

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 3 (51). С. 3–11
Vestnik Kurganskoy GSNA. 2024; 3(51): 3–11

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья

УДК 633.527:633.1

Код ВАК 4.1.1

EDN: ALEVWP

ХАРАКТЕРИСТИКА РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ОВСА
ПО СБАЛАНСИРОВАННОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ ЗЕРНА

Дмитрий Иванович Ерёмин¹✉, Павел Сергеевич Бататин², Юлия Владимировна Савельева³

^{1, 2, 3} Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, Тюменская область, Россия

¹ soil-tyumen@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-3672-6060>

² batatin3@gmail.com

³ savelyeva25@mail.ru

Аннотация. Исследования проводили с целью определения перспективных генотипов овса для селекции зернофуражных сортов по оптимальному соотношению протеина и крахмала в зерне. В задачи исследований входило определение содержания в зерне сырого протеина, крахмала в разные по погодным условиям годы, а также расчет крахмал-протеинового соотношения. Почва опытного участка – темно-серая лесная оподзоленная тяжелосуглинистая. Предшественник – яровая пшеница. В опыте предусматривалось внесение минеральных удобрений в дозе N40P20K20 кг/га. В 2021-2023 гг. была изучена коллекция из 52 отечественных сортов овса, активно используемых в производстве и селекции. В ходе исследования было установлено, что содержание сырого протеина в зерне коллекции варьировалось от 8,6 до 16,1 % при коэффициенте вариации по годам от 3 до 18 %. Были выделены высокобелковые генотипы овса: Козырь, Корифей, Кречет, Медведь, Петрович, Ровесник, Сапсан, Факир, Фобос. Содержание сырого протеина в годы исследований у них превышало 13 % при среднем по коллекции значении 11,5 %. Вариабельность содержания сырого протеина в зерне указанных сортов была минимальной (до 10 %). Среднее содержание крахмала по коллекции составило 49 % при минимальной вариабельности признака – коэффициент вариации не превышал 10 %. Выявлены генотипы с высоким содержанием крахмала (>51,0 %): Аргамак, Борец, Гунтер, Конкур, Корифей, Медведь, Отрада, Памяти Балавина, Петрович, Премьер, Сапсан, Талисман, Факир, Фауст, Фобос, Фома, Эклипс. Были обнаружены генотипы с наиболее приближенным к оптимальному крахмал-протеиновому отношению (3:1) и высокой адаптивностью к изменяющимся погодным условиям. В группу перспективных для селекции зернофуражных сортов овса вошли Ровесник, Скороспелый, Саян, Скакун, Пегас, Аватар, Чиж, Козырь.

Ключевые слова: сорт, крахмал, протеин, селекция, качество зерна, кормовая ценность, овёс, вариация, селекция.

Благодарности: работа финансировалась за счёт Государственного задания FWRZ-2024-0004 и при поддержке Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра мирового уровня.

Для цитирования: Ерёмин Д.И., Бататин П.С., Савельева Ю.В. Характеристика родительских форм овса по сбалансированной питательности зерна // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 3(51). С. 3–11. EDN: ALEVWP.

Scientific article

CHARACTERISTICS OF THE PARENT FORMS OF OATS ACCORDING TO THE BALANCED
NUTRITIONAL VALUE OF THE GRAIN

Dmitry I. Eremin¹✉, Pavel S. Batatin², Yulia V. Savelieva³

Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals – branch of the Federal Research Center of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen region, Russia

¹ soil-tyumen@yandex.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-3672-6060>

² batatin3@gmail.com

³ savelyeva25@mail.ru

Abstract. The research was carried out in order to determine promising genotypes of oats for selecting grain-forage varieties according to an optimal ratio of protein and starch in the grain. The research tasks were to determine the content of crude protein and starch in grains in

different weather conditions, as well as to calculate the starch-protein ratio. The soil of the experimental site is dark gray forest podzolized heavy loamy. The predecessor is spring wheat. The experiment provided for mineral fertilizers application at a dose of N40P20K20 kg/ha. In 2021–2023, a collection of 52 domestic varieties of oats, actively used in production and selective breeding of plants, was studied. During the study, it was found that the content of crude protein in the grain of the collection varied from 8.6 to 16.1% with a coefficient of variation over the years from 3 to 18%. High-protein genotypes of oats were identified: Kozyr, Korifei, Krechet, Medved, Petrovich, Rovesnik, Sapsan, Fakir, Fobos. During the years of research, their crude protein content exceeded 13%, with an average value of 11.5% in the collection. The variability of the crude protein content in the grains of these varieties was minimal (up to 10%). The average starch content in the collection was 49% with minimal variability of the characteristic – the coefficient of variation did not exceed 10%. The genotypes with a high starch content (>51.0%) were identified: Argamak, Borets, Gunter, Konkur, Korifei, Medved, Otrada, Pamyat Balavina, Petrovich, Premier, Sapsan, Talisman, Fakir, Faust, Fobos, Foma, Eclipse. The genotypes with the closest to optimal starch-protein ratio (3:1) and high adaptability to changing weather conditions were found. The group of promising oat grain varieties for selective breeding includes: Rovesnik, Skorospelyi, Sayan, Skakun, Pegas, Avatar, Chizh, Kozyr.

Keywords: variety, starch, protein, selection, grain quality, feed value, oats, variation, selection.

Acknowledgments: the work was funded by means of the State Assignment FWRZ-2024-0004 and with the support of the West Siberian Interregional Scientific and Educational Centre of international standard.

