

Анализ сортов овса омской селекции по сбору белка с единицы площади

О. А. Юсова¹, П. Н. Николаев¹, И. В. Сафонова², Н. И. Аниськов²

¹ Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

² Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

✉ E-mail: ksanajusva@rambler.ru

Аннотация. В данной статье представлены результаты многолетнего изучения набора сортов овса в условиях южной лесостепной зоны Омского региона. Дана оценка параметров экологической адаптивности по сбору белка с единицы площади. **Цель** – многолетнее изучение набора сортов овса в условиях южной лесостепной зоны Омского региона по параметрам экологической адаптивности, вычисленным по признаку «сбор белка с гектара». **Методы.** Исследования проводились с 2013 по 2017 гг. в условиях южной лесостепи г. Омска. Приведен подробный анализ параметров адаптивности: размах сбора белка с гектара (d) по В. А. Зыкину, индекс экологической пластичности (Jsp) по Eberhart и Rassel, фактор стабильности ($S.F.$) по D. Lewis, гомеостатичность (Hom) и селекционная ценность сортов (Sc) по В. В. Хангильдину, относительную стабильность (S^2) и критерий стабильности (A) по Н. А. Соболеву, интенсивность (I) по Р. А. Удачину. Окончательная адаптивность сортов оценена по сумме рангов, полученных каждым сортом исследуемым параметрам. **Результаты.** Результаты проведенных исследований показали, что наиболее адаптивны в условиях южной лесостепной зоны Омского региона пленчатые сорта Орион, Уран и Сибирский Геркулес (сумма рангов 34–44) и Омский голозерный (сумма рангов 61). **Научная новизна** заключается в исследовании 13 сортов пленчатой и голозерной групп овса, рекомендованных для возделывания в Омском регионе. Сбор белка с гектара – это интегральный параметр, учитывающий два показателя: собственно величину урожайности сорта и содержание сырого белка в зерне. Поэтому исследования по данному показателю не пользуются популярностью. Впервые благодаря проведенной адаптивной характеристике сорта разделены по данному признаку на интенсивные и экстенсивные. Также приведена группировка сортов в зависимости от ареалов возделывания.

Ключевые слова: овес, сорт, сбор белка, адаптивность, интенсивность, экстенсивность, ареал возделывания, ранг.

Для цитирования: Юсова О. А., Николаев П. Н., Сафонова И. В., Аниськов Н. И. Анализ сортов овса омской селекции по сбору белка с единицы площади // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 38–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-38-48.

Дата поступления статьи: 18.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Одна из важнейших зернофуражных культур в Сибири – яровой овес, который по своей значимости занимает третье место после пшеницы и ячменя. Он имеет значение как культура разностороннего использования, важный источник растительного белка, жира и крахмала [1], [2], [3]. Зерно овса является хорошим концентрированным кормом для птицы и всех видов сельскохозяйственных животных. Белок овса отличается более высоким содержанием незаменимых аминокислот по сравнению с пшеницей и кукурузой. Наиболее значимой проблемой селекции овса остается получение высоких и стабильных урожаев высокого качества. На долю сортов приходится 35–40 % прироста сбора белка с гектара. Однако в варьирующих условиях производства сбор зерна в благоприятные годы составляет 40–45 %, в экстремальные – 15–20 % возможного. В последние годы особенно возрос интерес к исследованиям экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур [4], [5]. Это, по-видимому, связано, во-

первых, с крайне неустойчивым по метеоусловиям климатом на территории страны, во-вторых, с широким внедрением в производство интенсивных технологий возделывания, в-третьих, селекционерам и семеноводам необходимо иметь четкую прогнозируемую величину индивидуальной реакции разных генотипов на окружающие условия. Сложность состоит в том, чтобы суметь оценить эту реакцию в математическом выражении. В 2018 г., по данным Росстата, посевные площади овса составили 2848,8 тыс. га, что на 1,3 %, или на 38,6 тыс. га, меньше, чем засеяли в 2017 г. За 5 лет показатели снизились на 14,8 % (на 493,1 тыс. га), за 10 лет – на 20,0 % (на 713,7 тыс. га). По отношению к 1990 г. посевные площади сократились на 68,7 %, или на 6251,0 тыс. га.

Рейтинг регионов по размеру площади посева овса:

1. На первом месте по площади посева овса в 2018 г. находился Алтайский край – 395,9 тыс. га (13,9 % от общей площади посевов). За год площади посева выросли на 0,2 %, или на 0,8 тыс. га.

2. Новосибирская область в 2018 г. была засеяна 192,3 тыс. га овса (6,8 % в общих посевах). По отношению к 2017 г. площади сократились на 8,8 % (на 18,6 тыс. га).

3. Красноярский край (размер площади посева в 2018 г. – 172,6 тыс. га, доля в общих площадях – 6,1 %).

4. Республика Башкортостан (158,7 тыс. га – 5,6 %).

5. Тюменская область (110,4 тыс. га – 3,9 %).

6. Кемеровская область (105,4 тыс. га – 3,7 %).

7. Омская область (96,9 тыс. га – 3,4 %).

8. Челябинская область (88,3 тыс. га – 3,1 %).

9. Иркутская область (88,3 тыс. га – 3,1 %).

10. Оренбургская область (82,6 тыс. га – 2,9 %).

11. Другие регионы РФ (1358,9 тыс. га – 47,7 %).

В связи с тем, что для любого региона свойственны свои климатические и почвенные условия (в особенности это относится к Западной Сибири, учитывая ее ярко выраженные контрастные погодные условия), селекция данной культуры должна иметь ярко выраженную адаптивную направленность. Возникает необходимость создавать и внедрять сорта, сочетающие высокую урожайность хорошего качества зерна с приспособленностью к неблагоприятным факторам среды [6], [7].

В связи с этим цель проведения исследования – многолетнее изучение набора сортов овса в условиях южной лесостепной зоны Омского региона по параметрам экологической адаптивности, вычисленным по признаку «сбор белка с гектара».

Методология и методы исследования (Methods)

Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2013–2017 гг. на опытных полях Омского АНЦ (южная лесостепь, г. Омск). Агротехника проведения опытов общепринятая для Западно-Сибирского региона, все наблюдения, оценки и учеты в питомнике проводились согласно методике ВИР по изучению коллекции ячменя и овса [8]. Площадь делянки – 10 м², повторность четырехкратная. Норма высева – 4 млн. всхожих зерен на 1 га. Проведена математическая обработка [9]. Расчет показателей адаптивности проводили, используя следующие показатели:

В. А. Зыкин для характеристики поведения сорта использует показатель «размах сбора белка с гектара» (d):

$$d = Y_{max} - Y_{min}, \quad (1)$$

где Y_{max} – максимальный сбор белка с гектара;

Y_{min} – минимальный сбор белка с гектара [10, с. 24].

Широту ареала оценивали по индексу экологической пластичности (Jsp) (Eberhart, Rassel, 1966):

$$Jsp = \frac{Ss}{Sk}, \quad (2)$$

где Jsp – индекс экологической пластичности образца;

Ss – сбор белка с гектара образца;

Sk – средний сбор белка всех образцов выборки [11].

