

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTION

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.447-455>

УДК 633.13:664.785



Голозерный овес – перспективное сырье для глубокой переработки

© 2019. Н. Р. Андреев, В. Г. Гольдштейн ✉, Л. П. Носовская, Л. В. Адикаева, Е. О. Голионко

Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, Московская область, Российская Федерация

Исследованиями, проведенными в ВНИИ крахмалопродуктов, разработан технологический режим применения целлюлолитических ферментов для снижения вязкости зерновой пульпы, полученной при измельчении замороженного в растворе метабисульфита натрия зерна голозерного овса. В результате обработки экспериментальных данных определены оптимальные технологические параметры процесса: расход ферментного препарата *Viscoferm 200* з/т зерна и продолжительность ферментации при постоянном перемешивании в течение 2,5 ч при pH 4,6 и температуре 50 °С. В лабораторных условиях изучали возможность переработки крахмал образцов зерна голозерного овса Вятский, Першерон, 857h05, 766 h05 селекции ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого». Технологической оценкой, основанной на переработке зерна в лабораторных условиях методом «завод на столе», установлено, что выход крупнозернистого крахмала А при переработке голозерного овса с применением целлюлолитических ферментов составил 51,4-53,9%, т.е. более высокий, чем у пленчатого овса, ржи Фаленская 4 и Вятка 2, пшеницы и тритикале. Установлено низкое содержание крахмала в мезге (7,7-8,7% СВ мезги) в сравнении с результатами, полученными при переработке пленчатого овса, ржи Фаленская 4 и Вятка 2, пшеницы и тритикале (11,2-13,9% СВ мезги). Выход мезги при переработке голозерного овса составил 7,3-8,8% СВ зерна, а при переработке других видов зерна 10,3-17,5% СВ зерна. Выход мелкозернистого крахмала Б при переработке исследуемых сортов голозерного овса составил 19,2-20,8% СВ зерна – меньше, чем у аналогичного показателя, полученного при переработке пленчатого овса и пшеницы, но больше, чем при переработке ржи и тритикале. Выделенный углеводно-белковый концентрат, включающий крахмал Б и белки, рекомендован для использования вместе с экстрактом и мезгой в качестве компонента для производства кормов.

Ключевые слова: овес (*Avena sativa*), рожь (*Secale cereale*), тритикале (*Triticosecale*), пшеница (*Triticum*), крахмал А, крахмал Б, углеводно-белковый концентрат, мезга, экстракт, фермент, некрахмальные полисахариды

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем имени В. М. Горбатова» (тема №0606 – 2014 – 0002).

Авторы выражают благодарность, заместителю директора по селекционной работе ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» академику РАН Баталовой Галине Аркадьевне за консультативную помощь и предоставленные для исследования образцы голозерного овса.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Андреев Н. Р., Гольдштейн В. Г., Носовская Л. П., Адикаева Л. В., Голионко Е. О. Голозерный овес – перспективное сырье для глубокой переработки. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(5):447-455. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.447-455>

Поступила: 14.06.2019

Принята к публикации: 26.09.2019

Опубликована онлайн: 18.10.2019

Naked oat is promising raw material for deep grain processing

© 2019. Nikolay R. Andreev, Vladimir G. Goldstein ✉, Liliya P. Nosovskaya, Larisa V. Adikaeva, Evgeniya O. Golionko

All-Russian Research Institute for Starch Products – Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow region, Russian Federation

During the research conducted at the All-Russian Research Institute for Starch Products there has been developed a technological mode of using cellulolytic enzymes to reduce the viscosity of grain pulp obtained by grinding naked oat grains soaked in a sodium metabisulphite solution. As the experimental data had been processed, the optimum technological paramete-

ters of the process were determined: the consumption of the enzyme preparation Viscoferm was 200 g/t of grain and the duration of fermentation by constant stirring for 2.5 hours at pH 4.6 and temperature 50°C. Under laboratory conditions there has been studied the possibility of starch processing of naked oat grain samples Vyatka, Percheron, 857h05, 766 h05 varieties grown in the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky. Technological assessment based on grain processing in the laboratory using the “plant on the table” method has shown that the yield of coarse-grained starch A in the processing of naked oat using cellulolytic enzymes is 51.4-53.9%, i.e. higher than that of filmy oats, rye Falenskaya 4 and Vyatka 2, wheat and triticale. Low starch content in fiber (7.7-8.7% dry substances DS of fiber) was found in comparison with the results obtained from the processing of filmy oats, Falenskaya and Vyatka 2 rye varieties, wheat and triticale (11.2 - 13.9% DS of fiber). Fiber output by the processing of naked oats is 7.3 - 8.8% DS of grain, by the processing of other types of grain 10.3 - 17.5% DS of grain. The yield of small-grain starch B in the processing of the studied varieties of naked oat is 19.2 - 20.8% DS of grain, that is higher than this value obtained by processing of filmy oats and wheat, but lower than by processing of rye and triticale. Isolated carbohydrate-protein concentrate, including starch B and proteins, is recommended for use with the extract and fiber as a component for the production of feed.