For citation: Eremin D.I., Batatin P.S., Savelieva Yu.V. Characteristics of the parent forms of oats according to the balanced nutritional value of the grain. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2024; 3(51): 3–11. EDN: ALEVWP. (In Russ.)

Введение. Протеин и крахмал играют важную роль в питании как животных, так и человека. Протеин – это важная часть рациона любого живого существа, в нем содержится много аминокислот, которые необходимы для роста и развития тканей [1]. Кроме того, многие ферменты и гормоны состоят из протеинов и играют ключевую роль в метаболических процессах [2]. Крахмал является основным источником углеводов и энергии для организма. Он важен для энергетического обеспечения, так как расщепляется до глюкозы, которая используется клетками для производства энергии. Крахмал также помогает поддерживать стабильный уровень глюкозы в крови, что важно для нормального функционирования организма. При использовании зерна на корм важно соблюдать определенное соотношение крахмала, протеина и углеводов для обеспечения оптимального питания и рационального расхода кормов. В ходе исследований, проведенных В. В. Михайловым, установлено, что соотношение крахмала и протеина 2:1 в рационе телок обеспечивает более интенсивное окислительное фосфорилирование и повышение среднесуточных приростов живой массы. Повышение соотношения до 3–4:1 активизирует гликолитические процессы, но снижает приросты живой массы [3]. В одном из исследований, проведенных Chen P. в Китае, было показано, что оптимизация соотношения расщепляемого в рубце крахмала к расщепляемому в рубце протеину улучшает ферментацию в рубце и общую продуктивность у молочных коров [4].

Недостаток протеина приводит к замедлению роста и развития животных и птиц, повышает расход корма [5]. Избыток крахмала и углеводов может вызвать проблемы с обменом веществ и энергетическим балансом. В ходе комплексных исследований, проведенных А. В. Головиным, установлено, что изменение протеин-углеводного отношения с 0,40 до 0,45 повышает удой молока стандартной (4 %) жирности на 7,0 % и выход молочного жира и белка на 6,8 % и 7,4 % соответственно [6].

В ходе многовековой селекции удалось добиться значительных изменений – зерно современных сортов овса крупное, с высоким содержанием протеина и крахмала [7–9]. В настоящее время в мире крайне редко встречаются сорта, в зерне которых изначально оптимальное соотношение между протеином и крахмалом, поскольку эту проблему относительно легко решить путем создания многокомпонентных премиксов или комбикормов. Еще один способ оптимизации питания – введение в рацион отдельных добавок. Так, например, в сбалансированный рацион лактирующих коров должны входить не только корма высокого качества, но и концентрированные корма и кормовые добавки, благодаря которым можно избежать дефицита углеводов при помощи увеличения в рационе количества крахмала и сахаров на 15–20 % [10]. В своем исследовании М. Н. Дрозд изучал использование кормовых добавок «Гувит», «Фитовит» и «Дигувит» и добился повышения эффективности откормки при использовании кормовых добавок в увеличении живой массы от «Дигувита» на 354 г, «Гувита» – на 390 г, «Фитовита» – на 329 г [11].

Несмотря на разработанные методы оптимизации рационов животных и птиц, проблема оптимального соотношения протеина к крахмалу остается нерешенной. Особенно это актуально для малых и средних хозяйств, занимающихся животноводством, которые используют зерно на корм со своих полей. Поэтому необходимо в модель сорта овса зернофуражного направления включить оптимальное соотношение между крахмалом, углеводами и протеином.

Целью работы было изучение коллекции овса и выявление среди них перспективных генотипов для селекции зернофуражных сортов по крахмал-протеиновому отношению в зерне.

Материалы и методы. Исследования по изучению биохимического состава зерна проводили на коллекции овса лаборатории геном-

ных исследований в растениеводстве, которую ежегодно высевают на опытном поле Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья. Почва опытного участка – темно-серая лесная оподзоленная тяжелосуглинистая иловато-пылеватая (по классификации WRB от 2022 г. – Luvic Retic Greyzemic Phaeozems) [12]. Коллекцию высеивали на однородном по агрохимическим и физико-химическим свойствам участке. Обеспеченность нитратным азотом (ГОСТ Р 53219-2008) перед посевом коллекции была очень низкой: от 4,8 до 6,5 мг/кг, что соответствовало 18 кг/га нитратов в пахотном слое (0–30 см). Содержание доступного для растений фосфора (ГОСТ 26204-91) в почве в среднем за годы исследований варьировало незначительно – от 78 до 85 мг/кг (средняя обеспеченность). Почва характеризовалась повышенной обеспеченностью подвижным калием (ГОСТ 26204-91). Содержание органического углерода (ГОСТ 23740-2016) в пахотном слое составляло 4,35% (7,5 % гумуса). Обменная кислотность в слое 0–30 см варьировалась по опытному полю незначительно – 5,5–5,8, что соответствует слабокислой реакции. Степень насыщенности основаниями составляет 80–82 % от емкости катионного обмена. По морфогенетическим признакам почва опытного участка типична темно-серым лесным почвам Северного Зауралья [13].