Фактор стабильности (stability factor – $S.F.$), согласно методике, предложенной D. Lewis (1954), рассчитывали по формуле:

$$S.F. = \frac{\bar{x} H.E.}{\bar{x} L.E.}, \quad (3)$$

где $\bar{x} H.E.$ – значение признака в высокопродуктивной среде (high-expression environment);

$\bar{x} L.E.$ – значение признака в низкопродуктивной среде (low-expression environment) [11].

Гомеостатичность (Hom) и селекционную ценность сортов (Sc) вычисляли по методике В. В. Хангильдина по формулам:

$$Hom = \frac{\bar{x}^2}{\delta \times (x_{opt} - x_{lim})}, \quad (4)$$

$$Sc = \bar{x} \times \frac{x_{lim}}{x_{opt}}, \quad (5)$$

где \bar{x} – среднее арифметическое сбора белка с гектара за ряд лет;

x_{lim} и x_{opt} – сбор белка с гектара на оптимальном и лимитированном фоне соответственно;

δ – среднее квадратическое отклонение [12].

Показатель относительной стабильности (St^2) и критерий стабильности (A) рассчитывали по формулам Н. А. Соболева (1980):

$$St^2 = \frac{\bar{x}^2 - S^2}{\bar{x}^2}, \quad (6)$$

$$A = \sqrt{\bar{x}^2 - S^2}, \quad (7)$$

где \bar{x}^2 – средний сбор белка с гектара сорта;

S^2 – общая дисперсия урожаев [13].

По методике Р. А. Удачина реакция сортов оценивается через показатель интенсивности:

$$И = \bar{x}_{opt} - \bar{x}_{lim} / X_{cp} \times 100 \%, \quad (8)$$

где X_{cp} – среднее значение сбора белка с гектара;

\bar{x}_{opt} , \bar{x}_{lim} – средний сбор белка с гектара изучаемого сорта в оптимальных и лимитированных условиях соответственно [13].

Б. А. Доспехов для расчета стабильности использует коэффициент вариации (CV):

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 \%, \quad (9)$$

где CV – стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности; S – дисперсия сбора белка с гектара; \bar{x} – средний сбор белка [9].

Объектами исследований, результаты которых представлены в данной статье, являлись 13 сортов овса, рекомендованных для возделывания в данном регионе. Из них 9 сортов пленчатой формы (стандартный сорт Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2, Уран, Памяти Богачкова, Скаун, Факел, Сибирский Геркулес и Урал), а также 2 сорта голозерной группы (стандарт Сибирский голозерный и сорт Прогресс).

По данным гидрометеорологического центра (ОГМС), в черте г. Омска в период исследований с 2013 по 2017 гг. сложились контрастные условия. Период вегетации 2014 г. характеризовался засушливыми условиями (ГТК = 0,92), сухими и холодными в 2015 г. (0,70). Достаточным увлажнением отличался периоды вегетации 2013 и 2017 гг. (ГТК = 0,99). Среднемноголетнее значение ГТК составляет 0,82, что означает засушливые условия. Период формирования зерновки (третья декада июля – август) характеризовался недобором количества осадков в 2014 г., а также в июле 2015 г. (13–95 % к норме) что, несомненно, отразилось на качестве зерна. На этом фоне наблюдается превышение средних температур воздуха в августе 2014 г. (+3,2 °C) и недобор их в 2013 и 2017 гг. (–0,6...–4,8 °C).

Результаты (Results)

Перед современным кормопроизводством остро стоит вопрос дефицита белка, в связи с этим необходимо увеличивать сбор белка кг/га. Но следует заметить, что не всегда

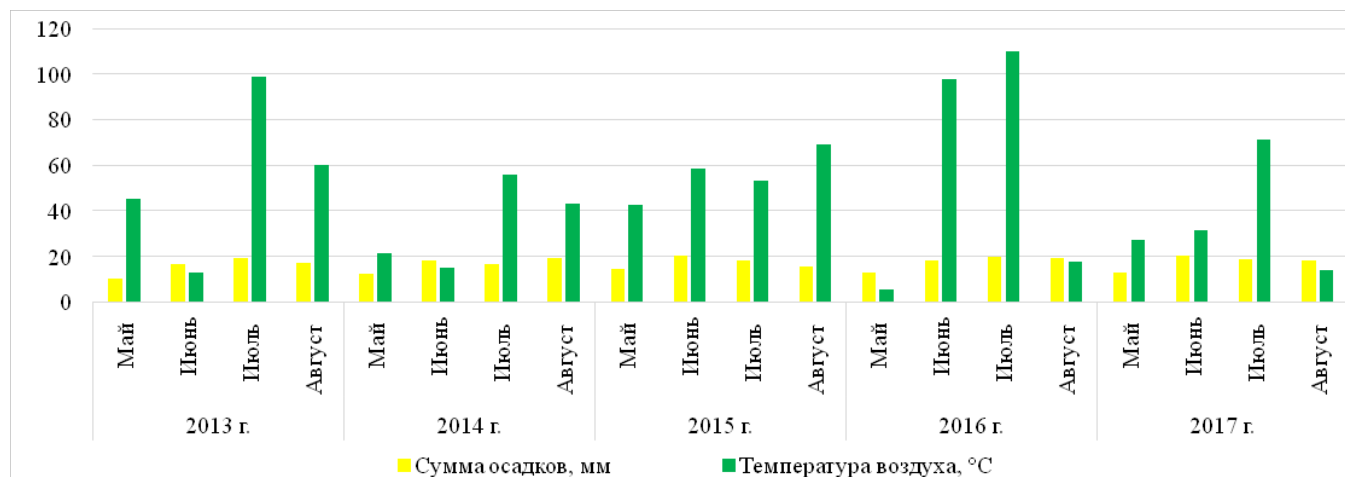


Рис. 1. Характеристика условий вегетационных периодов 2013–2017 гг.

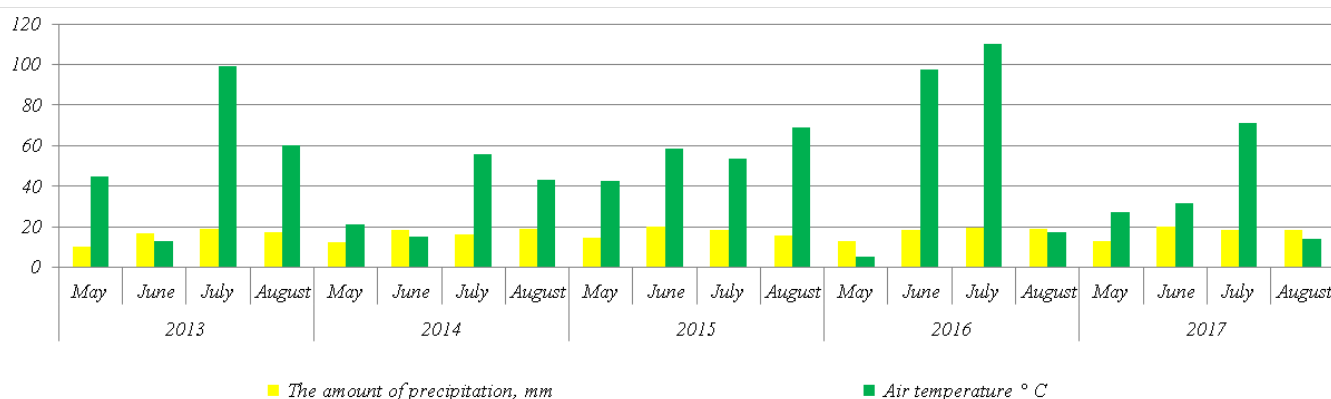


Fig. 1. Description of the conditions of vegetation periods 2013–2017

высокое содержание белка в зерне может быть определяющим при увеличении данного показателя, довольно часто этому способствует высокая урожайность [14], [15]. Однако есть указания на то, что в современных агроэкологических условиях вследствие недостаточной стрессоустойчивости растений [16] потенциальная урожайность сельскохозяйственных культур реализуется крайне слабо – от 25 до 40 % [17].

