

УДК 633.257

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки, сельскохозяйственные науки)

ПРОСО И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ПИТАНИИ ЛЮДЕЙ И ЖИВОТНЫХ

Баюров Леонид Иванович
к. с.-х. н., доцент ВАК
SPIN-код: 3777-5470, AuthorID: 270952
Тел.: 8(918)413-51-86
E-mail: leo56@mail.ru

Дмитриенко Станислав Николаевич
к. б. н., ведущий специалист
SPIN-код: 2175-0529, AuthorID: 675058
Тел.: 8(918)676-49-95
E-mail: stas47@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия

Просо обладает многими уникальными характеристиками, которые делают его перспективной севооборотной культурой. Во всем мире просо считается важной зерновой культурой, однако оно используется в недостаточной степени. Просо богато питательными веществами и полезными для здоровья фенольными соединениями, что делает его пригодным в качестве корма. Разнообразное содержание питательных веществ и фенольных соединений, присутствующих в жемчужном просе, является хорошим показателем того, что разнообразие доступного проса важно при выборе его для использования в качестве источника пищи и корма. Кроме того, пальчиковое просо обладает исключительно уникальным, более богатым и разнообразным фенольным составом, который отличается высокой антиоксидантной активностью. Это оказывает положительное влияние на здоровье человека, снижая уровень холестерина и фитатов в организме. Оно является хорошим источником незаменимых аминокислот, за исключением лизина и треонина. Содержание жира в просе также выше, чем в кукурузе, рисе и сорго. Содержание белка в просе составляет около 11 % в пересчете на сухое вещество. Поскольку просо богато клетчаткой, антиоксидантами и сложными углеводами, оно может быть ценным в профилактике различных сердечно-сосудистых заболеваний и рака. Регулярное потребление проса может снизить высокое кровяное давление и высокий уровень холестерина, замедлять процесс старения и защищать организм людей от возрастных дегенеративных заболеваний

UDC 633.257

4.1.2. Plant breeding, seed production and biotechnology (biological sciences, agricultural sciences)

MILLET AND ITS IMPORTANCE IN THE NUTRITION OF PEOPLE AND ANIMALS

Bayurov Leonid Ivanovich
Cand.Agr.Sci., Associate Professor of the Higher Attestation Commission
RSCI SPIN-code: 3777-5470, AuthorID: 270952
Tel.: +7(918)413-51-86
E-mail: leo56@mail.ru

Dmitrienko Stanislav Nikolaevich
Cand.Biol.Sci., leading specialist
RSCI SPIN-code: 2175-0529, AuthorID: 675058
Tel.: +7(918)676-49-95
E-mail: stas47@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia

Millet has many unique characteristics that make it a promising crop rotation crop. Millet is considered an important grain crop all over the world, but it is used insufficiently. It is also rich in nutrients and healthy phenolic compounds, which makes it suitable as a feed. The diverse content of nutrients and phenolic compounds present in pearl millet is a good indicator that the variety of available millet is important when choosing it for use as a food and feed source. In addition, finger millet has an exceptionally unique, richer and more diverse phenolic composition, which is characterized by high antioxidant activity. This has a positive effect on human health, reducing the level of cholesterol and phytates in the body. It is a good source of essential amino acids, with the exception of lysine and threonine. The fat content in millet is also higher than in corn, rice and sorghum. The protein content in the millet is about 11% in terms of dry matter. Since millet is rich in fiber, antioxidants and complex carbohydrates, it can be valuable in the prevention of various cardiovascular diseases and cancer. Regular consumption of millet can reduce high blood pressure and high cholesterol, slow down the aging process and protect the human body from age-related degenerative diseases

Ключевые слова: ПРОСО, ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ, БЕЛКИ, МАСЛО, АМИНОКИСЛОТЫ, КЛЕТЧАТКА, МИНЕРАЛЫ, ВИТАМИНЫ

Keywords: MILLET, NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE, PROTEINS, OIL, AMINO ACIDS, FIBER, MINERALS, VITAMINS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-191-039>

Введение. Во всем мире просо считается важной зерновой культурой, однако оно используется в недостаточной степени. Просо богато питательными веществами и полезными для здоровья фенольными соединениями, что делает его пригодным в качестве корма. Разнообразное содержание питательных веществ и фенольных соединений, присутствующих в жемчужном просе, является хорошим показателем того, что разнообразие доступного проса важно при выборе его для использования в качестве источника пищи и корма. Кроме того, пальчиковое просо обладает исключительно уникальным, более богатым и разнообразным фенольным составом, который отличается высокой антиоксидантной активностью. Это оказывает положительное влияние на здоровье человека, снижая уровень холестерина и фитатов в организме.

Научные исследования свидетельствуют о том, что просо было введено в культуру около 10 000 лет назад в Северном Китае. Сегодня оно широко используется в Китае, Индии, Непале, России, Украине, Белоруссии, на Ближнем Востоке, в Турции, Румынии и Соединенных Штатах. Археологические свидетельства выращивания одомашненного проса в Восточной Азии и Европе датируются как минимум 5 000 г. до н. э., а в Грузии и Германии оно было культурой раннего неолита (5 500–4 900 гг. до н. э.) и представляло собой либо одомашнивание одного и того же дикого предка, либо распространения культуры из Восточной Азии по маршруту шелкового пути.