Подготовка почвы, посевные работы и уход за посевами были общепринятыми для северной лесостепи Тюменской области [14]. В первой декаде мая при наступлении физической спелости почвы проводили ранневесеннее боронование. Опыт предусматривал фоновое внесение минеральных удобрений в дозе N40P20K20 кг/га действующего вещества во время предпосевной культивации стерневыми сеялками СКП-2,1 на глубину 10–12 см. Коллекцию овса высеивали вручную во второй-третьей декаде мая с коэффициентом высева 5,0 млн всхожих зерен на гектар. Глубина посева – 7 см, междурядье – 20 см, площадь деланки – 1 м². Расстояние между деланками – 40 см. Уборка проводилась вручную с формированием снопа со всей площади деланки. Обмолот вели на стационарной площадке сноповой молотилкой МПС-1М. После обмолота производили отбор зернового образца (ГОСТ 13586.3-2015), который размалывался лабораторными мельницами и просеивался через сито с диаметром отверстий 0,25 мм. Общий азот в зерне определяли согласно ГОСТа 13496.4-2019 (метод Къельдаля с фотометрическим окончанием). Для определения содержания сырого протеина использовали ко-

эффициент 5,83 (ГОСТ 10846-91). Содержание крахмала (ГОСТ 10845-98) определяли поляриметрическим методом на приборе СУ-3. Биохимический анализ проводили в 4-кратном повторении для последующего расчета стандартного отклонения и ошибки опыта [15]. Каждый изучаемый показатель подвергали ранжированию с последующей квартильной группировкой [16]. Диапазон значений определяли путем деления разности между максимальным и минимальным значением в коллекции на четыре группы (межквартильный размах).

В ходе исследований было изучено зерно 52 отечественных сортов, используемых в селекции НИИСХ Северного Зауралья. Наиболее широко были представлены сорта из Кировской, Московской и Омской областей (таблица 1). Из местных сортов изучали Мегион, Отраду, Талисман и Фому.

Таблица 1 – Перечень генотипов овса в изучаемой коллекции

Происхождение	Сорт (номер по каталогу ВИР)
Алтайский край	Аргумент (15013); Корифей (15113); Перас (15114);
Иркутская обл.	Тулунский 19 (14783)
Кировская обл.	Аватар (15443); Аргамак (14648); Гунтер (14957); Кречет (14857); Медведь (15494); Сапсан (15444); Скороспелый (11717); Факир (14373); Фауст (14781); Чиж (14570); Эклипс (15187)
Краснодарский край	Ассоль (15617); Петрович (15691)
Красноярский край	Саян (14043); Тубинский (15008)
Курская обл.	Льговский (15818); Льговский 82 (14033); Льговский 9 (14506);
Московская обл.	Борец (14788); Буланный (15277); Козырь (14029); ЛЕВ (15176); Скакун (13780); Улов (14231)
Новосибирская обл.	Ровесник (14365); СИГ (15335)
Омская обл.	Иртыш 13 (13924); Иртыш 21 (14780); Иртыш 22 (15065); Орион (14422); Памяти Богачкова (14778); Тарский 2 (14779); Уран (15340); Факел (15760); Фобос (14421)
Свердловская обл.	Атлет (15497); Памяти Балавина (15182); Стайер (15181); Уралец (15498)
Тюменская обл.	Мегион; Отрада (15380); Талисман (14785); Фома (15451)
Ульяновская обл.	Конкур (15068)
Хабаровский край	Маршал (15695); Премьер (15238); Тигровый (14859); Экспресс (14505)

Погодные условия в годы проведения исследований были контрастными и отличались от среднемноголетних показателей климата региона. Вегетационные периоды 2021 и 2023 года оказались неблагоприятными для роста и развития зерновых культур. Посев проводили при дефиците почвенной влаги и отсутствии осадков. Высокая температура воздуха, ветра и отсутствие растительности на поле усиливали потерю почвенной влаги из пахотного горизонта. Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), который рассчитывали по формуле, в период прорастания овса уменьшился до 0,10 при среднемноголетних значениях 1,13 (таблица 2).

Формула расчета ГТК Селянинова:

$$ГТК = \frac{\sum P}{0,1 \times \sum t}$$

где $\sum P$ – сумма атмосферных осадков за период с $t^s \geq 10^\circ\text{C}$;

$\sum t$ – сумма температур воздуха за тот же период, $^\circ\text{C}$.

Кущение овса проходило при не менее жестких условиях, о чем свидетельствуют минимальные значения ГТК Селянинова – 0,09 и 0,13 при среднемноголетних значениях более чем в 10 раз выше. В 2021 году жаркая и сухая погода оставалась всю первую половину вегетации овса, тогда как в 2023 году в период «кущение – выход в трубку» выпали обильные осадки и установилась относительно прохладная и пасмурная погода. Гидротермический коэффициент в этот период увеличился до 4,10, что в 4 раза выше среднемноголетних значений. Осадки и теплая погода спровоцировали вторичное кущение овса, что в итоге оказало положительное влияние на урожайность, несмотря на удлинение периода созревания. Во время цветения вновь установилась засушливая и жаркая погода, о чем свидетельствуют минимальные значения ГТК. Дожди начались в период налива и созревания зерна. Это обеспечило формирование полноценных метелок с крупным зерном. Жаркая погода третьей декады августа и пер-

вой декады сентября создала благоприятные условия для созревания зерна и получения урожая.

Вегетация овса в 2022 году проходила при кардинально других условиях. Этот год отличался прохладной и влажной погодой в период посевных работ – гидротермический коэффициент Селянинова достиг 5,21 при норме 1,13. Выпавшие осадки существенно восполнили запасы продуктивной влаги в почве, которых хватило на всю вегетацию овса. В период налива и созревания зерна установилась теплая, а временами жаркая погода с кратковременными дождями низкой интенсивности. Это благоприятно отразилось на формировании высокой урожайности зерновых культур.