Сбор белка с гектара – это интегральный параметр, учитывающий два показателя: собственно величину урожайности сорта и содержание сырого белка в зерне. Данные, представленные в таблице 1, позволяют говорить о том, что в среднем по питомнику сбор белка за период исследований составил 408,8 и 407,4 кг/га у плечатых и голозерных сортов соответственно. Наиболее благоприятные условия для повышенного сбора белка наблюдались в 2015 г. (485,7 и 603,3 кг/га в группах плечатых и голозерный соответственно) и в 2017 г. (482,2 и 379,4 кг/га) при максимально высоких по опыту индексах условий окружающей среды ($J_j = +95,2$ и $+57,8$).

В плечатой группе средний сбор белка у стандартного сорта Орион отмечен на уровне 400,1 кг/га. Превышали данное значение сорта Тарский 2, Уран, Факел и Сибирский Геркулес (+14,1...+71,5 кг/га).

При экологическом испытании желательнее использовать такой показатель, как размах сбора белка (d). Чем ниже этот параметр, тем стабильнее данный параметр в неустойчивых условиях выращивания (таблица 2). Все ис-

следуемые сорта плечатой группы по размаху сбора белка превышали стандарты ($d = +33,0...250,4$ кг/га к St), что составило от 38,9 до 63,4 %. Максимальный размах отмечен у сорта Факел ($d = 400,5$ кг/га). В голозерной группе повышенное значение данного показателя отмечено у стандартного сорта Омский голозерный ($d = 354,1$ кг/га).

Измерение адаптивных возможностей сорта оценивается на основе приравнивания величин его признаков в альтернативных условиях. Чем больше отклонение показателей от единицы, тем менее стабилен сорт. Высокие абсолютные значения ($S. F.$), а следовательно, низкая приспособительная устойчивость присуща сортам Факел, Урал, Иртыш 22, Сибирский голозерный, Скакун, Прогресс, Памяти Богачкова ($S. F. = 2,06...2,76$). Более низкие показатели значения фактора стабильности, а значит, более высокая стабильность свойственна сортам овса ярового: Орион, Уран, Тарский 2, Иртыш 13, Сибирский Геркулес, Иртыш 21 ($S. F. = 1,45...1,81$).

Определение селекционной ценности сорта (Sc), подобно фактору стабильности ($S. F.$), основано на сравнении сбора белка в лимитированных и оптимальных условиях выращивания с учетом усредненных значений данного показателя. При этом чем выше числовое значение признака, тем стабильнее сорт. Селекционная ценность стандартов составила 275,6 и 199,2 в плечатой и голозерной группах соответственно. Ни один исследуемый сорт не превысил данные показатели. Показатели на уровне стандарта Орион отмечены у сортов Тарский 2 и Сибирский Геркулес ($Sc = 266,6$).

Стандарты характеризовались следующей гомеостатичностью: 17,54 у сорта Орион и 3,64 у сорта Сибирский голозерный. Исследуемые сорта не превышали стандарты по данному показателю, значением на уровне характеризовался сорт Прогресс ($Hom = 3,51$).

Определение стабильности анализируемого набора сортов рекомендуется проводить по показателю относительной стабильности признака (St^2) и критерию на стабильность признака (A). При вычислении (St^2) применяется средний по сорту параметр сбора белка и общая дисперсия данного признака. Критерий (A) характеризуется и пополняет стабильность изучаемого признака. Чем выше

параметр (St^2), тем более удачно у оцениваемого образца сочетаются сбор белка и относительная стабильность. Выполненный эксперимент выявил по относительной стабильности на уровне стандарта пленчатые сорта Иртыш 21 и Уран ($St^2 = 0,97$) и голозерный сорт Прогресс ($St^2 = 0,89$). Повышенный критерий на стабильность признака характерен для сортов Уран, Факел и Сибирский Геркулес ($A = 450,6...463,8$).

Коэффициент интенсивности (И) сорта рассчитан по методике как отношение разности величины признака для конкретного сорта к средней ее величине для всех сортов в опыте, выраженное в процентах. По итогам проведенных

Таблица 1

Характеристика сортов овса по сбору белка, кг/га

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Yi	± к St, кг/га
Пленчатая группа								
Уран	415,1	360,9	482,6	338,3	471,4	332,5	400,1	–
Орион (St)	382,0	334,4	514,3	314,3	469,4	376,7	398,5	–1,6
Сибирский Геркулес	395,5	359,9	459,13	314,8	518,2	286,2	389,0	–11,2
Тарский 2	427,0	360,4	496,6	357,4	513,7	330,6	414,2	+14,1
Иртыш 13	399,5	361,4	486,4	491,8	519,2	561,2	469,9	+69,8
Факел	421,7	399,7	533,6	301,1	498,9	258,9	402,3	+2,2
Иртыш 21	392,0	406,5	427,0	279,9	414,3	198,4	353,0	–47,1
Памяти Богачкова	436,3	228,1	524,1	536,2	470,4	628,6	470,6	+70,5
Скакун	540,6	409,5	554,9	313,6	538,5	472,3	471,6	+71,5
Урал	442,6	380,8	394,6	175,5	480,3	332,5	367,7	–32,4
Иртыш 22	434,7	391,5	469,8	167,9	410,4	286,2	360,1	–40,0
Среднее по группе	426,1	363,0	485,7	326,4	482,2	369,5	408,8	–
Голозерная группа								
Сибирский голозерный (St)	344,3	294,1	606,7	349,7	391,1	648,2	439,0	–
Прогресс	340,6	310,1	599,8	280,7	367,6	355,7	375,7	–63,3
Среднее по группе	342,5	302,1	603,3	315,2	379,4	502,0	407,4	–
Jj	+4,6	–55,3	+95,2	–83,9	+57,8	–18,7	–	–
HCP ₀₅	12,9	15,2	14,2	64,2	24,0	76,2	–	–

Примечание: St – стандартный сорт; Yi – среднее значение по сорту; Jj – индекс условий окружающей среды.

