РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАСЛЯНОГО ПРЕССА

*А.В. Яшин, канд. техн. наук, доцент; Ю.В. Полювяный, канд. техн. наук, доцент;
П.Н. Хорев, канд. техн. наук, доцент*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия, тел. +79273907570, e-mail: yashin.a.v@pgau.ru

Главной задачей сельского хозяйства страны и молочного животноводства, в частности, является дальнейшее увеличение производства молочной продукции, необходимой для населения, на основе снижения ее себестоимости и создание общедоступных решений по механизации обработки молочной продукции с минимизированными трудозатратами. В государственной программе развития сельского хозяйства в Российской Федерации на 2013-2020 гг. одним из приоритетных направлений является развитие малых форм хозяйствования – крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств. В нашей стране уже функционируют свыше 340 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств, причем по ситуации на 2016 год К(Ф)Х и ЛПХ произвели порядка 1,5 млн. тонн молока, с процентом товарности в 69 %, на их долю приходится более 1,1 млн голов коров. С введением социально экономических мер в августе 2014 года, позволивших освободить от ввозимой продукции до 20 % российского рынка молочной продукции, образовавшуюся нишу начали заполнять отечественные производители сыров и сливочного масла.

Ключевые слова: масляный пресс, сливки, сливочное масло, шнек

Введение

Существующие, серийно-выпускаемые устройства для изготовления и обработки сливочного масла ориентированы на высокую пропускную способность и их использование при переработке небольших партий молочной продукции в условиях хозяйств с небольшой программой производства не целесообразно.

Следовательно, перспективными являются устройства, обладающие сравнительно небольшой потребляемой мощностью при минимизированной трудоемкости, высокоэкономичные, простые в эксплуатации и техническом обслуживании, способные выполнять несколько технологических операций, а главное – обладающие невысокой стоимостью.

В настоящее время существует множество конструкций устройств для изготовления сливочного масла, отличающиеся по периодичности действия, способу выведения масляного зерна из сливок, конструкции маслоизготовителя, типу рабочего органа и многим иным критериям, но, несмотря на конструктивные различия, большинство серийно-выпускаемых устройств для изготовления сливочного масла делятся на устройства непрерывного и периодического действия. Разработка масляного пресса, отвечающего современным требованиям и экономической эффективности с пониженной трудоемкостью (с возможностью

совмещения процессов формования и упаковки), является актуальной, поскольку существует острая проблема отсутствия на рынке устройств, позволяющих производителям выходить на рынок с качественным сливочным маслом небольшим предприятием, К(Ф)Х и ЛПХ.

Процессу изготовления сливочного масла посвящены работы многих исследователей России и зарубежья, ими были изучены и изложены основные положения транспортирования, гомогенизации, пластифицирования, экструдирования и перемешивания различных материалов. Разработаны методики исследований и расчетов, обоснованы различные конструкции шнековых машин, призванные повысить их производительность и качество производимых операций.

Однако, до настоящего времени вопрос снижения трудоемкости изготовления сливочного масла с обоснованием конструктивных параметров масляного пресса является малоисследованным и требует новых решений.

В настоящее время многие полностью отказались от сливочного масла, несмотря на то, что оно является весьма ценным продуктом питания. Молочный жир хорошо усваивается и сразу дает человеку энергию [1-5].

Особенно полезно сливочное масло в период роста и развития детей. В головном

мозге содержится много жироподобных соединений. Жиры входят в их состав и необходимы для обновления клеток. Поэтому

недостаточное употребление жиров детьми отражается на развитии интеллекта, внимания и успеваемости [1-5].

Рис. 1. Диаграмма производства сливочного масла в России за 2013-2019 гг

Как видно из диаграммы (рис. 1) в 2019 году промышленное производство сливочного масла в России составило 247,5 тыс. тонн, что, по отношению к 2018 году,

является на 3,5 % меньше. За семь лет, по отношению к 2013 году, показатели выросли на 11,3 % (на 28,8 тыс. тонн) [21].

Рис. 2. Диаграмма производства сливочного масла в России по месяцам за 2017-2019 гг.

