



Научная статья

05.18.04 Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

УДК: 664.727.085

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.012



ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СУСПЕНЗИИ ПОДСОЛНЕЧНОГО ЖМЫХА И МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Сергей Константинович Волончук ¹, Ксения Николаевна Нициевская ²,
Светлана Владимировна Станкевич ³

^{1, 2, 3} Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Краснообск, Россия

¹ volonchuk2015@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6697-8736>

² aksuta88@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7302-106X>

³ sveticstank@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5157-2004>

Аннотация. От полноценного кормления животных, в частности крупного рогатого скота (КРС), зависит прирост его массы, продуктивность, состояние здоровья. Большую роль при этом играют кормовые добавки. Они повышают питательную ценность основного рациона, улучшают усвояемость его основных компонентов. В разработке новых кормовых добавок используют в качестве сырья отходы основных производств, которые относят к вторичным ресурсам. Это лузга, жмыхи, шроты, отруби, пивная дробина, сыворотка молочная и другие отходы. Они содержат белок, жиры, углеводы, минеральные вещества, клетчатку, витамины. Но нередко они находятся в отходах в трудноусвояемой форме и, следовательно, ценность их снижается. Повысить их усвояемость можно путем различных физических, механических воздействий. При этом основным постулатом в обосновании технологического процесса является, изложенное в работе А. Ю. Просекова, положение о том, что все виды механической и другие виды обработки сырья, связанные с приданием отдельным компонентам требуемой дисперсности или необходимых реологических свойств, не нарушают принципа суперпозиции в отношении исходных ингредиентов, биологически важных пищевых веществ. В статье приведены результаты исследования влияния ультразвуковой обработки смеси подсолнечного жмыха и молочной сыворотки в процессе получения кормовой добавки для кормления сельскохозяйственных животных, в частности КРС. Волновые колебания с частотами более 20000 колебаний в секунду (20 кГц) в ультразвуковом диапазоне длин волн обладают большой механической энергией, образуют кавитацию в среде, через которую они проходят, и вызывают изменения физических, химических и биологических показателей в объектах, на которые они направлены. При этом крупные частицы с размерами 1606...2722,5 мкм предварительно размолотого жмыха уменьшаются до 1453,6...123,8 мкм, образуется гелеобразная суспензия, содержащая белок, жир, клетчатку, сахара, витамины, необходимые животному, в более доступной для усвоения форме. Установлено, что содержание белка уменьшается в суспензии с 10,20 % до 6,65 % в соотношении компонентов, соответственно, от 1:4 до 1:8. Определены оптимальная температура 60 ± 5 °С, время обработки 20 минут. Сущность ультразвуковой обработки заключается в том, что в результате такого воздействия на грубые или концентрированные корма, каким является жмых подсолнечника, разрушаются стенки растительных клеток, при этом питательные вещества, необходимые животному, переходят в более доступную форму. Под действием ультразвука происходит микробная инактивация, особенно это заметно при большем количестве сыворотки, т.к. в жидкой среде процесс кавитирования [3] идет интенсивнее.

Ключевые слова: жмых, сыворотка молочная, ультразвук, кавитация, суспензия, белок, кормовая добавка.

Для цитирования: Волончук С. К., Нициевская К. Н., Станкевич С. В. Обоснование технологических параметров получения белковых эмульсий из ядра семян подсолнечника // Ползуновский вестник. 2022. № 3. С. 88 - 94. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.012. EDN: <https://elibrary.ru/onjhet>.