Свидетельства культивирования в Южной Европе и на Ближнем Востоке сравнительно более поздние: самым ранним свидетельством его

<http://ej.kubagro.ru/2023/07/pdf/39.pdf>

культивирования на Ближнем Востоке являлась находка в руинах Нимруда (Ирак), датируемая примерно 700 г. до н. э. [5].

Обсуждение. По данным ФАО, мировое производство проса в 2019 г. оценивалось в 28,2 млн тонн, а в 2020 г. – существенно возросло до 30,5 млн. Под этой культурой в мире занято более 32 млн га. Африка является крупнейшим регионом с точки зрения мирового производства и потребления проса. На этот регион приходится более 55 % мирового производства и потребления, большая часть которого сосредоточена в таких странах, как Нигерия, Мали, Буркина-Фасо, Нигер и Судан. В мае 2021 г. правительства этих стран проводят политику поддержки производства и потребления проса через государственные банки семян, ярмарки и фермерские сети.

Индия также является крупным мировым производителем с долей мирового рынка в 43 %. По данным Министерства сельского хозяйства страны, производство проса увеличилось с 14,52 млн т в 2015–16 гг. до 17,96 млн т в 2020–21 гг.

В настоящее время более половины произведенного проса находит применение не только в качестве основного продукта питания, но и в альтернативных целях. В 2018 г. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) одобрила предложение Индии о проведении в 2023 г. Международного года проса.

По прогнозам в течение 2022–2027 гг. среднегодовой прирост мирового производства проса составит около 5 %. Эпидемия COVID-19 в 2020 г. оказала двоякое действие на рынок проса: с одной стороны, из-за введения неоднократных ограничений на его экспорт возникали срывы при его экспортно-импортных поставках, дефицит рабочей силы и перерабатывающих предприятий. Как известно, употребление в пищу зерновых культур, богатых важнейшими питательными веществами, включает просо и различные продукты его переработки. В целом за несколько последних лет мировое потребление проса снизилось на 0,9 %, но ожидается, что в тече-

ние ближайшего прогнозируемого периода будет наблюдаться положительная динамика.

Существует много разновидностей проса, четыре из которых – жемчужное (или перловое) просо (*Pennisetum glaucum*), на долю которого приходится до 40 % мирового производства, итальянское или могогар (*Setaria italica*), посевное (*Panicum miliaceum*) и пальчатое просо (*Eleusine coracana*) наиболее широко используется в культуре (рисунки 1–3).



Рисунок 1 – Просо пальчатое и итальянское (могогар)



Рисунок 2 – Просо головчатое и жемчужное (перловое)

Жемчужное просо выращивают в районах с низким и неустойчивым количеством осадков, высокой температурой и низким плодородием поч-

вы. Оно отличается самыми крупными семенами, и чаще всего используется в пищевых целях. Его питательная ценность выше, чем у других злаков, поскольку оно содержит 10,5–14,5 % белка; 4,0–8,0 % жира и 2,0–3,5 % минеральных веществ, а также различные витамины и аминокислоты. Производители животноводческой продукции используют жемчужное просо для выпаса скота, а также заготовки сена и силоса.

Дикий предок обычного проса пока точно не установлен, однако сорные формы проса, которые его включают встречаются по всей Евразии. Хромосомная гибридизация с геномной ДНК и филогенетические данные свидетельствуют об аллотетраплоидном происхождении посевного проса (*Panicum miliaceum*) с волосовидным просом (*Panicum capillare*), а также так называемой торпедной травой (*Panicum repens*) в качестве предков.



Рисунок 3 – Просо посевное

Посевное просо – это однолетнее растение, выращиваемое чаще всего как позднеспелая летняя культура, вегетирующая в пределах 2–3,5 месяцев. Его компактная метелка свисает на верхушке. Зерна длиной около 3 мм и шириной 2 мм, имеют округлую форму и покрыты гладкой блестя-

щей оболочкой обычно белого или кремово-белого, желтого, красного, а также серого, коричневого и даже черного цветов.

Этот вид произрастает севернее, чем другие виды проса. Например, в горных условиях бывшего СССР это растение успешно культивируется на высоте до 1 200 м и до 3 500 м – в Индии в неорошаемых условиях на засушливых землях со среднегодовым количеством осадков в пределах 330–350 мм.

Как теплолюбивая культура, просо чувствительно к заморозкам и требует сравнительно высокой температуры для прорастания и развития. Оптимальные температуры почвы при этом варьируются от 20 до 30 °С. Будучи культурой класса С4 с низким коэффициентом транспирации в условиях засухи, просо способно эффективно фиксировать углерод из атмосферного воздуха при высоких температурах и ограниченном количестве азота в почве. Кроме того, при температурах выше 30 °С эта культура прекращает активный рост, цветение, и чтобы противостоять условиям засухи сохраняет свой стебель на меньшей высоте. Просо хорошо растет и развивается на почвах с рН от 5,5 до 6,5.

Просо – один из продовольственных злаков наряду с основными видами – пшеницей, рисом и кукурузой. Оно является важным источником пищи для миллионов людей, особенно тех, кто проживает в жарких и засушливых районах земного шара. При этом различные виды проса выращиваются зачастую в таких условиях, при которых другие зерновые культуры не дают существенных урожаев. Пшено по-прежнему является основным продуктом питания для миллионов бедных людей в Африке и Азии, где белково-энергетическое недоедание и дефицит важнейших микроэлементов вызывают озабоченность, особенно в питании детей.