По данным статистики самообеспеченность России сливочным маслом в 2019 году составила 72,6 %, что на 4,2 % ниже, по сравнению с 2018 годом. Если во внимание взять 2013 год, где самообеспеченность

составляла 64,9 %, то произошло ее увеличение на 7,7 % в 2019 году. Это связано, прежде всего, с тем, что наша страна стала производить большее количество молока.

Рис. 3. Диаграмма самообеспеченности России сливочным маслом за 2013-2019 гг.

Однако, в настоящее время в России не так много маслодельных заводов [21], где основным видом деятельности является производство сливочного масла. Более того, производители стараются избегать выпуска полноценного сливочного масла, содержащего только молочные жиры. Цены на импортные спреды практически такие же, как и на натуральное отечественное сливочное масло.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что существует множество причин заполнения рынков спредами и маргарином, но основная из них – это недостаточное количество производимого молока и дорогостоящее оборудование.

Методы и материалы

Разработанная конструктивная схема масляного пресса способствует снижению трудоемкости изготовления сливочного масла из масляного зерна, сбитого прерывным способом при требуемых массовой доли влаги. Это возможно благодаря тому, что шнек масляного пресса изготовлен с переменным шагом навивки, на выходе применяется насадка с профилем, обеспечивающим плавное изменение скорости потока сливочного масла, а также оптимальному коэффициенту использования пропускной способности зоны загрузки [1-3, 21-23].

Масляный пресс (рис. 4) состоит из рамы (1), загрузочного бункера (5) с заслонкой (6), кожуха (7) с шнеком (8) и формующей насадкой (9). Привод осуществляется от электродвигателя (2). Принцип действия масляного пресса заключается в следующем. Подлежащее обработке масляное зерно загружается в бункер (5) при закрытой заслонке (6). Далее запускают электро-

двигатель (2), передающий вращающий момент через редуктор (3) и муфту (4) на вал шнека (8).

Рис. 4. Конструктивная схема масляного пресса: 1 – рама; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – бункер загрузочный; 6 – заслонка; 7 – кожух; 8 – шнек; 9 – формующая насадка; γ – угол подъема шнека; l_1 – зона загрузки; l_2 – зона первичного смешивания; l_3 – зона первичного сжатия; l_4 – зона вторичного сжатия; l_5 – зона формования; L_1 – участок загрузки и отделения излишек влаги; L_2 – участок сжатия; L_3 – участок формования

После достижения номинальной угловой скорости открывают заслонку (6). При этом масляное зерно из загрузочного бункера (5) поступает в зону загрузки шнека

масляного пресса. Перемещаясь к следующей зоне происходит отделение излишка влаги, которая выводится из отверстия в кожухе (7). В кожухе (7) происходит смешивание и текстурирование масляного зерна. При прохождении по зонам сжатия обрабатываемый продукт подвергается уплотнению и пластификации со смешиванием. К концу зоны вторичного сжатия обрабатываемый продукт приобретает сплошную однородную структуру. Из зоны вторичного сжатия спрессованная масса выходит за пределы шнека и поступает в формующий насадок (9) с профилем, обеспечивающим плавное изменение скорости [1-5, 21-23].

За счет того, что на формующей насадке можно закреплять полимерный рукав для пищевых продуктов, будет

обеспечиваться снижение трудоемкости изготовления сливочного масла. Это способствует выполнению двух операций – расфасовки и упаковки.

Для проведения лабораторных исследований была изготовлена установка (рис. 5), состоящая из трех основных частей. Первая часть является регистрирующей и включает в себя ноутбук и электронный мультиметр. Вторая часть является управляющей, состоящей из автоматического выключателя и частотного преобразователя. Третья часть является исполняющей. Она состоит из электродвигателя и червячного редуктора. Регистрирующая часть необходима для определения температуры масляного зерна и сливочного масла, силы тока и напряжения [5-20].

Рис. 5. Общий вид лабораторной установки масляного пресса: 1 – макет масляного пресса; 2 – ноутбук ASUS X540S; 3 – электродвигатель AIP71A2CY; 4 – редуктор червячный SG80H; 5 – мультиметр электронный MAS-345; 6 – преобразователь частоты вращения Веспер E2-8300; 7 – выключатель автоматический IEK

Объем масляного зерна, подлежащий обработке, для каждого опыта был одним и тем же и составлял объем загрузочного бункера, равный 3,85 литра.