Original article

EFFECT OF ULTRASONIC EXPOSURE ON BIOCHEMICAL COMPOSITION OF SUNFLOWER CAKE AND WHEY SUSPENSION

Sergej K. Volonchuk ¹, Kseniya N. Nicievskaia ², Svetlana V. Stankevich ³

^{1,2,3} Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia

¹ volonchuk2015@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-6697-8736>

² aksuta88@bk.ru

³ sveticstank@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-5157-2004>

Abstract. From the full feeding of animals, in particular cattle (cattle), depends on its weight gain, productivity, health status, feed additives play an important role in this, They increase the nutritional value of the main diet, improve the digestibility of its main components. In the development of new feed additives, waste from the main industries, which are classified as secondary resources, is used as raw materials. These are husks, cakes, meal, bran, beer pellets, milk whey and other waste. They contain protein, fats, carbohydrates, minerals, fiber, vitamins. But often they are in the waste in an indigestible form and, consequently, their value decreases. It is possible to increase their digestibility by various physical and mechanical influences. At the same time, the main postulate in the justification of the technological process is the provision stated in the work of A. Y. Prosekov that all types of mechanical and other types of processing of raw materials associated with giving individual components the required dispersion or the necessary rheological properties do not violate the principle of superposition with respect to the initial ingredients, biologically important food substances. The article presents the results of a study of the effect of ultrasonic treatment of a mixture of sunflower cake and whey in the process of obtaining a feed additive for feeding farm animals, in particular cattle. Wave vibrations with frequencies of more than 20,000 vibrations per second (20 kHz) in the ultrasonic wavelength range have high mechanical energy, form cavitation in the medium through which they pass, and cause changes in physical, chemical and biological parameters in the objects to which they are directed. At the same time, large particles with dimensions of 1606 ... 2722.5 microns of pre-ground cake are reduced to 1453.6 ... 123.8 microns, a gel-like suspension is formed containing protein, fat, fiber, sugars, vitamins necessary for the animal, in a form more accessible for assimilation. It was found that the protein content decreases in the suspension from 10.20% to 6.65% in the ratio of components, respectively, from 1:4 to 1:8. The optimal temperature of 60 ± 5 °C, processing time of 20 minutes were determined. The essence of ultrasonic treatment lies in the fact that as a result of such an impact on coarse or concentrated feed, such as the sunflower cake, the walls of plant cells are destroyed, while the nutrients needed by the animal pass into a more accessible form. Under the influence of ultrasound, microbial inactivation occurs, this is especially noticeable with a larger amount of serum, since the cavitation [3] process is more intense in a liquid medium.

Keywords: cake, milk whey, ultrasound, cavitation, feed additive.

For citation: Volonchuk, S. K., Nicievskaia, K. N., & Stankevich, S. V. (2022). Effect of ultrasonic exposure on biochemical composition of sunflower cake and whey suspension. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 88-94. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.012.

ВВЕДЕНИЕ

В современный рацион кормления сельскохозяйственных животных входит жмых подсолнечника, содержащий 4 - 10 % жира, 30 - 35% белка, 6 - 7 % минеральных веществ, витамины группы В и клетчатка. По аминокислотному составу и биологической

ценности белки жмыхов превосходят белки зерновых злаков: они содержат больше лизина, метионина, цистеина и триптофана. Жмых является вторичным продуктом при производстве растительного масла из семян подсолнечника [1,2,3]. Перед внесением в корма жмых размалывают. Такой корм нельзя долго хранить, т.к. в присутствии влаги

триглицериды жмыха под действием ферментов разлагаются на жирные кислоты и глицерин, которые окисляются грибами и бактериями и корм делается непригодным. Нужно учитывать также, что влажный жмых быстро закисает [2, 3, 4].

Для получения безопасной биологически ценной кормовой добавки необходимо провести соответствующую подготовку жмыха.

В Оренбургском ГАУ изучалось влияние ультразвуковой (кавитационной) обработки на химический состав, питательность и переваримость смеси жмыха и воды. При этом наблюдалось снижение сырого протеина – на 4,1 – 7,4 г (8,2 – 14,8 %), увеличение содержания сахаров на 18,8 – 25,0 %, а переваримость сухого вещества подсолнечного жмыха, превышала показатель натурального корма на 3,6 – 5,8 % [3, 4].

