





Влияние технологических режимов на изменения состава свекловичного жома при его переработке на Боринском сахарном заводе

Светлана Н. Зобова	1	zobova-svetlana2017@ya.ru	 0000-0000-0000-0000
Александр Н. Остриков	2	ostrikov27@ya.ru	 0000-0002-2335-0017
Лариса Н. Фролова	2	fln-84@mail.ru	 0000-0002-6505-4136
Максим В. Копылов	2	kopylov-maks@ya.ru	 0000-0003-2678-2613
Игорь С. Богомолов	3	igor-bog@ya.ru	

1 АО «АПО «Аврора» Структурное Подразделение «Боринский сахарный завод», Липецкая область, Липецкий район, село Боринское, улица Чайковского 18а, 398510, Россия,





2 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

3 АО «Научно производственный центр «ВНИИ комбикормовой промышленности», пр-т Труда, 91, г. Воронеж, 394026, Россия

Аннотация. Приведено описание технологической схемы участка гранулирования на Боринском сахарном заводе, с анализом работы основных видов технологического оборудования для выявления проблемных мест производства. Установлено, что применение такого перспективного пресса, как пресс фирмы «Babbinni» позволяет получить жом с влажностью 68–76%. Для его высушивания в барабанной сушилке до влажности 11–13% расходуется 170 м³ природного газа на 1 тонну жома. Технологический процесс получения гранулированного свекловичного жома включает прессование исходного свекловичного жома с начальной влажностью 85–90% до влажности 68–76%; сушку прессованного жома теплоносителем с температурой 110–140 °С в течение 90–120 минут до конечной влажности 11–13%; очистку гранул от металломагнитных примесей; гранулирование жома (диаметр гранул 10 мм); охлаждение гранул до температуры 30–35 °С; фракционирование гранул на крупную и мелкую фракции; взвешивание и отгрузку гранулированного свекловичного жома на склад готовой продукции. Проведенный анализ влияния технологических режимов процессов прессования, сушки и гранулирования свекловичного жома на Боринском сахарном заводе показывал необходимость введения второй стадии прессования для дальнейшего снижения содержания влаги в прессованном жоме. Получение прессованного жома с более низким содержанием влаги позволит существенно сократить энергозатраты на испарение влаги в барабанной сушилке. Сокращение продолжительности процесса тепловой сушки прессованного свекловичного жома в барабанной сушилке позволит значительно повысить пищевую ценность производимого гранулированного свекловичного жома.

Ключевые слова: технология, свекловичный жом, прессование, сушка, гранулирование, качество, рекомендации, эффективность производства

Influence of technological modes on changes in the composition of beet pulp during its processing at the Borinsky sugar plant

Svetlana N. Zobova	1	zobova-svetlana2017@ya.ru	 0000-0000-0000-0000
Alexander N. Ostrikov	2	ostrikov27@ya.ru	 0000-0002-2335-0017
Larisa N. Frolova	2	fln-84@mail.ru	 0000-0002-6505-4136
Maksim V. Kopylov	2	kopylov-maks@ya.ru	 0000-0003-2678-2613
Igor S. Bogomolov	3	igor-bog@ya.ru	

1 Structural subdivision “Borino sugar factory” of JSC «Agroindustrial enterprise «Avrora», Lipetskaya oblast, Lipetsk district, Borinskoe village Tschaikowsky. 18 a, 398510, Russian Federation

2 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

3 Research and Production Center VNIИ compound feed industry, Prospect Truda, 91, Voronezh, 394026, Russia

Abstract. The description of the technological scheme of the granulation site at the Borinsky sugar plant is given, with an analysis of the work of the main types of technological equipment to identify problem areas of production. It is established that the use of such a promising press as the one of the Babbinni company allows you to get pulp with a humidity of 68-76 %. To dry it in a drum dryer to a humidity of 11–13%, 170 m³ of natural gas is consumed per 1 ton of pulp. The technological process of obtaining granulated beet pulp includes pressing the initial beet pulp with an initial humidity of 85–90% to a humidity of 68–76%; drying the pressed pulp with a heat carrier at a temperature of 110–140 °C for 90–120 minutes to a final humidity of 11–13%; cleaning pellets from metal-magnetic impurities; granulating the pulp (the diameter of the pellets is 10 mm); cooling pellets to a temperature of 30–35 °C; fractionation of pellets into large and small fractions; weighing and shipping granulated beet pulp to the warehouse of finished products. The technological modes influence analysis of beet pulp pressing, drying and granulating processes at the Borinsky sugar plant showed the need to introduce a second stage of pressing to further reduce the moisture content in the pressed pulp. Obtaining pressed pulp with a lower moisture content will significantly reduce the energy consumption for moisture evaporation in the drum dryer. Reducing the duration of the heat drying process of pressed beet pulp in a drum dryer will significantly increase the nutritional value of the granulated beet pulp produced.

