



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.1.6>

UDC 631.527:633.173

LBC 41.310



## STUDY OF GRAIN STARCH OF MILLET VARIETIES

**Olga B. Kameneva**

Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov, Russian Federation

**Olga V. Kireeva**

Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov, Russian Federation

**Abstract.** The article considers the study of structural and physiological-biochemical characteristics of starch in grains of different varieties of common millet. The main focus is on determining the starch content, including its amylose and amylopectin components, and how these factors influence the food and technical value of the grain. The results show diversity in starch composition and quality, which is associated with genetic characteristics of varieties and growing conditions. The study contributes to the selection of promising millet varieties for breeding with improved technological characteristics and increased nutritional value. The obtained data can be used in agricultural technology and grain processing for the production of functional food products. Thus, the study of starch in the grain of common millet is a topical task for agricultural science and the food industry aimed at optimizing the use of this crop and increasing its biological and economic value.

**Key words:** millet, starch and syrup industry, amylose, starch, amylopectin.

**Citation.** Kameneva O.B., Kireeva O.V. Study of Grain Starch of Millet Varieties. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2026, vol. 16, no. 1, pp. 52-58. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.1.6>

УДК 631.527:633.173

ББК 41.310

## ИССЛЕДОВАНИЕ КРАХМАЛА В ЗЕРНЕ СОРТООБРАЗЦОВ ПРОСА ПОСЕВНОГО

**Ольга Борисовна Каменева**

Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы,  
г. Саратов, Российская Федерация

**Ольга Валерьевна Киреева**

Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы,  
г. Саратов, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье рассмотрено исследование структурных и физиолого-биохимических характеристик крахмала зерна различных сортообразцов проса посевного. Основное внимание уделено определению содержания крахмала, его амилозного и амилопектинового компонента, а также их влияния на пищевую и техническую ценность зерна. Результаты показывают разнообразие в составе и качестве крахмала, что связано с гене-

тическими особенностями сортообразцов и условиями выращивания. Исследование способствует выбору перспективных сортов проса для селекции улучшенными технологическими характеристиками и повышенной пищевой ценностью. Полученные данные могут быть использованы в технологии и переработке зерна для производства функциональных пищевых продуктов. Таким образом, исследование крахмала в зерне посевного проса является актуальной задачей для аграрной науки и пищевой промышленности, направленной на оптимизацию использования этой культуры, повышение ее биологической и экономической ценности.

**Ключевые слова:** просо посевное, крахмалопаточная промышленность, амилоза, крахмал, амилопектин.

**Цитирование.** Каменева О. Б., Киреева О. В. Исследование крахмала в зерне сортообразцов проса посевного // Природные системы и ресурсы. – 2026. – Т. 16, № 1. – С. 52–58. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2026.1.6>

## Введение

Крахмал является одним из основных запасных углеводов в зерне сельскохозяйственных культур, включая просо, и играет ключевую роль в формировании энергетического потенциала растения. Исключительной биологической особенностью проса посевного является обеспечение хорошего урожая при поздних сроках посева, а также получение двух урожаев в течение года. Небольшая норма высева, более поздние сроки сева и короткий период вегетации все это делает просо незаменимой страховой и пожнивной культурой. Это позволяет использовать ее для пересева погибших от различных стихийных бедствий озимых и яровых культур.

Задачей нашей селекционной работы по просу являлось создание нового, явно отличающегося от любого другого общеизвестного сорта, способного формировать высокий урожай, независимо от климатических условий. Просо посевное обладает высокими потребительскими свойствами крупы, улучшенными технологическими качествами зерна, устойчивого к болезням и вредителям [1–5; 11].

## Материал и методы

В 2025 г. в соответствии с поставленными задачами была проведена оценка 11 образцов коллекции ВИР и сортов проса посевного собственной селекции, сорта – Аполлон, Золотая Орда, Альбатрос, Ярлык [5; 6].