Анализируя другие литературные источники установлено, что ультразвуковое воздействие используется в получении целого ряда кормов и пищевых продуктов из различного сырья [5, 6, 7]. В связи с этим, нами был отобран метод ультразвукового воздействия на смесь жмыха и молочной сыворотки, которая является отходом при переработке молока на творог и сыр. При этом основным постулатом в обосновании метода является положение о том, что все виды механической и другие виды обработки сырья, связанные с приданием отдельным компонентам требуемой дисперсности или необходимых реологических свойств, не нарушают принципа суперпозиции в отношении исходных ингредиентов, биологически важных пищевых веществ [8]. Ценность молочной сыворотки в том, что кроме 94 % воды, она содержит лактозу, растворимые белки, липиды, минеральные соли, витамины. Повышая кормовую ценность смеси нужно учитывать, что срок хранения сыворотки не более двух суток при температуре 6 °С [9, 11].

Известно, что волновые колебания с частотами более 20000 колебаний в секунду (20 кГц) относятся к ультразвуковому диапазону длин волн. Волны создают кавитацию мелкими схлопывающимися пузырьками в среде, через которую они проходят, что вызывает изменение физических, химических и биологических показателей в объектах, на которые они направлены. За счет эффекта кавитации происходит улучшение физико-химических свойств исходного сырья, снижение содержания акриламида и извлечение ценного биоматериала из отходов пищевых производств. Важно так же и то, что генератор ультра-

звуковых волн и сами волны не вызывают токсичность готового продукта [6, 7].

Установлено, что при схлопывании пузырьков газа в доли секунды выделяется большое количество энергии. В результате в цитоплазме клеток микроорганизмов давление повышается до больших значений, порядка 10000 атм, которое разрывает оболочку клетки, вызывая её гибель. Этот эффект используется в медицине для стерилизации инструментов, а в последнее время и для стерилизации пищевых продуктов (молоко, фруктовые соки, вина) [7, 10].

Целью работы является изучение влияния ультразвукового воздействия на биохимический состав суспензии подсолнечного жмыха и молочной сыворотки для получения новой кормовой добавки.

УСЛОВИЯ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа проводилась в отделе научных направлений исследований комплексной переработки растительного сырья СибНИТИП СФНЦА РАН в рамках выполнения поисковой НИР.

В процессе исследования использовались: подсолнечный жмых в форме пластин от ООО «ЗК Благо» (38 % протеина) и сыворотка молочная подсырная не соленая по ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная - сырье. Технические условия», являющаяся отходом производства сыра на ООО «Фабрика Фаворит» в Новосибирской области, Жмых предварительно размалывали.

Образцы смеси для ультразвукового облучения приготавливали из жмыха и сыворотки в трех пропорциях, для каждой пропорции готовили по три образца (табл. 1), каждый из которых подвергался ультразвуковому облучению с экспозицией 10, 20, 30 мин. Обработку проводили на установке «Ультразвуковой технологический аппарат «Волна» УЗТА-0,4/22-ОМ (рис.1).

Для ультразвукового облучения образцы смеси помещались в стеклянные банки объемом 0,5 л и облучение проводилось ультразвуковым излучателем, который погружался вертикально в центр емкости. Торец ультразвукового излучателя находился выше 0,5-1 см от дна емкости.

Режимы облучения для всех образцов:

- 1) Постоянные параметры:
 - частота ультразвука – 22 кГц;
 - мощность снимаемая с излучателя – 100 Вт;
 - напряжение в сети электропитания – 220 В.
- 2) Варьируемые параметры:
 - экспозиция облучения: 10, 20, 30 мин;

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СУСПЕНЗИИ ПОДСОЛНЕЧНОГО ЖМЫХА И МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

3) Регистрируемый зависимый параметр: температура смеси., измерялась в точках с интервалом 10 мин, включая исходную. При этом генератор ультразвука выключен в мо-

мент измерения. Для измерения температуры смеси использовался контактный мини-термометр стержневого типа (стик-термометр) Testo 905-T1.

