по содержанию жира в зерне внутри групп спелости (Кировская область, 2018–2020 гг.)**

**Table 8. Quantitative distribution of accessions by fat content in grain across the ripeness groups (Kirov Province, 2018–2020)**

Группа спелости / Ripeness group	Содержание жира, % / Fat content, %		
	Низкое, менее 6% / Low, less than 6%	Среднее, 6,01–8,00% / Medium, 6,01–8,00%	Высокое, более 8,01% / High, more than 8,01%
Раннеспелые / Early	1	17	–
Среднеспелые / Medium	1	12	6
Среднепоздние / Mid-late	–	3	2

Высокое в сравнении со стандартом содержание жира отмечено у образцов среднего срока созревания: АЗ ВМ 0586, АЗ ВМ 0589, к-15248 (местный), 'Tatran', MF9521-79. Лидером по содержанию жира был образец КСИ-36-14 – 9,25%, что выше стандарта на 1,42%.

В группе раннеспелых образцов показатель на уровне стандарта имели 'Помор', ВУАС-160, 'Litovsij Nagij'.

Среди среднепоздних генотипов по содержанию жира в зерне выделены сорта 'Гаврош', 'Визит' и 'Mina'. Влияния урожайности и элементов ее структуры на показатель «содержание жира в зерне» не выявлено.

### Выводы

По результатам исследований выделены образцы – источники ценных признаков для использования в селекции.

По урожайности образцы из различных групп спелости выделены: 'Королек' (к-15461, Беларусь), 'Авгол' (к-15505, Украина), 'Визит' (к-15501, Украина).

По высоте растений, длине метелки, количеству зерен в метелке выделены: 'Litovsij Nagij' (к-15234, Литва),

ВУАС-159 (К-3894, Беларусь), к-15248 (местный, Польша); 'Bay 16' (К-4105, Китай), 'Прогресс' (к-15339, Россия); 'Mina' (к-15192, Болгария).

Источники с повышенным содержанием белка: раннеспелые 'Gkzalon' (к-15299, Монголия), PZS-LYM-02 (К-2523, Китай), MF9224-164 (к-15090, США), MF9809-19 (к-15099, США); среднеспелые MF9620-64 (к-15097, США), 'Владыка' (К-3891, Беларусь). По содержанию жира: раннеспелый ВУАС-160 (К-3893, Беларусь); среднеспелые КСИ-36-14 (к-15554, Болгария), АЗ ВМ 0586 (к-15195, Болгария), АЗ ВМ 0589 (к-15196, Болгария); среднепоздние 'Визит' (к-15501, Украина) и 'Mina' (к-15192, Болгария).

По комплексу признаков (урожайность, высота растений, количество зерен в метелке, масса метелки, содержание белка и жира в зерне) выделены образцы: раннеспелые 'Litovsij Nagij' (к-15234, Литва), 'Gkzalon' (к-15299, Монголия), MF9224-164 (к-15090, США); среднеспелые к-15248 (местный, Польша), MF9521-281 (к-15095, США); среднепоздние 'Bai Yan 2' (к-15525, Китай), 'Прогресс' (к-15339, Россия), 'Визит' (к-15501, Украина), 'Mina' (к-15192, Болгария).

*Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану по проекту № 0767-2019-0093 «Разработка и реализация фундаментальных научно-методических подходов мобилизации, изучения, создания (в том числе с использованием биотехнологий) и поддержания уникальных природных и экспериментальных генетических ресурсов яровых зерновых культур (пшеница, ячмень, овес); моделей сортов с повышенной продуктивностью и устойчивостью к действию стрессовых биотических и абиотических факторов, с улучшенными селекционно-ценными признаками; технологии управления продукционным процессом с учетом эдафических и биотических стрессовых факторов европейского Северо-Востока России, локального и глобального изменения климата для решения актуальных задач обеспечения импортозамещения и улучшения качества питания населения».*

*The research was performed within the framework of the State Task according to the theme plan under Project No. 0767-2019-0093 "Development and implementation of fundamental scientific and methodological approaches to mobilize, study, develop (including the use of biotechnology) and maintain unique natural and experimental genetic resources of spring cereal crops (wheat, barley, and oats); models of cultivars with increased productivity and resistance to biotic and abiotic stressor, with improved traits useful for breeding; technologies for managing the production process, taking into account edaphic and biotic stressors of the European Northeast of Russia, and local and global climate change, to solve urgent problems of ensuring import substitution and improving the quality of nutrition of the population".*