Keywords: technology, beet pulp, pressing, drying, granulation, quality, recommendations, production efficiency

Для цитирования

Зобова С.Н., Остриков А.Н., Фролова Л.Н., Копылов М.В., Богомолов И.С. Влияние технологических режимов на изменения состава свекловичного жома при его переработке на Боринском сахарном заводе // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1. С. 71–77. doi:10.20914/2310-1202-2021-1-71-77

For citation

Zobova S.N., Ostrikov A.N., Frolova L.N., Kopylov M.V., Bogomolov I.S. Influence of technological modes on changes in the composition of beet pulp during its processing at the Borinsky sugar plant. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 71–77. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-1-71-77

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Свекловичный жом – это обессахаренная стружка, остающаяся после извлечения из нее сахарозы диффузным способом и содержащая питательные вещества. Свекловичный жом представляет собой высоложенную свекловичную стружку, содержащую около 6,0–7,5% сухих веществ, в том числе 0,2–0,4% сахара. Выход жома при работе на непрерывно действующей батарее – 70–80% по весу переработанной сахарной свеклы. С целью увеличения кормовой ценности, а также сроков хранения свекловичного жома, и возможности его транспортировки на значительные расстояния свекловичный жом подвергают сушке. Особенно эти качества необходимы при гранулировании сушеного жома – способности снизить затраты на перевозку в несколько раз.

Материалы и методы

В таблице 1 приводятся данные о примерном составе свекольного жома (в% на сухое вещество) и его кормовой ценности в сравнении с другими кормами. Как видно из приведенных данных, по питательности свекловичный жом занимает среднее место между луговым сеном и овсом: азотистых веществ. Он содержит легкоусваиваемых безазотистых экстрактивных веществ в полтора раза больше, чем сено и почти столько же, сколько овес. Свежий свекольный жом по кормовым достоинствам ценнее силоса из подсолнечника и почти равен силосу из стеблей кукурузы. Свежий свекловичный жом используется в первую очередь для откорма коров. В сутки на голову им дают 50–60 кг, а крупным животным до 76 кг. Молочным коровам можно скармливать до 30–40 кг. Из сухих веществ свекольного жома крупный рогатый скот КРС усваивает не только белки и сахар, но и пектиновые вещества, гемицеллюлозу и клетчатку.

Состав жома характеризуется следующими данными (в%): белок 0,5, зола 0,3, клетчатка 1,3, гемицеллюлоза 1,2, пектиновые вещества и барабан 2,7, сахар 0,2 (таблица 2).

Сухие вещества сырого свекловичного жома включают в свой состав: 48,0–50,0% пектиновых веществ; 22,0–25,0% целлюлозы; 21,0–23,0% гемицеллюлозы; 1,8–2,5% азотистых веществ; 0,8–1,3% золы; 0,15–0,20% сахара и 2,0% белка. Кроме того, в сыром жоме содержатся: лизин; треонин; витамин В₁ (тиамин) – 0,55 мкг; рибофлавин – 0,20 мкг; аскорбиновая кислота (витамин С в 1 кг жома 19 мг) – 5,0 мкг; пиридоксин – 0,18 мкг; пантотеновая кислота – 0,21 мкг; биотин – 0,001 мкг.

Таблица 1.

Сравнительный анализ химического состава свежего свекловичного жома, лугового сена, пшеничной соломы и овса

Table 1.