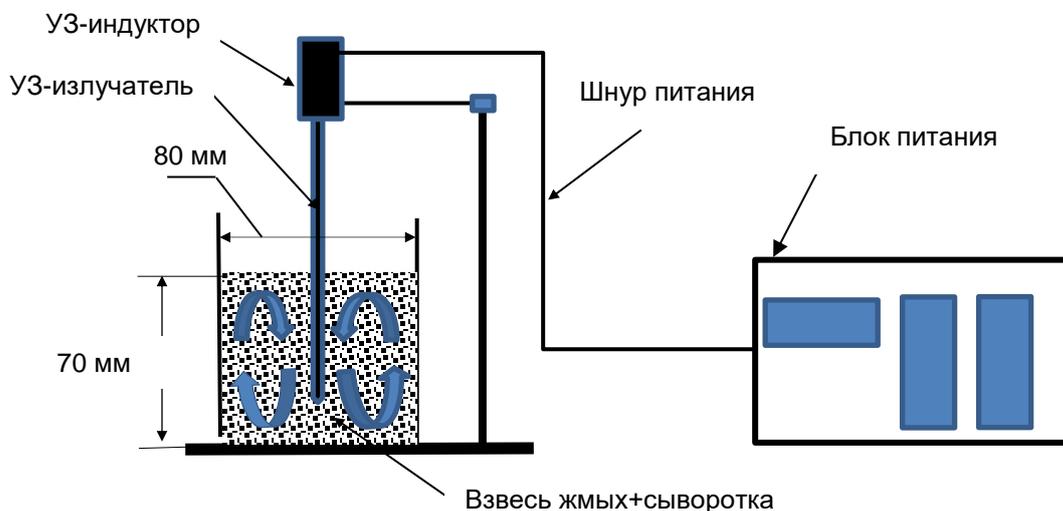


Рисунок 1 – Схема установки ультразвуковой обработки смесей жмыха с сывороткой
Figure 1 – Scheme of installation of ultrasonic treatment of mixtures of cake with whey

Таблица 1 – Соотношение жмых / сыворотка
Table 1 – The ratio of cake / whey

Соотношение жмых/сыворотка	Количество образцов	Состав смеси, г		Общая масса, г
		жмых	сыворотка	
1:4	3	50	200	250
1:6	3	50	300	350
1:8	3	40	320	360

Структуру жмыха и смеси изучали с помощью электронного микроскопа Carl Zeiss Stereo Discovery V8 (Германия) с камерой Axio Cam ICc 5 (Германия) и программным обеспечением ZEN.

Биохимический состав суспензии изучали в аналитической лаборатории отдела. Аминокислотный состав изучали с использованием прибора Капель 105-М №1679 с длиной волны 254 нм.

Микробиологические исследования проводили в лаборатории микологического и бактериологического анализа пищевых продуктов СФНЦА РАН. Микробиологические показатели исследовали методами микробиологического анализа по ГОСТ 10444.12-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов», ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов», ГОСТ 30726-2001 «Продукты пищевые. Методы выявления

и определения количества бактерий вида *Escherichia coli*», ГОСТ 31659-2012 «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*», ГОСТ 31746-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*», ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выявлено уменьшение крупных частиц предварительно размолотого жмыха с размерами 1606...2722,5 мкм до 1453,6...123,8 мкм (рис. 2, 3). При этом смесь преобразовалась в гелеобразную гомогенную суспензию. Вследствие разрушения частиц питательные вещества, необходимые животному – протеин, жир, клетчатка и витамины перешли в более доступную для усвоения форму. Установлено, что содержание белка уменьшилось в суспензии с 10,20 % до 6,65 % в зависимости

от соотношения компонентов от 1:4 до 1:8. Определены оптимальная температура $60 \pm 5^\circ\text{C}$ и время обработки 20 минут. При соотношении 1:8 температура смеси при всех временных значениях была ниже вследствие снижения вязкости образующейся суспензии. В таблице 2 представлен химический состав

вторичных сырьевых ресурсов. В таблице 3 представлено влияние ультразвуковой обработки на биохимические показатели суспензий. В таблице представлено влияние ультразвукового воздействия на аминокислотный состав суспензии.