Table 1

Characteristics of varieties of oats for the collection of protein, kg/ha

Grade	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Yi	± to St, kg/ha
Chaffy group								
Uran	415.1	360.9	482.6	338.3	471.4	332.5	400.1	–
Orion (St)	382.0	334.4	514.3	314.3	469.4	376.7	398.5	–1.6
Sibirskiy Gerkules	395.5	359.9	459.1	314.8	518.2	286.2	389.0	–11.2
Tarskiy 2	427.0	360.4	496.6	357.4	513.7	330.6	414.2	+14.1
Irtysk 13	399.5	361.4	486.4	491.8	519.2	561.2	469.9	+69.8
Fakel	421.7	399.7	533.6	301.1	498.9	258.9	402.3	+2.2
Irtysk 21	392.0	406.5	427.0	279.9	414.3	198.4	353.0	–47.1
Pamyati Bogachkova	436.3	228.1	524.1	536.2	470.4	628.6	470.6	+70.5
Skakun	540.6	409.5	554.9	313.6	538.5	472.3	471.6	+71.5
Ural	442.6	380.8	394.6	175.5	480.3	332.5	367.7	–32.4
Irtysk 22	434.7	391.5	469.8	167.9	410.4	286.2	360.1	–40.0
Group average	426.1	363.0	485.7	326.4	482.2	369.5	408.8	–
Hulless group								
Sibirskiy golozernyy (St)	344.3	294.1	606.7	349.7	391.1	648.2	439.0	–
Progress	340.6	310.1	599.8	280.7	367.6	355.7	375.7	–63.3
Group average	342.5	302.1	603.3	315.2	379.4	502.0	407.4	–
Jj	+4.6	–55.3	+95.2	–83.9	+57.8	–18.7	–	–
LSD ₀₅	12.9	15.2	14.2	64.2	24.0	76.2	–	–

Note: St. is a standard grade; Yi is the average value for the variety; Jj is the environmental index.

Таблица 2

Показатели пластичности, селекционной ценности, гомеостатичности сортов овса

Сорт	d		S. F.	Sc	Hom	St ²	A	CV, %
	кг/га	%						
Пленчатая группа								
Уран	150,1	29,2	1,45	275,6	17,54	0,98	395,4	15,2
Орион (St)	200,0	38,9	1,64	243,5	10,19	0,96	390,8	19,5
Сибирский Геркулес	232,0	44,8	1,81	214,8	9,83	0,97	383,3	17,0
Тарский 2	183,1	35,6	1,55	266,6	12,40	0,96	406,9	18,7
Иртыш 13	199,8	35,6	1,55	302,6	14,67	0,97	463,8	16,0
Факел	274,7	51,5	2,06	195,2	5,49	0,93	387,7	26,7
Иртыш 21	228,6	53,5	2,15	164,0	5,89	0,93	340,6	26,2
Памяти Богачкова	400,5	63,7	2,76	170,8	4,07	0,91	450,6	28,8
Скакун	241,3	43,5	1,77	266,6	9,71	0,96	461,9	20,1
Урал	304,8	63,4	2,74	134,3	4,14	0,91	351,7	29,1
Иртыш 22	266,8	61,4	2,59	139,1	4,30	0,90	341,9	31,3
Голозерная группа								
Сибирский голозерный (St)	354,1	54,6	2,20	199,2	3,64	0,88	412,7	34,1
Прогресс	319,1	53,2	2,14	167,4	3,51	0,89	339,0	30,4
$S_{\bar{x}}$	19,88	3,15	0,13	15,4	1,29	0,01	12,34	1,81

Примечание: размах сбора белка с гектара (d) по Зыкину В. А.; индекс экологической пластичности (Jsp) по Eberhart и Rassel; фактор стабильности (S. F.) по D. Lewis; гомеостатичность (Hom) и селекционная ценность сортов (Sc) по В. В. Хангильдину; стабильность (St²) и критерий стабильности (A) по Н. А. Соболеву.

Table 2

Indicators of plasticity, breeding value, homeostatic varieties of oats

Grade	d		S. F.	Sc	Hom	St ²	A	CV, %
	kg/ha	%						
Chaffy group								
Uran	150.1	29.2	1.45	275.6	17.54	0.98	395.4	15.2
Orio (St)	200.0	38.9	1.64	243.5	10.19	0.96	390.8	19.5
Sibirskiy Gerkules	232.0	44.8	1.81	214.8	9.83	0.97	383.3	17.0
Tarskiy 2	183.1	35.6	1.55	266.6	12.40	0.96	406.9	18.7
Irtysk 13	199.8	35.6	1.55	302.6	14.67	0.97	463.8	16.0
Fakel	274.7	51.5	2.06	195.2	5.49	0.93	387.7	26.7
Irtysk 21	228.6	53.5	2.15	164.0	5.89	0.93	340.6	26.2
Pamyati Bogachkova	400.5	63.7	2.76	170.8	4.07	0.91	450.6	28.8
Skakun	241.3	43.5	1.77	266.6	9.71	0.96	461.9	20.1
Ural	304.8	63.4	2.74	134.3	4.14	0.91	351.7	29.1
Irtysk 22	266.8	61.4	2.59	139.1	4.30	0.90	341.9	31.3
Hulless group								
Sibirskiy golozernyy (St)	354.1	54.6	2.20	199.2	3.64	0.88	412.7	34.1
Progress	319.1	53.2	2.14	167.4	3.51	0.89	339.0	30.4
$S_{\bar{x}}$	19.88	3.15	0.13	15.4	1.29	0.01	12.34	1.81

Note: d – the indicator protein collection per hectare according to Zykin; Jsp – ecological plasticity index according to Eberhart and Rassel; S. F. – stability factor according to D. Lewis, Hom – homeostaticity and Sc – selection the value of varieties according to V. V. Khangildin; St² – relative stability and A – stability criterion according to N. A. Sobolev.

вычислений к типу интенсивных сортов с показателем интенсивности от 74,1 % до 89,2 % отнесены сорта Прогресс, Факел, Сибирский голозерный, Иртыш 22. В группу полуинтенсивных отнесены образцы овса Скакун, Урал, Памяти Богачкова, Иртыш 21, Сибирский Геркулес, Иртыш 13. К категории экстенсивных сортов отнесли Тарский 2, Урал, Орион (рис. 2).

Как считает Б. А. Доспехов, коэффициент вариации (CV) широко применяется в математических моделях

оценок как отдельная определяющая величина, выступающая в роли одного из основных параметров показывающая уровень стабильности генотипа [9]. Чем меньше данный показатель, тем более стабилен сорт по сбору белка. Среднее варьирование признака характерно для сортов Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2 и Уран (10 % < CV < 20 %). У остальных сортов изменчивость сбора белка значительная (CV > 20 %). Значительная изменчивость объясняется существенным воздействием (до 50,0 %) условий выращивания [6], [18].