Key words: oat (*Avena sativa*), rye (*Secale cereale*), triticale (*Triticosecale*), wheat (*Triticum*), starch A, starch B, carbohydrate-protein concentrate, fiber, extract, enzyme, non-starch polysaccharides

Acknowledgement: the research was carried out within the state assignment of Gorbатов Research Center for Food Systems (theme № 0606 – 2014 – 0002).

The authors are grateful to Galina Batalova, academician of RAS, Deputy Director for Breeding Work of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky for advisory assistance and samples of naked oats provided for the research.

Conflict of interest: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citation: Andreev N. R., Goldstein V. G., Nosovskaya L. P., Adikaeva L. V., Golionko E. O. Naked oat is promising raw material for deep grain processing. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2019;20(5):447-455. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.447-455>

Received: 14.06.2019

Accepted for publication: 26.09.2019

Published online: 18.10.2019

Главными показателями качества зерна для его последующей глубокой переработки являются содержание белков и крахмала. Эти показатели зависят от плодородия почвы, сорта и внесенных в почву удобрений [1]. А при равных вышеперечисленных условиях на массовую долю белка и крахмала в зерне оказывают влияние влажность и температура почвы. В засушливые годы массовая доля белка в зерне увеличивается, а во влажные увеличивается массовая доля крахмала [2].

Массовая доля белка, масла, крахмала и клетчатки в зерне голозерного овса превышает показатели пленчатых образцов [3, 4]. У голозерных разновидностей овса посевного *A. sativa L. var. chinensis, inermis, maculata* содержание белка составляет 15,46±0,47% (min 13,3%, max 18,2%); крахмала – 64,2±0,99% (min 58,4%, max 68,8%); масла – 7,07±0,26% (min 6%, max 8,5%). В то время как у пленчатых образцов этого же вида показатели оказались значительно ниже: белка – 9,48±0,12% (min 7,8%, max 13,3%); крахмала – 48,77±0,33% (min 41,1%, max 54%) [3].

При переработке голозерного овса существенное влияние оказывает примесь пленчатых сортов, которая составляет от 1 до 6% в зависимости от генотипа зерна [5].

Исследованы 7 сортов овса голозерного в качестве сырья для производства крахмала.

Выделены наиболее перспективные сорта овса голозерного 857h05 и 766h05 с высоким содержанием крахмала в зерне – 62,4 и 63,0% соответственно. Данные сорта характеризовались более низкой массовой долей белка – 16,6 и 16,3% СВ [6]. Сорта овса так же, как и другие зерновые культуры (пшеница, рожь, ячмень, тритикале) обладают бимодальной дисперсностью крахмалов: крупнозернистый крахмал А содержит более крупные гранулы крахмала, более 10 мкм. Разная удельная масса гранул крахмала А и частиц белка позволяют производить крахмал А с минимальной массовой долей белка. Крахмал Б содержит гранулы крахмала менее 10 мкм, поэтому крахмал Б при переработке зерна получают с высокой массовой долей белка.

Исследованы некрахмальные полисахариды (β-глюканы и арабиноксиланы) зерна 15 перспективных и двух районированных сортов голозерного овса, а также одного широко распространенного районированного пленчатого сорта. Массовая доля β-глюканов изменялась в зависимости от исследуемого сорта с 3,2 до 3,7%, а арабиноксиланов с 5,1 до 7,9% СВ [7]

Голозерные формы овса имеют большее общее содержание указанного полисахарида по сравнению с пленчатыми, но последние содержат больше нерастворимых β-глюканов.

Выполненная сравнительно идентификация генов, участвующих в биосинтезе β -глюканов зерновых культур, и созданная первая генетическая карта открывают новые возможности для улучшения показателей качества зерна и получаемых из него пищевых продуктов [8].

Исследованиями по извлечению β -глюканов установлено, что сочетание щелочного и ферментативного способов выделения β -глюкана из зерна овса голозерного шлифованного и овсяных отрубей эффективней щелочного метода [8, 9].

Необходимо отметить, что массовая доля белка в зерне голозерного овса может достигать 20% с массовой долей лизина, аргинина, лизина, валина, превышающей массовую долю этих аминокислот в пленчатых сортах овса [10, 11, 12]. Высокая питательная ценность зерна голозерного овса позволяет эффективно использовать его в качестве сырья для производства пищевых продуктов [13, 14, 15] и корма для моногастрических животных [4, 16].

Цель исследований – определение возможности использования голозерного овса в качестве сырья для разработки технологии

извлечения крахмала и белка с последующей глубокой переработкой этих продуктов.