Comparative analysis of the chemical composition of fresh beet pulp, meadow hay, wheat straw and oats

Составные части Components	Жом Pulp	Сено луговое Meadow hay	Солома пшеничная Wheat straw	Овес Oats
Белок Protein	8,0	9,4	3,3	10,4
Зола Ash	4,0	7,1	5,9	3,1
Жир Fats	–	3,2	1,5	5,1
Клетчатка Cellulose	22,0	35,7	44,8	12,1
Безазотистые экстрактивные в-ва Nitrogen-free extractives	66,0	44,6	44,5	69,3
Количество кормовых ед. на 1 кг Number of feed units per 1 kg	0,1*	0,49	0,22	1,0
Содержание перевариваемого белка в г Digestible protein content in g	3	34	4	–

* Свежий свекловичный жом (* Fresh beet pulp)

Таблица 2.

Химический состав сырого свекловичного жома

Table 2.

The chemical composition of raw beet pulp

Наименование показателя Indicator name	Показатель Indicator
Состав, % Content, %	
Сухие вещества Dry matter	6,5–12,0
Вода Water	88–93,5
Сырой протеин Crude protein	<1,3
Сырая клетчатка Crude fiber	<3,9
Безазотистые экстрактивные вещества Nitrogen-free extractives	4,3–6,5
Жир Fat	<0,5
Зола Ash	<0,3
Кормовая единица в 1 кг корма Feed unit 1 kg of feed	0,07–0,1
Обменная энергия МДж Exchange energy MJ	0,73
СВ, г Dry matter, g	
Сырой протеин Crude protein	7,0
Перевариваемый протеин Digestible protein	4,0
Жир Fat	1,0
Клетчатка Cellulose	21,0
Безазотистые экстрактивные вещества Nitrogen-free extractives	45,8
Сахар Sugar	7
Кальций Calcium	0,5
Фосфор Phosphorus	0,1

Технологическая линия производства гранулированного свекловичного жома включает емкость с исходным влажным жомом 1; шнековый питатель 2; пресс 3 для отжатия влаги; ленточный транспортер 4; барабанную сушилку 5 с циклонами 6; вытяжной вентилятор 7; норию 8; магнитный сепаратор 9; гранулятор 10; противоточный охладитель 11, просеиватель 12; тензovesы 13 и ленточный транспортер 14 для отгрузки в склад готовой продукции (рисунок 1).

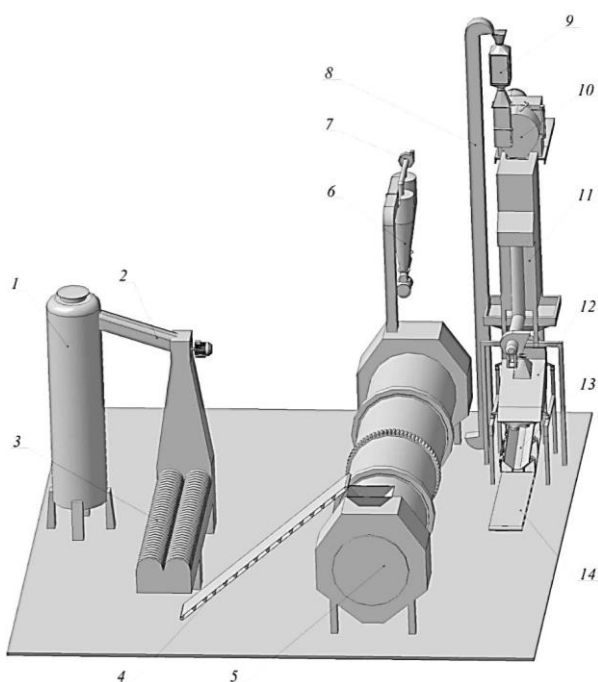


Рисунок 1. Технологическая линия производства гранулированного свекловичного жома на Боринском сахарном заводе: 1 – емкость с исходным влажным жомом; 2 – шнековый питатель; 3 – пресс для отжатия влаги; 4 – ленточный транспортер; 5 – барабанная сушилка; 6 – циклоны; 7 – вытяжной вентилятор; 8 – нория; 9 – магнитный сепаратор; 10 – гранулятор; 11 – охладитель; 12 – просеиватель; 13 – тензovesы; 14 – ленточный транспортер