В разработанной в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» модели сорта проса посевного для переработки на крахмал, масса 1 000 зерен должна составлять на менее 7,5–9,5 г. Основными показателями пригодности проса для

производства крахмала является высокая урожайность зерна, которая не должна быть менее 2,5–3,0 т/га и выше, а также очень высокое содержание крахмала не менее 73–77 %. При таком комплексе показателей зерна проса выход крахмала должен быть не менее 1,83 т/га и выше.

Содержание крахмала в просе посевном является ключевым показателем качества зерна, определяющим его пригодность для пищевых и промышленных целей. Результаты анализа позволяют оценить сортовые особенности, условия выращивания и качество урожая. Просо посевное (*Panicum miliaceum*) – злак, широко используемый как кормовое и пищевое растение. Одной из важнейших характеристик зерна проса является содержание крахмала, так как он напрямую влияет на пищевую и технологическую ценность [9].

Просо содержит значительное количество крахмала – основной углеводов, который составляет от 60 до 70 % от массы сухого зерна.

Цвет зерна проса посевного является важным признаком, который напрямую коррелирует с химическим составом и содержанием крахмала.

## Результаты и обсуждения

Изучены сортообразцы рабочей коллекции по признаку «высота растений» сортообразцы проса посевного распределены на группы: очень низкорослые (< 50 см), низкорослые (50–80 см), среднерослые (81–110 см), высокорослые (111–140 см), очень высокорослые (> 140 см); по признаку «длина метелки»: очень короткая (< 10 см), короткая (11–20 см), средняя (21–30 см), длинная (31–40 см), очень длинная (> 40 см) (см. табл. 1).

Группа высокорослых растений составила 13,3 % или 2 сортообразца, к ним относятся сорт «Золотая Орда» и сортообразец к-10178. Стоит отметить, что в группу среднерослых растений вошло 13 сортообразцов, то есть 86,6 %. Так по высоте растений выделены следующие образцы рабочей группы проса посевного: к-10178, к-10306, к-9845 и сорта Аполлон, (107, 6) и Золотая Орда (112,0). А группа очень низкорослых сортообразцов в изучаемой коллекции отсутствовала [5; 7; 10].

При созревании (рисунок) сортообразцы соответствовали величине показателя модели сорта; наибольшая длина соцветий установлена у образцов: к-10214 – 27,0 см;

к-10036 – 25 см и у сортов – Аполлон – 23,0 см и Золотая Орда – 24,6 см. По комплексу ценных морфометрических показателей в коллекционном питомнике проса посевного выделены сортообразцы: наиболее быстрорастущими оказались к-10323, к-9846, к-9845 и сорта местной селекции Золотая Орда и Аполлон [6].

При распределении сортообразцов проса посевного по признаку «длина метелки» размах варьирования составил от 17,6 до 27,6 см. Максимальный показатель по этому признаку отмечен у образца к-10214 (табл. 2).

Проведена оценка величины изменчивости основных показателей образцов рабочей кол-

*Таблица 1*

**Ранжирование образцов проса посевного по признаку «высота растений»**

Характеристика по классификатору ВИР	Высота растений, см	Количество образцов, шт.	Количество образцов, %
Очень низкорослые	< 50 см	0	0
Низкорослые	50–80	0	0
Среднерослые	81–110	13	86,6
Высокорослые	111–140	2	13,3
Очень высокорослые	> 140	0	0



А

Б

Растения проса, сорт Аполлон, 2025 (автор фото О.В. Киреева)

А – фаза выметывания; Б – фаза полной спелости

*Таблица 2*

**Ранжирование образцов проса посевного по признаку «длина соцветия»**

Характеристика по классификатору ВИР	Длина соцветий, см	Количество образцов, шт.	Количество образцов, %
Короткая	До 19	2	13,3
Укороченная	19–24	11	73,3
Длинная	> 24	2	13,3

лекции в селекции сортов для производства крахмала и получения продуктов его переработки. Элемент зерновой продуктивности – массы 1 000 семян у образцов показал среднюю изменчивость величины признака минимальное значение показателя установлено у линий к-10306 и к-10036 составил 6,5 г, а наибольший – у сорта Аполлон и Золотая орда 8,1 и 7,8 г соответственно [5; 6]. Из коллекционных образцов – к-9842 и к-10323 – 7,9 и 7,8 г соответственно (табл. 3).