Результаты исследований и их обсуждение.

В ходе ранжирования сортов по содержанию сырого протеина были выделены 4 группы (таблица 3). В первой группе с минимальным содержанием протеина (<10,0 %) в зерне оказались 5 сортов, в том числе 3 местных: Талисман, Фома и Отрада. Эти сорта в среднем за годы исследований содержали в зерне одинаковое количество сырого протеина – от 9,7 до 9,9 %, но отличались разной реакцией на погодные условия вегетации. Сорт Талисман характеризовался достаточно высоким диапазоном содержания протеина по годам – от 8,9 до 10,9 % при коэффициенте варьирования в 10 %. Эта особенность была зафиксирована у сортов Сиг и Тулунский 19, у которых коэффициент вариации был 9 и 11 % соответственно. Сорт Тюменской селекции Фома обладал минимальной реакцией на погодные условия – содержание сырого протеина варьировало от 9,3 до 10,2 % при коэффициенте вариации 4 %. Ни один из сортов первой группы не обладал столь высокой пластичностью к погодным условиям. Во вторую группу (содержание протеина 10,1–12,0 %) вошло наибольшее количество сортов (44 % коллекции), среди них 7 Омской селекции. Среднее содержание протеина по группе составляет 10,7 % с варьированием от 10,0 % (Стайер, Уралец) до 11,8 % (Ассоль). Были

Таблица 2 – Гидротермический коэффициент Селянинова в период вегетации овса

Межфазный период	Средне многолетние	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Посев – Всходы	1,13	0,06	5,21	0,07
Всходы – Кущение	1,11	0,09	1,23	0,13
Кущение – Выход в трубку	1,09	0,70	1,76	4,10
Выход в трубку – Вымётывание	1,58	0,84	1,78	0,00
Вымётывание – Молочная спелость	1,24	0,30	1,22	1,27
Молочная спелость – Полная спелость	1,64	0,56	0,76	0,50

выделены 10 генотипов с минимальными изменениями в годы проведения исследований, особенно следует выделить сорт Иртыш 22 Омской селекции, который характеризовался наибольшей приспособленностью к погодным условиям – содержание протеина варьировалось от 10,5 до 11,3, коэффициент вариации составил 4 %. Другая часть генотипов характеризовалась более широким диапазоном значений по годам, коэффициент вариации составил от 10 % до 18 %, что в свою очередь обусловлено низкой устойчивостью к местным погодным условиям по годам проведения исследований. Далее следует отметить 14 сортов со средним содержанием сырого протеина в зерне 12,3 %. Здесь выделяются несколько сортов, которые охарактеризовались максимальной вариабельностью значений по годам: это сорт Кировской селекции Фауст и Московской селекции Улов, содержание протеина в этих сортах варьировалось наиболее сильно в годы исследований – от 10,1 до 14,3 % и от 10,5 до 14,7 % соответственно, что также подтверждает коэффициент вариации (>15 %). Сорт Иртыш 13 Омской селекции отметился как самый стабильный по годам исследований – с наилучшей адаптацией к погодным условиям, содержание протеина в его зерне варьировалось от 11,9 % до 12,6 % при коэффициенте вариации 3 %. При дальнейшей градации сортов была выделена последняя группа по содержанию сырого протеина – более 13,1 %. Она включила в себя 9 сортов, большая часть которых отметилась небольшой вариабельностью значений по годам проведения исследований, при среднем содержании протеина по группе – 13,7 %. Здесь же следует выделить сорт Новосибирской селекции Ровесник, он отметился наивысшим содержанием протеина по группе

(16,1 % в среднем за годы исследований) и характеризовался наилучшей приспособленностью к погодным условиям – содержание протеина варьировалось от 15,7 до 16,5 при коэффициенте вариации 3 %. Помимо сорта Ровесник, следует выделить и другие генотипы с минимальными изменениями в годы исследований, это Краснодарский сорт и 2 сорта Кировской селекции. Они также отметились наименьшей вариабельностью значений сырого протеина по годам исследований – от 12,9 % (Медведь) до 14,6 % (Факир), при коэффициенте вариации – 6 %, исходя из чего их также можно отнести к наиболее стабильным и адаптированным к погодным условиям в годы проведения исследований сортам. Наиболее широким диапазоном значений по годам охарактеризовался сорт Московской селекции (Козырь) и Омской (Фобос) – от 10,9 до 15,2 % и от 11,8 до 16,0 % соответственно, при коэффициенте вариации 14–15 %.

В свою очередь, в ходе систематизации данной коллекции по содержанию крахмала также были выделены 4 группы сортов (таблица 4). В первую группу (менее 44,0 %) вошли 7 сортов овса. Среднее содержание по группе составило 41,3 % с варьированием от 39,9 % (Аватар) до 42,6 % (Льговский 82). Следует отметить сорт Пегас Алтайской селекции с наибольшим содержанием крахмала в данной группе – 42,5 %, при коэффициенте вариации 4 %, исходя из чего этот сорт является наиболее стабильным и приспособленным к погодным условиям. Из всей представленной группы можно выделить также 2 сорта: Буланный и Скакун Московской селекции, содержание крахмала в которых варьируется от 40,0 до 42,0 % соответственно, коэффициент вариации этих сортов был выше 6 %. Следующая часть

Таблица 3 – Группировка генотипов овса по содержанию протеина, 2021–2023 гг.

Диапазон содержания, %	Генотип (№ по каталогу ВИР)
<10,0	Отрада (15380); СИГ (15335); Тулунский 19 (14783); Талисман (14785); Фома (15451); Эклипс (15187).
10,1–12,0	Аватар (15443); Аргумент (15013); Ассоль (15617); Атлет (15497); Буланный (15277); Гунтер (14957); Иртыш 21 (14780); Иртыш 22 (15065); Льговский (15818); Льговский 82 (14033); Льговский 9 (14506); Маршал (15695); Орион (14422); Памяти Балавина (15182); Памяти Богачкова (14778); Скакун (13780); Стайер (15181); Тарский 2 (14779); Тигровый (14859); Уралец (15498); Уран (15340); Факел (15760); Яков (15213)
12,1–13,0	Аргамак (14648); Борец (14788); Иртыш 13 (13924); Конкур (15068); ЛЕВ (15176); Пегас (15114); Премьер (15238); Саян (14043); Скороспелый (11717); Тубинский (15008); Улов (14231); Фауст (14781); Чиж (14570); Экспресс (14505)
>13,1	Козырь (14029); Корифей (15113); Кречет (14857); Медведь (15494); Петрович (15691); Ровесник (14365); Сапсан (15444); Факир (14373); Фобос (14421)

коллекции (44,1–47,0 %) включила в себя 15 генотипов, среднее содержание крахмала в ней составляет 45,2 %. Большая часть данной группы отличается минимальными изменениями содержания крахмала в годы исследований, например, такие сорта, как Льговский, Стайер, Льговский 9 и Памяти Богачкова, имеют среднее содержание крахмала – 45,2 %, 44,2 %, 44,9 % и 44,4 % соответственно при коэффициенте вариабельности 3 %. Другая часть характеризовалась более широким диапазоном значений по годам, коэффициент вариации составил от 5 % до 7 %, что также можно считать небольшой вариабельностью значений в годы проведения исследований относительно остальных выделенных групп данной коллекции. В третью группу (47,1–51,0 %) вошли сорта, среднее содержание крахмала в которых варьирова-

лось от 47,1 % (Иртыш 13) до 50,5 % (Уран). Следует выделить сорт, который охарактеризовался максимальной вариабельностью значений крахмала по годам исследований – это сорт Омской селекции Тарский 2 (43,3 %–51,3 %) при коэффициенте вариации 8 %. Сорт Иртыш 13 Омской селекции можно выделить как самый стабильный по годам исследований, содержание крахмала в его зерне варьировалось от 46,5 % до 48,1 % при коэффициенте вариации 2 %. Такие генотипы, как Ровесник, СИГ (Новосибирской селекции), Тулунский 19 (Иркутской селекции) и сорта Омской селекции Иртыш 22, Факел и ранее упомянутый Тарский 2, характеризовались достаточно высоким диапазоном содержания крахмала в годы проведения исследований (среднее содержание крахмала варьировалось от 47,2 до 50,1 %). В последней

Таблица 4 – Группировка генотипов овса по содержанию крахмала, 2021–2023 гг.

Диапазон содержания, %	Генотип (№ по каталогу ВИР)
<44,0	Аватар (15443); Буланный (15277); Льговский 82 (14033); Пегас (15114); Саян (14043); Скакун (13780); Скороспелый (11717)
44,1–47,0	Аргумент (15013); Ассоль (15617); Атлет (15497); ЛЕВ (15176); Льговский (15818); Льговский 9 (14506); Маршал (15695); Орион (14422); Памяти Богачкова (14778); Стайер (15181); Тигровый (14859); Тубинский (15008); Улов (14231); Уралец (15498); Чиж (14570)
47,1–51,0	Иртыш 13 (13924); Иртыш 21 (14780); Иртыш 22 (15065); Козырь (14029); Кречет (14857); Ровесник (14365); СИГ (15335); Тарский 2 (14779); Тулунский 19 (14783); Уран (15340); Факел (15760); Экспресс (14505)
>51,0	Аргмак (14648); Борец (14788); Гунтер (14957); Конкур (15068); Корифей (15113); Медведь (15494); Отрада (15380); Памяти Балавина (15182); Петрович (15691); Премьер (15238); Сапсан (15444); Талисман (14785); Факир (14373); Фауст (14781); Фобос (14421); Фома (15451); Эклипс (15187); Яков (15213)

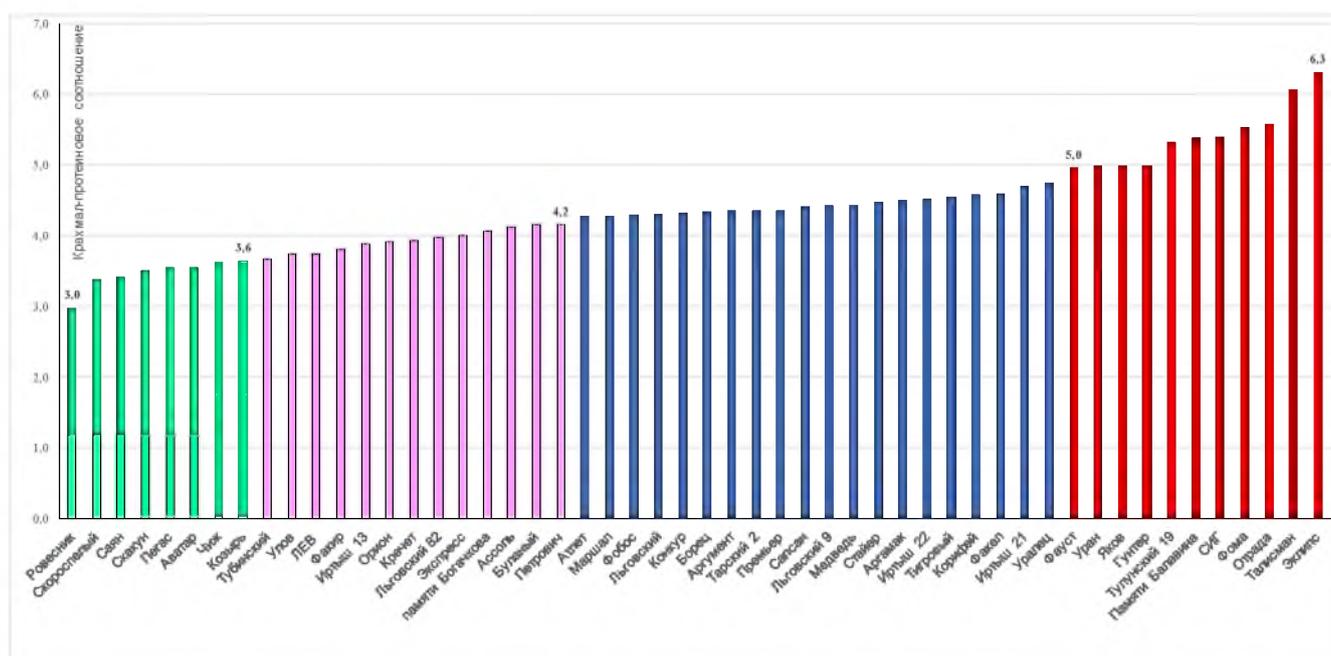


Рисунок – Крахмал-протеиновое отношение в зерне плёнчатых генотипов овса отечественной селекции, 2021–2023 гг.

группе рассматриваются 18 сортов (34 % коллекции) со средним содержанием крахмала по группе 55,5 %. Минимальное содержание крахмала в годы проведения исследований (52,1 %) отмечено у сорта Яков Московской селекции при коэффициенте вариации 4 %, наибольшее содержание крахмала по коллекции (60,2 %) – Фобос Омской селекции, коэффициент вариации составил 5 %. Сорт Петрович Краснодарской селекции характеризовался наиболее низким диапазоном содержания крахмала в годы проведения исследований (54,0–55,7), коэффициент вариации составил всего 2 %. Эти и другие сорта выделенной группы (с коэффициентом вариации <6 % – 14 генотипов) можно отнести к наиболее адаптированным к погодным условиям в годы проведения исследований. Остальные охарактеризовались более широким диапазоном значений по годам, коэффициент вариации составил 6–8 %.

Расчет показал очень широкий диапазон крахмал-протеинового отношения (КПО) в зерне изучаемой коллекции овса. Он варьировался от 3,0 (Ровесник) до 6,3 (Эклипс) при стандартной ошибке в выборке 0,1 и 16 % коэффициента вариации (рисунок). Была выделена группа наиболее ценных генотипов с КПО, находящимся в диапазоне оптимума: Ровесник, Скороспелый, Саян, Скакун, Пегас, Аватар, Чиж, Козырь. Эти сорта были созданы в разных регионах России, что обуславливает возможность подбора родительской пары с высокой адаптивной способностью к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Также была выделена группа генотипов с диапазоном крахмал-протеинового отношения от 4,2 до 5,0 ед., зерно у которых было наиболее близкое к оптимуму [17]. Эти сорта также могут быть использованы при создании сортов с оптимальными кормовыми параметрами, особенно при скрещивании с первой группой или другими высокобелковыми сортами.

Сорта овса с крахмал-протеиновым отношением более 5,0 % сформировали группу с низким содержанием протеина и характеризовались несбалансированными кормовыми показателями зерна. В нее вошли 11 сортов, в том числе местные: Фома, Отрада и Талисман – причем последний из указанных характеризовался максимально большим КПО (>6,0). Данная группа генотипов может быть использована в качестве родительских форм в случае необходимости передачи каких-либо хозяйственно-ценных признаков, за исключением высокого содержания протеина и оптимального крахмал-протеинового отношения.

Заключение. Выявлены сорта с наибольшим содержанием протеина в зерне: Козырь, Корифей,

Кречет, Медведь, Петрович, Ровесник, Сапсан, Факир, Фобос. Высоко-крахмалистые сорта: Аргамак, Борец, Гунтер, Конкур, Корифей, Медведь, Отрада, Памяти Балавина, Петрович, Премьер, Сапсан, Талисман, Факир, Фауст, Фобос, Фома, Эклипс, Яков. Также обнаружены генотипы, которые могут стать основой для селекции новых зернофуражных сортов овса с оптимальным соотношением крахмала и протеина: Ровесник, Скороспелый, Саян, Скакун, Пегас, Аватар, Чиж, Козырь. Они рекомендуются в качестве перспективных родительских форм при селекции овса кормового направления с оптимизированными показателями качества зерна. Генотипы Фауст, Уран, Яков, Гунтер, Тулунский 19, Памяти Балавина, СИГ, Фома, Отрада, Талисман и Эклипс отличились низким содержанием протеина и несбалансированными кормовыми показателями зерна, что делает их неподходящими для использования в качестве родительских форм при селекции овса с оптимизированным питательным составом.

Список источников

1. Костюк В.И. Хлорофилльный индекс и сбор протеина в северных агроценозах овса // *Агрохимия*. 2015. № 10. С. 57-62. EDN: UMXXBZ.
2. Роль глюкозы и инсулина в метаболической регуляции секреции гормона роста / Е.Л. Соркинак [и др.] // *Проблемы эндокринологии*. 2021. Т. 67. № 1. С. 52-59. DOI: 10.14341/probl12660. EDN: KYQVTR.
3. Михайлов В.В., Овчаренко Э.В. Влияние рационов с разным крахмалопротеиновым соотношением на использование углеводов корма в организме телок // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2005. № 4. С. 101-106. EDN: HVSPIZ.
4. Optimizing dietary rumen-degradable starch to rumen-degradable protein ratio improves lactation performance and nitrogen utilization efficiency in mid-lactating Holstein dairy cows / P. Chen [et al.] // *Frontiers in Veterinary Science*. 2024. Vol. 11. DOI: 10.3389/fvets.2024.1330876. EDN: SUXGJF.
5. Погосян Д.Г., Рыбалко М.Н. Уровень сырого протеина и обменной энергии в комбикормах цыплят-бройлеров // *Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сборник статей XVI Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета*. Пенза: Изд-во Пензенского ГАУ, 2021. С. 93-96. EDN: YAUKDC.
6. Головин А.В. Влияние протеин-углеводного отношения в рационе коров на рубцовый метаболизм и продуктивность // *Зоотехния*. 2020. № 9. С. 16-19. DOI: 10.25708/ZT.2020.64.52.004. EDN: UDINMN.

7. Akhtyamova A., Menshikova A., Lyubimova A., Eremin D. Weight of 1000 Grains as a Factor for Assessing the Adaptive Potential of the Oat Gene Pool Used in the Breeding of Western Siberia // International Scientific and Practical Conference «Current Issues of Biology, Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops» (CIBTA2022): Conference Proceedings (To the 110th anniversary of V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops). – United States: AIP PUBLISHING, 2023. Vol. 2777. P. 020031-1-020031-10. DOI: 10.1063/5.0140362. EDN: FJOYPT.

8. Любимова А.В., Еремин Д.И. Формирование биохимических показателей зерна овса в зависимости от генотипа и погодных условий // Российская сельскохозяйственная наука. 2024. № 2. С. 24-29. DOI: 10.31857/S2500262724020059. EDN: GTRTYT.

9. Моисеева М.Н. Сравнительная оценка плёнчатого и голозёрного овса по пищевой ценности // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (92). С. 73-76. EDN: GRBBAC.

10. Рожкова-Тимина И.О. Оптимизация кормовых рационов для лактирующих коров голштинской породы в условиях муссонного климата о. Сахалин // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7 (172). С. 114-121. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-7-114-121. EDN: DYWKRV.

11. Дрозд М.Н., Усевич В.М. Сравнительная оценка эффективности кормовых добавок на основе торфосапропелевого концентрата при выращивании бройлеров // Аграрный вестник Урала. 2023. № 7 (236). С. 83-92. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-83-92. EDN: NYPPWC.

12. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. 2022 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS). Vienna, Austria. 236 p.

13. Еремин Д.И., Каюгина С.М. Вариативность свойств серых лесных почв Зауралья. Тюмень: ООО «ПЕЧАТНИК», 2024. 202 с. ISBN 978-5-4266-0227-4. EDN: JXSMWC.

14. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Трансформация структурного состояния почвенных горизонтов темно-серой лесной почвы при различных системах обработки // Плодородие. 2024. № 3 (138). С. 25-30. DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-25-30. EDN: ERFNOA.

15. Основная обработка почвы - проблемы и перспективы в Северном Зауралье / В.В. Рзаева [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2010. № 6 (72). С. 44-46. EDN: MSXXDZ.

16. Попов А.М. Квантили, квартили, децили и центили в статистических расчетах // Передача, приём, обработка и отображение информации о быстропротекающих процессах: сборник трудов. Сочи: Издательский Дом «Академия Жуковского», 2023. С. 429-432. EDN: HVVIWC.

17. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. / под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. Москва, 2003. 456 с.

References

1. Kostyuk V.I. Khlorofill'nyi indeks i sbor proteina v severnykh agrotsenozakh ovsa [Chlorophyll index and protein yield in northern oat agrocenoses]. *Agrohimiya*. 2015; (10): 57-62. EDN: UMXXBZ. (In Russ).

2. Sorkinak E.L. et al. Rol' glyukozy i insulina v metabolicheskoi regulyatsii sekretsii hormona rosta [The role of glucose and insulin in the metabolic regulation of growth hormone secretion]. *Problemy endokrinologii*. 2021; 67(1): 52-59. DOI: 10.14341/probl12660. EDN: KYQVTR. (In Russ).

3. Mikhailov V.V., Ovcharenko E.V. Vliyanie racionov s raznym krakhmaloproteinovym sootnosheniem na ispol'zovanie uglevodov korma v organizme telok [Effect of diets with different starch-protein ratios on the utilization of feed carbohydrates in the body of heifers]. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2005; (4): 101-106. EDN: HVSPIZ. (In Russ).

4. Chen P. et al. Optimizing dietary rumen-degradable starch to rumen-degradable protein ratio improves lactation performance and nitrogen utilization efficiency in mid-lactating Holstein dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024; (11). DOI: 10.3389/fvets.2024.1330876. EDN: SUXGJF.