Figure 1. Technological line for the production of granulated beet pulp at the Borinsky sugar plant: 1 – container with the original wet pulp; 2 – screw feeder; 3 – press for squeezing out moisture; 4 – belt conveyor; 5 – drum dryer; 6 – cyclones; 7 – exhaust fan; 8 – noria; 9 – magnetic separator; 10 – granulator; 11 – cooler; 12 – sifter; 13 – strain gauge balance; 14 – belt conveyor

Технологический процесс получения гранулированного свекловичного жома включает следующие операции:

- прессование исходного свекловичного жома с начальной влажностью 85–90% в прессе 3 для отжатия влаги до влажности 68–76%;

- сушка отжатого жома с влажностью 68–76% теплоносителем (смесь воздуха с продуктами сгорания природного газа) с температурой 110–140 °С в барабанной сушилке 5 в течение 90–120 минут до конечной влажности 11–13%;

- очистка гранул от металломагнитных примесей на магнитном сепараторе 9;

- гранулирование жома (диаметр гранул 10 мм) на грануляторе 10;

- охлаждение гранул в противоточном охладителе 11 до температуры, не превышающей температуру окружающей среды более, чем на 10–15 °С, т.е. до температуры не выше 30–35 °С;

- фракционирование гранул на крупную и мелкую фракции с размером гранул менее 10 мм в просеивателе 12 с размером ячеек 28×10 мм с возвратом последней на повторное гранулирование;

- взвешивание на тензovesах 13 и отгрузка ленточным транспортером 14 гранулированного свекловичного жома на склад готовой продукции.

Основным недостатком свежего жома как кормового средства является большое содержание в нем воды (около 90%). Основными потребителями свежего жома являются расположенные близ сахарного завода скотооткормочные пункты. Свежий жом трудно транспортировать, особенно в зимнее время, когда он смерзается и его трудно разгрузать. С целью улучшения транспортабельности свекловичный жом перед отпуском потребителям предварительно прессуют на прессе. При отжатии на прессе фирмы «Babbini» из свежего свекловичного жома удаляется около 14–22% воды, а содержание сухих веществ повышается до 24–32% [5, 7].

Предлагаемая технологическая линия производства гранулированного свекловичного жома работает следующим образом. Шнековый питатель 2 обеспечивает непрерывную, регулируемую и равномерную подачу свекловичного жома в пресс 3 для отжатия влаги [1–4, 6, 17, 19]. Технологические режимы для процессов отжима, сушения и грануляции жома приведены в таблице 3.

Вначале исходный свекловичный жом с начальной влажностью 85–90% из емкости 1 с помощью шнекового питателя 2 направляется в пресс 3 для отжатия влаги (пресс фирмы «Babbini»), в котором свекловичный жом отжимается до влажности 68–76%.

Таблица 3.
Технологический режим для процессов отжима,
сушения и грануляции жома

Table 3.
Technological mode for pressing, drying and
granulation of bagasse

Содержание сухих веществ в жоме, % Dry matter content in pulp, %	Показатель Indicator
поступающем на пресс Babbini coming to the Babbini press	8,0–12,0
отжатом wrung out	24,0–32,0
сушеном dried	87,0–89,0
М.д. влаги в гранулированном жоме, % Mass fraction of moisture in granulated pulp, %	11,0–13,0
Массовая доля сахарозы в гранулированном жоме, % к м.св. Mass fraction of sucrose in granulated pulp, % to the mass of beets	5,0–7,0
Размер гранул: Granule size:	
диаметр, мм diameter, mm	10,0
длина, мм length, mm	15–50
Количество выработанного гранулированного жома, т/ч The amount of produced granulated pulp, t/h	4,5–8,0
Температура Temperature, °C	
жома, поступающего в пресс pulp entering the press	50
гранул после гранулятора granules after granulator	70,0–80,0
гранул после охладителя pellets after cooler	20,0–25,0
сушеного жома в выгрузочной камере dried bagasse in the unloading chamber	80,0–100,0
газов в топочной камере gases in the combustion chamber	1200–1500
сушильного агента в камере смешения drying agent in the mixing chamber	500–800
отработавшего сушильного агента на выходе из установки spent drying agent at the outlet of the installation	120,0– 150,0
pH жомопрессовой воды pH of press water	5,5
Норма расхода дезинфектанта, г/тн св Disinfectant consumption rate, g/ton of beets	15
Норма расхода пеногасителя, г/тн св Antifoam consumption rate, g/ton of beets	15
Количество мезги в жомопрессовой воде, г/л The amount of pulp in pulp press water, g/l	3,0–4,0
Давление газа у горелок Gas pressure at burners, kPa	20
Давление воздуха у газовых горелок, Па Air pressure for gas burners, Pa	4–5
Разрежение в топочной камере, кПа Vacuum in the combustion chamber, kPa	100–250
Разрежение перед сушильным барабаном, Па Vacuum in front of the tumble dryer, Pa	100–250
Разрежение за сушильным барабаном, Па Vacuum behind the drying drum, Pa	900–1500
Температура газов на выходе из топки, °C Gas temperature at the outlet from furnace, °C	500–800

Химический состав прессованного жома (таблица 4) показывает, что В 1 кг прессованного жома содержится 0,16 кормовых единиц, что в 1,6 раза больше, чем в свежем жоме.

Таблица 4.
Химический состав прессованного жома

Table 4.
The chemical composition of the pressed bagasse

Показатель Indicator	Значение Value
Состав, % Content, %	
Сухие вещества Dry matter	25,0–30,0
Вода Water	75,0–85,0
Сырой протеин Crude protein	1,7
Сырая клетчатка Crude fiber	4,8
Безазотистые экстрактивные вещества Nitrogen-free extractives	8,4–8,6
Жир Fat	0,3
Зола Ash	1,1
Кормовая единица в 1 кг корма Feed unit 1 kg of feed	0,16–0,18
Обменная энергия МДж Exchange energy MJ	1,88
СВ, г Dry matter, g:	
Сырой протеин Crude protein	17,0–19,0
Перевариваемый протеин Digestible protein	12,0
Жир Fat	6,0–9,0
Клетчатка Cellulose	50,0–70,0
Безазотистые экстрактивные вещества Nitrogen-free extractives	85,0–100,0
Сахар Sugar	1,4–1,9
Кальций Calcium	1,9
Фосфор Phosphorus	0,2

Из пресса 3 отжатый жом с влажностью 64–69% ленточным транспортером 4 направляется в барабанную сушилку 5, в которой жом сушится теплоносителем (смесью воздуха с продуктами сгорания природного газа) с температурой 110–140 °C в течение 90–120 минут до конечной влажности 11–13%. Для высушивания прессованного свеколовичного жома в барабанной сушилке до влажности 11–13% расходуется 170 м³ природного газа на 1 тонну жома. Высушенный жом выходит из барабанной сушилки 5 с температурой 50–60 °C [9, 11, 13].

Дымовые газы (продукты горения природного газа), имеющие температуру 750 °C, смешиваются с воздухом, в такой пропорции, чтобы смесь воздуха и дымовых газов имела температуру 110–140 °C. Отходящие газы с температурой 70–80 °C отсасываются из барабанной сушилки 5 вытяжным вентилятором 7 и направляются в циклоны 6 для улавливания унесенного теплоносителем частиц сушеного жома. Уловленные мелкие частицы сухого жома накапливаются в нижней части циклонов 6, из которых направляются в гранулятор 10, а дымовые газы с температурой 70–80 °C из циклонов 6 удаляются в атмосферу [12, 19].

Таблица 5.
Химический состав сушеного жома

Table 5.
The chemical composition of dried pulp

Наименование показателя Indicator name	Показатель Indicator
Состав, % Content, %	
Влага Moisture	13,0–14,0
Сухие вещества Dry matter	87,0–86,0
зола и песок ash and sand	5,6
азотистые вещества nitrogenous substances	3,6
сырая клетчатка crude fiber	17,6
безазотистые экстрактивные вещества nitrogen-free extractives	61,2
Сырой протеин Crude protein	7,9
Сырой жир Crude fat	0,5
Сырая зола Crude ash	3,7
Кормовая единица в 1 кг корма Feed unit 1 kg of feed	0,85
Аминок-ты, г/1кг Amino acids, g/1kg	
Аминокислоты Amino acid	3,2
Лизин Lysine	6,1
Метионин Methionine	0,60
Триптофан Tryptophan	0,57
Аргинин Arginine	2,44
Гистидин Histidine	1,24
Треонин Threonine	2,91
Изолейцин Isoleucine	1,9
Лейцин Leucine	3,67
Валин Valine	3,28
Фенилаланин Phenylalanine	2,14
Аспаргиновая кислота Aspartic acid	4,59
Серин Serine	3,20
Глутаминовая кислота Glutamic acid	7,86
Пролин Proline	2,64
Глицин Glycine	2,81
Аланин Alanin	2,99
Тирозин Tyrosine	2,62
Мин. в-ва, г/1кг Mineral, g/1kg	
Кальций Calcium	5,0
Фосфор Phosphorus	2,0
Калий Potassium	3,4
Магний Magnesium	2,9
Железо Iron	356,0
Цинк Zinc	15,6
Йод Iodine	1,7
Крахмал Starch	32
Витамины, мг/кг Vitamins, mg/kg	
В1	0,4
В2	0,7
В3	1,5
В4	800
В5	1,6

Полученный сушеный жом направляется с помощью нории 8 в магнитный сепаратор 9, в котором очищается от ферромагнитных примесей, и подается в гранулятор 10, который

прессует его в гранулы, размер которых зависит от размера отверстий матрицы (обычно в пределах 6, 8 и 10 мм).

Температура гранул после гранулятора 10 составляет 70–80 °С, поэтому они направляется в противоточный охладитель 11, который обеспечивает эффективное охлаждение гранулированных гранул комбикорма при помощи окружающего воздуха. Окружающий охлажденный воздух подается вертикально в слой гранул. При этом выходная температура гранул не должна достигать температуры выше 10–15 °С окружающей среды.

Из противоточного охладителя 11 охлажденные гранулы комбикорма подаются в просеиватель 12 для отделения мелких частиц из гранул. Мелкая фракция возвращается в гранулятор 10 на повторное гранулирование.

Просеянные гранулы свекловичного жома подаются на тензовесы 13 для взвешивания и затем ленточным транспортером 14 отгружаются в склад готовой продукции [14– 16].

Технология производства гранулированного свекловичного жома обеспечивает улучшение технологических свойств продукта – увеличение объемной массы более чем в 1,5 раза по сравнению с рассыпным жомом, улучшение его сыпучести, что предотвращает слеживаемость продукта и возможность хранения его в силосных емкостях. Гранулированный жом является ценным источником легко усвояемых углеводов, клетчатки и улучшает вкусовые качества комбикорма [18].

Заключение

Выполненный анализ влияния технологических режимов на изменения состава свекловичного жома при его переработке на Боринском сахарном заводе показывает:

– необходимость введения второй стадии прессования для дальнейшего снижения содержания влаги в прессованном жоме. Получение прессованного жома с более низким содержанием влаги позволит существенно сократить энергозатраты на испарение влаги в барабанной сушилке;

– сокращение продолжительности процесса тепловой сушки прессованного свекловичного жома в барабанной сушилке позволит значительно повысить пищевую ценность производимого гранулированного свекловичного жома;

– возможность повышения энергетической эффективности и эксплуатационной надежности работы участка гранулирования на Боринском сахарном заводе.

Литература

- 1 Мхитарян Г.А., Леснов А.П., Ткаченко В.М. Современные технологии переработки свекловичного жома // Сахарная свекла. 2009. № 2. С. 33–35.
- 2 Дыганова Р.Я., Зайнашева З.Р. Технология переработки свекловичного жома с использованием биоэнергетической установки // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. НЭ Баумана. 2015. Т. 221. №. 1.
- 3 Булавин С.А., Колесников А.С. Безотходная энергосберегающая технология сушки и переработки свекловичного жома // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2014. №. 4. С. 3.
- 4 Спичак В.В., Вратский А.М. Современные направления использования и утилизации свекловичного жома // Сахар. 2011. №. 9. С. 60–64.
- 5 Редченко М.А. Совершенствование процесса прессования свекловичного жома и получения из него пищевых волокон. Пенза: ПензГТУ, 2020.
- 6 Колесников А.С. Перемешивающее устройство для повышения степени экстрагирования пектина из свекловичного жома // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2015. №. 4. С. 10–17.
- 7 Яковчик Н.С., Карабань О.А. Свекловичный жом: вкусно и питательно. 2019.
- 8 Habeeb A.A.M. et al. Using of sugar beet pulp by-product in farm animals feeding // Int. J. Sci. Res. Sci. Technol. 2017. V. 3. P. 107–120.
- 9 Гурин А.Г., Басов Ю.В., Гнеушева В.В. Жом как ценнейший продукт сахарного производства // Russian agricultural science review. 2015. Т. 5. №. 5–1. С. 251–255.
- 10 Li M. et al. Preparation and characterization of cellulose nanofibers from de-pectinated sugar beet pulp // Carbohydrate Polymers. 2014. V. 102. P. 136–143. doi: 10.1016/j.carbpol.2013.11.021
- 11 Погарелова Ю.Н., Бондаренко Ж.В. Новые направления использования свекловичного жома в республике Беларусь // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2009. Т. 1. №. 4.
- 12 Мищенко Е.В., Мищенко В.Я. Экологические проблемы, возникающие при хранении свекловичного жома на сахарных заводах // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. 2018. С. 139–143.
- 13 Кулишов Б.А. и др. Технические материалы на основе свекловичного жома // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. №. 23.
- 14 Мурашкина О.А. и др. О снижении энергозатрат при сушке свекловичного жома // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8. №. 2. С. 160–164.
- 15 Харина М.В., Васильева Л.М., Емельянов В.М. Особенности структуры и состава свекловичного жома и перспективы его переработки // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. №. 24.
- 16 Авроров В.А. и др. О компактировании свежего свекловичного жома на вертикальном шнековом компакторе с многослойной уплотняющей диафрагмой // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. 2019. С. 983–993.
- 17 Mudoga H.L., Yucel H., Kincal N.S. Decolorization of sugar syrups using commercial and sugar beet pulp based activated carbons // Bioresource technology. 2008. V. 99. P. 3528–3533. doi: 10.1016/j.biortech.2007.07.058
- 18 Соболев И.В. и др. Комплексная переработка свекловичного жома с использованием методов биотехнологии // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. №. 123.
- 19 Malekbala M.R. et al. The study of the potential capability of sugar beet pulp on the removal efficiency of two cationic dyes // Chemical Engineering Research and Design. 2012. V. 90. №. 5. P. 704–712. doi: 10.1016/j.cherd.2011.09.010
- 20 Huang X., Liu Q., Yang Y., He W.Q. Effect of high pressure homogenization on sugar beet pulp: Rheological and microstructural properties // LWT. 2020. V. 125. P. 109245. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109245

References

- 1 Mkhitarayan G.A., Lesnov A.P., Tkachenko V.M. Modern technologies for processing beet pulp. Sugar beet. 2009. no. 2. pp. 33–35. (in Russian).
- 2 Dyganova R. Ya., Zainasheva ZR Technology for processing beet pulp using a bioenergy installation. Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after V.I. NE Bauman. 2015. vol. 221. no. 1. (in Russian).
- 3 Bulavin S.A., Kolesnikov A.S. Waste-free energy-saving technology for drying and processing beet pulp. Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2014. no. 4. pp. 3. (in Russian).
- 4 Spichak V.V., Vratskiy A.M. Modern directions of use and utilization of beet pulp. Sugar. 2011. no. 9. pp. 60–64. (in Russian).
- 5 Redchenko MA Improving the process of pressing beet pulp and obtaining food fiber from it. Penza: PenzGTU. 2020. (in Russian).
- 6 Kolesnikov A.S. A mixing device for increasing the degree of pectin extraction from beet pulp. Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2015. no. 4. pp. 10–17. (in Russian).
- 7 Yakovchik NS, Karaban OA Beet pulp: tasty and nutritious. 2019. (in Russian).
- 8 Habeeb A.A.M. et al. Using of sugar beet pulp by-product in farm animals feeding. Int. J. Sci. Res. Sci. Technol. 2017. vol. 3. pp. 107–120.
- 9 Gurin A.G., Basov Yu.V., Gneusheva V.V. Zhom as the most valuable product of sugar production. Russian agricultural science review. 2015. vol. 5. no. 5–1. pp. 251–255. (in Russian).
- 10 Li M. et al. Preparation and characterization of cellulose nanofibers from de-pectinated sugar beet pulp. Carbohydrate Polymers. 2014. vol. 102. pp. 136–143. doi: 10.1016/j.carbpol.2013.11.021
- 11 Pogarelova Yu.N., Bondarenko Zh.V. New directions of use of beet pulp in the Republic of Belarus. Proceedings of BSTU. Series 2: Chemical technology, biotechnology, geoecology. 2009. vol. 1. no. 4. (in Russian).

12 Mishchenko E.V., Mishchenko V.Ya. Environmental problems arising from the storage of beet pulp at sugar factories. Innovations in environmental management and protection in emergency situations. 2018. pp. 139–143. (in Russian).

13 Kulishov B.A. et al. Technical materials based on beet pulp. Bulletin of Kazan Technological University. 2015. vol. 18. no. 23. (in Russian).

14 Murashkina O.A. et al. On reducing energy consumption when drying beet pulp. XXI century: the results of the past and the problems of the present plus. 2019. vol. 8. no. 2. pp. 160–164. (in Russian).

15 Kharina M.V., Vasilyeva L.M., Emelyanov V.M. Features of the structure and composition of beet pulp and the prospects for its processing. Bulletin of Kazan Technological University. 2014. vol. 17. no. 24. (in Russian).

16 Avrorov V.A. et al. On the compaction of fresh beet pulp on a vertical screw compactor with a multi-lobed sealing diaphragm. Agroecological aspects of sustainable development of AIC. 2019. pp. 983–993. (in Russian).

17 Mudoga H.L., Yucel H., Kincal N.S. Decolorization of sugar syrups using commercial and sugar beet pulp based activated carbons. Bioresource technology. 2008. vol. 99. no. 9. pp. 3528–3533. doi: 10.1016/j.biortech.2007.07.058

18 Sobol IV et al. Complex processing of beet pulp using biotechnology methods. Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2016. no. 123. (in Russian).

19 Malekbal M.R. et al. The study of the potential capability of sugar beet pulp on the removal efficiency of two cationic dyes. Chemical Engineering Research and Design. 2012. vol. 90. no. 5. pp. 704–712. doi: 10.1016/j.cherd.2011.09.010

20 Huang X., Liu Q., Yang Y., He W.Q. Effect of high pressure homogenization on sugar beet pulp: Rheological and microstructural properties. LWT. 2020. vol. 125. pp. 109245. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109245

Сведения об авторах

Светлана Н. Зобова директор свеклосахарного производства АО «АПО «Аврора», АО «АПО «Аврора» Структурное Подразделение «Боринский сахарный завод», Липецкая обл., с. Боринское, ул. Чайковского 18 «А», 398510, Россия, zobova-svetlana2017@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Александр Н. Остриков д.т.н., профессор, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ostrikov27@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2335-0017>

Лариса Н. Фролова д.т.н., профессор, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, fln-84@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6505-4136>

Максим В. Копылов к.т.н., доцент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kopylov-maks@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2678-2613>

Игорь С. Богомолов к.т.н., первый заместитель генерального директора, Акционерное общество «Научно производственный центр «ВНИИ комбикормовой промышленности», пр-т Труда, 91, г. Воронеж, 394026, Россия, igor-bog@ya.ru

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Svetlana N. Zobova director of the sugar industry of JSC «Agroindustrial enterprise «Avrora», Structural subdivision «Borino sugar factory» of JSC «Agroindustrial enterprise «Avrora», Lipetsk region, v. Borinskoe, Tschaikowsky. 18 «A», 398510, Russia, zobova-svetlana2017@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Alexander N. Ostrikov Dr. Sci. (Engin.), professor, fat technology, processes and devices of chemical and food industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ostrikov27@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2335-0017>

Larisa N. Frolova Dr. Sci. (Engin.), professor, fat technology, processes and devices of chemical and food industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, fln-84@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6505-4136>

Maksim V. Kopylov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, fat technology, processes and devices of chemical and food industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kopylov-maks@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2678-2613>

Igor S. Bogomolov Cand. Sci. (Engin.), first deputy general director, Research and Production Center VNI compound feed industry, Prospect Truda, 91, Voronezh, 394026, Russia, igor-bog@ya.ru

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 15/01/2021	После редакции 19/02/2021	Принята в печать 04/03/2021
Received 15/01/2021	Accepted in revised 19/02/2021	Accepted 04/03/2021