Оно является хорошим источником энергии, содержащим белок, жирные кислоты, минералы, витамины, клетчатку (пищевые волокна) и полифенолы. Обработка зерна для многих конечных целей включает пер-

вичную (увлажнение, шелушение и измельчение) и вторичную (ферментацию, соложение, экструзию, глазирование, дробление и обжаривание) технологические операции.

Новые данные свидетельствуют о большом количестве потенциальных механизмов действия последних в профилактике заболеваний, которые могут быть независимы от их обычной антиоксидантной активности. Типичный белок проса содержит большое количество незаменимых аминокислот, особенно серосодержащих – метионина и цистеина. Просо является источником антиоксидантов, таких как фенольные соединения, особенно феруловая кислота, катехины, а также гликированных флавоноидов.

Считается, что окислительный стресс играет значительную роль в различных заболеваниях, включая рак, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, болезни Альцгеймера и Паркинсона и заболевания глаз, такие как катаракта и возрастная макулярная дегенерация. Поэтому природные антиоксиданты, содержащиеся в просе, могут обеспечивать профилактику заболеваний.

Это засухоустойчивая культура, которая может храниться в течение длительного времени без порчи и изменения своих первоначальных свойств. Существуют некоторые расхождения в классификации просяных: в ряде источников их относят к семейству Злаковых (*Gramineae*), а в других – к семейству Мятликовых (*Poaceae*).

Как и многие другие крупы, пшено отличается высоким содержанием углеводов, энергией и питательностью, что делает его полезным компонентом рациона и пищевого баланса в продуктах питания. Сочетание пшена с другими источниками белка может компенсировать дефицит определенных аминокислот, например, таких как лизин. А это, в свою очередь, стало бы решающим фактором для существенного расширения спектра применения семян проса. Мировой рейтинг производителей проса представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Мировой рейтинг крупнейших производителей проса [2]

Место в рейтинге	Страна	Валовое производство, млн тонн
1	Индия	10,910
2	Нигерия	5,000
3	Нигер	2,955
4	Китай	1 620
5	Мали	1,152
6	Буркина-Фасо	1,109
7	Судан	1,090
8	Эфиопия	0,807
9	Чад	0,582
10	Сенегал	0,572
В мире в целом		29,870

В 2020 г. было произведено 86,5 тыс. тонн пшениной крупы, что по сравнению с 2019 г. было больше примерно 22 тыс. т или на 33 %, а по сравнению с 2018 г. – соответственно на 21,4 тыс. т (33 %) (рисунки 4 и 5) [3].

По данным Экспертно-аналитического центра агробизнеса, за первые 10 месяцев 2021 г. в Российской Федерации было произведено 71,9 тыс. т пшеницы. По сравнению с январем–октябрем 2020 г., объемы его производства выросли на 3,6 %, а с учетом того же периода 2019 г. – на 42,4 %.