Таблица 2 – Химический состав вторичных сырьевых ресурсов
Table 2 – Chemical composition of secondary raw materials

Наименование показателей химического состава	Подсолнечный жмых	Подсырная сыворотка
Влажность, %	6,70	92,80
Белок, %	39,2	-
Жир (масло), %	6,79	0,50
Зола, %	4,89	-
Клетчатка, %	24,24	-
БЭВ, %	18,76	-
Минеральные вещества, %	-	0,396
Углеводы, %	-	3,55

Таблица 3 – Влияние ультразвуковой обработки на биохимические показатели суспензий
Table 3 – The effect of ultrasonic treatment on the biochemical parameters of suspensions

Варианты опыта (соотношения смеси, продолжительность ультразвуковой обработки)	Показатели биохимического состава суспензий, %				
	Влажность	Жир	Белок	Зола	Клетчатка
1:4, 10 мин,	75.95	3.26	10.36	1.36	5.81
1:4, 20 мин	75.99	3.26	10.19	1.36	5.80
1:4, 30 мин	75.68	3.24	10.16	1.36	5.80
1:6, 10 мин	80.51	2.63	8.29	0.99	4.96
1:6, 20 мин	80.35	2.59	8.29	0.9	4.99
1:6, 30 мин	79.97	2.63	8.26	0.99	4.99
1:8, 10 мин	83.23	2.39	6.59	0.73	4.21
1:8, 20 мин	82.96	2.28	6.65	0.73	4.20
1:8, 30 мин	82.17	2.28	6.71	0.73	4.21

Из данных таблицы 3 видно, что содержание белка уменьшается в суспензии, полученной из смеси компонентов в соотношении от 1:4 до 1:8. Это объясняется уменьшением концентрации сухих веществ в единице объема суспензии. Некоторое снижение количе-

ства белка компенсируется структурой кормовой добавки, содержащей белок, жир, клетчатку, часть которой перешла в легкоусвояемые сахара, наиболее благоприятной для физиологии пищеварения жвачных животных.

Таблица 4 – Влияние ультразвукового воздействия на аминокислотный состав суспензии
Table 4 – The effect of ultrasonic exposure on the amino acid composition of the suspension

Аминокислоты	Варианты опыта			
	Жмых подсолнечный (без обработки ультразвуком)	Жмых + сыворотка (1:4), обработка ультразвуком 10 мин	Жмых + сыворотка (1:4), обработка ультразвуком 20 мин	Жмых + сыворотка (1:4), обработка ультразвуком 30 мин
	1	2	3	4
	Содержание, %			
Arg (аргинин)	1,74 ±0,70	0,88±0,35	1,29±0,52	1,37±0,55
Lys (лизин)	1,00±0,34	0,66±0,22	0,66±0,22	0,78±0,26
Tyr (тирозин)	0,37±0,12	0,41±0,12	0,39±0,12	0,51±0,15

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СУСПЕНЗИИ ПОДСОЛНЕЧНОГО ЖМЫХА И МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Продолжение таблицы 4 / Table 4 continued

Аминокислоты	1	2	3	4
Phe (фенилаланин)	1,21±0,36	0,75±0,23	0,75±0,23	0,82±0,25
His (гистидин)	0,19±0,09	0,38±0,19	0,37±0,19	0,44±0,22
Leu+Ile (лей-цин+изолейцин)	2,77±0,72	2,01±0,52	2,12±0,56	2,18±0,57
Met (метионин)	0,53±0,18	0,27±0,09	0,31±0,11	0,45±0,15
Val (валин)	0,13±0,05	0,83±0,33	0,89±0,35	0,94±0,37
Pro (пролин)	1,31±0,34	0,84±0,22	0,88±0,23	0,96±0,25
Thr (треонин)	1,01±0,40	0,67±0,27	0,70±0,28	0,78±0,31
Ser (серин)	1,33±0,35	0,85±0,22	0,83±0,22	0,92±0,24
Ala (аланин)	1,31±0,34	0,88±0,23	0,86±0,22	0,87±0,23
Gly (глицин)	1,69±0,57	1,03±0,35	1,00±0,35	1,17±0,40

Из данных таблицы 4 можно сделать вывод, что с увеличением продолжительности обработки наблюдается увеличение содержания аминокислот. Вероятно, это вызвано разрушением больших частиц жмыха в растворе молочной сыворотки, т.е. устранением присут-

ствующих от природы посторонних веществ. Ультразвук заметно влияет на структуру белков. Предполагается, что частичная инактивация в основном обусловлена влиянием свободных радикалов, образующихся в облучаемых ультразвуком растворах.