Индекс экологической пластичности сортов овса по сбору белка с единицы площади

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Пленчатая группа							
Уран	1,0	1,02	0,96	1,04	1,01	0,85	0,98
Орион (St)	0,92	0,95	1,02	0,97	1,01	0,97	0,97
Сибирский Геркулес	0,96	1,02	0,91	0,97	1,11	0,73	0,95
Тарский 2	1,03	1,02	0,99	1,1	1,10	0,85	1,01
Иртыш 13	0,97	1,02	0,96	1,51	1,11	1,44	1,15
Факел	1,02	1,13	1,06	0,92	1,07	0,66	0,98
Иртыш 21	0,92	1,15	0,85	0,86	0,89	0,51	0,80
Памяти Богачкова	1,06	0,65	1,04	1,65	1,01	1,60	1,15
Скакун	1,31	1,66	1,10	0,97	1,15	1,21	1,15
Урал	1,07	1,08	0,78	0,54	1,03	0,85	0,90
Иртыш 22	1,05	1,11	0,93	0,52	0,88	0,73	0,88
Голозерная группа							
Сибирский голозерный (St)	0,83	0,83	1,20	1,08	0,84	1,66	1,07
Прогресс	0,82	0,88	1,19	0,86	0,79	0,91	0,92
$S_{\bar{x}}$	0,03	0,06	0,03	0,09	0,03	0,1	0,03

Table 3

The index of environmental plasticity of varieties of oats for the collection of protein per unit area

Grade	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Average
Chaffy group							
Uran	1.00	1.02	0.96	1.04	1.01	0.85	0.98
Orion (St)	0.92	0.95	1.02	0.97	1.01	0.97	0.97
Sibirskiy Gerkules	0.96	1.02	0.91	0.97	1.11	0.73	0.95
Tarskiy 2	1.03	1.02	0.99	1.10	1.10	0.85	1.01
Irtysk 13	0.97	1.02	0.96	1.51	1.11	1.44	1.15
Fakel	1.02	1.13	1.06	0.92	1.07	0.66	0.98
Irtysk 21	0.92	1.15	0.85	0.86	0.89	0.51	0.80
Pamyati Bogachkova	1.06	0.65	1.04	1.65	1.01	1.60	1.15
Skakun	1.31	1.66	1.10	0.97	1.15	1.21	1.15
Ural	1.07	1.08	0.78	0.54	1.03	0.85	0.90
Irtysk 22	1.05	1.11	0.93	0.52	0.88	0.73	0.88
Hulless group							
Sibirskiy golozernyy (St)	0.83	0.83	1.20	1.08	0.84	1.66	1.07
Progress	0.82	0.88	1.19	0.86	0.79	0.91	0.92
$S_{\bar{x}}$	0.03	0.06	0.03	0.09	0.03	0.1	0.03

В настоящее время при измерении широты ареала по исследуемым сортам сбор зачастую используют индекс экологической пластичности, представленный S. A. Eberhart, W. A. Russel [11], изучаемый набор сортов овса по частоте встречаемости индекса $J_{sp} > 1,0$ распределился на 4 группы:

1. Сорта широкого ареала: Факел, Сибирский Геркулес ($J_{sp} > 1,0$ в течение 5 лет испытания).

2. Сорта среднего ареала ($J_{sp} > 1,0$ в течение 4 лет испытания): Орион, Тарский 2, Уран, Памяти Богачкова.

3. Сорта узкого ареала у ($J_{sp} > 1,0$ в течение 3 лет испытания): Урал, Сибирский голозерный.

4. Очень узкого ареала выше ($J_{sp} > 1,0$ в течение 0–1 года): Иртыш 13, Иртыш 21, Скакун, Иртыш 22, Прогресс (таблица 3).

Разнообразными результатами анализа экологического изучения довольно четко подмечено, что расчет адаптивных возможностей у сортов различных культур одним или двумя параметрами не дают точной, объективной оценки их приспособительной оценки в различных условиях выращивания. Для оптимизации этой ситуации необходимо иметь в своем распоряжении большое количество оценочных параметров адаптивности. По результатам анализа в обязательном порядке необходимо проводить ранжирование сортов [19], при этом следует принимать во внимание, что чем меньше сумма рангов изучаемого сорта, тем он более адаптирован для использования в производстве (рис. 3).