Материалы и методы. Объектами исследований являлись голозерный овес сортов Вятский, Першерон, 857h05 и 766h05 урожая 2015 г., овес пленчатый не сортовой (ГОСТ Р 53901), озимая рожь сорта Фаленская 4 и Вятка 2 селекции ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока» (ныне ФНБНУ ФАНЦ Северо-Востока), зерно пшеницы не сортовой (ГОСТ Р 52554), зерно тритикале сорта Корнет селекции Федерального Ростовского аграрного научного центра.

Определение крахмала – ГОСТ 10845 «Зерно и продукты его переработки». Определение влажности – ГОСТ 29143 «Зерно и зернопродукты. Определение влажности». Определение сухих веществ по ГОСТ 31640 «Корма. Методы определения сухих веществ». Переработка крахмалосодержащего сырья методом «завод на столе» [17].

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований четырех наиболее перспективных по содержанию крахмала сортов голозерного овса урожая 2015 г. приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Массовая доля крахмала и белка в зерне голозерного овса / Table 1 – Mass fraction of starch and protein in the grain of naked oats

<i>Сорт / Variety</i>	<i>Массовая доля крахмала в зерне, % СВ / Mass fraction of starch in grain, % DS</i>	<i>Массовая доля белка в зерне, % СВ / Mass fraction of protein in grain, % DS</i>
Вятский / Vyatskiy	71,8	10,97
Першерон / Persheron	67,4	13,27
857h05	70,5	11,73
766h05	70,9	13,20

В исследуемых образцах зерна голозерного овса массовая доля крахмала (67,4-71,8%) и белка (11,0-13,3%) приближается к аналогичным показателям пшеницы и кукурузы, что значительно превышает эти показатели в предыдущих исследованиях по переработке голозерного овса урожая 2013 г. на крахмал [6]. Вероятно, генотипический фактор (сортовая принадлежность), внесение удобрений и погодные условия оказывают существенное влияние на массовую долю крахмала и белка в зерне голозерного овса [1, 2]. Это весьма существенные показатели, если рассматривать зерно овса как сырье для глубокой переработки.

Проведена технологическая оценка исследуемых образцов голозерного овса, овса пленчатого, озимой ржи Фаленская 4 и Вятка 2, пшеницы и тритикале.

Схема переработки зерна в лабораторных условиях на крахмал и побочные продукты показана на рисунке 1. Зерно замачивали в растворе метабисульфита натрия концентрацией SO_2 0,23% при температуре 48-50 °С в течение 24 ч, замочную воду (жидкий экстракт) отделяли от зерна.

Замоченное зерно измельчали в блендере Braun в течение 3 мин. В полученную измельченную массу зерна вводили ферментный препарат Viscoferm (из расчета 200 г/т зерна) и ферментировали при постоянном перемешивании в течение 2,5 ч при pH 4,6 и температуре 50 °С.

Отделение растворимых веществ от зерновой массы проводили центрифугированием на лабораторной центрифуге ОС-6М при 4000 об/мин в течение 5 мин. Углеводно-

белковый концентрат обезвоживали на лабораторной центрифуге ОС-6М при 5000 об/мин в

течение 15 мин. Полученные продукты – мезгу, крахмал А и крахмал Б высушивали при 50 ± 2 °С.