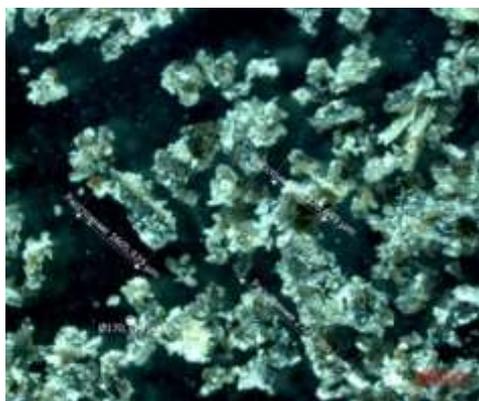


Рисунок 2 – Жмых сухой
Figure 2 – Dry cake

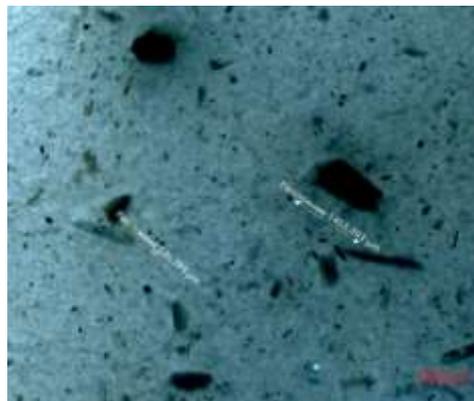


Рисунок 3 – Жмых в суспензии
Figure – 3 Cake in suspension

В результате микробиологических исследований установлено, что ультразвуковая обработка смеси с соотношением компонентов 1:8 более благоприятна с точки зрения микробиологической безопасности полуфабриката, так как *E. Coli*, *S. Aureus*, *B. cereus* не обнаружены. Плесневые грибы не растут, дрожжи уменьшились с $2,45 \times 10^2$ до $1,54 \times 10$. Выделенные плесневые грибы отнесены к родам *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, также были обнаружены анаэробные дрожжи. Выявленные актиномицеты, это группа грамм-положительных микроорганизмов являются антагонистами по отношению к бактериям и грибам. Необходимо отметить, что большинство из них сохраняют свою жизнеспособность в пределах 20-25 °С.

ВЫВОДЫ

1. Доказана возможность использования ультразвука с частотой 20 кГц для получения кормовой добавки из вторичных сырьевых ресурсов, содержащей белки, жиры, углево-

ды, минеральные вещества, клетчатку

2. Сущность ультразвуковой обработки заключается в том, что в результате такого воздействия на грубые или концентрированные корма, каким является жмых подсолнечника, разрушаются крупные частицы жмыха, образуется гомогенная суспензия при этом питательные вещества, необходимые животному, переходят в более доступную форму.

3. Выявленное содержание микроорганизмов не влияет на порчу кормовой добавки, делая её безопасной.

4. Значимость работы – совершенствование теоретической базы в области формирования качественной кормовой продукции, полученной с использованием ультразвуковой обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экспертиза кормов и кормовых добавок. / К.Я. Мотовилов, В.М. Позняковский, Н.Н. Ланцева и др. // Сибирское университетское из-во, Новосибирск, 2010. 343 с.
2. Байков А. С. Использование зернового сырья

и продуктов его переработки, подвергнутых кавитационному воздействию, в рационе молодняка крупного рогатого скота: дис. ...канд.техн. наук: 06.02.8 ; 06.02.10. Оренбург, 2020. 147 с.

3. Влияние ультразвуковой кавитационной обработки на химический состав кормов, используемых при кормлении жвачных животных, / А.С.Байков А.С., И.А. Рахимжанова, Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. №5. С. 180-184. ISSN: 2073-0853

4. Влияние кавитационного воздействия на химический состав и переваримость сухого вещества грубых кормов используемых в животноводстве / Н.М. Ширнина, А.Ж. Балмугамбетова, Н.И. Рябов, Р.Ш. Картекенев [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3 (99). С. 134-139.