Время обработки определялось как время от открытия заслонки загрузочного бункера и до конца истечения из отверстия формующей насадки сливочного масла.

Масляное зерно при проведении опытов было произведено из сливок жирностью 38 %, температуры – 10 °С, соответствовавших требованиям ГОСТ Р 53435-2009 «Сливки-сырье. Технические условия» [1-3, 21-23].

Исходя из условия, что предельная ошибка во всех опытах приближенно равна возможной наибольшей статистической, и принимая ее $p = 0,95$ была выбрана трехкратная повторность опытов. Трехфакторный эксперимент был основан на

применении D-оптимального плана, целью которого являлось получение уравнений регрессии [3-16].

В качестве критерия оценки трехфакторного эксперимента была выбрана трудоемкость обработки масляного зерна. В качестве ограничений были приняты содержание влаги и консистенция. Для реализации трехфакторного эксперимента, с целью придания фактору x_2 (изменение шага шнека по участкам) промежуточного (нулевого) значения уровня варьирования, был изготовлен комплект сменных шнеков с первым шагом $t = 0,06$ м (рис. 6).

Математическая обработка результатов проводилась с использованием компьютерных программ Statistica 6.0, MathCAD 2001RUS, Microsoft Excel на ПЭВМ. При этом статистическая обработка результатов трехфакторного эксперимента

осуществлялась сначала модулем Multiple Regression программы Statistica 6.0 при попытке описания линейной моделью и модулем Nonlinear Estimation программы Statistica 6.0 при описании моделями высших

порядков. При определении адекватности модели (по множественному коэффициенту корреляции и F-тесту) использовали данные статистической обработки и программу Microsoft Excel.

Таблица 1

Матрица трехфакторного эксперимента

№ опыта	Угловая скорость шнека, с ⁻¹	Изменение шага шнека по участкам, мм	Коэффициент использования пропускной способности загрузочной зоны пресса
	x_1	x_2	x_3
1	1	1	1
2	1	1	-1
3	1	-1	1
4	1	-1	-1
5	-1	1	1
6	-1	1	-1
7	-1	-1	1
8	-1	-1	-1
9	1	0	0
10	-1	0	0
11	0	1	0
12	0	-1	0
13	0	0	1
14	0	0	-1

Рис. 6. Набор шнеков с изменяющимся шагом на участках:

1 – шнек с изменением шага в 20 мм, при $t_0 = 0,06$ м; 2 – шнек с изменением шага в 15 мм, при $t_0 = 0,06$ м; 3 – шнек с изменением шага в 10 мм, при $t_0 = 0,06$ м

При определении оптимальных значений факторов использовали программу MathCAD 2001 RUS, для чего был разработан ее листинг по решению задачи на поиск экстремума функции (адекватной модели уравнения регрессии) [1-3, 21-23].

Результаты

В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии в закодированном виде, описывающее зависимость трудоемкости

изготовления сливочного масла от параметров масляного пресса:

$$T_{\text{ц}} = 19,16188 - 2,76400 \cdot x_1 - 3,81900 \cdot x_2 + 2,48625 \cdot x_1 \cdot x_2 - 2,59375 \cdot x_1 \cdot x_3 + 10,33312 \cdot x_1^2 + 5,28812 \cdot x_2^2 + 12,86313 \cdot x_3^2, \text{ чел.-час.} \quad (1)$$

Множественный коэффициент корреляции уравнения составил $R = 0,995$, а F-тест = 0,993, что свидетельствует о том, что полученная математическая зависимость

(1) адекватно описывает результаты опытов.

Полученные данные были обработаны в программе MathCAD с целью определения оптимальных параметров масляного пресса по трудоемкости изготовления сливочного масла. Для этого полученную математическую зависимость (1) проинтегрировали по переменным x_1 , x_2 , x_3 и получили систему уравнений (2):

$$\begin{cases} -2,764 + 2,486 \cdot x_2 - 2,594 \cdot x_2 + 20,666 \cdot x_1 = 0, \\ -3,819 + 2,486 \cdot x_1 + 10,576 \cdot x_2 = 0, \\ -2,594 \cdot x_1 + 25,726 \cdot x_3 = 0. \end{cases}$$

В результате решения системы уравнений (2) нашли оптимальные значения параметров масляного пресса в закодированном виде (3):

$$\begin{cases} x_1 = 0,094, \\ x_2 = 0,339, \\ x_3 = 0,0095. \end{cases} \quad (3)$$

При оптимальных значениях параметров масляного пресса трудоёмкость составит:

$$T_{\text{ц}}^{\min(x_1=0,094)(x_3=0,339)(x_1=0,094)_2} - 2,594 \cdot (x_1 = 0,094) \cdot (x_3 = 0,0095) + 10,333 \cdot (x_1 =$$

$$0,094)^2 + 5,288 \cdot (x_2 = 0,339)^2 + 12,863 \cdot (x_3 = 0,0095)^2 = 18,385, \text{ чел.-ч.} \quad (4)$$

В результате были построены двумерные сечения поверхностей отклика трудоемкости обработки сливочного масла масляным прессом (рис. 4-6) и представлены математические зависимости (7-9).

Для $T_{\text{мц}} = f_1(x_1, x_2)$ в следующем виде:

$$T_{\text{мц}} = a_0 + a_1 \cdot x_{1i} + a_2 \cdot x_{2j} + a_{12} \cdot x_{1i} \cdot x_{2j} + a_{13} \cdot x_{1i} \cdot x_{3i} + a_{11} \cdot x_{1i}^2 + a_{22} \cdot x_{2j}^2 + a_{33} \cdot x_{3j}^2, \text{ чел.-час.} \quad (5)$$

Для $T_{\text{мц}} = f_1(x_1, x_3)$ в следующем виде:

$$T_{\text{мц}} = a_0 + a_1 \cdot x_{1i} + a_2 \cdot x_2 + a_{12} \cdot x_{1i} \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_{1i} \cdot x_{3j} + a_{11} \cdot x_{1i}^2 + a_{22} \cdot x_2^2 + a_{33} \cdot x_{3j}^2, \text{ чел.-час.} \quad (6)$$

Для $T_{\text{мц}} = f_1(x_2, x_3)$ в следующем виде:

$$T_{\text{мц}} = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_{2i} + a_{12} \cdot x_1 \cdot x_{2i} + a_{13} \cdot x_1 \cdot x_{3j} + a_{11} \cdot x_1^2 + a_{22} \cdot x_{2i}^2 + a_{33} \cdot x_{3j}^2, \text{ чел.-час.} \quad (7)$$

Рис. 7. Двухмерное сечение поверхности отклика трудоемкости обработки сливочного масла масляным прессом от угловой скорости шнека x_1 и изменения шага наивки x_2 при оптимальном значении коэффициента использования пропускной способности загрузочной зоны пресса x_3

Рис. 8. Двухмерное сечение поверхности отклика трудоемкости обработки сливочного масла масляным прессом от угловой скорости шнека x_1 и коэффициента использования пропускной способности загрузочной зоны прессы x_3 при оптимальном значении изменения шага навивки x_2

Рис. 9. Двухмерное сечение поверхности отклика трудоемкости обработки сливочного масла масляным прессом от коэффициента использования пропускной способности загрузочной зоны прессы x_3 и изменения шага навивки x_2 при оптимальном значении угловой скорости x_1

Двухмерные сечения поверхностей отклика и полученные данные указывают на нахождение экстремума и получение минимальной трудоемкости изготовления

сливочного масла масляным прессом. При этом оптимальные значения факторов в раскодированном виде следующие: $\omega = 6,3 \text{ с}^{-1}$, $\Delta t = 17,7 \text{ мм}$ и $k_{\text{загр}} = 0,6$, а технологическая

трудоемкость за цикл масляного пресса составляет $T_{\text{мц}} = 18,385$ чел.-ч.

Заключение

В результате проведенных исследований были определены оптимальные угловая скорость вращения рабочего органа, коэффициент использования пропускной способности загрузочной зоны и изменение шага навивки шнека по зонам $\omega = 6,3$ с⁻¹, $\Delta t = 17,7$ мм и $k_{\text{загр}} = 0,6$.

