

Результаты экспериментальных исследований маслоизготовителя

Мачнев Алексей Валентинович¹, Поливяный Юрий Владимирович²,
Яшин Александр Владимирович², Хорев Павел Николаевич²

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

²ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»

Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована Мачневу А.В., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», адрес: 125080, город Москва, Волоколамское шоссе, дом 11. E-mail: mav700@mail.ru

Авторами статьи приведена актуальность постановки вопроса интенсификации сбивания сливочного масла. На современном этапе производства сливочного масла актуальным для маслодельной отрасли остается вопрос сохранения традиционных технологий, позволяющих выпускать разнообразие видов масла из коровьего молока, а также применение инновационных технологий, способствующих интенсификации процесса сбивания. Важным фактором для получения качественного продукта является использование современного маслодельного оборудования, позволяющего при минимальной энергоемкости сбивания получить максимальное количество готового продукта. Авторами предлагается один из научных подходов при сбивании сливочного масла – явление «Бегущая волна». Бегущая волна, как фактор сбивания сливочного масла, образуется при вращении роторно-лопастного рабочего органа и способствует сокращению энергоемкости сбивания. Представлена методика проведения и результаты исследований по обоснованию оптимальных конструктивных и технологических параметров разработанного маслоизготовителя. Экспериментально подтверждена целесообразность установки в емкости маслоизготовителя механизма сбивания в виде горизонтально расположенного роторно-лопастного рабочего органа. Разработан экспериментальный образец маслоизготовителя периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом и проведены лабораторные исследования, после анализа которых были выявлены оптимальные конструктивные и кинематические параметры маслоизготовителя с производительностью сбивания 13,4 кг/ч, процентом выхода сливочного масла 59,5% и потерей жира менее 0,4%: частота вращения роторно-лопастного рабочего органа $n_p = 422 \text{ мин}^{-1}$; количество лопастей роторно-лопастного рабочего органа $z_p = 3$; коэффициент заполнения емкости $\varphi_{\text{зап}} = 0,57$. Таким образом установлено, что разработанный маслоизготовитель периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом обеспечивает эффективное сбивание сливочного масла с высоким процентом использования жира (более 99,6%) и энергоемкостью сбивания, равной 7,24 Вт·ч/кг.

Ключевые слова: маслоизготовитель, роторно-лопастной рабочий орган, сливки, сливочное масло, емкость

Введение

В результате анализа основных положений теории образования масляного зерна, предлагаемых учеными разных стран, выявлено, что они имеют в своей основе различную сущность, а иногда и противоречивость, показывая при этом более или менее стабильное представление о характерах явлений этого процесса. В исследование данного процесса значительный вклад внесли многие ученые.

Изготовление масла методом сбивания осуществляют с помощью маслоизготовителей периодического и непрерывного действия (Парфенов, 2013). В настоящее время в промышленности более широко применяются маслоизготовители периодического действия с вращающимися рабочими емкостями разнообразной формы. В таких емкостях жестко закреплены билы, основным назначением которых является интенсификация перемешивания сбиваемых сливок. Подача сливок в емкость осуществляется насосом или при создании разрежения.

Анализ существующих конструкций маслоизготовителей показывает, что сбивание сливочного масла сопровождается высокой энергоемкостью и низкой производительностью вследствие длительности процесса от получаса до двух часов (Парфенов, 2013).

В результате проведенного анализа различных конструкций маслоизготовителей от отечественных до импортных, также можно сделать вывод о том, что наиболее перспективными и производительными являются устройства с неподвижными горизонтально установленными емкостями и вращающимися рабочими органами различных конструкций (Парфенов, 2013). Их применение приводит к большей турбулизации всего объема сливок, уменьшению застойных зон и увеличению производительности. При этом наиболее перспективными являются механизмы сбивания с горизонтально расположенными лопастями, так как в процессе сбивания они обеспечивают более тщательное и интенсивное перемешивание сливок.

Необходимость увеличения производства сливочного масла в России прописана Постановлением Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы» (с изменениями и дополнениями) в паспорте подпрограммы 2 «Развитие подотрасли животноводства, переработки и реализации продукции животноводства».

На современном этапе производства сливочного масла актуальным для маслодельной отрасли остается вопрос сохранения традиционных технологий, позволяющих выпускать разнообразные виды масла из коровьего молока, а также применение инновационных технологий, способствующих интенсификации процесса сбивания (Парфенов, 2014). Важным фактором для получения качественного продукта является использование современного маслодельного оборудования, позволяющего при минимальной энергоемкости сбивания получить максимальное количество готового продукта (Парфенов, 2013).

Один из научных подходов при сбивании сливочного масла – явление «Бегущая волна». Бегущая волна, как фактор сбивания сливочного масла, образуется при вращении роторно-лопастного рабо-

чего органа и способствует сокращению энергоемкости сбивания (Парфенов, 2014; Добролюбов, 2005; Добролюбов, 2003).

Цель научных исследований – интенсификация сбивания сливочного масла роторно-лопастным рабочим органом маслоизготовителя периодического действия, способствующая снижению энергоемкости сбивания сливочного масла за счет бегущей волны, образуемой роторно-лопастным рабочим органом.

Материалы и методы

В настоящее время разработаны устройства для изготовления сливочного масла различных типов конструкций: с вращающимися емкостями, не оснащенными дополнительными перемешивающими устройствами; с вращающимися емкостями, оснащенными жестко закрепленными билами; с неподвижно закрепленными емкостями и вращающимися рабочими органами (Яшин, 2018), (Oliveira, 2019), (Gutierrez, 2019), (Lisak Jakopović, 2019), (Thongruang, 2019; Banjare, 2019; Wang, 2019).

Сбивание сливочного масла на известных конструкциях маслоизготовителей периодического действия является продолжительным. Поэтому необходимо разработать такую конструкцию маслоизготовителя периодического действия, которая интенсифицирует процесс за счет бегущей волны, образуемой роторно-лопастным рабочим органом (Яшин, 2017)¹.

Разработана и обоснованы конструкция маслоизготовителя периодического действия, а так же конструктивные и кинематические параметры роторно-лопастного рабочего органа маслоизготовителя периодического действия (Парфенов, 2014; Яшин, 2018).

Для интенсификации сбивания сливочного масла предлагается маслоизготовитель (рисунок 1), состоящий из цилиндрической горизонтально расположенной емкости 1. При этом емкость 1 имеет возможность поворота на 180° относительно своей оси из рабочего положения при сбивании сливочного масла в положение выгрузки и, наоборот, по направляющей 15, расположенной на раме 9 и емкости 1, между которыми размещены ролики 14. Фиксация емкости 1 в положении при сби-

¹ Парфенов, В. С., Яшин, А. В., Поливяный, Ю. В., Стригин, В. Н. (2013). Маслоизготовитель периодического действия. № 2012129083/10. Пат. 2491813 РФ, МПК А 01J15/00.

вании сливочного масла и его выгрузки производится фиксаторами 13. Механизм сбивания 4 расположен с эксцентриситетом относительно оси емкости 1 и выполнен для подачи газа в виде полого роторно-лопастного рабочего органа с отверстиями 5 (Парфенов, 2014), (Yashin, 2018).

Отношение эксцентриситета оси роторно-лопастного рабочего органа относительно оси емкости к диаметру емкости составляет $e/d_e=0,15...0,25$, отношение диаметра ротора по делительной окружности замкнутого синусоидального профиля к диаметру емкости $d_r/d_e=0,35...0,4$ (Парфенов, 2018), (Польвяный, 2018), (Яшин, 2018).

Для подачи газа имеется нагнетательный трубопровод 11, а для отвода избыточного газа из емкости 1 – выпускной клапан 3. Поперечное сечение роторно-лопастного рабочего органа 4 имеет замкнутый синусоидальный профиль, средней линией которого является окружность. Для снижения трудоемкости выгрузки предусмотрен выгрузной шнек 6 с равномерно уменьшающимся шагом витков по ходу выгрузки сливочного масла, что способствует доведению структуры масляного пласта до однородного состава и нормализации по влаге. Он закреплен в выгрузном канале 7 и установлен под углом. На боковой поверхности емкости, выше ее оси, установлен загрузочный люк 10, выполненный из прозрачного материала с целью визуализации

защиты маслообразования, а также подачи сливок перед сбиванием и воды перед промывкой сливочного масла (Яшин, 2019), (Яшин, 2019), (Яшин, 2019), (Igonin, 2018), (Aloisi, 2019).

Посредством устройства управления 12 и привода 8 роторно-лопастной рабочий органа 4 приводится во вращение. В нижней части емкости 1 установлен кран 16 для слива пахты. Выгрузной шнек 6 приводится во вращение от привода 2 (Польвяный, 2018).

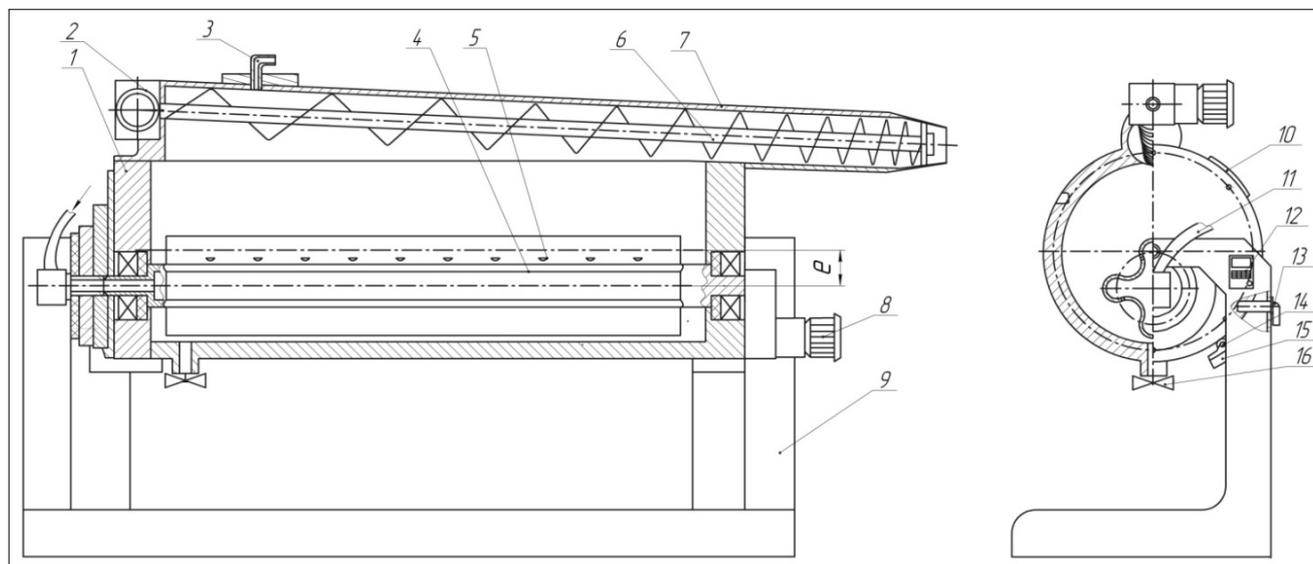
Методика исследований

Экспериментальными исследованиями, согласно поставленным задачам, предусматривалось следующее (Yashin, 2017), (Яшин, 2018), (Rylyakin, 2019), (Польвяный, 2018), (Kukharev, 2015), (Ullah, 2020).

1. Лабораторные исследования по определению основных физико – механических свойств сливок и масла.
2. Исследование разработанного маслоизготовителя периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом в лабораторных условиях по оценке энергоемкости сбивания с определением оптимальных конструктивных и кинематических параметров.
3. Исследование экспериментального маслоизготовителя периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом в производ-

Рисунок 1

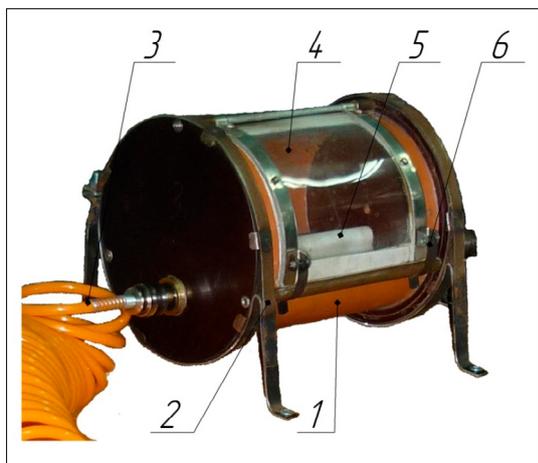
Общий вид маслоизготовителя периодического действия: 1 – емкость; 2 – привод; 3 – клапан выпускной; 4 – роторно-лопастной рабочий орган; 5 – отверстие; 6 – шнек выгрузной; 7 – канал выгрузной; 8 – привод; 9 – рама; 10 – люк загрузочный; 11 – трубопровод нагнетательный; 12 – устройство управления; 13 – фиксатор; 14 – ролик; 15 – направляющая; 16 – кран



ственных условиях по оценке энергоемкости сбивания при оптимальных конструктивных и кинематических параметрах (Checkaev, 2019; Zhang, 2020; Nurullo, 2019).

Для проведения лабораторных исследований, предусмотренных программой, был изготовлен экспериментальный маслоизготовитель периодического действия общий вид которого представлен на рисунке 2. При проведении исследований также использовались ноутбук 1, мультиметр 2, частотный преобразователь 11, компрессор 12, закрепленные на раме 17. Экспериментальный маслоизготовитель (рисунок 2) состоит из цилиндрической горизонтально расположенной емкости 1, закрепленной на опорах 2 и роторно-лопастного рабочего органа 5, расположенного с эксцентриситетом относительно оси емкости (Полывяный, 2018).

Рисунок 2
Экспериментальный маслоизготовитель периодического действия: 1 – емкость маслоизготовителя; 2 – опоры; 3 – шланг нагнетательный; 4 – люк загрузочный; 5 – роторно-лопастной рабочий орган; 6 – зажим



Поперечное сечение роторно-лопастного рабочего органа (рисунок 3) представляет собой замкнутый синусоидальный профиль (Полывяный, 2018).

Привод установки (рисунок 4) для исследования маслоизготовителя периодического действия осуществляется от электродвигателя 9.

Вал роторно-лопастного рабочего органа соединен с валом электродвигателя с помощью муфты 10. Частоту вращения роторно-лопастного рабочего органа при проведении экспериментальных исследований регулируют с помощью преобразователя частоты 11 (Яшин, 2019; Yashin, 2019), (Яшин, 2018; Semov, 2018; Petrov, 2018).

Рисунок 4
Экспериментальная установка для исследования маслоизготовителя периодического действия (вид сверху): 1 – ноутбук; 2 – мультиметр MAS-345; 3 – емкость маслоизготовителя; 4 – поры; 5 – роторно-лопастной рабочий орган; 6 – выключатель; 7 – люк загрузочный; 8 – зажим; 9 – электродвигатель; 10 – муфта; 11 – преобразователь частоты; 12 – компрессор Sumake; 13, 14 – манометр; 15 – регулятор давления; 16 – шланг нагнетательный; 17 – рама

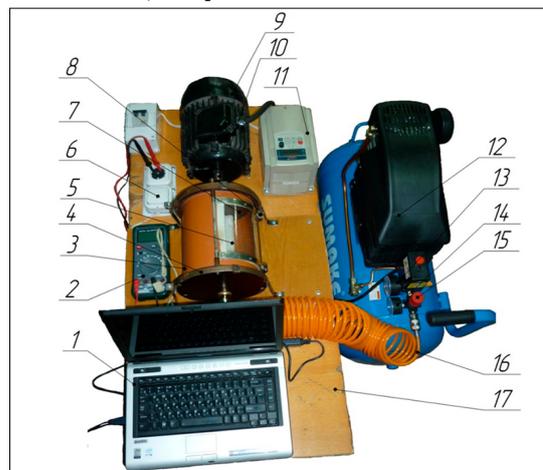
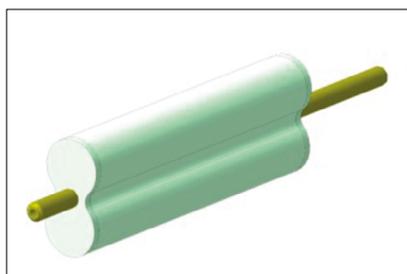


Рисунок 3
Конструкция роторно-лопастного рабочего органа: а – с двумя лопастями; б – с тремя лопастями; в – с четырьмя лопастями



(а)



(б)



(в)

В емкости установлен загрузочный люк 7, выполненный из прозрачного материала (оргстекла) с целью контроля процесса сбивания, а также подачи сливок перед сбиванием. Загрузочный люк прижимается к емкости зажимами 8. Степень заполнения емкости при сбивании составляла 40-80% исходя из того, что при заполнении рабочей емкости свыше 80% замедляется процесс сбивания сливок и увеличивается отход жира в пахту вследствие уменьшения пограничной поверхности воздух-сливки, а при заполнении емкости ниже 40% ее объема сливки разбрызгиваются роторно-лопастным рабочим органом на стенки емкости и процесс сбивания не осуществляется. Частота вращения роторно-лопастного рабочего органа была выбрана 200 мин⁻¹ и 600 мин⁻¹ исходя из того, что волновое движение сливок начинается при 200 мин⁻¹ и заканчивается на 600 мин⁻¹.

При частоте вращения свыше 600 мин⁻¹ сливки помимо волнового движения по профилю роторно-лопастного рабочего органа начинают выбрасываться его лопастями. Исходя из того, что степень сбивания и сокращение застойных зон зависит от расположения роторно-лопастного рабочего органа, эксцентриситет роторно-лопастного рабочего органа относительно центра емкости был выбран 21,5 и 43 мм соответственно (рисунок 5) (Польвяный, 2018).

Принцип работы заключается в следующем. Перед началом работы установку (рисунок 4) подключают к сети посредством выключателя 6. Через загрузочный люк 7 емкость 3 заполняют сливками на 40...80% от ее объема. После этого загрузочный люк 7 закрывают с помощью зажимов 8. Приводят

во вращение механизм сбивания 5 электродвигателем 9, устанавливая при этом с помощью преобразователя частоты 10 необходимую частоту вращения. Затем регулятором давления 15 осуществляют подачу газа от компрессора 11 по нагнетательному шлангу 16 к маслоизготовителю. Контролируют давление в компрессоре и на выходе из него манометрами 13, 14. При вращении роторно-лопастного рабочего органа 5 происходит турбулизация потока сливок. В результате воздействия лопастей образуются два фронта волны. Передняя часть волны вытесняет сливки в их основной поток, а задняя часть откачивает их, что приводит к возникновению «бегущей волны», которая заставляет двигаться слой сливок по образующей ротора. С ростом окружной скорости сливок сопротивление на их перемешивание уменьшается, а при достижении равенства окружной скорости бегущей волны и сливок оно значительно сокращается, что и приводит к уменьшению сопротивления на вращение механизма сбивания (Польвяный, 2018).

Одновременно с этим сливки подвергаются барботированию газом, что способствует интенсивному пенообразованию и ускорению процесса образования масляного зерна. По окончании процесса сбивания жировые шарики сдавливаются и соединяются оплавленными поверхностями, образуя комочки жира.

После получения масляного зерна электродвигатель 9 останавливают и производят слив пахты и выгрузку готового продукта. Отключив лабораторную установку от сети посредством выключателя 6 осуществляют ее очистку моющими средствами.

Рисунок 5

Конструкция крышек емкости: а – с эксцентриситетом 43 мм относительно емкости; б – с эксцентриситетом 21,5 мм относительно емкости; в – без эксцентриситета



(а)



(б)



(в)

Результаты

В результате проведения эксперимента были выявлены факторы, оказывающие наибольшее воздействие на сбивание сливочного масла. Такими факторами являются: частота вращения роторно-лопастного рабочего органа; коэффициент заполнения емкости; количество лопастей роторно-лопастного рабочего органа.

С целью определения уравнений регрессий и определения оптимальных значений конструктивных и кинематических параметров в основу трехфакторного эксперимента был выбран D – оптимальный план. В качестве критерия оптимизации была выбрана энергоемкость сбивания.

Факторы, влияющие на энергоемкость сбивания сливочного масла и уровни их варьирования, представлены в таблице 1. При проведении экспериментов жирность сливок была выбрана по-

стоянной и составляла 36%, температура сливок -10°C . Уровни факторов были выбраны на основании установленной зависимости изменения мощности от частоты вращения роторно-лопастного рабочего органа на различных оборотах.

Матрица трехфакторного эксперимента приведена в таблице 2.

Используемые при сбивании сливки отвечали требованиям действующих ГОСТов.

Матрица трехфакторного эксперимента и его результаты представлены в таблице 3.

Результаты экспериментальных исследований обрабатывали модулем Multiple Regression программы Statistica 6.0.

В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии второго по-

Таблица 1

Факторы, влияющие на энергоемкость сбивания сливочного масла и уровни их варьирования

Обозначение и наименование факторов	Уровни факторов			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
1	2	3	4	5
$x_1 - z_n$ – количество лопастей ротора, шт	2	3	4	1
$x_2 - n_p$ – частота вращения ротора, мин ⁻¹	200	400	600	200
$x_3 - \varphi_{зан}$ – коэффициент заполнения емкости	0,4	0,6	0,8	0,2

Таблица 2

Матрица трехфакторного эксперимента

№	x_1	x_2	x_3	Y, Вт
1	1	1	1	Y_1
2	1	1	-1	Y_2
3	1	-1	1	Y_3
4	1	-1	-1	Y_4
5	-1	1	1	Y_5
6	-1	1	-1	Y_6
7	-1	-1	1	Y_7
8	-1	-1	-1	Y_8
9	1	0	0	Y_9
10	-1	0	0	Y_{10}
11	0	1	0	Y_{11}
12	0	-1	0	Y_{12}
13	0	0	1	Y_{13}
14	0	0	-1	Y_{14}
15	0	0	0	Y_{15}

Таблица 3
Матрица и результаты трехфакторного эксперимента

№	x_1	x_2	x_3	Y, $\frac{\text{Вт}\cdot\text{ч}}{\text{кг}\text{масла}}$
1	1	1	1	14,16
2	1	1	-1	11,45
3	1	-1	1	14,87
4	1	-1	-1	17,16
5	-1	1	1	16,06
6	-1	1	-1	12,2
7	-1	-1	1	15,16
8	-1	-1	-1	12,56
9	1	0	0	10,42
10	-1	0	0	13,11
11	0	1	0	10,41
12	0	-1	0	12,78
13	0	0	1	11,89
14	0	0	-1	9,53
15	0	0	0	7,36

Таблица 4
Уровни значимости факторов на энергоемкость сбивания

	a0	a1	a2	a3	a12	a13	a23	a11	a22	a33	a1122
Estimate	7,36	-0,103	-0,825	0,924	-0,87	-0,755	0,7825	4,405	4,235	3,35	-5,148

рядка, описывающее зависимость энергоемкости сбивания (Вт·ч/кг) от выбранных факторов $E = f(z_n, n_p, \varphi_{зан})$ в закодированном виде:

$$E = 7,36 - 0,103000x_1 - 0,825000x_2 + 0,924000x_3 - 0,870000x_1x_2 - 0,755000x_1x_3 + 0,782500x_2x_3 + 4,405x_1^2 + 4,235x_2^2 + 3,35x_3^2 - 5,148x_1^2x_2^2 \quad (1)$$

Раскодированное уравнение регрессии (1) примет вид:

$$E = 17,67 - 0,193z_n + 0,026n_p - 15,205 - 0,028z_n - 3,419z_n + 0,021n_p + 1,286z_n^2 + 0,000003n_p^2 + 18,1932 + 0,000005z_n^2n_p^2 \quad (2)$$

Обсуждение полученных результатов

Адекватность полученных уравнений регрессии (1) и (2) подтверждается множественным коэффициентом корреляции $R_k = 0,97$ и сходимостью расчетных и опытных данных F -тест = 0,968.

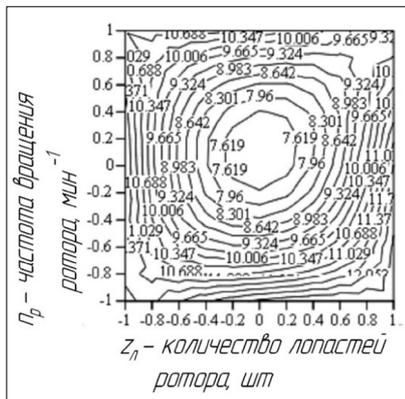
Для определения оптимальных конструктивных и кинематических параметров маслоизготовителя периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом определяли экстремум при решении уравнения (1).

При этом оптимальные значения факторов в закодированном виде составили $x_1=0$, $x_2=0,112$, $x_3=-0,15$. Полученные двухмерные сечения (рисунки 6, 7, 8) указывают на нахождение экстремума и получение минимальной энергоемкости сбивания маслоизготовителя периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом.

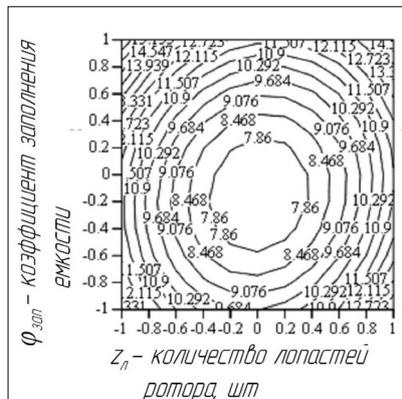
По полученным значениям проводили интерполяцию по каждому фактору согласно таблице. В раскодированном виде оптимальные значения факторов составляют: количество лопастей роторно-лопастного рабочего органа $z_p=3$; частота вращения роторно-лопастного рабочего органа $n_p=422$ мин⁻¹; коэффициент заполнения емкости $\varphi_{зан}=0,57$. Энергоемкость сбивания маслоизготовителя периодического действия с роторно-

Рисунки 6, 7, 8

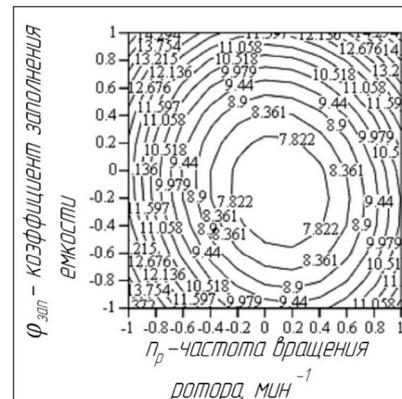
Двухмерные сечения поверхности отклика, характеризующие зависимость энергоемкости сбивания сливочного масла от: (6) количества лопастей ротора (шт) и частоты вращения ротора (мин-1); (7) количества лопастей ротора (шт) и коэффициента заполнения емкости; (8) частоты вращения ротора (мин-1) и коэффициента заполнения емкости



(6)



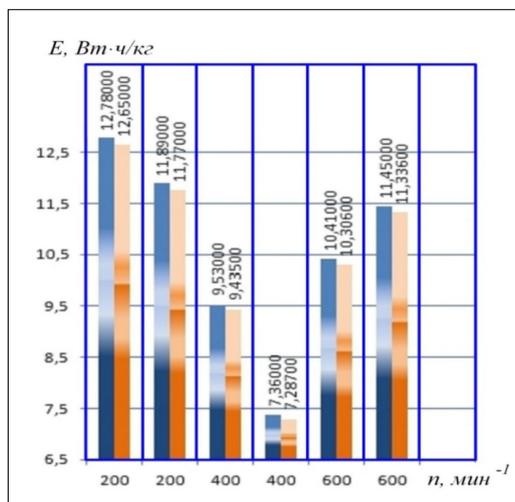
(7)



(8)

Рисунок 9

Зависимость энергоемкости сбивания маслоизготовителя периодического действия от частоты вращения роторно-лопастного рабочего органа (левые столбцы по уравнению регрессии (2), правые столбцы по теоретической зависимости)



лопастным рабочим органом при этом составляет $E=7,24$ Вт·ч/кг.

Зависимости энергоемкости сбивания маслоизготовителя периодического действия от частоты вращения роторно-лопастного рабочего органа, определенные по уравнению регрессии (2) и теоретической зависимости, приведены на рисунке 9.

Заключение

В результате анализа теоретических и экспериментальных значений установлена достаточная

сходимость F -тест = 0,982, а разброс значений не превышает 1,02%. Вследствие этого можно утверждать о справедливости применения теоретической зависимости.

Литература

Добролюбов, А. И. (2005). *Скольжение, качение, волна* (2-е изд., испр.). Едиториал УРСС.
 Добролюбов, А. И. (2003). *Бегающие волны деформации* (2-е изд., испр.). Едиториал УРСС.
 Парфенов, В. С., Яшин, А. В., & Полывяный, Ю. В. (2013). *Маслоизготовитель для хозяйств с не-*

- большим объемом производства. *Техника в сельском хозяйстве*, 6, 30-31.
- Парфенов, В. С., Яшин, А. В., & Польшвяный, Ю. В. (2014). Маслоизготовитель периодического действия. *Нива Поволжья*, 1(30), 88-91.
- Парфенов, В. С., Яшин, А. В., & Польшвяный, Ю. В. (2014). Обоснование конструктивных параметров волнообразного ротора маслоизготовителя периодического действия. *Нива Поволжья*, 4 (33), 95-102.
- Парфенов, В. С., Яшин, А. В., & Польшвяный, Ю. В. (2014). Устройство для изготовления сливочного масла. *XXI век: Itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus [XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс]*, 6(22), 177-180.
- Парфенов, В. С., Польшвяный, Ю. В., & Яшин, А. В. (2018). Гидравлическое моделирование маслоизготовителя периодического действия с роторно-лопастным рабочим органом. *Нива Поволжья*, 1 (46), 108-113.
- Польшвяный, Ю. В., & Яшин, А. В. (2018). Определение параметров роторно-лопастного рабочего органа с пятью лопастями. В *Роль вузовской науки в решении проблем АПК* (с. 64-68).
- Яшин, А. В., & Польшвяный, Ю. В. (2019). Методика проведения экспериментальных исследований маслоизготовителя с гибким виброприводом по определению его оптимальных параметров. В *Вклад молодых ученых в аграрную науку* (с. 436-438).
- Яшин, А. В., Семов, И. Н., Хорев, П. Н., & Польшвяный, Ю. В. (2019). Новое в механизации переработки молока. В *Агрпромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы* (с. 98-102).
- Яшин, А. В., Польшвяный, Ю. В., Ионов, И. С., & Алдербегов, М. А. (2019). Определение производительности зоны формирования масляного пресса и параметров формирующей насадки. В *Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России* (с. 216-219).
- Яшин, А. В., Польшвяный, Ю. В., & Семов, И. Н. (2019). Гидравлическое моделирование маслоизготовителя с гибким виброприводом. *Нива Поволжья*, 3 (52), 170-176.
- Яшин, А. В., & Польшвяный, Ю. В. (2019). Результаты лабораторных исследований маслоизготовителя с гибким виброприводом. *Нива Поволжья*, 3(52), 177-183.
- Яшин, А. В., Польшвяный, Ю. В., & Кудеркин, Н. С. (2018). Результаты и анализ экспериментальных исследований масляного пресса. В *Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства* (с. 177-182).
- Яшин, А. В., Польшвяный, Ю. В., & Орехов, А. А. (2018). Методика определения вакуума смыкания сосковой резины, частоты пульсаций, соотношения тактов доильного аппарата и их настройка. В *Инновационные достижения науки и техники АПК* (с. 690-693).
- Яшин, А. В., Польшвяный, Ю. В., & Кудеркин, Н. С. (2018). Теоретическое обоснование минимальной величины открытия заслонки бункера масляного пресса. В *Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России* (с. 199-204).
- Яшин, А. В., Польшвяный, Ю. В., Мишанин, А. Л., & Хорев, П. Н. (2018). Определение мощности на привод маслоизготовителя с гибким виброприводом. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*, 4, 92-101.
- Яшин, А. В., Кудеркин, Н. С., & Польшвяный, Ю. В. (2017). Обоснование конструктивной схемы масляного пресса. В *Инженерная наука в АПК. Проблемы. Решения* (с. 33-35).
- Яшин, А. В., Парфенов, В. С., & Карасев, А. И. (2018). К вопросу об интенсификации сбивания сливочного масла. В *Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России* (с. 189-191).
- Aloisi, A., Torre, A. D., Rinaldi, R., & De Benedetto, A. (2019). Bio-recognition in spectroscopy-based biosensors for heavy metals-water and waterborne contamination analysis. *Biosensors*, 9(3), 96. <https://doi.org/10.3390/bios9030096>
- Banjare, I. S., Gandhi, K., Sao, K., Arora, S., & Pandey, V. (2019). Physicochemical properties and oxidative stability of milk fortified with spray-dried whey protein concentrate-iron complex and in vitro bioaccessibility of the added iron. *Food Technology and Biotechnology*, 57(1), 48-58.
- Checkaev, N. P., Semov, I. N., Kuznetsov, A. Yu., Arefyev, A. N., & Rylyakin, E. G. (2019). The use of silicon-containing agro ores for increasing the productivity of agricultural crops. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 10(1), 114-117.
- Gutierrez, G. S., Lana, R. P., Teixeira, C. R. V., Veloso, C. M., & Rennó, L. N. (2019). 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*, 71(3), 1005-1014.
- 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*, 10(5S), 1210-1225.
- Kukharev, O. N., Semov, I. N., Rylyakin, E. G. (2015). The technical solution for a laminated coating on a rounded surfaces. *Contemporary Engineering Sciences*, 8(9), 481-484.

- Lisak Jakopović, K., Barukčić, I., & Božanić, R. (2019). Bioactive components derived from bovine milk. *Mljekarstvo*, 69(3), 151-161.
- Nurullo, T. (2019). Meals of cattle feeders in surkhan oasis. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 5247-5249.
- Oliveira, A. P. D., Naozuka, J., Santos, G. A. D., & Nomura, C. S. (2019). Elemental chemical composition of products derived from kefir fermented milk. *Journal of Food Composition and Analysis*, 78, 86-90.
- Petrov, A. M., Savelev, Yu. A., Ishkin, P. A., Semov, I. N., & Kukharev, O. N. (2018). Soil decompaction by frost action. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9, 6, 39-43.
- Rylyakin, E. G., Semov, I. N., & Kukharev, O. N. (2019). 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*, 10, 1, 1064-1069.
- 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*, 9(3), 1085-1088.
- Thongruang, S., & Paengkoum, P. (2019). Effects of forage species and feeding systems on rumen fermentation, microbiota and conjugated linoleic acid content in dairy goats. *Animal Production Science*, 59(12), 2147-2153.
- Ullah, R., Ali, H., Bilal, M., & Khan, S. (2020). 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*, 225, 117518.
- Wang, Y., Guo, W., Zhu, X., & Liu, Q. (2019). Effect of homogenisation on detection of milk protein content based on nir diffuse reflectance spectroscopy. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(2), 387-395.
- 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*, 11, 3, 57-60.
- 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*, 9(6), 1446-1449.
- Yashin, A. V., & Polyvyanyy, Yu. V. (2019). Results of laboratory research of a butter churn with a flexible vibratory drive. *Volga Region Farmland*, 3(3), 106-110.
- Zhang F., Ma, X., Wu, X., Xu, Q., Tian, W., & Li, Z. (2020). Inert particles as process aid in spray-freeze drying. *Drying Technology*, 38(1-2), 71-79.

Results of Pilot Studies Masloizgotovitelya

Aleksey V. Machnev¹, Yuriy V. Polyvyanyi², Aleksandr V. Yashin², Pavel N. Khorev²

¹ *Moscow State University of Food Production*

² *Penza State Agrarian University*

Correspondence concerning this article should be addressed to Alexey V. Machnev, Moscow State University of Food Production, 11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation. E-mail: mav700@mail.ru

The authors of the article present the relevance of raising the issue of intensification of butter shooting. At the current stage of butter production, the issue of preservation of traditional technologies that allow to produce various types of oil from cow 's milk, as well as application of innovative technologies that contribute to intensification of the beating process remains relevant for the oil-and-oil industry. An important practical factor for obtaining a quality product is the use of modern oil-and-water equipment, which allows to obtain the maximum amount of the finished product at minimum energy intensity of beating. The authors propose one of the scientific steps when shooting down butter - the phenomenon "Running wave." A running wave, like a butter whipping fak, is formed by rotating a rotary-blade working organ and contributes to reducing the energy intensity of the whipping. The method of implementation and results of studies on justification of optimal structural and technical parameters of the developed oil manufacturer are presented. The expediency of installation in the reservoir of the oil manufacturer of the beating mechanism in the form of a mountain-zontically located rotary-blade working element has been experimentally confirmed. An experimental sample of an oil producer of periodic action with a rotary-blade working organ was developed and laboratory studies were carried out, after analysis of which the optimal structural and kinematic parameters of the oil manufacturer were revealed with the production of beating of 13.4 kg/h, the percentage of butter output 59.5% and fat loss less than 0.4%: rotation speed of the rotary-blade working organ $n_p = 422 \text{ min}^{-1}$; Number of blades of rotor-blade working element $z_p = 3$; coefficient of filling of capacity $\varphi_f = 0,57$. Thus, it has been found that the developed periodic oil manufacturer with a rotor-blade working member provides efficient beating of butter with a high percentage of fat usage (more than 99.6%) and energy-intensity of beating equal to 7,24W h/kg.

Keywords: oil maker, rotary-blade tool, cream, butter, reservoir

References

- Dobrolyubov, A. I. (2005). *Skol'zhenie, kachenie, volna [Sliding, swing, wave]* (2nd ed.) Unitorial URSS.
- Dobrolyubov, A. I. (2003). *Begushchie volny deformatsii [The running deformation waves]* (2nd ed). Unitorial URSS.
- Parfenov, V. S., Yashin, A. V., & Polyvyanyi, Yu. V. (2013). Oil producer for farms with not-large production volume. *Tekhnika v sel'skom hozyajstve [Machinery in agriculture]*, 6, 30-31.
- Parfenov, V. S., Yashin, A. V., & Polyvyanyi, Yu. V. (2014). Milkchurn of periodic action. *Niva Povolzh'ya [Field of the Volga region]*, 1 (30), 88-91.
- Parfenov, V.S., Yashin, A.V., & Polyvyanyi, Yu.V. (2014). Substantiation of structural pair-meters of wave-shaped rotor of oil manufacturer of periodic production. *Niva Povolzh'ya [Field of the Volga region]*, 4 (33), 95-102.
- Parfenov, V. S., Yashin, A. V., & Polyvyanyi, Yu. V. (2014). Device for production of drain oil. *Twenty-first century: the outcome of the past and the challenges of the present plus*, 6(22), 177-180.
- Parfenov, V. S., Polyvyanyi, Yu. V., & Yashin, A. V. (2018). Hydraulic simulation of periodic mas-producer with rotor-blade working member. *Niva Povolzh'ya [Field of the Volga region]*, 1 (46), 108-113
- Polyvyanyi, Yu. V., & Yashin, A. V. (2018). Determination of parameters of rotor-blade working member with five blades. In *Rol' vuzovskoj nauki v reshenii problem APK [Role of university science in solving problems of agro-industrial complex]*, 64-68.
- Yashin, A. V., & Polivyanyi, Yu. V. (2019). Procedure for carrying out experimental studies of oil producer with flexible vibration drive to determine its optical parameters. In *Vklad molodyh uchenykh v agrarnuyu nauku [Contribution of young scientists to agrarian science]*, 436-438.

How to Cite

Machnev, A. V., Polyvyanyi, Y. V., Yashin, A. V., & Khorev, P. N. (2020). Results of Pilot Studies Masloizgotovitelya. *Health, Food & Biotechnology*, 2(1). <https://doi.org/10.36107/hfb.2020.i1.s292>

- Yashin, A. V., Shomov, I. N., Khorev, P. N., & Polyvyanyi, Yu. V. (2019). New in mechanization of milk processing. In *Agropromyshlennyj kompleks: sostoyanie, problemy, perspektivy [Agro-industrial complex: state, problems, prospects]*, 98-102.
- Yashin, A. V., Polivyanyi, Yu. V., Ion, I.S., Alderbegov, M. A. (2019). Determination of productivity of oil press forming zone and parameters of nozzle mold. In *Vklad molodyh uchenyh v innovacionnoe razvitiye APK Rossii [Contribution of Young Scientists to Innovative Development of Agro-Industrial Complex of Russia]*, 216-219.
- Yashin, A. V., Polivyanyi, Yu. V., & Shomov, I. N. (2019). Hydraulic simulation of oil manufacturer with flexible vibration drive. *Niva Povolzh'ya [Field of the Volga region]*, 3 (52), 170-176.
- Yashin, A. V., & Polivyanyi, Yu. V. (2019). Results of laboratory studies of oil generator with flexible vibration drive. *Niva Povolzh'ya [Field of the Volga region]*, 3 (52), 177-183.
- Yashin, A. V., Polivyanyi, Yu. V., & Kuderkin, N. S. (2018). Results and analysis of experimental oil press studies. In *Resursosberegayushchie tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhitovnovodstva [Resource-saving technologies and technical means for crop and livestock production]*, 177-182.
- Yashin, A. V., Polivyanyi, Yu. V., & Orekhov, A. A. (2018). Procedure for determination of vacuum of teat rubber washing, frequency of pulsations, ratio of milking machine strokes and their adjustment. In *Innovacionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK [Innovative achievements of science and technology of APK]*, 690-693.
- Yashin, A. V., Polivyanyi, Yu. V., & Kuderkin, N. S. (2018). Theoretical substantiation of the minimal value of opening the flap of the oil press hopper. In *Innovacionnye idei molodyh issledovatelej dlya agropromyshlennogo kompleksa Rossii [Innovative ideas of young researchers for agro-industrial complex of Russia]*, 199-204.
- Yashin, A. V., Polivyanyi, Yu. V., Mishanine, A. L., & Khorev, P. N. (2018). Determination of power for oil manufacturer drive with flexible vibration drive. In *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii [News of Samara State Agricultural Academy]*, 4, 92-101.
- Yashin, A. V., Kuderkin, N. S., & Polyvyanyi, Yu. V. (2017). Substantiation of the structural diagram of the oil press. In *Inzhenernaya nauka v APK. Problemy. Resheniya [Engineering science in the agribusiness. Problems. Decisions]*, 33-35.
- Yashin, A. V., Parfenov, V. S., & Karasev, A. I. (2018). To the question of intensification of butter shooting down. In *Innovacionnye idei molodyh issledovatelej dlya agropromyshlennogo kompleksa Rossii [Innovative ideas of young researchers for ag-industry complex of Russia]*, 189-191.
- Aloisi, A., Torre, A. D., Rinaldi, R., & De Benedetto, A. (2019). Bio-recognition in spectroscopy-based biosensors for heavy metals-water and waterborne contamination analysis. *Biosensors*, 9(3), 96. <https://doi.org/10.3390/bios9030096>
- Banjare, I. S., Gandhi, K., Sao, K., Arora, S., & Pandey, V. (2019). Physicochemical properties and oxidative stability of milk fortified with spray-dried whey protein concentrate-iron complex and in vitro bioaccessibility of the added iron. *Food Technology and Biotechnology*, 57(1), 48-58.
- Checkaev, N. P., Semov, I. N., Kuznetsov, A. Yu., Arefyev, A. N., & Rylyakin, E. G. (2019). The use of silicon-containing agro ores for increasing the productivity of agricultural crops. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 10(1), 114-117.
- Gutierrez, G. S., Lana, R. P., Teixeira, C. R. V., Veloso, C. M., & Rennó, L. N. (2019). 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*, 71(3), 1005-1014.
- 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*, 10, 5S, 1210-1225.
- Kukharev, O. N., Semov, I. N., & Rylyakin, E. G. (2015). The technical solution for a laminated coating on a rounded surfaces. *Contemporary Engineering Sciences*, 8(9), 481-484.
- Lisak Jakopović, K., Barukčić, I., & Božanić, R. (2019). Bioactive components derived from bovine milk. *Mljekarstvo*, 69. (3), 151-161.
- Nurullo, T. (2019). Meals of cattle feeders in surkhan oasis. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. T. 9.(1), 5247-5249.
- Oliveira, A. P. D., Naozuka, J., Santos, G. A. D., & Nomura, C. S. (2019). Elemental chemical composition of products derived from kefir fermented milk. *Journal of Food Composition and Analysis*, 78, 86-90.
- Petrov, A. M., Savelev, Yu. A., Ishkin, P. A., Semov, I. N., & Kukharev, O. N. (2018). Soil decompaction by frost action. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(6), 39-43.
- Rylyakin, E. G., Semov, I. N., & Kukharev, O. N. (2019). 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*, 10, 1, 1064-1069.
- 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*, 9(3), 1085-1088.
- Thongruang, S., & Paengkoum, P. (2019). Effects of forage species and feeding systems on rumen fermentation, microbiota and conjugated linoleic acid content in dairy goats. *Animal Production Science*, 59(12), 2147-2153.
- Ullah, R., Ali, H., Bilal, M., & Khan, S. (2020). 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*, 225, 117518.
- Wang, Y., Guo, W., Zhu, X., & Liu, Q. (2019). Effect of homogenisation on detection of milk protein content based on nir diffuse reflectance spectroscopy. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(2), 387-395.
- 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*, 11, 3, 57-60.
- 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*, 9(6), 1446-1449.
- Yashin, A. V., & Polyvyanyy, Yu. V. (2019). Results of laboratory research of a butter churn with a flexible vibratory drive. *Volga Region Farmland*, 3(3), 106-110.
- Zhang F., Ma, X., Wu, X., Xu, Q., Tian, W., & Li, Z. (2020). Inert particles as process aid in spray-freeze drying. *Drying Technology*, 38(1-2), 71-79.