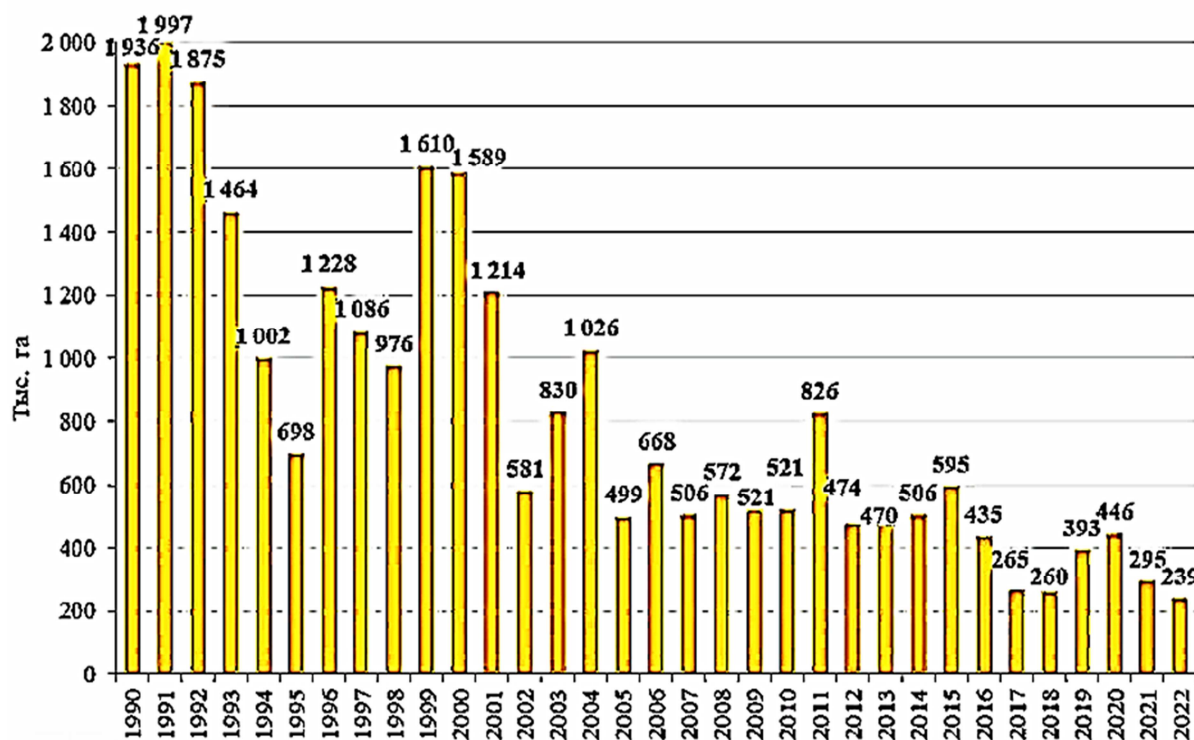


Рисунок 4 – Динамика посевных площадей проса в хозяйствах всех категорий РФ в 1990–2022 гг., тыс. га [4]

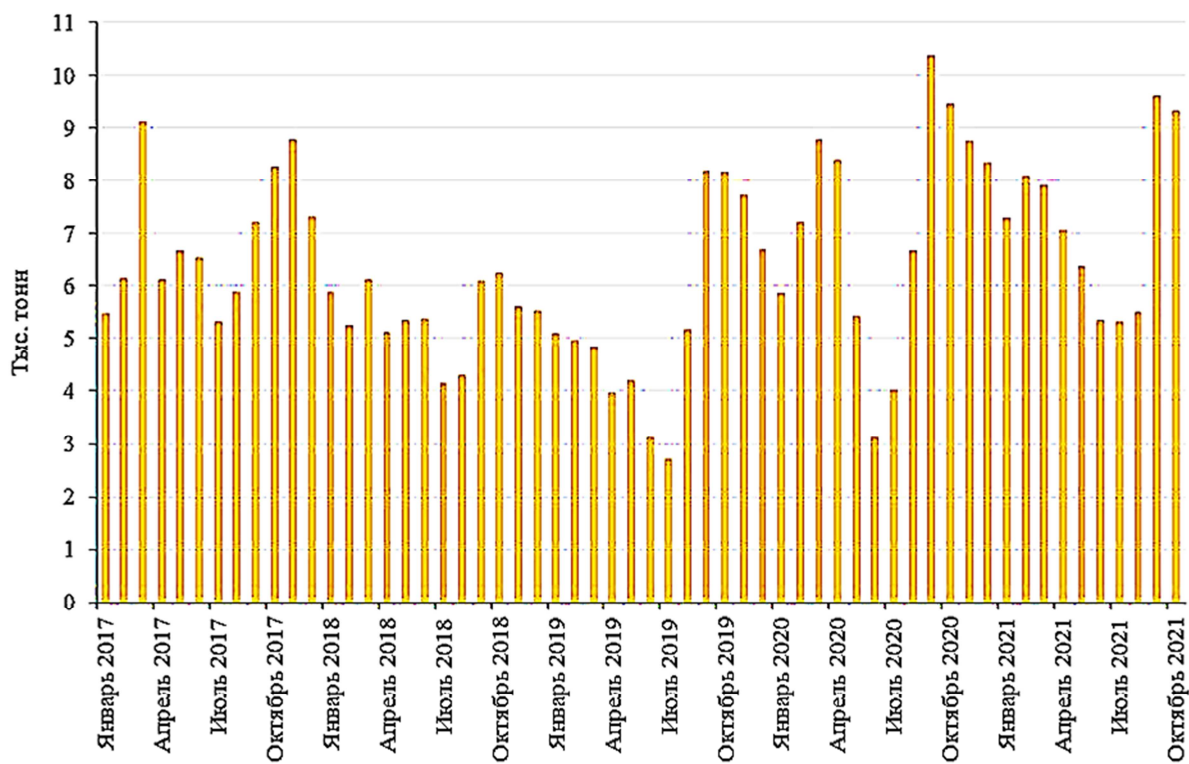


Рисунок 5 – Динамика производства пшеницы в РФ в 2017–2021 гг., тыс. т [4]

В 2022 году посевная площадь проса в России составила 237,2 тыс. га против 294,8 тыс. га в 2021 г. Валовое производство пшена в России по итогам 2022 года составило около 307,5 тыс. тонн, что примерно на 61 тыс. тонн меньше, чем в 2021 г. При этом средняя урожайность за последние 20 лет увеличилась примерно в 1,6 раза – с 8 до 12,5 ц/га. Что касается экспорта пшенной крупы, то в 2022 г. он составил всего лишь 13 тыс. тонн.

На рисунке 6 отражено производство проса в 2022 г. по отдельным федеральным округам.

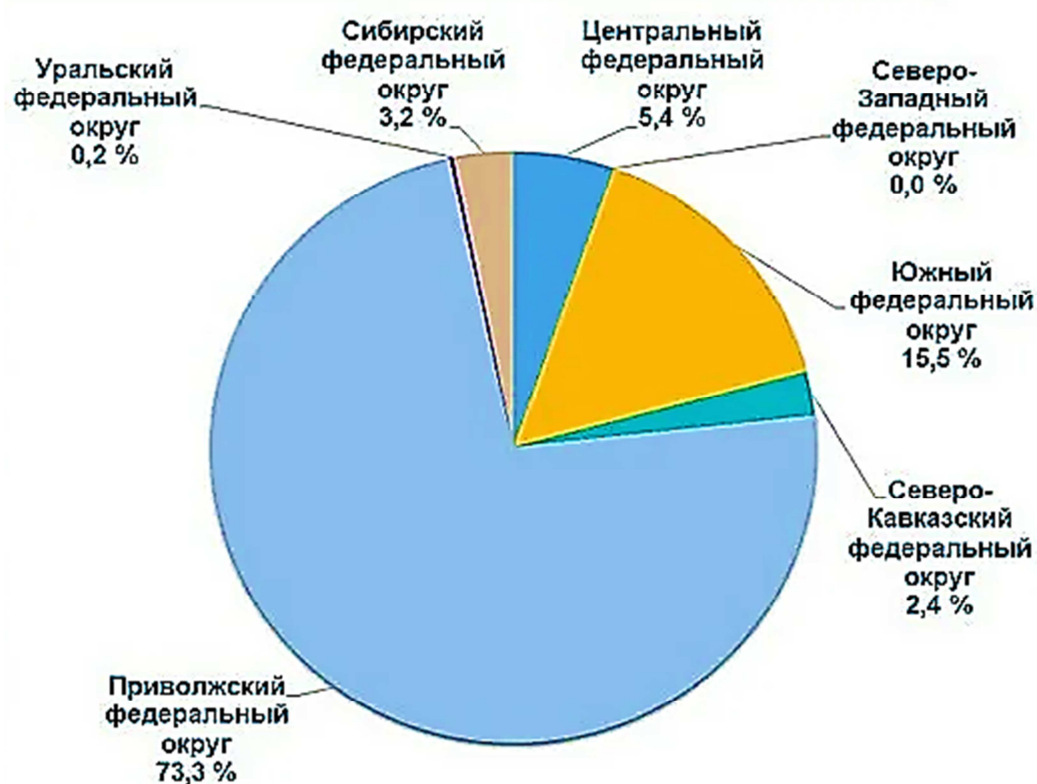


Рисунок 6 – Производство проса в 2022 году по федеральным округам РФ в хозяйствах всех категорий

Углеводы пшена состоят из свободных сахаров, таких как глюкоза, фруктоза, сахароза и раффиноза, в количестве от 1,2 до 2,5 %. (2–3 %), некрахмалистых полисахаридов (15–20 %) и крахмала (60–75 %). Моносахариды (ксилоза и глюкоза) и урновые кислоты присутствуют во фракции

некрахмалистых полисахаридов пшеницы. Олигосахариды, вызывающие метеоризм – арабиноза ($C_5H_{10}O_5$) и стахиоза ($C_{24}H_{42}O_{21}$) – практически отсутствуют в нем. Пшеничный крахмал содержит амилозу и амилопектин в соотношении 25:75, как и в других злаках.

Вторым основным компонентом пшеницы является белок. Считается, что в перловом просе его содержится около 11,6 %, что выше, чем в рисе (7,2), ячмене (11,5), кукурузе (11,1) и сорго (10,4 %).

Из общего количества пищевых волокон 90 % составляют нерастворимые пищевые волокна, содержащиеся в алейроновом слое и веществе клеточной стенки ядра. Клетчатка считается важным компонентом для здоровья кишечника, и умеренное потребление продуктов с ней может улучшить состояние кишечника. Аналогичным образом клетчатка важна для профилактики сердечных заболеваний, рака толстой кишки и диабета.

Высокое содержание пищевых волокон в перловом просе (8–9 %) придает ему способность улучшать опорожнение кишечника. Это способствует более медленному продвижению химуса по желудочно-кишечному тракту, увеличивая продолжительность перерывов между приемами пищи, что может являться профилактической мерой ожирения. Кроме того, из-за низкой усвояемости она снижает уровень глюкозы в крови и помогает больным сахарным диабетом I типа.

Кроме того, клетчатка, содержащаяся в пшенице, может помочь снизить уровень вредного холестерина, одновременно повышая уровень полезного. Она также предотвращает секрецию желчных кислот, которая вызывает образование камней в желчном пузыре.

Содержание жира в просе варьируется в пределах 1–5 %, при этом самое низкое – в зерне пальчикового проса (1 %) и самое высокое – в семенах перлового, лисохвостного и посевного проса (5 %). Профиль жирных кислот показал, что общее количество присутствующих насыщенных жирных кислот составляет 17,9–21,6 %, а ненасыщенных – 78–82 %. В со-

ставе жирных кислот проса много пальмитиновой, стеариновой и линолевой кислот и меньше – олеиновой, линолевой и линоленовой кислот.

Пальчиковое просо (*Eleusine coracana*) в дополнение к высокому содержанию питательных веществ содержит многочисленные биологически активные соединения, в том числе полифенолы, флавоноиды, фитиновую кислоту и пищевые волокна. Полифенолы известны своей антиоксидантной и антидиабетической ролью.

Фитиновая кислота, которая раньше считалась антипитательным веществом, сегодня отнесена к нутрицевтикам, поскольку снижает усвояемость углеводов и, таким образом, контролирует уровень глюкозы после приема пищи, что очень важно для пациентов, страдающих сахарным диабетом I типа. Различные биоактивные вещества из проса эффективно контролируют патогенную кишечную микробиоту, такую как *Shigella spp* и *Clostridium histolyticum*, существенно снижая риск возникновения энтероколитов.

Пшено является богатым источником витаминов группы В (за исключением В₁₂). Общее содержание присутствующего ниацина (В₃) составляет около 11 мг, из которого только 13 % можно экстрагировать холодной водой. В зрелых зернах проса обнаружен также низкий уровень витамина С.

Содержание минеральных веществ в просе в целом сопоставимо с другими злаками, но по содержанию кальция и марганца оно превосходит их: некоторые сорта проса с высоким содержанием белка (8–12,1 %) содержат 294–390 мг кальция на 100 г семян. Содержание железа в мелкосемянных видах проса также очень высоко, а обычное просо богато медью.

Магний, содержащийся в пшене, способствует расслаблению стенок кровеносных сосудов и поддерживает кровяное давление, улучшает доставку питательных веществ за счет улучшения кровотока и, таким образом, дополнительно защищает сердечно-сосудистую систему. Пшено так-

же повышает чувствительность организма к инсулину, снижает уровень триглицеридов и является кофактором для более чем 300 ферментов. Поэтому потребление пшена в значительной степени профилактирует риск развития атеросклероза и сахарного диабета II типа.

Качество пищевого белка является ключевым вопросом питания, поскольку оно варьируется от одного пищевого белка к другим, что важно учитывать. Основным фактором при этом является содержание и доступность в них незаменимых аминокислот.

Скорость потери организмом белка определяется путем измерения экскреции азота или его баланса в сытом состоянии. Потребность в белке с пищей отражает, прежде всего, потребность организма в аминокислотах, которые его составляют, и, фактически, диетический белок может быть заменен смесями аминокислот.

Рацион не может обеспечить поступление всех аминокислот в точном количестве и соотношении, используемом клетками. Скорее, общее количество белка или аминокислот, поступающих с пищей, является важным фактором наряду с потребностями в определенных количествах конкретных аминокислот. Синтез тканевых белков существенно ограничен, если все необходимые для этого аминокислоты не доступны одновременно или находятся в неподходящих количествах и соотношениях в соответствующем месте.

Поэтому для нас представлял интерес аминокислотного состава зерен желтого и красного проса. С этой целью в марте 2023 г. на кафедре физиологии и кормления сельскохозяйственных животных Кубанского ГАУ был проведен соответствующий анализ на аминокислотном анализаторе АКА-1000 (Россия). Хроматограммы образцов желтого и красного проса представлены на рисунках 7 и 8.

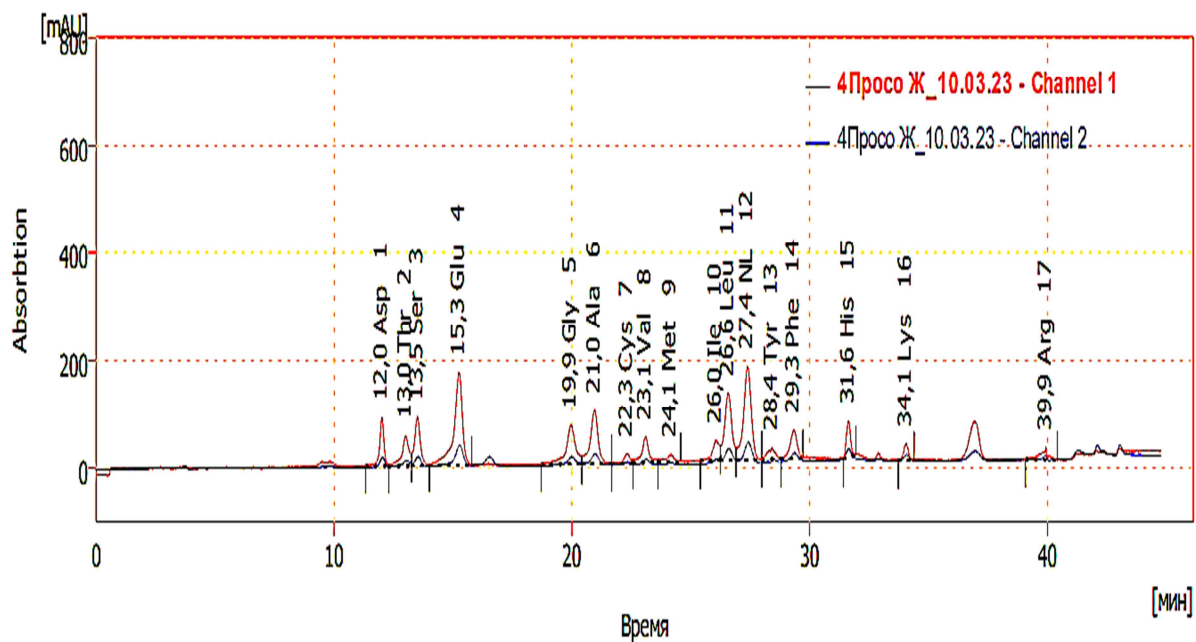


Рисунок 7 – Хроматограмма аминокислотного состава образца желтого проса

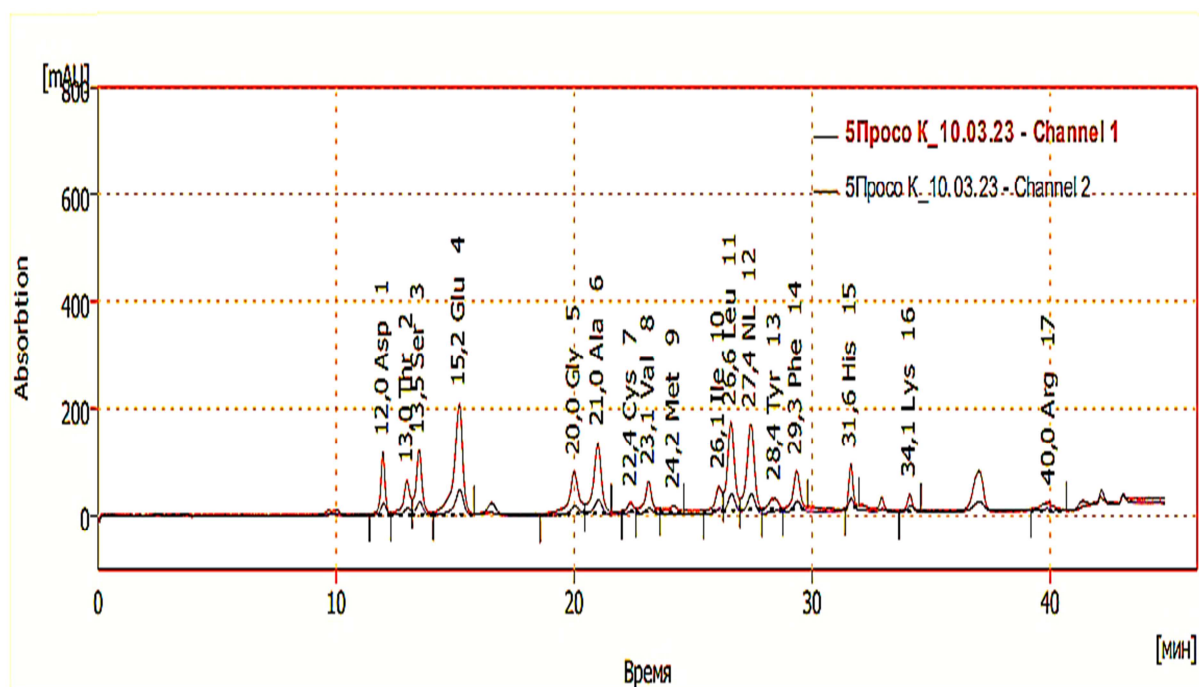


Рисунок 8 – Хроматограмма аминокислотного состава образца красного проса

В результате проведения аминокислотного анализа образцов проса были получены следующие результаты (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание аминокислот в высушенных образцах семян желтого и красного проса

Аминокислота	Содержание в просе, %	
	желтом	красном
Аланин	0,76	1,12
Аргинин	0,26	0,37
Аспарагиновая кислота	0,47	0,66
Валин	0,34	0,45
Гистидин	0,22	0,29
Глицин	0,25	0,31
Глутаминовая кислота	1,50	2,04
Изолейцин	0,28	0,36
Лейцин	0,80	1,17
Лизин	0,16	0,20
Метионин	0,20	0,21
Пролин	0,47	0,73
Серин	0,49	0,77
Тирозин	0,18	0,22
Треонин	0,31	0,36
Триптофан	0,11	0,15
Фенилаланин	0,36	0,51
Цистин	0,20	0,21
Всего:	7,36	10,13

Как видно из данных, приведенных в таблице 2, практически по всем аминокислотам красное просо содержало их в большем количестве, чем желтое.

На основе длительных биомедицинских исследований ФАО и ВОЗ (1988) разработан критерий для определения качества белка – эталон, который максимально отвечает всем потребностям организма с учетом его сбалансированности по всем незаменимым аминокислотам (таблица 3).

Таблица 3 – Эталонные ВОЗ и аминокислотный скор семян проса

Аминокислота	Эталон ВОЗ, мг/г белка	Просо			
		желтое		красное	
		мг/г белка	аминокислотный скор, %	мг/г белка	аминокислотный скор, %
Лизин	55	21,7	39,5	20,2	36,7
Лейцин	70	110,4	157,7	116,6	166,6
Валин	50	46,7	93,4	45,1	90,2
Треонин	40	42,5	106,3	36,3	90,8
Изолейцин	40	38,4	96,0	36,2	90,5
Фенилаланин + тирозин	60	74,5	124,2	73,1	121,8
Метионин + цистин	35	55,9	159,7	42,5	121,4
Триптофан	10	15,1	151,0	14,5	145,0

В 1989 году совместная комиссия экспертов ФАО и ВОЗ по оценке качества белка рекомендовала использовать метод оценки аминокислот с поправкой на усвояемость белка для оценки его качества. При расчетах предельная аминокислотная оценка (т. е. отношение первой предельной аминокислоты в 1 г используемого продукта к таковой в эталонном белке или потребности) умножается на усвояемость белка [1].

Исследования, появившиеся за это время, предоставили полезные данные по различным аспектам оценки качества белка. Информация о питательной ценности пищевых продуктов дает знания, необходимые для до-

стижения целей анализа пищевых продуктов и может способствовать разработке методов и способов их производства и хранения.