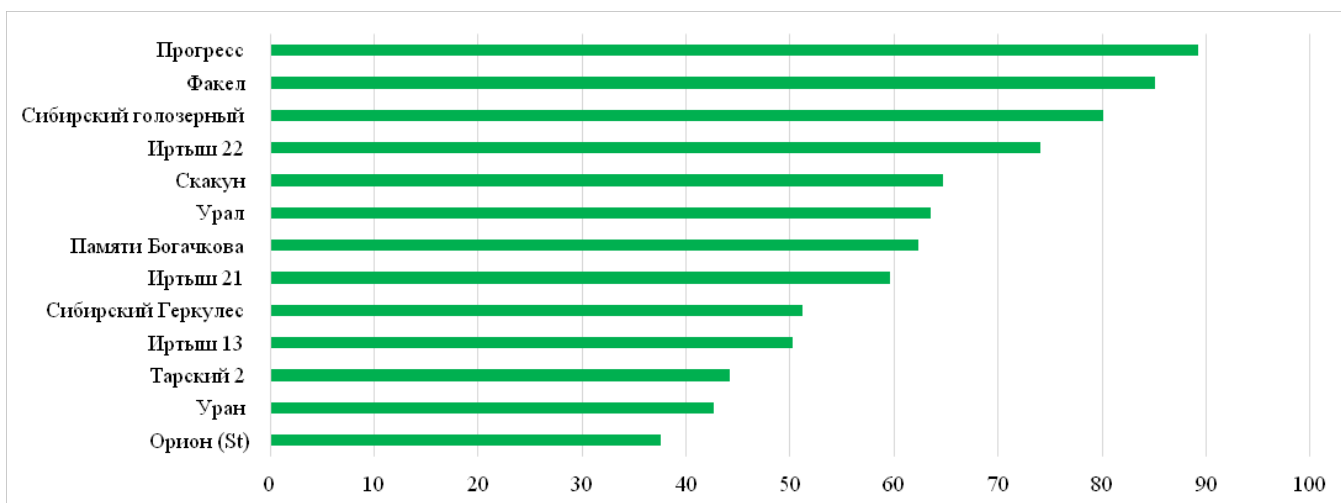


Рис. 2. Интенсивность сортов ярового овса

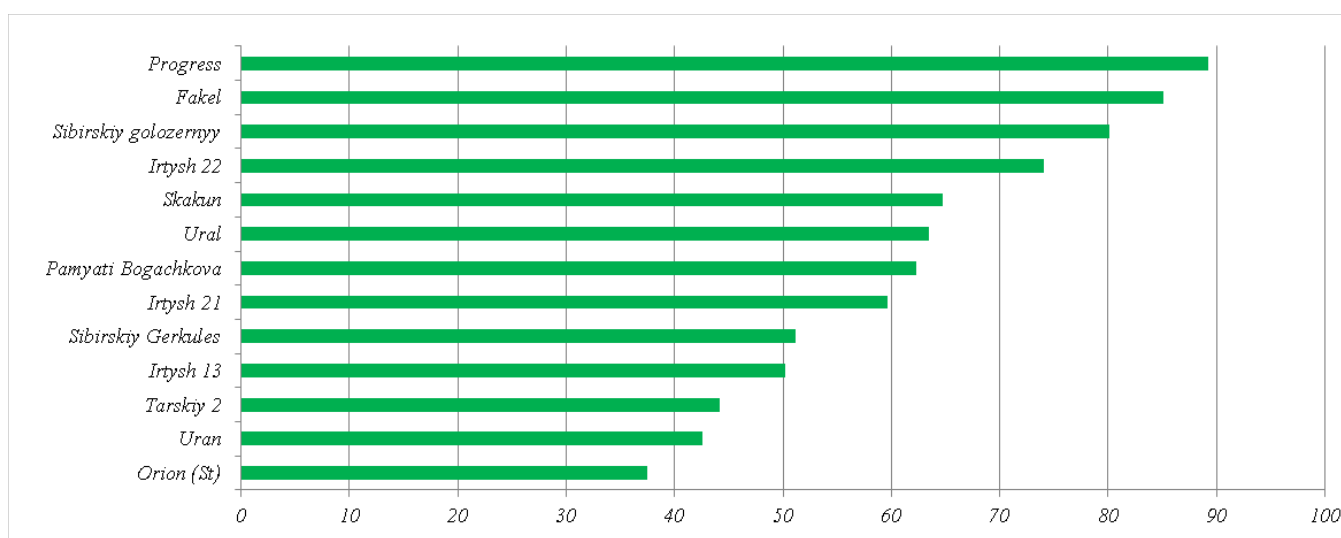


Fig. 2. The intensity of varieties of spring oats

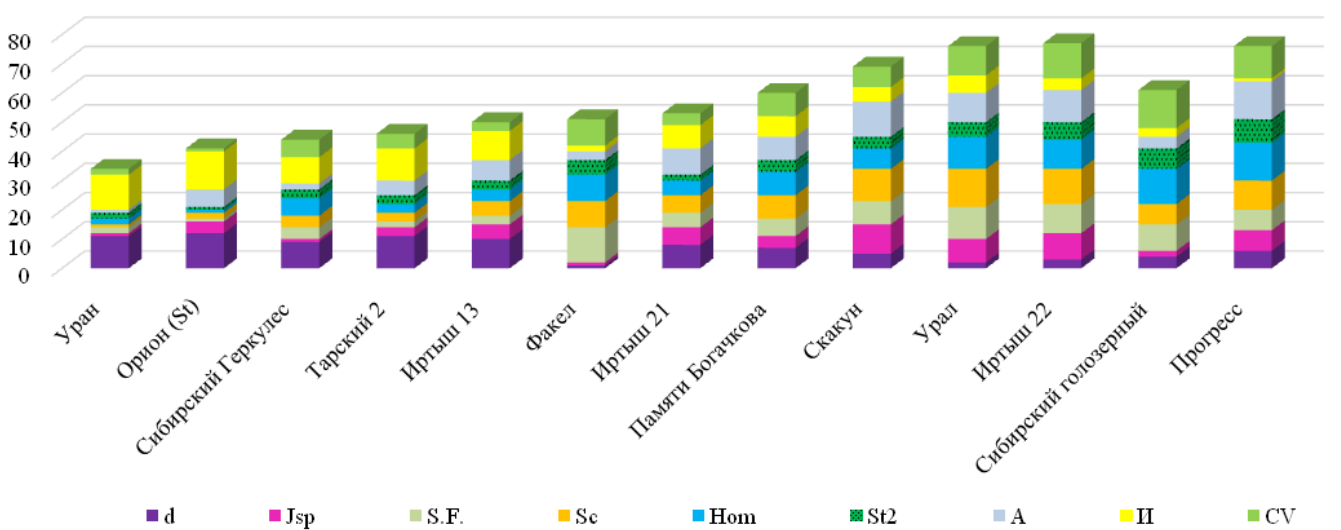


Рис. 3. Адаптивность сортов овса, определенная по сбору белка с единицы площади

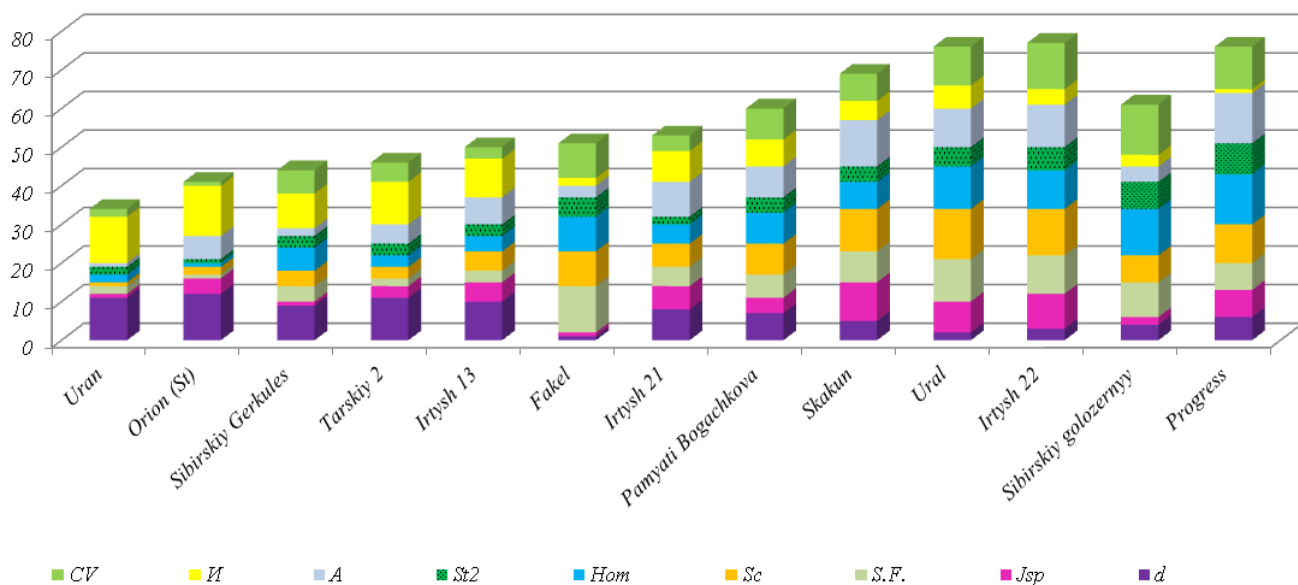


Fig. 3. Adaptability of oats varieties determined by protein with area units

Проведение ранжирования сортов по показателям пластичности, стабильности, гомеостатичности, интенсивности, варьирования позволило выделить сорта способные реализовать свои адаптивные возможности в условиях Омского региона. В нашем сортоиспытании повышенной устойчивостью к изменяющимся условиям возделывания обладал стандартный пленчатый сорт Орион (сумма рангов 41), сорт Уран, набравший сумму рангов менее стандарта (34), а также сорт Сибирский Геркулес (сумма рангов 44, что на уровне стандарта). В голозерной группе минимальной суммой рангов характеризуется также стандартный сорт Омский голозерный (61).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Выводы:

1. В среднем за период исследований с 2013 по 2015 гг. в условиях южной лесостепи Западной Сибири сбор белка пленчатых и голозерных сортов овса не имел существенных различий и составил 408,8 и 407,4 кг/га соответственно.

2. Превышали стандарт по сбору белка сорта Тарский 2, Уран, Факел и Сибирский Геркулес (+14,1...+71,5 кг/га), в среднем за период исследований.

3. Изменчивость исследуемого признака сбора белка с единицы площади средняя ($10\% < CV < 20\%$) либо значительная ($CV > 20\%$), что подтверждается также высоким размахом сбора белка ($d = +33,0...+250,4$ кг/га к стандарту).

4. Повышенная стабильность свойственна сортам Орион, Уран, Тарский 2, Иртыш 13, Сибирский Геркулес, Иртыш 21 ($S.F. = 1,45...1,81$).

5. По селекционной ценности и гомеостатичности исследуемые сорта не превысили стандарт. На уровне стан-

дартов сорта Тарский 2 и Сибирский Геркулес ($Sc = 266,6$) и Прогресс ($Hom = 3,51$).