Исследования в производственных условиях подтвердили правильность нахождения оптимальных значений параметров масляного пресса, и полученная технологическая трудоемкость за цикл составила 18,4

чел.-ч. при производительности в 3,85 кг/ч, что подтверждает сходимость результатов исследований в лабораторных и производственных условиях. Массовая доля влаги в исходном масляном зерне составила 24-27,8 %, а сливочное масло – менее 20 %, но более 16 %, что соответствует требованиям ГОСТ 37-91 по крестьянскому несоленому сладкосливочному маслу.

При определении консистенции пробой на срез сливочное масло обладало хорошей консистенцией, так как пластинка имела плотную ровную поверхность и края, прогибалась при легком нажатии, при этом не ломалась, на кусочки и слои не разделялась.

Литература

1. Мачнев А.В., Польшивный Ю.В., Яшин, А.В., Хорев П.Н. Результаты экспериментальных исследований маслоизготовителя. *Health, Food & Biotechnology*, 2020, № 1 (3), p. 21-32.
2. Яшин А.В., Польшивный Ю.В., Кудеркин Н.С. Теоретическое обоснование минимальной величины открытия заслонки бункера масляного пресса. *Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сборник статей международной научно-практической конференции молодых ученых*. Пенза: РИО ПГАУ, 2018, с. 199-204.
3. Яшин А.В., Польшивный Ю.В., Кудеркин Н.С. Результаты и анализ экспериментальных исследований масляного пресса. *Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства. Сборник статей IV Международной научно-практической конференции*. 2018, с. 177-182.
4. Добролюбов А.И. Скольжение, качение, волна. 2-е издание, исправленное. Москва: Едиториал УРСС, 2005, 160 с.
5. Добролюбов А.И. Бегущие волны деформации. 2-е издание, исправленное. Москва: Едиториал УРСС, 2003, 144 с.
6. Aloisi A., Torre A.D., Rinaldi R., De Benedetto A. Bio-recognition in spectroscopy-based biosensors for heavy metals-water and waterborne contamination analysis. *Biosensors*, 2019, v. 9 (3), 96 p.
7. Banjare I.S., Gandhi K., Sao K., Arora S., Pandey V. Physicochemical properties and oxidative stability of milk fortified with spray-dried whey protein concentrate-iron complex and in vitro bio-accessibility of the added iron. *Food Technology and Biotechnology*, 2019, v. 57 (1), p. 48-58.
8. Checkaev N.P., Semov I.N., Kuznetsov A.Yu., Arefyev A.N., Rylyakin E.G. The use of silicon-containing agro ores for increasing the productivity of agricultural crops. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2019, v. 10, № 1, p. 114-117.
9. Gutierrez G.S., Lana R.P., Teixeira C.R.V., Veloso C.M., Rennó L.N. Performance of cross-bred lactating cows at grazing in response to nitrogen supplementation and different levels of concentrate feed. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 2019, v. 71 (3.), p. 1005-1014.
10. Igonin, V.N., Sotnikov, M.V., Mishanin, A.L., Denisov, S.V., Danilin, A.V., Yashin, A.V. (2018). Energy intensity reduction of grain contact drying. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 2018, v. 10, № 5, p. 1210-1225.
11. Kukharev O.N., Semov I.N., Rylyakin E.G. (2015). The technical solution for a laminated coating on a rounded surfaces. *Contemporary Engineering Sciences*, 2015, v. 8, № 9, p. 481-484.
12. Lisak Jakopović K., Barukčić I., Božanić R. (2019). Bioactive components derived from bovine milk. *Mljekarstvo*, 2019, v. 69 (3), p. 151-161.
13. Nurullo T. Meals of cattle feeders in surkhan oasis. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 2019, v. 9 (1), p. 5247-5249.
14. Oliveira A.P.D., Naozuka J., Santos G.A.D., Nomura C.S. Elemental chemical composition of products derived from kefir fermented milk. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2019, v. 78, p. 86-90.
15. Petrov A.M., Savelev Yu.A., Ishkin P.A., Semov I.N., Kukharev O.N. Soil decompaction by frost action. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2018, v. 9, № 6, p. 39-43.
16. Rylyakin E.G., Semov I.N., Kukharev O.N. The influence of the oxidative polymerization processes on the energy consumption due to friction in the resource defining hydraulic couplings

hydraulic drive mate. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2019, v. 10, № 1, p. 1064-1069.

17. Semov I.N., Kukharev O.N., Fedin M.A. (2018). Raising productivity of harvesting using the combing method. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2018, v. 9, № 3, p. 1085-1088.

18. Thongruang S., Paengkoum P. Effects of forage species and feeding systems on rumen fermentation, microbiota and conjugated linoleic acid content in dairy goats. Animal Production Science, 2019, v. 59, № 12, p. 2147-2153.

19. Ullah R., Ali H., Bilal M., Khan S. Potentiality of using front face fluorescence spectroscopy for quantitative analysis of cow milk adulteration in buffalo milk. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2020, v. 225, 117518.

20. Wang Y., Guo W., Zhu X., Liu Q. Effect of homogenisation on detection of milk protein content based on nir diffuse reflectance spectroscopy. International Journal of Food Science & Technology, 2019, v. 54, № 2, p. 387-395.

21. Yashin A.V., Polyvyanyy Ju.V., Kuderkin N.S. (2017). Technique of carrying out experimental researches on labor input assessment with determination optimum values of parameters butter press. News of Science and Education, 2017, v. 11, № 3, p. 57-60.

22. Yashin A.V., Semov I.N., Polyvyanyy Ju.V., Machnev A.V., Khorev P.N., Mishanin A.L. (2018). The results of studies of the milking machine with stepped nipple tubes. Research journal of pharmaceutical, bio-logical and chemical sciences. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2018, v. 9, № 6, p. 446-1449

23. Yashin A.V., Polyvyany Yu.V. (2019). Results of laboratory research of a butter churn with a flexible vibratory drive. Volga Region Farmland, 2019, № 3 (3), p. 106-110.

UDC 637.234

DOI 10.36461/NP.2020.57.4.013

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF BUTTER PRESS

*A.V. Yashin, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor;
Yu.V. Polyvyanyy, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor;
P.N. Khorev, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education Penza State Agrarian University,
Penza, Russia, tel. +79273907570, e-mail: yashin.a.v@pgau.ru

The main objective of the country's agriculture and dairy production, in particular, is to further increase the production of dairy products necessary for the population, based on reducing its cost, and to create generally available solutions for mechanizing the processing of dairy products with minimized labor costs. In the state programme for the development of agriculture in the Russian Federation for 2013-2020, one of the priority areas is the development of small forms of farming - peasant (farm) enterprises and personal subsidiary farms (PSF). There are already more than 340,000 peasant (farm) enterprises (P(F)E) in our country. In 2016, P(F)E and PSF produced about 1.5 million tons of milk, with a percentage of 69%, they account for more than 1.1 million head of cows. In our country, more than 340 thousand peasant (farm) farms are already functioning, and according to the situation in 2016, P(F)E and private household plots produced about 1.5 million tons of milk, with a marketability percentage of 69%. They account for more than 1.1 million cows. With the introduction of economic and social measures in August 2014, which made it possible to free up to 20% of the Russian dairy market from imported products, domestic producers of cheeses and butter began to fill the gap.

Key words: butter press, cream, butter, auger

Reference

1. Machnev A.V., Polyvyany Yu.V., Yashin, A.V., Khorev P.N. Results of experimental studies of the buttermaker. Health, Food & Biotechnology, 2020, No. 1 (3), p. 21-32.

2. Yashin A.V., Polyvyany Yu.V., Kuderkin N.S. Theoretical substantiation of the minimum opening of the butter press hopper gate. Innovative ideas of young researchers for the agro-industrial complex of Russia: a collection of articles of the international scientific conference of young scientists. Penza: RIO PSAU, 2018, p. 199-204.

3. Yashin A.V., Polyvyany Yu.V., Kuderkin N.S. Results and analysis of experimental studies of the butter press. Resource-saving technologies and technical means for the production of crop and livestock products. Collection of articles of the IV International Scientific and Practical Conference. 2018, p. 177-182.
4. Dobrolyubov A.I. Sliding, rolling, wave. 2nd edition, revised. Moscow: Editorial URSS, 2005, 160 p.
5. Dobrolyubov A.I. Traveling waves of deformation. 2nd edition, revised. Moscow: Editorial URSS, 2003, 144 p.
6. Aloisi A., Torre A.D., Rinaldi R., De Benedetto A. Bio-recognition in spectroscopy-based biosensors for heavy metals-water and waterborne contamination analysis. Biosensors, 2019, v. 9 (3), 96 p.
7. Banjare I.S., Gandhi K., Sao K., Arora S., Pandey V. Physicochemical properties and oxidative stability of milk fortified with spray-dried whey protein concentrate-iron complex and in vitro bio-accessibility of the added iron. Food Technology and Biotechnology, 2019, v. 57 (1), p. 48-58.
8. Checkaev N.P., Semov I.N., Kuznetsov A.Yu., Arefyev A.N., Rylyakin E.G. The use of silicon-containing agro ores for increasing the productivity of agricultural crops. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2019, v. 10, № 1, p. 114-117.
9. Gutierrez G.S., Lana R.P., Teixeira C.R.V., Veloso C.M., Rennó L.N. Performance of cross-bred lactating cows at grazing in response to nitrogen supplementation and different levels of concentrate feed. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2019, v. 71 (3.), p. 1005-1014.
10. Igonin, V.N., Sotnikov, M.V., Mishanin, A.L., Denisov, S.V., Danilin, A.V., Yashin, A.V. (2018). Energy intensity reduction of grain contact drying. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 2018, v. 10, № 5, p. 1210-1225.
11. Kukharev O.N., Semov I.N., Rylyakin E.G. (2015). The technical solution for a laminated coating on a rounded surfaces. Contemporary Engineering Sciences, 2015, v. 8, № 9, p. 481-484.
12. Lisak Jakopović K., Barukčić I., Božanić R. (2019). Bioactive components derived from bovine milk. Mljekarstvo, 2019, v. 69 (3), p. 151-161.
13. Nurullo T. Meals of cattle feeders in surkhan oasis. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 2019, v. 9 (1), p. 5247-5249.
14. Oliveira A.P.D., Naozuka J., Santos G.A.D., Nomura C.S. Elemental chemical composition of products derived from kefir fermented milk. Journal of Food Composition and Analysis, 2019, v. 78, p. 86-90.
15. Petrov A.M., Savelev Yu.A., Ishkin P.A., Semov I.N., Kukharev O.N. Soil decompaction by frost action. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2018, v. 9, № 6, p. 39-43.
16. Rylyakin E.G., Semov I.N., Kukharev O.N. The influence of the oxidative polymerization processes on the energy consumption due to friction in the resource defining hydraulic couplings hydraulic drive mate. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2019, v. 10, № 1, p. 1064-1069.
17. Semov I.N., Kukharev O.N., Fedin M.A. (2018). Raising productivity of harvesting using the combing method. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2018, v. 9, № 3, p. 1085-1088.
18. Thongruang S., Paengkoum P. Effects of forage species and feeding systems on rumen fermentation, microbiota and conjugated linoleic acid content in dairy goats. Animal Production Science, 2019, v. 59, № 12, p. 2147-2153.
19. Ullah R., Ali H., Bilal M., Khan S. Potentiality of using front face fluorescence spectroscopy for quantitative analysis of cow milk adulteration in buffalo milk. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2020, v. 225, 117518.
20. Wang Y., Guo W., Zhu X., Liu Q. Effect of homogenisation on detection of milk protein content based on nir diffuse reflectance spectroscopy. International Journal of Food Science & Technology, 2019, v. 54, № 2, p. 387-395.
21. Yashin A.V., Polyvyany Ju.V., Kuderkin N.S. (2017). Technique of carrying out experimental researches on labor input assessment with determination optimum values of parameters butter press. News of Science and Education, 2017, v. 11, № 3, p. 57-60.
22. Yashin A.V., Semov I.N., Polyvyany Ju.V., Machnev A.V., Khorev P.N., Mishanin A.L. (2018). The results of studies of the milking machine with stepped nipple tubes. Research journal of pharmaceutical, bio-logical and chemical sciences. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2018, v. 9, № 6, p. 446-1449
23. Yashin A.V., Polyvyany Yu.V. (2019). Results of laboratory research of a butter churn with a flexible vibratory drive. Volga Region Farmland, 2019, № 3 (3), p. 106-110.