Из литературных источников [8; 11] известно, что светлоокрашенное зерно проса содержит большее количество крахмала в отличие от темных. Это связано с тем, что образцы светло-желтого и кремового оттенков сорта имеют более развитый эндосперм, в котором

крахмал представлен в большем объеме. Зерно с более темной окраской (варьируется от янтарной до коричневатой) наоборот содержит меньше крахмала, но высокое содержание белка и жира. Эти научные изыскания согласуются с нашими данными (табл. 4). Это свойство необходимо учитывать в селекционной работе, при подборе родительских форм. Вот несколько ключевых научных работ и авторов, которые исследовали взаимосвязь цвета зерна проса посевного и содержание крахмала.

Высокое содержание крахмала делает просо ценным сырьем в производстве крахмалистых продуктов и пищевых ингредиентов. Его крахмал используется в пищевой промышленности, а также в изготовлении кормов бла-

Таблица 3

**Морфометрические показатели сортообразцов обыкновенного проса**

Наименование образца	Высота, см	Длина метелки, см	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
к-10323	101,0	22,0	7,8	1,80
к-10036	103,0	23,0	6,5	0,98
к-10178	111,0	22,0	6,7	1,35
к-9846	108,0	23,0	7,0	2,40
к-10214	97,0	22,0	7,2	1,70
к-10380	93,0	20,0	6,8	2,10
к-10306	107,0	22,0	6,5	1,43
к-9838	97,0	22,0	6,9	0,98
к-9841	100,0	18,0	7,1	1,50
к-9842	94,0	20,0	7,9	1,20
к-9845	105,0	22,0	6,8	0,90
Аполлон	106,0	23,0	8,1	2,60
Альбатрос	103,0	21,0	7,2	1,80
Золотая Орда	112,0	24,0	7,8	1,70
Ярлык	108,0	21,0	7,2	1,20
Значение признака (min–max)	97,0–112,0	18,0–24,0	6,5–8,1	0,98–2,60

Таблица 4

**Особенности окраски внешней оболочки зерна сортообразцов проса посевного**

Наименование сортообразца	Окраска оболочек зерна
к-9838	Красный
к-9841	Красный
к-9842	Красный
к-9845	Желтый
к-9846	Красный
к-10214	Красный
к-10380	Красный
к-10306	Светло-красный
к-10036	Красный
к-10178	Красный
к-10323	Кремово-желтый
Аполлон	Бледно-желтый
Альбатрос	Кремовый
Золотая Орда	Желтый
Ярлык	Темно-красный

годаря высокой энергоемкости. Кроме того, крахмал влияет на технологические свойства теста и консистенцию готовых продуктов.

На основании расчетов теоретического выхода глюкозо-фруктозных сиропов с влажностью 30 % и содержанием сухого вещества 70 % (в составе глюкоза и фруктоза 50 : 50 %) выделены образцы с максимальным значением по этому показателю: к-10380 – 2,053 т/га, сорта Аполлон – 2,796 т/га, Альбатрос – 1,903 т/га (табл. 5).

**Заключение**

Изучение фракционного состава зерна, отобранных сортообразцов проса посевного позволило выделить высокоамилозные и высокопектиновые формы. Сортообразцы с высоким содержанием амилозы могут быть использованы

в селекции высокоамилозных сортов, применяемых для диет по снижению массы тела людей (к-10036 с максимальным содержанием амилозы 33,5%, к-9838 – 29,9 %, к-10178 – 28,6 %). Высокоамилозные сортообразцы проса могут быть использованы для получения амилозы, которая в свою очередь нашла широкое применение в производстве биоразлагаемых съедобных пищевых пленок, в фармакологии как наполнитель лекарственных средств и покрытия таблетированных форм, для шлихтования тканей в текстильной промышленности и т. д. Сортообразцы к-9843 (79,3 %), к-1669 (77,6 %), Аполлон (76,5 %) с высоким содержанием амилопектина могут быть использованы в селекции высокоамилопектиновых сортов проса, применение которых не менее актуально в диабетической диетологии, так и в качестве сырья для текстильной, бумажной и других видов отраслей промышленности [1; 5; 11].