### References / Литература

- Batalova G.A., Vologzhanina E.N. Influence of technological methods of cultivation on forming of quality of naked oats grain *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2012;(10):35-37. [in Russian] (Баталова Г.А., Вологжанина Е.Н. Влияние элементов технологии возделывания на формирование качества зерна голозерного овса. *Достижения науки и техники АПК*. 2012;(10):35-37).
- Deines N.V. Results of the study of oat source material in the environments of Altai Territory. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2017;178(4):36-42. [in Russian] (Дейнес Н.В. Результаты изучения исходного материала овса в условиях Алтайского края. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2017;178(4):36-42). DOI: 10.30901/2227-8834-2017-4-36-42
- Fomina M.N. Productivity of scarious oat varieties and peculiarities of its formation under conditions of the northern forest steppe of Tyumen region *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016;30(12):24-27. [in Russian] (Фомина М.Н. Урожайность плечатых сортов овса и особенности ее формирования в условиях северной лесостепи Тюменской области. *Достижения науки и техники АПК*. 2016;30(12):24-27).
- Isachkova O.A., Ganichev B.L. Biochemical indexes of bare-grained oat quality. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2012;4(25):12-17. [in Russian] (Исачкова О.А., Ганичев Б.Л. Биохимические показатели качества зерна голозерного овса. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2012;4(25):12-17).
- Ivanova Yu.S., Fomina M.N., Loskutov I.G. Biochemical indices of grain quality of the collective samples of naked oat under the conditions of northern forest-steppe. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2018;32(6):38-41. [in Russian] (Иванова Ю.С., Фомина М.Н., Лоскутов И.Г. Биохимические показатели качества зерна у коллекционных образцов овса голозерного в условиях северной лесостепи. *Достижения науки и техники АПК*. 2018;32(6):38-41). DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10609
- Korobeynikov N.I., Rozova M.A., Boradulina V.A. Results and the main tasks of grain crops breeding in Altai Territory. *Achievements of Science and Technology of*

- AIC. 2008;(11):13-17. [in Russian] (Коробейников Н.И., Розова М.А., Борадулина В.А. Результаты и основные задачи селекции зерновых культур в Алтайском крае. *Достижения науки и техники АПК*. 2008;(11):13-17).
- Krotova N.V., Batalova G.A., Changzhong R., Zhuravleva G.P. Growing season and productivity of naked oats. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2020;21(3):245-252. [in Russian] (Кротова Н.В., Баталова Г.А., Changzhong R., Журавлева Г.П. Вегетационный период и урожайность голозерного овса. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2020;21(3):245-252). DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.3.245-252
- Loskutov I.G. Modern system of the genus *Avena* L. *Works on Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 2006;162:84-97. [in Russian] (Лоскутов И.Г. Современная система рода *Avena* L. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2006;162:84-97).
- Loskutov I.G. Oat (*Avena* L.). Distribution, taxonomy, evolution and breeding value. St. Petersburg: VIR; 2007. [in Russian] (Лоскутов И.Г. Овес (*Avena* L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. Санкт-Петербург: ВИР; 2007).
- Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V. Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats (Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyu mirovoy kolleksii yachmenya i ovsa). St. Petersburg: VIR; 2012. [in Russian] (Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Санкт-Петербург: ВИР; 2012).
- Nguyen-Sy T., Cheng W., Tawarayama K., Sugawara K., Kobayashi K. Impacts of climatic and varietal changes on phenology and yield components in rice production in Shonai region of Yamagata Prefecture, Northeast Japan for 36 years. *Plant Production Science*. 2019;22(3):382-384. DOI: 10.1080/1343943X.2019.1571421
- Pereira H.S., Alvares R.C., de Cássia Silva F., de Faria L.C., Melo L.C. Genetic, environmental and genotype x environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality. *Semina: Ciências Agrárias*. 2017;38(3):1241-1250. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n3p1241
- Scariot M.A., Radünz L.L., Dionello R.G., Toni J.R., Mossi A.J., Reichert Jr. F.W. Quality of wheat grains harvested with different moisture contents and stored in hermetic and conventional system. *Journal of Stored Products Research*. 2018;75:29-34. DOI: 10.1016/j.jspr.2017.11.005
- Tulyakova M.V., Batalova G.A., Loskutov I.G., Permyakova S.V., Krotova N.V. Assessment of adaptability parameters in hulled oat germplasm accessions in terms of their yield in the environments of Kirov Province. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(1):72-79. [in Russian] (Тулякова М.В., Баталова Г.А., Лоскутов И.Г., Пермякова С.В., Кротова Н.В. Оценка адаптивных параметров коллекционных образцов овса пленчатого по урожайности в условиях Кировской области. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021;182(1):72-79). DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-72-79
- Velikovsky V., Bareš I., Forel A., Segnalova J., Odegnal V., Vostřák J., Longauer I., Trnka M., Kobylansky V., Rodionova N., Soldatov V., Korneichuk V., Yarosh N. International COMECON list of descriptors for the genus *Avena* L. Leningrad: VIR; 1984. [in Russian] (Великовский В., Бареш И., Форел А., Сегналова Я., Одегнал В., Востржак Й., Лонгауер И., Трнка М., Кобылянский В., Родионова Н., Солдатов В., Корнейчук В., Ярош Н. Международный классификатор СЭВ рода *Avena* L. Ленинград: ВИР; 1984).

#### Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

#### Для цитирования / How to cite this article

Кротова Н.В., Баталова Г.А. Изучение коллекционных образцов голозерного овса. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021;182(4):18-26. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-18-26

Krotova N.V., Batalova G.A. Studying germplasm collection accessions of naked oats. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(4):18-26. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-18-26

#### ORCID

Krotova N.V. <https://orcid.org/0000-0003-1355-083X>  
Batalova G.A. <https://orcid.org/0000-0002-3491-499X>

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

#### Дополнительная информация / Additional information

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-18-26>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Авторы одобрили рукопись / The authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest