

## **СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

УДК 633.13:631.52(212.3:571.1)

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-3-8

### **АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕНОФОНДА ОВСА ПЛЕНЧАТОГО ПО МАССЕ 1000 ЗЕРЕН**

**М.В. Тулякова**, старший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства овса, fss.nauka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4493-1005;  
**Г.А. Баталова**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, зав. отделом селекции и семеноводства овса, g.batalova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3491-499X;  
**С.В. Пермякова**, младший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства овса, fss.nauka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9595-1129  
 ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого», 610007, г Киров, ул. Ленина, 166А; e-mail: g.batalova@mail.ru

Представлены результаты изучения 11 коллекционных образцов овса пленчатого в сравнении со стандартом – сортом Кречет в 2018–2020 гг. на Фаленской селекционной станции ФАНЦ Северо-Востока (Кировская область). Цель исследований – выявить стабильные по признаку «масса 1000 зерен» источники для селекции овса пленчатого путем оценки параметров адаптивности. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, метеорологические условия контрастные по температуре и осадкам. В благоприятном 2019 г. масса 1000 зерен была наиболее высокой (34,6–45,9 г), индекс условий среды положительный ( $I_s = 1,6$ ), в неблагоприятном 2020 г. соответственно 31,3–41,8 г и  $I_s = -1,5$ . Выделены источники: пластичные (ИЭП = 1,08–1,00) – 15330 КСИ 590/05 (Россия), 15388 Saltaret (Молдова), 15423 Prelekt, 15426 Werva (Германия); устойчивые по относительной стабильности признака ( $St^2 = 0,99–0,91$ ) – 15280 55 h 2106, 15331 КСИ 2167/03 (Россия), 15297 Geszti (Венгрия), 15388 Saltaret (Молдова), 15428 Bohum (Польша), 15420 Leniak (Германия); с высоким уровнем интенсивности (И = 24,5 и 19,30%) – 15329 КСИ 639/05, 15330 КСИ 590/05 и гомеостатичности (Hom = 25,28–11,96) – 15280 55 h 2106 (Россия), 15297 Geszti (Венгрия), 15388 Saltaret (Молдова); отзывчивые на благоприятные условия выращивания ( $K_p = 1,11–1,28$ ) – 15329 КСИ 639/05, 15330 КСИ 590/05, 15331 КСИ 2167/03 (Россия), 15414 Enostar (Германия); наиболее адаптивные по сумме рангов – 15330 КСИ 590/05 и 15329 КСИ 639/05 (Россия), 15388 Saltaret (Молдова), 15426 Werva, 15414 Enostar (Германия). Установлены значимые прямые корреляции показателей стабильности и гомеостатичности ( $r = 0,96$ ), интенсивности и коэффициента отзывчивости ( $r = 0,73$ ).

**Ключевые слова:** сортообразец, индекс условий среды, адаптивность, стабильность, пластичность.

**Для цитирования:** Тулякова М.В., Баталова Г.А., Пермякова С.В. Адаптивный потенциал генофонда овса пленчатого по массе 1000 зерен // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5(77). С. 3–8. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-3-8.



### **ADAPTIVE POTENTIAL OF THE HULLED OATS GENE POOL ACCORDING TO 1000-GRAIN WEIGHT**

**M.V. Tulyakova**, senior researcher of the laboratory for oats breeding and primary seed production, fss.nauka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4493-1005;  
**G.A. Batalova**, Doctor of Agricultural Sciences, professor, academician RAS, head of the department of oats breeding and primary seed production, g.batalova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3491-499X;  
**S.V. Permyakova**, junior researcher of the laboratory for oats breeding and primary seed production, fss.nauka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-9595-1129  
 Federal Agricultural Research Center of the North-East named after N.V. Rudnitsky, 610007, Kirov, Lenin Str., 166A

There have been presented the study results of 11 collection hulled oats samples in comparison with the standard variety 'Krechet' conducted at the Falenskaya selection station of the FARC the North-East (the Kirov region) in 2018–2020. The purpose of the current study was to identify sources stable on the trait '1000-grain weight' for the breeding of hulled oats by estimating the adaptability parameters. The soil of the experimental plot was sod-podzolic, medium loamy, the meteorological conditions were contrasting in temperature and precipitation. In the favorable year of 2019, the 1000-grain weight was the highest (34.6–45.9 g), the index of environmental conditions was positive ( $I_s = 1.6$ ). In the unfavorable year of 2020, the 1000-grain weight was 31.3–41.8 g and the index of environmental conditions was negative ( $I_s = -1.5$ ). There have been identified the adaptable sources (IEP = 1.08–1.00) '15330 KSI 590/05' (Russia), '15388 Saltaret' (Moldova), '15423 Prelekt', '15426 Werva' (Germany); the stable sources according to the relative stability of the trait ( $St^2 = 0.99–0.91$ ) '15280 55 h 2106', '15331 CSI 2167/03' (Russia), '15297 Geszti' (Hungary), '15388 Saltaret' (Moldova), '15428 Bohum' (Poland), '15420 Leniak' (Germany); the sources with a high level of intensity (I = 24.5 and 19.30%) – '15329 CSI 639/05', '15330 CSI 590/05' and homeostaticity (Hom = 25.28–11.96) '15280 55 h 2106' (Russia), '15297 Geszti' (Hungary), '15388 Saltaret' (Moldova); the sources responsive to favorable growing conditions ( $K_p = 1.11–1.28$ ) '15329 KSI 639/05', '15330 KSI 590/05', '15331 KSI 2167/03' (Russia), '15414 Enostar' (Germany); the most adaptive sources in terms of the sum of ranks '15330 CSI 590/05' and '15329 CSI

639/05' (Russia), '15388 Saltaret' (Moldova), '15426 Werva, '15414 Enostar' (Germany). There have been identified significant direct correlations between indicators of stability and homeostaticity ( $r = 0.96$ ), intensity and coefficient of responsiveness ( $r = 0.73$ ).

**Keywords:** *variety sample, index of environmental conditions, adaptability, stability.*

**Введение.** Овес – одна из важнейших зерновых культур мира, по сумме посевных площадей занимает пятое место после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Широкое распространение культуры определяют богатство экотипов и высокая адаптивность к условиям окружающей среды (Баталова и др., 2019; Raza et al., 2019). В Волго-Вятском регионе и Кировской области овес – одна из основных зерновых культур. В связи с ограниченностью агроклиматических ресурсов и низким плодородием распространенных в почвенном покрове дерново-подзолистых почв для Кировской области и в целом региона актуально создание и выращивание сортов овса, обеспечивающих стабильное производство зерна высокого качества. Это определяет необходимость мобилизации адаптивного потенциала растений, проведения селекции на адаптивность и стабильность, использование сорта в соответствующих его требованиям почвенно-климатических зонах (Ионова и др., 2021). Оценить адаптивный потенциал сорта позволяет экологическое испытание с применением различных статистических методов. Наряду с этим в производстве востребованы пластичные сорта, которые имеют больше шансов получить широкое распространение в посевах в условиях глобальных изменений климата.

Оценка генофонда в различных климатических условиях позволяет выявить источники для селекции на крупность зерна (Русакова и др., 2016). Поэтому в селекции актуально использование крупнозерных источников, поскольку масса зерна определяет запас питательных веществ, всхожесть и жизнеспособность семян, пищевые и кормовые достоинства сорта (Юсова и др., 2020). Для эффективной реализации селекционных программ необходим поиск источников среди генофонда ФИЦ ВИР с учетом реакции генотипа на состояние региональных экологических факторов (Левакова, 2021). Это особенно актуально для Волго-Вятского региона, относящегося к зоне рискованного земледелия, поскольку средовые факторы влияют на размер и химический состав зерна, урожайность (Pereira et al., 2017), поскольку повышенные температуры приводят к ускорению фенологии (Nguyen-Sy et al., 2019).

Цель исследований: выявить стабильные по признаку «масса 1000 зерен» источники для селекции овса пленчатого путем оценки параметров адаптивности.

#### **Материалы и методы исследований.**

Исследования проведены в 2018–2020 гг. на опытном поле Фаленской селекционной станции филиала ФАНЦ Северо-Востока в соот-

ветствии с методиками: индекс экологической пластичности (ИЭП) по А.А. Грязнову, уровень стабильности сорта (ПУСС) – по Э.Д. Неттевичу (Поползухин и др., 2018), коэффициент отзывчивости (Кр) по А.А. Грязнову, интенсивность (И) по Р.А. Удачину, гомеостатичность (Hom) – по В.В. Хангильдину (Аниськов и др., 2020), относительную стабильность признака ( $St^2$ ) – по Н.А. Соболеву (1980). Объект исследований – 11 коллекционных образцов овса пленчатого: 55 h 2106, КСИ 639/05, КСИ 590/05, КСИ 2167/03 (Россия), Geszti (Венгрия), Bohum (Польша), Saltaret (Молдова), Enostar, Leniak, Prelekst, Werva (Германия), стандарт – сорт Кречет (Россия). Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, предшественник лен-долгунец, высевали 600 всхожих семян/м<sup>2</sup>, площадь делянки – 1 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Метеорологические условия в годы проведения исследований существенно различались по количеству осадков и температурному режиму. Гидротермический коэффициент (ГТК Селянинова) определяли стандартно. Условия периода вегетации 2018 г. были средне благоприятны для развития овса, в третьей декаде июля – первой половине августа отмечено недостаточное количество осадков и высокие температуры (+3,1 и +2,8 °С к средней многолетней, ГТК = 1,30). В 2019 г. наблюдали пониженные относительно средней многолетней среднесуточные температуры воздуха в июне (-0,9 °С), июле (-1,9 °С) и первой декаде августа (-0,7 °С) и неравномерное распределение осадков. В мае (-13,2 мм) и июле (-1,6 мм) количество осадков было ниже нормы, избыточное увлажнение наблюдали в июне (+41,9 мм) и августе (+91,3 мм). Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием пакета селекционно-ориентированных программ AGROS 2.07.

**Результаты и их обсуждение.** Наиболее благоприятными для формирования продуктивной метелки и выполненного зерна условия наблюдали в 2019 г. (ГТК = 1,9;  $I_j = 1,6$ ), когда средняя по генотипам масса 1000 зерен составила 39,7 г, максимальная – 45,9 г у образца 15331 КСИ 2167/03 (табл. 1). Условия периода вегетации 2018 г. были средне благоприятны для формирования высокой массы 1000 зерен ( $I_j = 0$ ), а показатели массы 1000 зерен близки к уровню 2019 г. и составили 38,1 и 44,1 г соответственно. В 2020 г. агроклиматические условия по показателю ГТК (1,30) были достаточно благоприятны для развития овса, однако условия вегетации в период налива зерна были менее благоприятны – индекс условий среды отрицательный ( $I_j = -1,5$ ), чем в предыдущие годы.

**1. Масса 1000 зерен образцов овса в зависимости от условий среды**  
**1. 1000-grain weight of the oats samples, depending on environmental conditions**

| № каталога               | Образец     | Год изучения |      |      |         |
|--------------------------|-------------|--------------|------|------|---------|
|                          |             | 2018         | 2019 | 2020 | среднее |
| 14857                    | Кречет, ст. | 35,2         | 35,4 | 31,3 | 34,0    |
| 15280                    | 55 h 2106   | 36,9         | 36,7 | 35,7 | 36,4    |
| 15329                    | КСИ 639/05  | 37,8         | 41,5 | 32,4 | 37,2    |
| 15330                    | КСИ 590/05  | 39,1         | 44,1 | 36,4 | 39,9    |
| 15331                    | КСИ 2167/03 | 43,4         | 45,9 | 41,3 | 43,5    |
| 15297                    | Gesztı      | 36,5         | 34,6 | 34,3 | 35,1    |
| 15428                    | Bohum       | 44,1         | 42,8 | 39,8 | 42,2    |
| 15388                    | Saltaret    | 36,8         | 39,6 | 37,4 | 37,9    |
| 15414                    | Enostar     | 34,4         | 39,4 | 34,4 | 36,1    |
| 15420                    | Leniak      | 37,4         | 35,3 | 33,0 | 35,2    |
| 15423                    | Prelekst    | 37,0         | 38,0 | 41,8 | 38,9    |
| 15426                    | Werva       | 38,8         | 43,7 | 41,3 | 41,3    |
| Среднее                  |             | 38,1         | 39,7 | 36,6 | 38,1    |
| Индекс условий среды (I) |             | 0            | 1,6  | -1,5 | –       |

В июле 2020 г. наблюдали повышенный температурный фон (+2,4 °С) относительно средних многолетних дат и недостаточное количество осадков в июне и августе (-20,3 и -13,7 мм). В результате часть генотипов овса имела низкую массу 1000 зерен (32,4–35,7 г), минимальный показатель 31,3 г отмечен у стандарта Кречет, максимальный 41,8 г – у образца 15423 Prelekst из Германии. Известно, что засуха ведет к потере до 60% урожая, причем репродуктивная стадия развития растений, когда формируется зерно, наиболее чувствительна к засухе (Ahmad et al., 2018; Daryanto et al., 2017).

По мнению ряда авторов, на первом этапе изучения более объективную и полную характеристику генотипа обеспечивает оценка взаимодействия «генотип – среда» (Аниськов и др., 2019; Николаев и др., 2018). В условиях Кировской области значимое (при 5% уровне) влияние на формирование величины показате-

ля «масса 1000 зерен» оказали фактор «год» – 47,8% и генотип – 14,1%. Доля влияния взаимодействия данных факторов составила 32,1%.

Известны разнообразные методы математического анализа, которые позволяют оценить и выявить реакцию сортов на меняющиеся условия среды, среди них изучение пластичности, как индикатора нежелательной восприимчивости генотипа к стрессам, если нет доказательств, что в конкретном испытании проявился положительный отклик на благоприятные условия. Известно, что чем выше значение индекса экологической пластичности (ИЭП), тем пластичнее генотип, при этом за точку отсчета принимают единицу (Николаев и др., 2018). Наиболее высокий показатель ИЭП (1,08–1,00) отмечен у образцов 15330 КСИ 590/05, 15388 Saltaret, 15423 Prelekst и 15426 Werva, низкий (ИЭП = 0,36–0,29) у 15297 Geszti, 15428 Bohum и 15331 КСИ 2167/03 (табл. 2).

**2. Параметры адаптивной способности образцов овса по массе 1000 зерен (2018–2020 гг.)**  
**2. Adaptability parameters of the oats samples according to 1000-grain weight (2018–2020)**

| № каталога | Образец     | ИЭП  | St <sup>2</sup> | ПУСС   | И     | Нот   | Кр   |
|------------|-------------|------|-----------------|--------|-------|-------|------|
| 14857      | Кречет, ст. | 0,89 | 0,89            | 100    | 12,06 | 6,12  | 1,13 |
| 15280      | 55 h 2106   | 0,95 | 0,99            | 2706,4 | 3,30  | 25,28 | 1,03 |
| 15329      | КСИ 639/05  | 0,98 | 0,62            | 405,4  | 24,50 | 3,71  | 1,28 |
| 15330      | КСИ 590/05  | 1,04 | 0,74            | 585,6  | 19,30 | 4,99  | 1,21 |
| 15331      | КСИ 2167/03 | 0,29 | 0,92            | 1288,4 | 10,57 | 10,02 | 1,11 |
| 15297      | Gesztı      | 0,36 | 0,97            | 1307,7 | 6,27  | 12,67 | 1,01 |
| 15428      | Bohum       | 0,30 | 0,92            | 1230,0 | 10,19 | 9,91  | 1,08 |
| 15388      | Saltaret    | 1,00 | 0,96            | 1333,2 | 7,39  | 11,96 | 1,06 |
| 15414      | Enostar     | 0,94 | 0,85            | 587,2  | 13,85 | 5,55  | 1,14 |
| 15420      | Leniak      | 0,92 | 0,91            | 714,4  | 12,50 | 6,90  | 1,07 |
| 15423      | Prelekst    | 1,02 | 0,88            | 838,6  | 12,34 | 7,33  | 0,90 |
| 15426      | Werva       | 1,08 | 0,90            | 1034,9 | 11,86 | 8,52  | 1,06 |

ИЭП – индекс экологической пластичности, St<sup>2</sup> – относительная стабильность признака, ПУСС – показатель уровня стабильности сорта, И – показатель интенсивности, Нот – показатель гомеостатичности, Кр – коэффициент отзывчивости.

Оценить экологическую стабильность генотипа по заданному признаку позволяет показатель относительной стабильности признака (St<sup>2</sup>). Он варьирует от 0 до 1, и чем больше

величина показателя, тем выше экологическая стабильность генотипа, а наиболее ценными для использования в селекции являются образцы с более высоким и стабильным показателем

признака вне зависимости от лимитов окружающей среды: 15280 55 h 2106, 15297 Geszti, 15388 Saltaret, 15331 КСИ 2167/03, 15428 Bohum, 15420 Leniak ( $St^2 = 0,99-0,91$ ).

Для отбора ценных сортов и источников может быть использован показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), который одновременно характеризует уровень и стабильность признака по отношению к стандарту. Все изученные образцы овса превысили по данному показателю стандарт Кречет, но наиболее актуальны для использования в качестве источников в селекции на стабильность 15280 55 h 2106, 15331 КСИ 2167/03, 15297 Geszti, 15428 Bohum, 15388 Saltaret, 15426 Werva.

Реакцию сорта на меняющиеся условия среды позволяет оценить расчет показателя интенсивности (И). В исследованиях максимальный уровень интенсивности по массе 1000 зерен отмечен у образцов 15329 КСИ 639/05, 15330 КСИ 590/05 (И = 24,5 и 19,30%). Для использования в селекции актуальны источники с высоким уровнем гомеостаза, характеризующего устойчивость растений к воздействию на них неблагоприятных факторов среды. По данному показателю выделены образцы –

источники 15280 55 h 2106, 15297 Geszti, 15388 Saltaret (Hom = 25,28–11,96).

Наряду с этим, для оценки хозяйственной и селекционной ценности сорта используют коэффициент отзывчивости (Кр) на благоприятные условия выращивания. В соответствии с данным коэффициентом практически все изученные генотипы овса положительно реагировали на улучшение условий выращивания ( $Kp > 1$ ). Максимальная отзывчивость отмечена у образцов 15329 КСИ 639/05, 15330 КСИ 590/05, 15414 Enostar, 15331 КСИ 2167/03 ( $Kp = 1,11-1,28$ ).

Различные методы оценки адаптивности генотипа имеют свои достоинства и недостатки, более полную и всестороннюю оценку обеспечивают по полученным параметрам – сумме рангов. При этом наиболее высоким считают 1 ранг, наиболее низким 12 ранг. Соответственно этому к наиболее адаптивным по признаку «масса 1000 зерен» отнесены образцы 15330 КСИ 590/05, 15388 Saltaret, 15426 Werva с суммой рангов 38 и 40, а также образцы 15329 КСИ 639/05, 15280 55 h 2106, 15414 Enostar и 15420 Leniak (сумма рангов 41–43) (табл. 3).

### 3. Ранжирование образцов овса по показателям адаптивности, определенными разными методами (2018–2020 гг.)

#### 3. Ranking of the oats samples according to adaptability by different methods (2018–2020)

| № каталога | Образец     | Ранг по |                 |      |    |     |    | Сумма рангов |
|------------|-------------|---------|-----------------|------|----|-----|----|--------------|
|            |             | ИЭП     | St <sup>2</sup> | ПУСС | И  | Hom | Кр |              |
| 14857      | Кречет, ст. | 9       | 7               | 12   | 6  | 9   | 4  | 50           |
| 15280      | 55 h 2106   | 6       | 1               | 1    | 12 | 1   | 9  | 42           |
| 15329      | КСИ 639/05  | 5       | 11              | 11   | 1  | 12  | 1  | 41           |
| 15330      | КСИ 590/05  | 2       | 10              | 10   | 2  | 11  | 2  | 38           |
| 15331      | КСИ 2167/03 | 12      | 4               | 4    | 8  | 4   | 5  | 46           |
| 15297      | Geszti      | 10      | 2               | 3    | 11 | 2   | 10 | 49           |
| 15428      | Bohum       | 11      | 4               | 5    | 9  | 5   | 6  | 47           |
| 15388      | Saltaret    | 4       | 3               | 2    | 10 | 3   | 8  | 40           |
| 15414      | Enostar     | 7       | 9               | 9    | 3  | 10  | 3  | 43           |
| 15420      | Leniak      | 8       | 5               | 8    | 4  | 8   | 7  | 43           |
| 15423      | Prelekst    | 3       | 8               | 7    | 5  | 7   | 11 | 47           |
| 15426      | Werva       | 1       | 6               | 6    | 7  | 6   | 8  | 40           |

Об актуальности оценки сортообразцов генотипа по параметрам адаптивности с целью подбора источников для селекции свидетельствуют результаты корреляционного анализа. Для большинства пар параметров показаны существенные прямые и обратные зависимости (табл. 4). Установлена значимая положительная корреляция между показателями ПУСС

и Hom ( $r = 0,96$ ), коэффициентом отзывчивости Кр и показателем интенсивности И ( $r = 0,73$ ), значимая отрицательная – по показателю интенсивности с относительной стабильностью признака  $St^2$ , уровнем стабильности ПУСС и гомеостатичностью ( $r = -0,97$ ;  $-0,74$  и  $-0,80$ ), относительной стабильности признака  $St^2$  с коэффициентом отзывчивости Кр ( $r = -0,76$ ).

### 4. Корреляции показателей адаптивной способности образцов овса по массе 1000 зерен

#### 4. Correlations of indicators of adaptive capacity of oat samples by weight of 1000 grains

| Показатели      | ИЭП    | St <sup>2</sup> | ПУСС   | И      | Hom    |
|-----------------|--------|-----------------|--------|--------|--------|
| ИЭП             | –      | –               | –      | –      | –      |
| St <sup>2</sup> | -0,349 | –               | –      | –      | –      |
| ПУСС            | -0,216 | 0,618           | –      | –      | –      |
| И               | 0,333  | -0,975          | -0,740 | –      | –      |
| Hom             | -0,159 | 0,669           | 0,958  | -0,800 | –      |
| Кр              | 0,111  | -0,759          | -0,448 | 0,730  | -0,451 |

Значимо при  $r \geq 0,57$ .

**Выводы.** В условиях Кировской области выделены источники для селекции овса пленчатого по признаку «масса 1000 зерен»: пластичные (ИЭП = 1,08–1,0) – 15330 КСИ 590/05 (Россия), 15388 Saltaret (Молдова), 15423 Prelekst, 15426 Werva (Германия); устойчивые по показателю относительной стабильности признака ( $St^2 = 0,99–0,91$ ) – 15280 55 h 2106, 15331 КСИ 2167/03 (Россия), 15297 Geszti (Венгрия), 15388 Saltaret (Молдова), 15428 Bohum (Польша), 15420 Leniak (Германия); с высоким уровнем интенсивности (И = 24,5 и 19,30%) – 15329 КСИ

639/05, 15330 КСИ 590/05 (Россия) и гомеостатичности (Hom = 25,28–11,96) – 15280 55 h 2106 (Россия), 15297 Geszti (Венгрия), 15388 Saltaret (Молдова); отзывчивые на благоприятные условия выращивания (Кр = 1,11–1,28) – 15329 КСИ 639/05, 15330 КСИ 590/05, 15331 КСИ 2167/03 (Россия), 15414 Enostar (Германия); наиболее адаптивные по комплексу показателей (сумма рангов) – 15330 КСИ 590/05 и 15329 КСИ 639/05 (Россия), 15388 Saltaret (Молдова), 15426 Werva, 15414 Enostar (Германия).

#### Библиографические ссылки

1. Anis'kov N.I., Safonova I.V. Produktivnost' i adaptivnost' sortov ozimoy rzhi selekcii VIR v usloviyah Severo-Zapadnogo regiona [1. Productivity and adaptability of the winter rye varieties of IPI selection in the North-West region] // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya. 2020. № 58-3. S. 5–9. DOI: 10.18411/lj-02-2020-38. Idsp: ljournal-02-2020-38.
2. Anis'kov N.I., Safonova I.V., Horeva V.I. Adaptivnyj potencial sortov ozimoy rzhi selekcii VIR po pokazatelyu «soderzhanie belka v zerne» v usloviyah Leningradskoj oblasti [2. Adaptive potential of the winter rye varieties of IPI selection according to the traits 'protein percentage in grain' in the conditions of the Leningrad region] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2019. T. 180. Vypusk 4. S. 44–51. DOI:10.30901/2227-8834-2019-1-44-51.
3. Batalova G.A., Loskutov I.G., SHEVchenko S.N., ZHujkova O.F., Krotova N.V., Tulyakova M.V. Selekcija ovsa golozernogo sorta Virovec [Breeding of the naked oats variety 'Virovets'] // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2019. № 4. S. 8–11. DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500-2627201948-11>.
4. Ionova E.V., Lihovidova V.A., Gaze V.L. Izmenenie mekhanizmov adaptivnosti i urozhajnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy v zasushlivyh usloviyah po etapam sortosmeny [Changes in the mechanisms of adaptability and productivity of the winter bread wheat varieties in arid conditions according to the stages of variety change] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2021. № 1(73). S. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7.
5. Levakova O.V. Selekcionnaya rabota po sozdaniyu adaptirovannyh k Nechernozemnoj zone RF sortov yarovogo yachmenya i perspektivy razvitiya dannoj kul'tury v Ryazanskoj oblasti [Breeding work on the development of the spring barley varieties adapted to the Non-Blackearth (Chernozem) zone of the Russian Federation and the prospects for the development of this grain crop in the Ryazan region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2021. № 1(73). S. 14–19. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-14-19.
6. Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., YUsova O.A., Safonova I. V. Adaptivnost' urozhajnosti yarovogo ovsa v usloviyah Omskoj priirtysh'ya [The adaptability of spring oats productivity in the conditions of the Omsk Irtysh region] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2018. T. 179. vypusk 4. S. 28–38. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-28-38.
7. Popolzhin P.V., Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., YUsova O.A., Safonova I.V. Ocenka produktivnosti i adaptivnyh svojstv sortov yarovogo yachmenya v usloviyah Sibirskogo Priirtysh'ya [Estimation of productivity and adaptive properties of the spring barley varieties in the Siberian Irtysh region] // Zemledelie. 2018. № 3. S. 40–44. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309.
8. Rusakova I.I., Batalova G.A., Vedernikov YU.E., Tulyakova M.V. Istochniki hozyajstvennoj cennosti priznakov dlya selekcii ovsa plenchatogo [Sources of economic value of traits for breeding hulled oats] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 5(54). S. 4–9.
9. Sobolev N.A. Problema otbora i ocenka selekcionnogo materiala [The problem of selection and estimation of breeding material] // Kiev, 1980. S. 100–106.
10. YUsova O.A., Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., Safronova I.V. Adaptivnost' sortov yachmenya po priznaku «mасса 1000 зерен» v usloviyah lesostepi Omskoj oblasti [Adaptability of the barley varieties according to the trait '1000-grain weight' in the forest-steppe conditions of the Omsk region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34. № 2. S. 24–28. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10205.
11. Ahmad Z., Waraich E. A., Akhtar S., Anjum S., Ahmad T., Mahboob W., Hafeez O.C.B.A., Tarepa T., Labuschang M., Rizwan M. Physiological responses of wheat to drought stress and its mitigation approaches // Acta Physiol. Plant. 2018. Vol. 40(4): 80. DOI: 10.1007/s11738-018-2651-6.
12. Daryanto S., Wang L., Jacinthe P.A. Global synthesis of drought effects on cereal, legume, tuber and root crops production: A review // Agric. Water Manag. 2017. Vol. 179. P. 18–33. <https://doi.org/10.1016/j.agwa>.
13. Nguyen-Sy T., Cheng W., Tawaraya K., Sugawara K., Kobayashi K. Impacts of climatic and varietal changes on phenology and yield components in rice production in Shoni region of Yamagata Prefecture, Northeast Japan for 36 yers // Plant Production Science. 2019. Vol. 22. No. 3. P. 382–394.
14. Pereira H.S., Alvares R.C., Silva F.C., Faria L.C., Melo L.C. Genetic, environmental and genotype x environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality // Semina: Ciencias Agrarias, Londrina. 2017. Vol. 38. No. 3. P. 1241–1250. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n31243.
15. Raza A., Razzaq A., Mehmood S. S., Zou X., Zhang X., Lv Y., Xu J. Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review // Plants (Basel, Switzerland). 2019. V. 8(2). 34. <https://doi.org/10.3390/plants8020034>.

## References

1. Aniskov N.I., Safonova I.V. Productivity and adaptability of winter rye varieties of VIR selection in the conditions of the North-Western region // Trends in the development of science and education. 2020. No. 58-3. Pp. 5–9. Doi: 10.18411/lj-02-2020-38. Idsp: ljournal-02-2020-38.
2. Aniskov N.I., Safonova I.V., Horeva V.I. Adaptive potential of winter rye cultivars developed at VIR in the context of their grain protein content in the environments of Leningrad province // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2019. Vol. 180. Issue 4. Pp. 44–51. Doi:10.30901/2227-8834-2019-1-44-51.
3. Batalova G.A., Loskutov I.G., Shevchenko S.N., Zhuikova O.F., Krotova N.V., Tulyakova M.V. Selection of naked oats of the Virovets variety // Russian agricultural science. 2019. No. 4. Pp. 8–11. DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500-2627201948-1>.
4. Ionova E.V., Likhovidova V.A., Gaze V.L. The changes of adaptability and productivity of the winter bread wheat varieties in arid conditions according to the stages of variety changing // Zernovoe hozâjstvo Rossii. 2021. No 1(73). Pp. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-77.
5. Levakova O.V. The breeding work on development of the spring barley varieties adapted to the non-blackearth region of the Russian Federation and the prospects for growing of the variety in the Ryazan Region // Zernovoe hozâjstvo Rossii. 2021. No 1(73). Pp. 14–19. (In Russ.) <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-73-1-14-19>.
6. Nikolaev P.N., Aniskov N.I., Yusova O.A., Safonova I.V. Adaptability of spring oat yield in the environments of the near-irtysh area in Omsk province // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2018. Vol. 179. Issue 4. Pp. 28–38. DOI:10.30901/2227-8834-2019-28-38.
7. Popolzukhin P.V., Nikolaev P.N., Aniskov N.I., Yusova O.A., Safonova I.V. Evaluation of productivity and adaptive properties of spring barley varieties in the conditions of the Siberian Irtysh region // Agriculture. 2018. No. 3. Pp. 40–44. DOI:10.24411/0044-3913-2018-10309.
8. Rusakova I.I., Batalova G.A., Vedernikov V.U., Tulyakova M.V. Sources of economically valuable traits for covered oat breeding. // Agricultural Science Euro-North-East. 2016. No. 5(54). Pp. 4–9.
9. Sobolev N.A. The problem of selection and evaluation of breeding material [Problema otbora i otsenka selektsionnogo materiala]. Kiev. 1980. Pp. 100–106.
10. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Aniskov N.I., Safonova I.V. Adaptability of barley varieties by the weight of 1000 grains under foreststeppe conditions of the Omsk region. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. Vol. 34. No. 2. Pp. 24–28. Doi: 10.24411/0235-2451-2020-10205.
11. Ahmad Z., Waraich E.A., Akhtar S., Anjum S., Ahmad T., Mahboob W., Hafeez O. Tarepa T., Labuschang M., Rizwan M. Physiological responses of wheat to drought stress and its mitigation approaches // Acta Physiol. Plant. 2018. Vol. 40(4): 80. DOI: 10.1007/s11738-018-2651-6.
12. Daryanto S., Wang L., Jacinthe P.A. Global synthesis of drought effects on cereal, legume, tuber and root production: A review // Agric. Water Manag. 2017. Vol. 179. P. 18–33. <https://doi.org/10.1016/j.agwa>.
13. 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 Shoni region of Yamagata Prefecture, Northeast Japan for 36 years // Plant Production Science. 2019. Vol. 22. No. 3. P. 382–394.
14. Pereira H.S., Alvares R.C., Silva F.C., Faria L.C., Melo L.C. Genetic, environmental and genotype x environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality // Semina: Ciencias Agrarias, Londrina. 2017. Vol. 38. No. 3. P. 1241–1250. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n31243.
15. Raza A., Razzaq A., Mehmood S. S., Zou X., Zhang X., Lv Y., Xu J. Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review // Plants (Basel, Switzerland). 2019. V. 8(2). 34. <https://doi.org/10.3390/plants8020034>.

Поступила: 16.03.21; принята к публикации: 27.07.21.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Тулякова М.В., Баталова Г.А. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Тулякова М.В., Пермякова С.В. – подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов и сбор данных, их интерпретация.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**