*Таблица 5*

**Теоретический выход глюкозо-фруктозных сиропов из крахмала проса посевного**

Наименование образца	Содержание крахмала, %	Теоретический выход крахмала, т/га	Теоретический выход глюкозо-фруктозных сиропов (с.в.), т/га	Теоретический выход глюкозо-фруктозных сиропов с влажностью 30 %, т/га
к-10323	65,59	1,180	1,296	1,685
к-10036	73,79	0,723	0,794	1,032
к-10178	70,27	0,949	1,042	1,355
к-9846	77,02	0,693	0,761	0,989
к-10214	73,24	1,245	1,367	1,777
к-10380	68,55	1,439	1,579	2,053
к-10306	72,79	1,041	1,143	1,486
к-9838	73,43	0,719	0,789	1,026
к-9841	73,46	1,101	1,209	1,572
к-9842	69,30	0,832	0,914	1,188
к-9845	72,09	0,649	0,713	0,927
Аполлон	75,35	1,959	2,151	2,796
Альбатрос	74,05	1,333	1,464	1,903
Золотая Орда	76,23	1,296	1,423	1,850
Ярлык	73,93	0,887	0,974	1,266
Значение признака ( <i>min-max</i> )	68,55–76,23	0,649–1,959	0,713–2,151	0,927–2,796

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Аксенов, В. В. Комплексная переработка растительного крахмалосодержащего сырья в России / В. В. Аксенов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2007. – № 4. – С. 213–218.
2. Иванцова, Е.А. Вредители зерновых злаковых культур / Е.А. Иванцова // Волгоградский фермер. – 2014. – № 3. – С. 28–29.
3. Иванцова, Е. А. Защита растений от вредителей / Е. А. Иванцова. – Волгоград : ВГСХА, 2011. – 373 с.
4. Иванцова, Е. А. Оптимизация фитосанитарного состояния зерновых агроценозов / Е. А. Иванцова // Интеграция систем дополнительного и основного профессионального образования как фактор повышения конкурентоспособности специалистов АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград : [б. и.], 2010. – С. 167–169.

5. Киреева, О. В. Изучение сортообразцов проса посевного (*Panicum miliaceum* L.) в условиях Нижнего Поволжья / О. В. Киреева // Научная жизнь. – 2025. – № 2. – С. 316–325.
6. Киреева, О. В. Подбор исходного материала проса посевного для создания сортов в условиях Саратовской области / О. В. Киреева, Т. В. Родина, В. С. Плаксина // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Махачкала, 19–20 марта 2024 г.). – Махачкала : АЛЕФ, 2024. – С. 221–225.
7. Классификатор вида *Panicum miliaceum* L. (проса) // Всесоюзный НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова. – Л. : [б. и.], 1981. – 19 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2 : Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М. : [б. и.], 1989. – 194 с.
9. Соломин, Д. А. Развитие крахмалопаточной отрасли в условиях рыночной экономики / Д. А. Соломин, Д. Н. Лукин // Пищевая промышленность. – 2011. – № 9. – С. 56–58.
10. Справочник фермера / Н. И. Тихонов [и др.]. – Волгоград : [б. и.], 2014. – 336 с.
11. Яшовский, И. В. Селекция и семеноводство проса / И. В. Яшовский. – М. : Агропромиздат, 1987. – 256 с.