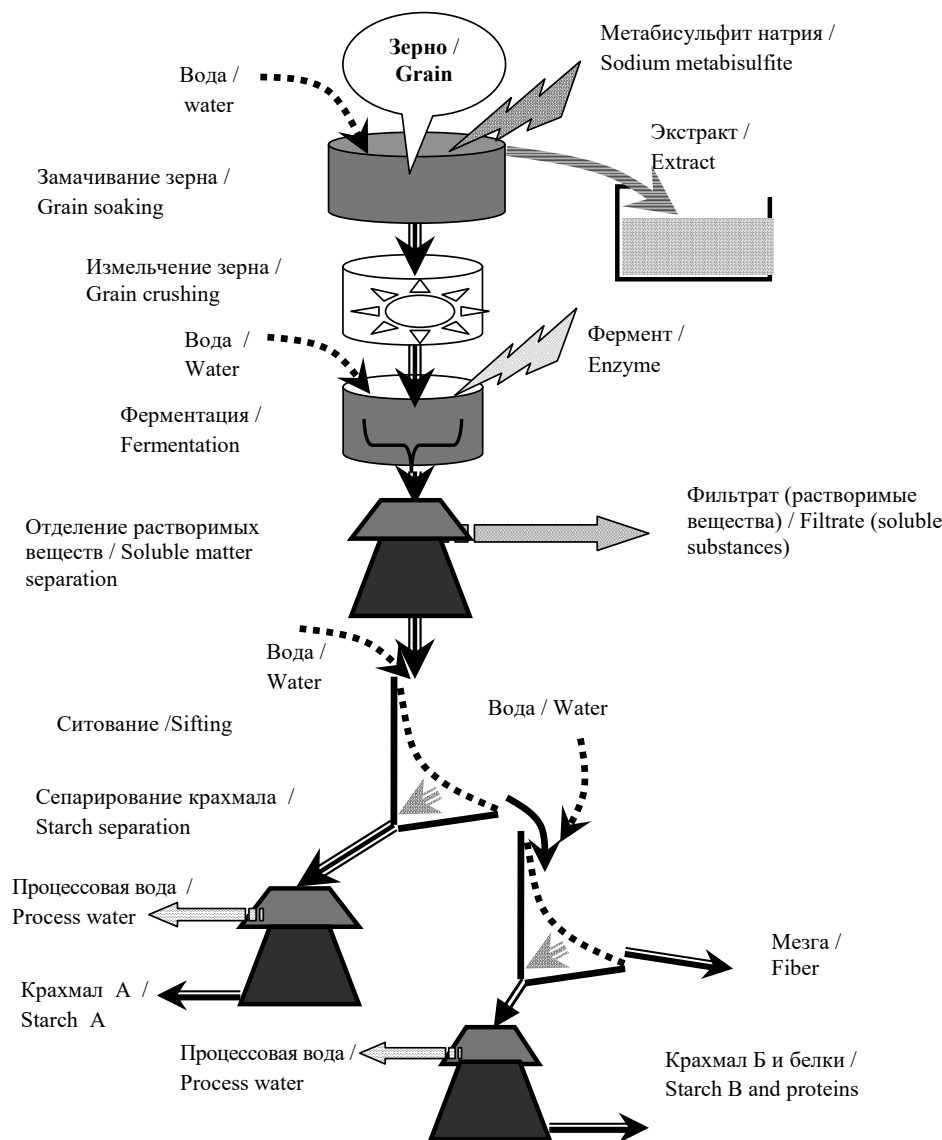


Рис. 1. Технологическая схема переработки зерна на лабораторной установке «завод на столе» / Fig. 1. Technological scheme of grain processing with the laboratory setup “plant on the table”

Исследованиями, проведенными во ВНИИ крахмалопродуктов, определена практическая целесообразность применения целлюлолитических ферментов, используемых при термостатировании зерновой пульпы [18], полученной при измельчении зерна, замоченного в растворе метабисульфита натрия.

При перемешивании измельченного зерна (зерновой пульпы) под действием осмотических сил, температуры и сил механического воздействия (перемешивания) происходит растворение некрахмальных полисахаридов (пентозанов, β -глюканов), дополни-

тельно увеличивающих вязкость зерновой массы. Высокая вязкость и пенообразование, вызванные растворением некрахмальных полисахаридов, приводят к потерям крахмала с побочными продуктами (мезга, углеводно-белковый концентрат). Кроме того, присутствие некрахмальных полисахаридов в процессовой воде не позволяет ее использование в технологическом процессе. Для снижения вязкости зерновой пульпы применяют ферментные препараты целлюлолитического действия. Основными факторами эффективного действия ферментного препарата

являются продолжительность ферментации, дозировка, температура, рН и интенсивное перемешивание. Исследованиями установлена

возможность значительно снизить вязкость в зерновой пульпе, полученной в результате мокрого помола (рис. 2).

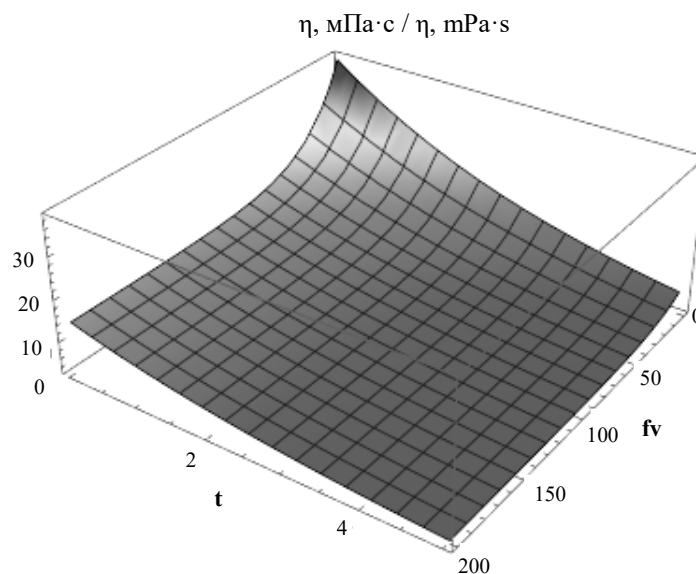


Рис. 2. Изменение вязкости измельченного зерна (η , мПа·с) от продолжительности ферментации (t , ч), и концентрации ферментного препарата Viscoferm (fv , г/т зерна) /

Fig. 2. The change in the viscosity of the crushed grain (η , mPa·s) according to the duration of fermentation (t , h), and the concentration of the enzyme preparation Viscoferm (fv , g/t of grain)

В результате обработки экспериментальных данных с использованием программ TableCurve3D 4.0 и Mathematica 10.3 определены оптимальные технологические параметры процесса: расход ферментного препарата Viscoferm 200 г/т зерна и продолжительность ферментации при постоянном перемешивании в течение 2,5 ч при рН 4,6, температуре 50 °С и достижении вязкости зерновой пульпы до 5 мПа·с.

Результаты лабораторной переработки образцов голозерного овса, овса пленчатого, озимой ржи Фаленская 4 и Вятка 2, пшеницы и тритикале при одинаковых условиях проведения опытов приведены на рисунке 3.

На основании полученных экспериментальных данных выход крахмала А при переработке голозерного овса 51,4-53,9% более высокий, чем у пленчатого овса, ржи Фаленская 4 и Вятка 2, пшеницы и тритикале. Выход мезги при переработке голозерного овса составляет 7,3-8,8% СВ зерна, а при переработке других видов зерна 10,3-17,5% СВ, что возможно связано с более тонкой оболочкой зерновки и соответственно с меньшими энергозатратами на её разрушение после замачивания зерна.

Следует также отметить низкое содержание крахмала в мезге (7,7-8,7% СВ мезги) в сравнении с результатами массовой доли крахмала в мезге, полученными при переработке пленчатого овса, ржи Фаленская 4 и Вятка 2, пшеницы и тритикале (11,2-13,9% СВ мезги).

Углеводно-белковый концентрат, включающий крахмал Б и белки, при переработке исследуемых сортов голозерного овса 19,2-20,8% СВ зерна меньше, чем у аналогичного показателя, полученного при переработке пленчатого овса и пшеницы, но больше, чем получается при переработке ржи и тритикале. Массовая доля крахмала в углеводно-белковом концентрате при переработке голозерного овса составила 28-33,8% СВ углеводно-белкового концентрата, что соответствует этому показателю, полученному при переработке зерна тритикале и существенно меньше, чем получено при переработке ржи, пшеницы и пленчатого овса.

Выход экстракта при переработке зерна голозерного овса соответствует результатам, полученным при переработке пшеницы и пленчатого овса, но меньше, чем у ржи и тритикале. Это объясняется меньшим переходом растворимых веществ в водный раствор при замачивании. Массовая доля сухих

веществ в процессовой воде несущественно отличалась при переработке всех исследуемых зерновых культур и составляла 3-5%, как потери СВ при переработке зерна методом «завод на столе».

Углеводно-белковый концентрат (крахмал Б и белки), мезга и экстракт, полученные при переработке голозерного овса, могут быть использованы в качестве компонентов для производства кормового продукта.

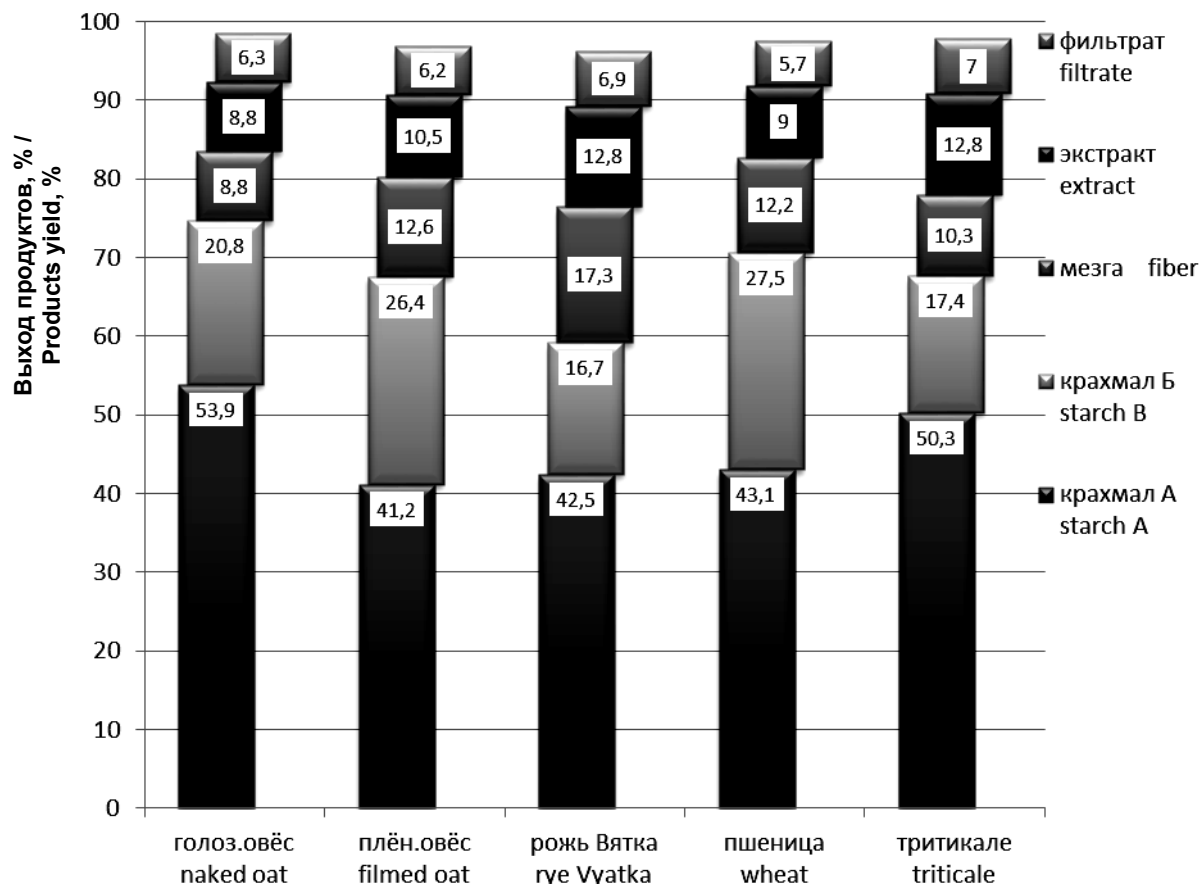


Рис. 3. Выход крахмала А и побочных продуктов, полученных при переработке голозерного и пленчатого овса, ржи Вятка, пшеницы и тритикале /

Fig. 3. The yield of starch A and by-products obtained during the processing of naked and filmy oats, rye Vyatka, wheat and triticale

Выводы. Голозерный овес может использоваться как сырье для производства крахмала и крахмалопродуктов, т. к. выход извлекаемого при переработке крахмала А превосходит этот показатель, полученный при переработке других зерновых культур (пленчатого овса, ржи, тритикале и пшеницы).

Биотехнологический процесс переработки голозерного овса на крахмал и побочные продукты с использованием целлюлолитиче-

ского фермента может использоваться как первичная ступень для создания эффективного производства новых продуктов питания на основе извлеченных из углеводно-белкового концентрата и экстракта овсяных белков.

Побочные продукты, полученные при переработке голозерного овса, крахмал Б и экстракт, могут быть использованы для производства кормового продукта по аналогии с производством крахмала из зерна пшеницы.

Список литературы

1. Абашев В. Д., Попов Ф. А., Носкова Е. Н., Жук С. Н. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество голозерного овса сорта Першерон. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018;(1):52-57. Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/192>
2. Салимов Дж., Эргашев А., Абдулоев А. Влияние экологических факторов на продуктивность и содержание крахмала и белка в зерне различных сортов пшеницы. *Вестник Таджикского национального*

университета. Серия естественных наук. 2015;(1-5-2):23-28. Режим доступа: <http://es.vestnik-tnu.com/index.php/ru/arkhiv-zhurnala.html>

3. Варгач Ю. И., Хорева В. И., Лоскутов И. Г. Содержание белка, масла и крахмала в зерновках голозерных и пленчатых форм овса. Плодоводство и ягодоводство России. 2017;51:67-71. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32381806>

4. Biel W., Bobko K., Maciorowski R. Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain. Journal of Cereal Science. 2009;49(3):413-418. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2009.01.009>

5. Kirkkari A.-M., Peltonen-Sainio P., Lehtinen P. Dehulling capacity and storability of naked oat. Agricultural and Food Science. 2004;13(1):198-211. DOI: <https://doi.org/10.2137/1239099041837969>

6. Андреев Н. Р., Баталова Г. А., Носовская Л. П., Адикаева Л. В., Гольдштейн В. Г., Шевченко С. Н. Оценка технологических свойств некоторых сортов голозерного овса, как сырья для производства крахмала. Зернобобовые и крупяные культуры. 2016;(1 (17)):83-89. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25800914>

7. Красильников В. Н., Гаврилюк И. П., Баталова Г. А., Афонин Д. В., Попов В. С., Сергеева С. С., Лоскутов И. Г., Губарева Н. К. Пищевые волокна и авенины зерна голозерных сортов овса новой селекции. Международный научно-исследовательский журнал. 2017;1-2(55):111-116. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.55.183>

8. Лоскутов И. Г., Полонский В. И. Селекция на содержание β -глюканов в зерне овса как перспективное направление для получения продуктов здорового питания, сырья и фуража. Сельскохозяйственная биология. 2017;52(4):646-657. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2017.4.646rus>

9. Гематдинова В. М., Канарский А. В., Канарская З. А., Сметанская И. И. Влияние щелочной и ферментативной обработки зерна овса и овсяных отрубей на выход бета-глюкана. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. Пищевая промышленность. 2017;79(3):164-168. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-164-168>

10. Путятин Ю. В., Серая Т. М., Маркевич Д. В., Таврыкина О. М. Сравнительный анализ состава незаменимых аминокислот в продукции основных сельскохозяйственных культур. Весці Нацыянальнай Акадэміі Навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2014; (3):60-68. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23480981>

11. Zarkadas C. G., Ziran Yu., Burrows V. D. Protein Quality of Three New Canadian-Developed Naked Oat Cultivars Using Amino Acid Compositional Data. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1995;43(2):415-421. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00050a030>

12. Petkov K., Biel W., Kowieska A., Jaskowska I. The composition and nutritive value of naked oat grain (*Avena sativa* var. *nuda*). Journal Of Animal And Feed Sciences. 2001; 10(2):303-307. DOI: <https://doi.org/10.22358/jafs/70113/2001>

13. Байтова С. Н., Касьянова Л. А., Нуриева Т. А. Оценка качества крупяных продуктов из овса голозерного. Механика и технологии. 2015;(4 (50)):107-113. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25452437>

14. Волкова О. В., Бирюков М. М. Овес голозерный – перспективное сырье для кондитерской промышленности. Агропродовольственная политика России. 2013;(9(21)):46-47. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21015014>

15. Банкаина Т. Ф., Телих К. М. Голозерный овес голозерный – ценная продовольственная и кормовая культура. Кормопроизводство. 2000;(2):14-15.

16. Hackett R. A comparison of husked and naked oats under Irish conditions. Irish Journal of Agricultural and Food Research. 2018; 57:1-8. DOI: <https://doi.org/10.1515/ijaf-2018-0001>

17. Носовская Л. П., Адикаева Л. В., Гольдштейн В. Г. Изучение использования инновационной низкопентозанной озимой ржи как сырья для производства крахмала и крахмалопродуктов. Достижения науки и техники АПК. 2018;32(7):83-85. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10720>

18. Филиппова Н. И., Лукин Н. Д., Носовская Л. П., Лapidус Т. В. Способ производства крахмала: пат. № 2415872 Российская Федерация. № 2009148433/13; заявл. 28.12.2009; опубл. 10.04.2011. Бюл. № 10. 8 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37468989>

References

1. Abashev V. D., Popov F. A., Noskova E. N., Zhuk S. N. *Vliyanie mineral'nykh udobreniy na urozhaynost' i kachestvo голозерного овса sorta Persheron*. [The effect of mineral fertilizers on the yield and quality of Percheron naked oat variety]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2018;(1):52-57. (In Russ.). URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/192>

2. Salimov Dzh., Ergashev A., Abduloev A. *Vliyanie ekologicheskikh faktorov na produktivnost' i sodержание krakhmala i belka v zerne razlichnykh sortov pshenitsy*. [The influence of environmental factors on the productivity and starch and protein content in the grain of various wheat varieties]. *Vestnik tadzhikskogo natsional'nogo universiteta. Seriya estestvennykh nauk = The Bulletin of the Tajik National University. Series of natural sciences*. 2015;(1-5-2):23-28. (In Russ.). URL: <http://es.vestnik-tnu.com/index.php/ru/arkhiv-zhurnala.html>

3. Vargach Yu. I., Khoreva V. I., Loskutov I. G. *Soderzhanie belka, masla i krakhmala v zernovkakh golozernykh i plenchatykh form ovsa*. [The content of protein, oil and starch in the grains of naked and membranous forms of oats]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* = Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2017;51:67 - 71. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32381806>
4. Biel W., Bobko K., Maciorowski R. Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain. *Journal of Cereal Science*. 2009;49(3):413-418. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2009.01.009>
5. Kirkkari A.-M., Peltonen-Sainio P., Lehtinen P. Dehulling capacity and storability of naked oat. *Agricultural and Food Science*. 2004;13(1):198-211. DOI: <https://doi.org/10.2137/1239099041837969>
6. Andreev N. R., Batalova G. A., Nosovskaya L. P., Adikaeva L. V., Gol'dshteyn V. G., Shevchenko S. N. *Otsenka tekhnologicheskikh svoystv nekotorykh sortov golozernogo ovsa, kak syr'ya dlya proizvodstva krakhmala*. [Evaluation of the technological properties of some varieties of naked oat, as raw materials for the production of starch]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2016;(1 (17)):83-89. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25800914>
7. Krasil'nikov V. N., Gavrilyuk I. P., Batalova G. A., Afonin D. V., Popov V. S., Sergeeva S. S., Loskutov I. G., Gubareva N. K. *Pishchevye volokna i aveniny zerna golozernykh sortov ovsa novoy seleksii*. [Dietary fiber and avenins of grain of naked oat varieties of new selection]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* = International Research Journal. 2017;1-2(55):111-116. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.55.183>
8. Loskutov I. G., Polonskiy V. I. *Selektsiya na sodержание β -glyukanov v zerne ovsa kak perspektivnoe napravlenie dlya polucheniya produktov zdorovogo pitaniya, syr'ya i furazha*. [Breeding for β -glucans in the grain of oats as a promising direction for the production of healthy food, raw materials and fodder]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2017;52(4):646-657. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.4.646rus>
9. Gematdinova V. M., Kanarskiy A. V., Kanarskaya Z. A., Smetanskaya I. I. *Vliyanie shchelochnoy i fermentativnoy obrabotki zerna ovsa i ovsyanykh otrubey na vykhod beta-glyukana*. [The effect of alkaline and enzymatic processing of oat grain and oat bran on the yield of beta-glucan]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy. Pishchevaya promyshlennost'* = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2017;79(3):164-168. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-164-168>
10. Putyatin Yu. V., Seraya T. M., Markevich D. V., Tavrykina O. M. *Sravnitel'nyy analiz sostava nezamenimyykh aminokislot v produktsii osnovnykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur*. [Comparative analysis of the composition of essential amino acids in the production of main agricultural crops]. *Vesti Natsyonal'nay Akademii Navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk*. 2014; (3):60-68. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23480981>
11. Zarkadas C. G., Ziran Yu., Burrows V. D. Protein Quality of Three New Canadian-Developed Naked Oat Cultivars Using Amino Acid Compositional Data. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1995;43(2):415-421. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf00050a030>
12. Petkov K., Biel W., Kowieska A., Jaskowska I. The composition and nutritive value of naked oat grain (*Avena sativa* var. nuda). *Journal Of Animal And Feed Sciences*. 2001; 10(2):303-307. DOI: <https://doi.org/10.22358/jafs/70113/2001>
13. Baitova S. N., Kas'yanova L. A., Nurieva T. A. *Otsenka kachestva krupyanykh produktov iz ovsa golozernogo*. [Evaluation of the quality of cereal products from bare oats]. *Mekhanika i tekhnologii* = Mechanics & Technologies. 2015;(4 (50)):107-113. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25452437>
14. Volkova O. V., Biryukov M. M. *Oves golozernyy – perspektivnoe syr'e dlya konditerskoy promyshlennosti*. [Naked oat is perspective raw material for the confectionery industry]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii* = Agri-Food Policy in Russia. 2013;(9(21)):46-47. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21015014>
15. Bankina T. F., Telikh K. M. *Golozernyy oves golozernyy – tsennaya prodovol'stvennaya i kormovaya kul'tura*. [Naked oat is a valuable food and feed crop]. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2000;(2):14-15. (In Russ.).
16. Hackett R. A comparison of husked and naked oats under Irish conditions. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 2018; 57:1-8. DOI: <https://doi.org/10.1515/ijafr-2018-0001>
17. Nosovskaya L. P., Adikaeva L. V., Gol'dshteyn V. G. *Izuchenie ispol'zovaniya innovatsionnoy nizkopentozannoy ozimoy rzhi kak syr'ya dlya proizvodstva krakhmala i krakhmaloproduktov*. [Study of the use of innovative low-foamed winter rye as a raw material for the production of starch and starch products]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2018;32(7):83-85. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10720>
18. Filippova N. I., Lukin N. D., Nosovskaya L. P., Lapidus T. V. *Sposob proizvodstva krakhmala* [Method of starch production]: pat. no. 2415872. 2011. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37468989>

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Сведения об авторах:

Андреев Николай Руфеевич, член-корреспондент РАН, доктор техн. наук, научный руководитель Всероссийского научно-исследовательского института крахмалопродуктов – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, ул. Некрасова, д. 11, п. Красково, Московская обл., Российская Федерация, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8312-8135>**,

✉ **Гольдштейн Владимир Георгиевич**, кандидат техн. наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, ул. Некрасова, д. 11, п. Красково, Московская обл., Российская Федерация, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru, e-mail: 6919486@mail.ru,

Носовская Лилия Петровна, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, ул. Некрасова, д. 11, п. Красково, Московская обл., Российская Федерация, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru,

Адикаева Лариса Владимировна, научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, ул. Некрасова, д. 11, п. Красково, Московская обл., Российская Федерация, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru,

Голионко Евгения Олеговна, младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, ул. Некрасова, д. 11, п. Красково, Московская обл., Российская Федерация, 140051, e-mail: vniik@arrisp.ru

Information about the authors:

Nikolay R. Andreev, corresponding member of RAS, DSc in Engineering, scientific director of All-Russian Research Institute for Starch Products – Branch of V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, 11, Nekrasov street, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russian Federation, e-mail: vniik@arrisp.ru,

✉ **Vladimir G. Goldstein**, PhD in Engineering, leading researcher, All-Russian Research Institute for Starch Products – Branch of V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, 11, Nekrasov street, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russian Federation, e-mail: vniik@arrisp.ru, e-mail: 6919486@mail.ru,

Liliya P. Nosovskaya, senior researcher, All-Russian Research Institute for Starch Products – Branch of V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, 11, Nekrasov street, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russian Federation, e-mail: vniik@arrisp.ru,

Larisa V. Adikaeva, researcher, All-Russian Research Institute for Starch Products – Branch of V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, 11, Nekrasov street, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russian Federation, e-mail: vniik@arrisp.ru,

Evgeniya O. Golionko, junior researcher, All-Russian Research Institute for Starch Products – Branch of V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, 11, Nekrasov street, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russian Federation, e-mail: vniik@arrisp.ru

✉- Для контактов / Corresponding author