Как известно, биологическая ценность белка определяется его аминокислотным составом и может быть оценена по количеству присутствующей лимитирующей аминокислоты, присутствующей в белке в наименьшем количестве. Во многих случаях лимитирующей аминокислотой является лизин, который встречается не так часто, как другие аминокислоты.

Чем величина КРАС ниже, тем полноценность белка выше. При этом первой лимитирующей аминокислотой, определяющей биологическую ценность продукта, считается та, которая характеризуется наименьшим скором [1]. Используя эту закономерность, рейтинг качества белка определяется путем сравнения аминокислотного профиля конкретного пищевого белка со стандартным аминокислотным профилем с максимально возможным значением 1,0. Этот показатель означает, что после переваривания белка на его единицу приходится 100 % или более необходимых незаменимых аминокислот.

Степень, в которой структура аминокислот в пищевом белке соответствует потребностям в аминокислотах, напрямую отражается на эффективности, с которой данный пищевой белок используется в различных физиологических процессах (например, при росте, лактации и т. д.), и является основным фактором, определяющим основные различия в биологической ценности пищевых белков и регулирующим катаболизм отдельных незаменимых аминокислот независимо от общего количества.

Дисбаланс между потреблением незаменимых и заменимых аминокислот с пищевыми белками может вызывать катаболизм первых для синтеза вторых. Катаболизм аминокислот также является частью энергетического обеспечения организма для поддержания синтеза АТФ. Изменения в потреблении небелковой энергии могут оказывать быстрое и заметное влияние на общий катаболизм аминокислот.

С учетом знаний скор в лимитирующих аминокислотах была рассчитана степень усвояемости белка и коэффициент сопоставимой избыточности незаменимых аминокислот. Оценка качества белков с помощью указанных показателей основана на следующем положении: более высокая степень их утилизации (в идеале $U = 1$) и наименьшая сопоставимая избыточность (в идеале $\delta c = 0$), характеризуют более оптимальную сбалансированность незаменимых аминокислот и рациональность их использования организмом. Нами были получены следующие результаты (таблица 4).

Таблица 4 – Биологическая полноценность белков проса

Продукт	КРАС	Биологическая полноценность, %	Коэффициент утилитарности (усвояемости) U , дольных единиц	Коэффициент сопоставимой избыточности δc , г
Просо желтое	76,51	23,49	0,35	66,70
Просо красное	71,15	28,85	0,34	68,69

Как видно из приведенных в ней данных, обе разновидности проса обладают удовлетворительной биологической полноценностью белков с учетом их коэффициентов утилитарности и сопоставимой избыточности.

Вывод. Качество белка в продуктах питания, предназначенных для людей, благодаря использованию аминокислотных профилей, показателей аминокислотного состава и усвояемости белка может обеспечить дополнительную информацию для таблицы состава пищевых продуктов и международным базам данных о продуктах.

С учетом вышеизложенного можно заключить, что посевное просо является зерновой культурой, которую следует широко использовать как в питании людей, так и животных.

Список литературы:

1. Баюров Л.И. Сафлор – перспективная культура! / Л. И. Баюров, С. Н. Дмитриенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2023. – № 06(190). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2023/06/pdf/27.pdf>, 1.063 у.п.л. – IDA [article ID]: 1902306027. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-190-027>.
2. Ведущие страны-производители проса в мире [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.history-hub.com/vedushie-strany-proizvoditeli-prosa-v-mire> (дата обращения 15.05.2023).
3. Производство круп в России – общие тенденции [Электронный ресурс] – URL: <https://www.zol.ru/review/o-proizvodstve-krup-v-rossii-v-2020-2021-gg-216666> (дата обращения 14.06.2023).
4. Рынок проса и пшена: тенденции и прогнозы, обновление на 2022 год [Электронный ресурс] – URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/groats/rynok-prosa-i-pshena-tendentsii-i-prognozy-obnovlenie-na-2022-god.html> (дата обращения 14.06.2023).
5. Lu H, Zhang J, Wu N et al. (21 April 2009). Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.106 (18): 7367–7372.

References

1. Bayurov L.I. Saflor – perspektivnaya kul'tura! / L. I. Bayurov, S. N. Dmitrienko // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2023. – № 06(190). – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2023/06/pdf/27.pdf>, 1.063 u.p.l. – IDA [article ID]: 1902306027. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-190-027>.
2. Vedushchie strany-proizvoditeli prosa v mire [Elektronnyj resurs] – URL: <https://ru.history-hub.com/vedushie-strany-proizvoditeli-prosa-v-mire> (data obrashcheniya 15.05.2023).
3. Proizvodstvo krup v Rossii – obshchie tendencii [Elektronnyj resurs] – URL: <https://www.zol.ru/review/o-proizvodstve-krup-v-rossii-v-2020-2021-gg-216666> (data obrashcheniya 14.06.2023).
4. Rynok prosa i pshena: tendencii i prognozy, obnovlenie na 2022 god [Elektronnyj resurs] – URL: <https://agrovesti.net/lib/industries/groats/rynok-prosa-i-pshena-tendentsii-i-prognozy-obnovlenie-na-2022-god.html> (data obrashcheniya 14.06.2023).