### REFERENCES

1. Aksyonov V.V. Kompleksnaya pererabotka rastitelnogo krakhamlosoderzhashhego syrya v Rossii [Complex Processing of Plant Starch-Containing Raw Materials in Russia]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2007, no. 4, pp. 213-218.
2. Ivantsova E.A. Vrediteli zernovykh zlakovykh kultur [Pests of Cereal Crops]. *Volgogradskiy fermer* [The Volgograd Farmer], 2014, no. 3, pp. 28-29.
3. Ivantsova E.A. Zachshita rasteniy ot vreditel'ey [Protecting Plants from Pests]. Volgograd, VGSKhA, 2011. 373 p.
4. Ivantsova E.A. Optimizatsiya fitosanitarnogo sostoyaniya zernovykh agrocenozov [Optimization of the phytosanitary Condition of Grain Agrocenoses]. *Integratsiya sistem dopolnitelnogo i osnovnogo professionalnogo obrazovaniya kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti specialistov APK: materialy Mejdunar. nauch.-prakt. konf.* [Integration of Additional and Basic Professional Education Systems as a Factor in Increasing the Competitiveness of Agricultural Specialists. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Volgograd, s.n., 2010, pp. 167-169.
5. Kireeva O.V. Izucheniye sortoobrazczov prosa posevnogo (*Panicum miliaceum* L.) v usloviyakh Nizhnego Povolzhya [Study of Varieties of Millet (*Panicum miliaceum* L.) in the Lower Volga region]. *Nauchnaya zhizn* [Scientific Life], 2025, no. 2, pp. 316-325.
6. Kireeva O.V., Rodina T.V., Plaksina V.S. Podbor iskhodnogo materiala prosa posevnogo dlya sozdaniya sortov v usloviyakh Saratovskoy oblasti [Selection of Source Material of Millet for Creating Varieties in the Saratov Region]. *Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiyem (Makhachkala, 19–20 marta 2024 g.)* [Current State and Development Prospects of the Agro-Industrial Complex. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation (Makhachkala, March 19–20, 2024)]. Makhachkala, ALEF Publ., 2024, pp. 221-225.
7. Klassifikator vida *Panicum miliaceum* L. (prosa) [Classifier of the Species *Panicum miliaceum* L. (Millet)]. *Vsesoyuzny NII rasteniyevodstva imeni N.I. Vavilova* [All-Union Research Institute of Plant Growing named after N.I. Vavilov]. Leningrad, s.n., 1981. 19 p.
8. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyajstvennykh kultur. Vyp. 2: Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kultury* [Methodology for State Variety Testing of Agricultural Crops. Iss. 2: Cereals, Grains, Legumes, Corn, and Forage Crops]. Moscow, 1989. 194 p.
9. Solomin D.A., Lukin D.N. Razvitiye krakhamlopatochnoy otrasli v usloviyakh rynochnoy ekonomiki [Development of the Starch and Syrup Industry in a Market Economy]. *Pishhevaya promyshlennost* [Food Industry], 2011, no. 9, pp. 56-58.
10. Tikhonov N.I., Ivantsova E.A., Boldarev A.A., Polyakova O.G. Spravochnik fermera [Farmer's Handbook]. Volgograd, s.n., 2014. 336 p.
11. Yashovsky I.V. *Selektsiya i semenovodstvo prosa* [Selection and Seed Production of Millet]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987. 256 p.

### **Information About the Authors**

**Olga B. Kameneva**, Candidate of Sciences (Agriculture), Leading Researcher, Federal Russian Research and Design Technological Institute of Sorghum and Corn, 1-y Institutsky Proyezd, 4, 410050 Saratov, Russian Federation, [kameneva.olga2012@yandex.ru](mailto:kameneva.olga2012@yandex.ru)

**Olga V. Kireeva**, Candidate of Sciences (Agriculture), Junior Researcher, Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, 1-y Institutsky Proyezd, 4, 410050 Saratov, Russian Federation, [olga\\_kireeva\\_77@mail.ru](mailto:olga_kireeva_77@mail.ru)

### **Информация об авторах**

**Ольга Борисовна Каменева**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, 1-й Институтский проезд, 4, 410050 г. Саратов, Российская Федерация, [kameneva.olga2012@yandex.ru](mailto:kameneva.olga2012@yandex.ru)

**Ольга Валерьевна Киреева**, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, 1-й Институтский проезд, 4, 410050 г. Саратов, Российская Федерация [olga\\_kireeva\\_77@mail.ru](mailto:olga_kireeva_77@mail.ru)