5. Pogosyan D.G., Rybalko M.N. Uroven' syrogo proteina i obmennoi energii v kombikormakh tsyplyat-broilerov [Level of crude protein and metabolizable energy in broiler chicken feed]. Collection of articles of the XVI International scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of the Penza State Agrarian University «Agro-industrial complex: status, problems, prospects». Penza: Izd-vo Penzenskii GAU; 2021: 93-96. EDN: YAUKDC. (In Russ).

6. Golovin A.V. Vliyanie protein-uglevodnogo otnosheniya v ratsione korov na rubtsovyi metabolism i produktivnost' [The influence of protein-carbohydrate ratio in the diet of cows on rumen metabolism and productivity]. *Zootekhnika*. 2020; (9): 16-19. DOI: 10.25708/ZT.2020.64.52.004. EDN: UDINMN. (In Russ).

7. Akhtyamova A., Menshikova A., Lyubimova A., Eremin D. Weight of 1000 Grains as a Factor for Assessing the Adaptive Potential of the Oat Gene Pool Used in the Breeding of Western Siberia. International Scientific and Practical Conference «Current Issues of Biology, Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops» (CIBTA2022): Conference Proceedings (To the 110th anniversary of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops). – United States: AIP PUBLISHING, 2023; (2777): 020031-1-020031-10. DOI: 10.1063/5.0140362. EDN: FJOYPT.

8. Lyubimova A.V., Eremin D.I. Formirovanie biokhimicheskikh pokazatelei zerna ovsa v zavisimosti ot genotipa i pogodnykh uslovii [Formation of biochemical indicators of oat grain depending on genotype and weather conditions]. *Russian Agricultural Sciences*. 2024; (2): 24-29. DOI: 10.31857/S2500262724020059. EDN: GTRTYT. (In Russ).

9. Moiseeva M.N. Sravnitel'naya otsenka plenchatogo i golozernogo ovsa po pishchevoi tsennosti [Comparative assessment of hulled and naked oats by nutritional value]. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 6(92): 73-76. EDN: GRBBAC. (In Russ).

10. Rozhkova-Timina I.O. Optimizatsiya kormovykh ratsionov dlya laktiruyushchikh korov golshtinskoj porody v usloviyakh mussonnogo klimata o. Sakhalin [Optimization of feed rations for lactating Holstein cows in the monsoon climate of Sakhalin Island]. *The Bulletin of KrasGAU*. 2021; 7(172): 114-121. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-7-114-121. EDN: DYWKRV. (In Russ).

11. Drozd M.N., Usevich V.M. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti kormovykh dobavok na osnove torfosapropellevogo kontsentrata pri vyrashchivani broilerov [Comparative evaluation of the effectiveness of feed additives based on peat-sapropel concentrate in broiler breeding]. *Agricultural Bulletin of the Ural*. 2023; 7(236): 83-92. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-236-07-83-92. EDN: NYPPWC. (In Russ).

12. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. 2022 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS). Vienna, Austria. 236 p.

13. Eremin D.I., Kayugina S.M. *Variabel'nost' svoystv serykh lesnykh pochv Zaural'ya* [Variability of properties of gray forest soils of the Trans-Urals]. Tyumen: OOO «PEChATNIK»; 2024: 202. ISBN 978-5-4266-0227-4. EDN: JXSMWC. (In Russ).

14. Perfil'ev N.V., Vyushina O.A. Transformatsiya strukturnogo sostoyaniya pochvennykh gorizontov temno-seroi lesnoi pochvy pri razlichnykh sistemakh

obrabotki [Transformation of the structural state of soil horizons of dark gray forest soil under different cultivation systems]. *Plodorodie*. 2024; 3(138): 25-30. DOI: 10.24412/1994-8603-2024-3138-25-30. EDN: ERFNOA. (In Russ).

15. Rzaeva V.V. et al. Osnovnaya obrabotka pochvy - problemy i perspektivy v Severnom Zaural'e [Primary tillage - problems and prospects in the Northern Trans-Urals]. *Agricultural Bulletin of the Ural*. 2010; 6(72): 44-46. EDN: MSXXDZ. (In Russ).

16. Popov A.M. Kvantili, kvartili, detsili i tsentili v statisticheskikh raschetakh [Quantiles, quartiles, deciles and centiles in statistical calculations]. Collection of works «Transmission, reception, processing and display of information about fast-flowing processes». Sochi: Izdatel'skii Dom «Akademiya Zhukovskogo»; 2023: 429-432. EDN: HVVIWC. (In Russ).

17. Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh: spravochnoe posobie [Norms and rations for feeding farm animals: a reference manual]. In: A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin, V.V. Shcheglov, N.I. Kleymenov, editors. Moscow, 2003: 456. (In Russ).

Информация об авторах

Д.И. Ерёмин – доктор биологических наук, доцент; AuthorID 318870.

П.С. Бататин.

Ю.В. Савельева – AuthorID 1196853.

Information about the author

DI. Eremin – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor; AuthorID 318870.

P.S. Batatin.

Yu.V. Savelieva – AuthorID 1196853.

Статья поступила в редакцию 19.07.2024; одобрена после рецензирования 02.09.2024; принята к публикации 03.10.2024.

The article was submitted 19.07.2024; approved after reviewing 02.09.2024; accepted for publication 03.10.2024.