6. Стабильность на уровне стандарта характерна для сортов Иртыш 21, Уран ($St^2 = 0,97$) и Прогресс ($St^2 = 0,89$). Повышенный критерий на стабильность признака характерен для сортов Уран, Факел и Сибирский Геркулес ($A = 450,6...463,8$).

7. Повышенной устойчивостью к изменяющимся условиям возделывания в южной лесостепной зоне Омского региона обладали пленчатые сорта Орион, Уран и Сибирский Геркулес (сумма рангов 34–44), а также Омский голозерный (сумма рангов 61).

Рекомендации:

1. Для получения повышенного сбора белка с единицы площади в условиях повышения интенсификации рекомендуется использовать в производстве следующие сорта: Прогресс, Факел, Сибирский голозерный и Иртыш 22. В условиях экстенсивного земледелия – сорта Тарский 2, Уран и Орион.

2. В зависимости от технологий и условий возделывания рекомендуется использовать сорта:

– для широкого ареала возделывания – сорта Факел, Сибирский Геркулес;

– для среднего ареала – Орион, Тарский 2, Уран, Памяти Богачкова;

– для узкого ареала – Урал, Сибирский голозерный;

– для очень узкого ареала – Иртыш 13, Иртыш 21, Скакун, Иртыш 22, Прогресс.

Библиографический список

- Колесникова В. Г., Печникова Т. И. Урожайность и качество зерна овса яков в зависимости от десикантов и сроков их применения в условиях среднего Предуралья // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 3 (57). С. 27–31.
- Гаврилова О. П., Ганнибал Ф. Б., Гагкаева Т. Ю. Зараженность зерна овса грибами *Fusarium* и *Alternaria* и ее сортовая специфика в условиях северо-запада России // *Сельскохозяйственная биология*. 2016. Т. 51. № 1. С. 111–118. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.1.111rus.
- Полонский В. И., Сурин Н. А., Герасимов С. А., Липшин А. Г., Сумина А. В., Зюте С. Изучение сортов овса (*avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019. Т. 23. № 6. С. 53–60. DOI: 10.18699/VJ19.541.

4. Тулякова М. В., Баталова Г. А., Пермякова С. В., Лисицын Е. М. Пластичность и стабильность сортов и линий овса в условиях Кировской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 8. С. 54–56.
5. Баталова Г. А., Лисицын Е. М. Селекция овса на Европейском Северо-Востоке России // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 1. С. 21–24.
6. Фомина М. Н. Урожайность плечатых сортов овса и особенности ее формирования в условиях северной лесостепи Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 12. С. 24–27.
7. Nevo E. Evolution of wild Barley at “Evolution Canyon”: Adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and Barley improvement. *Israel Journal of Plant Sciences*. 2015. No. 62 (1-2). Pp. 22–32. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.
8. 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. Т. 32. № 6. С. 38–41.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований): учебник. 6-е изд. Москва : Альянс, 2011. 352 с.
10. Гладышева О. В., Левакова О. В., Анохин Н. П. Урожайность, экологическая стабильность и пластичность сортов озимой пшеницы в Рязанской области // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 2. С. 22–24.
11. Николаев П. Н., Юсова О. А., Васюкевич В. С., Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Адаптивный потенциал сортов овса селекции Омского аграрного научного центра // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (50). С. 42–51.
12. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В. Агрэкологическая оценка новых линий сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6 (66). С. 7–11.
13. Поползухина Н. А., Паршуткин Ю. Ю., Поползухин П. В., Василевский В. Д., Гайдар А. А. Адаптивный потенциал сортов твердой яровой пшеницы по урожайности зерна в зависимости от предшественника в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (36). С. 40–52.
14. Юсова О. А. Качество зерна овса в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 12. С. 32–35.
15. Николаев П. Н., Аниськов Н. А., Юсова О. А. Пластичность, стабильность и адаптивность качества зерна сортов ярового ячменя в условиях Омской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 43–49. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-1-43-48.
16. Лоскутов И. Г., Шеленга Т. В., Конарев А. В., Шаварда А. Л., Блинова Е. В., Дзюбенко Н. И. Метаболомный подход к сравнительному анализу диких и культурных видов овса (*Avena L.*) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 5. С. 636–642.
17. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 51 (5). С. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
18. Иванова Ю. С., Фомина М. Н. Урожайность коллекционных образцов голозерного овса в условиях северного Зуралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 3 (256). С. 27–35.
19. Безуглая О. Н. Адаптивный потенциал коллекционных образцов фасоли // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. № 2 (174). С. 23–28. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-23-28.

Об авторах:

Оксана Александровна Юсова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией генетики, биохимии и физиологии растений, ORCID 0000-0003-3679-8985, AuthorID 547227; ksanajusva@rambler.ru

Петр Николаевич Николаев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции зернофуражных культур, ORCID 0000-0002-5192-2967, AuthorID 834930; nikolaevpetr@mail.ru

Ирина Владимировна Сафонова², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0001-8138-930X, AuthorID 430608; i.safonova@vir.nw.ru

Николай Иванович Аниськов², доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-7819-8286, AuthorID 260589

¹ Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

² Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Analysis of oats varieties of Omsk selection for the collection of protein per unit area

O. A. Yusova¹✉, P. N. Nikolaev¹, I. V. Safonova², N. I. Aniskov²

¹ Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia

² All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov, Saint Petersburg, Russia

✉E-mail: ksanajusva@rambler.ru

Abstract. This article presents the results of a long-term study of a set of oat varieties in the southern forest-steppe zone of the Omsk region. The estimation of parameters of ecological adaptability for protein collection per unit area is given. **Purpose.**

Long-term study of a set of oats varieties in the conditions of the southern forest-steppe zone of the Omsk region according to environmental adaptability parameters calculated on the basis of “protein collection per hectare”. **Methods.** The research was conducted from 2013 to 2017 in the conditions of the southern forest-steppe of Omsk. A detailed analysis of the adaptability parameters is provided: the indicator “protein collection per hectare” according to Zykin, ecological plasticity index according to Eberhart and Russell, stability factor according to Lewis, homeostaticity and selection the value of varieties according to Khangildin, relative stability and stability criterion according to Sobolev, intensity according to the method of Udachin. The final adaptability of varieties is estimated by the sum of the ranks obtained by each variety for the studied parameters. **Results.** The results of the research have shown that they are most adaptive in the southern forest-steppe zone Omsk region filmy varieties Orion, Uranus and Sibirskiy Gerkules (total ranks 34–44) and Sibirskiy golozernyy (total ranks 61). **Scientific novelty** lies in the study of 13 varieties of membranous and hullless groups of oats, recommended for cultivation in the Omsk region. The collection of protein per hectare is an integral parameter that takes into account two indicators: the actual yield of the variety and the content of crude protein in the grain. Therefore, studies on this indicator are not popular. For the first time, thanks to the adaptive characteristics, varieties are divided according to this characteristic into intensive and extensive. The grouping of varieties depending on the cultivation areas is also given.

Keywords: oats, variety, protein collection, adaptability, intensity, extensiveness, range of cultivation, rank.

For citation: Yusova O. A., Nikolaev P. N., Safonova I. V., Aniskov N. I. Analiz sortov ovsa omskoy selektsii po sboru belka s edinitsy ploshchadi [Analysis of oats varieties of Omsk selection for the collection of protein per unit area] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 38–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-38-48. (In Russian.)

Paper submitted: 18.04.2020.

References

1. Kolesnikova V. G., Pechnikova T. I. Urozhaynost' i kachestvo zerna ovsa yakov v zavisimosti ot desikantov i srokov ikh primeneniya v usloviyakh srednego Predural'ya [Productivity and quality of oat grain yakos depending on desiccants and their application terms in the conditions of the middle Urals] // Grain Economy of Russia. 2018. No. 3 (57). Pp. 27–31. (In Russian.)
2. Gavrilova O. P., Gannibal F. B., Gagkaeva T. Yu. Zarazhennost' zerna ovsa gribami Fusarium i Alternaria i ee sortovaya spetsifika v usloviyakh severo-zapada Rossii [Infection of oat grain with Fusarium and Alternaria fungi and its varietal specificity in the conditions of the North-West of Russia] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2016. T. 51. No. 1. Pp. 111–118. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.1.111rus.
3. Polonskiy V. I., Surin N. A., Gerasimov S. A., Lipshin A. G., Sumina A. V., Zyute S. Izucheniye sortov ovsa (avena sativa L.) razlichnogo geograficheskogo proiskhozhdeniya po kachestvu zerna i produktivnosti [Study of oat varieties (avena sativa L.) of various geographical origin in terms of grain quality and productivity] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019. T. 23. No. 6. Pp. 53–60. DOI: 10.18699/VJ19.541. (In Russian.)
4. Tulyakova M. V., Batalova G. A., Permyakova S. V., Lisitsyn E. M. Plastichnost' i stabil'nost' sortov i liniy ovsa v usloviyakh Kirovskoy oblasti [Plasticity and stability of oat varieties and lines in the conditions of the Kirov region] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2018. T. 32. No. 8. Pp. 54–56. (In Russian.)
5. Batalova G. A., Lisitsyn E. M. Seleksiya ovsa na Evropeyskom Severo-Vostoke Rossii [Oats breeding in the European North-East of Russia] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2016. T. 30. No. 1. Pp. 21–24. (In Russian.)
6. Fomina M. N. Urozhaynost' plenchatykh sortov ovsa i osobennosti ee formirovaniya v usloviyakh severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti [Yield of film varieties of oats and peculiarities of its formation in conditions of northern forest steppe of the Tyumen region] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2016, No 12. Pp. 24–27 (In Russian.)
7. Nevo E. Evolution of wild Barley at "Evolution Canyon": Adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and Barley improvement. Israel Journal of Plant Sciences. 2015. No. 62(1-2). Pp. 22–32. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783 (in English).
8. Ivanova Yu. S., Fomina M. N., Loskutov I. G. Biokhimicheskie pokazateli kachestva zerna u kolleksiionnykh obrabotkov ovsa golozernogo v usloviyakh severnoy lesostepi [Biochemical indicators of grain quality in the collection specimens of holozernous oats in the conditions of the northern forest-steppe] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2018. No 32 (6). Pp. 38–41 (In Russian).
9. Dospelkhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki issledovaniy: uchebnik) [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of studies): textbook]. 6th edition. Moscow : Al'yans, 2011. 352 p. (In Russian.)
10. Gladysheva O. V., Levakova O. V., Anokhin N. P. Urozhaynost', ekologicheskaya stabil'nost' i plastichnost' sortov ozimoy pshenitsy v Ryazanskoy oblasti [Productivity, environmental stability and plasticity of winter wheat varieties in the Ryazan region] // Vestnik of the Russian agricultural science. 2017. No. 2. Pp. 22–24. (In Russian.)
11. Nikolaev P. N., Yusova O. A., Vasyukevich V. S., Anis'kov N. I., Safonova I. V. Adaptivnyy potentsial sortov ovsa selektsii Omskogo agrarnogo nauchnogo tsentra [Adaptive potential of oats varieties of breeding of the Omsk Agrarian Scientific Center] // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. No. 1 (50). Pp. 42–51.

12. Ashiev A. R., Khabibullin K. N., Skulova M. V. Agroekologicheskaya otsenka novykh liniy soi selektsii FGBNU "ANTs "Donskoy" [Agroecological assessment of new soybean breeding lines of the Federal Research Institution of Scientific Center "Donskoy Scientific Center"] // Grain Economy of Russia. 2019. No. 6 (66). Pp. 7–11. (In Russian.)
13. Popolzukhina N. A., Parshutkin Yu. Yu., Popolzukhin P. V., Vasilevskiy V. D., Gaydar A. A. Adaptivnyy potentsial sortov tverdog yarovoy pshenitsy po urozhaynosti zerna v zavisimosti ot predshestvennika v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [Adaptive potential of durum spring wheat varieties in grain yield depending on the predecessor in the southern forest-steppe of Western Siberia] // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. No. 4 (36). Pp. 40–52. (In Russian.)
14. Yusova O. A. Kachestvo zerna ovsa v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [Quality of oat grain in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2017. T. 31. No. 12. Pp. 32–35. (In Russian.)
15. Nikolaev P. N., Anis'kov N. A., Yusova O. A. Plastichnost', stabil'nost' i adaptivnost' kachestva zerna sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Omskoy oblasti [Plasticity, stability and adaptability of grain quality of spring barley varieties in the conditions of Omsk region] // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2018. No. 1. Pp. 43–49. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-1-43-48. (In Russian.)
16. Loskutov I. G., Shelenga T. V., Konarev A. V., Shavarda A. L., Blinova E. V., Dzyubenko N. I. Metabolomnyy podkhod k sravnitel'nomu analizu dikikh i kul'turnykh vidov ovsa (*Avena L.*) [Metabolomic approach to the comparative analysis of wild and cultivated species of oats (*Avena L.*)] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2016. T. 20. No. 5. Pp. 636–642. (In Russian.)
17. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur [Enhancement of adaptability in grain crop selection] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2016. No. 51 (5). Pp. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiol.2016.5.617rus.
18. Ivanova Yu. S., Fomina M. N. Urozhaynost' kolleksiionnykh obraztsov golozernogo ovsa v usloviyakh severnogo Zaural'ya [Yield of collectible samples of ice oats in the conditions of northern Trans-Urals] // Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. 2017. No. 3 (256). Pp. 27–35. (In Russian.)
19. Bezuglaya O. N. Adaptivnyy potentsial kolleksiionnykh obraztsov fasoli [Adaptive potential of collection samples of beans] // Oil crops. Scientific and technical Bulletin of VNIIMK. 2018. No. 2 (174). Pp. 23–28. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-23-28. (In Russian.)

Authors' information:

Oksana A. Yusova¹, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of genetics, biochemistry and plant physiology, ORCID 0000-0003-3679-8985, AuthorID 547227; ksanajusva@rambler.ru

Petr N. Nikolaev¹, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory for the selection of grain crops, ORCID 0000-0002-5192-2967, AuthorID 834930; nikolaevpetr@mail.ru

Irina V. Safonova², candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0001-8138-930X, AuthorID 430608; i.safonova@vir.nw.ru

Nikolay I. Aniskov², doctor of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-7819-8286, AuthorID 260589

¹ Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia

² All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov, Saint Petersburg, Russia