5. Новые подходы к созданию кормовых продуктов на основе поликомпонентных растительно- минеральных смесей, подвергнутых кавитационной обработке / С. А. Мирошников, Д. М. Муслюмова, А. В. Быков, Ш. Г. Рахматуллин, Л. А. Быкова // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3 (77) С. 7 – 11.

6. Физико-химические свойства и переваримость кормовых добавок, подвергнутых кавитационной обработке / И.С. Мирошников., Т.Н. Холодильна, Г.К. Дускаев // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4 (96). С. 131-135

7. Обзор последних тенденций ультразвуковой обработки в продовольственном сегменте / Ambadgatti Smriti, Patil Sonal, Dabade Ashish, SS Arya, Bhushette Pravin, K. Sonawane Sachin // Департамент пищевой инженерии и технологии, Институт химической технологии, NM Parekh Marg, Матунга, Мумбаи, Индия. DOI: 10.15414 / jmbfs.2020.10.1.1-4.

8. Просеков, А.Ю. Научные основы производства продуктов питания: Учебное пособие. Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. 234 с.

9. Химический состав и технологические свойства различных видов молочной сыворотки / И.В. Плотникова, Е.С. Шенцова, К.К. Полянский, Д.С. Писаревский // Сыроделие и маслоделие, 2020. № 3. С. 43-45. DOI 10.31515/2073-4018-2020-3-43-45.

10. Shah N.P. et al. Prospective utilization of valuable dairy by-product: whey //Annals Food Science and Technology. 2019.

11. Пат. № 2154386 Российская Федерация, Способ получения молочно растительной кормовой добавки / В.Е. Куцакова и [др.]; заявители и патентообладатели В.Е. Куцакова; Винаров Ю.И.; заявл.04.10.2012; опубл. 20.07.2014. 5 с.

Информация об авторах

С. К. Волончук – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий, РАН, младший научный сотрудник, к.т.н., проф. РАЕ.

К. Н. Ницевская – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий, РАН, ведущий научный сотрудник, к.т.н.

С. В. Станкевич, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, научный сотрудник, к.с-х.н.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 14.06.2022; одобрена после рецензирования 25.07.2022; принята к публикации 15.08.2022.

The article was received by the editorial board on 14 June 2022 approved after editing on 25 July 2022; accepted for publication on 15 Aug 2022.

REFERENCES

1. Motovilov, K.Ya., Poznyakovskiy, V.M., Lantseva, N.N. & etc. (2010). *Examination of feed and feed additives*. Siberian University Publishing House, Novosibirsk. (In Russ.).

2. Baykov, A. S. (2020). The use of grain raw materials and products of its processing subjected to cavitation in the diet of young cattle. Candidate's thesis. Orenburg (In Russ.).

3. Baykov, A.S., Rakhimzhanova, I.A., Shirmina, N.M. & Galiev, B.H. (2017). The effect of ultrasonic cavitation treatment on the chemical composition of feed used in feeding ruminants. Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2017. No.5. pp. 180-184. ISSN: 2073-0853

4. Shirmina, N.M., Balmugambetova, A.J., Ryabov, N.I., Kartekenov, R.S. & [et al.] (2017). The effect of cavitation on the chemical composition and digestibility of dry matter of coarse feed used in animal husbandry. *Bulletin of meat cattle breeding*. 3 (99). 134-139. (In Russ.).

5. Miroshnikov, S. A. Muslyumova, D. M. Bykov, A.V. Rakhmatullin, Sh. G. & Bykova L. A. (2012). New approaches to the creation of feed products based on multicomponent plant-mineral mixtures subjected to cavitation treatment. *Bulletin of beef cattle breeding*. 3(77), 7-11. (In Russ.).

6. Miroshnikov, I.S., Kholodilina, T.N. & Duskaev, G.K. (2016). Physico-chemical properties and digestibility of feed additives subjected to cavitation treatment. *Bulletin of meat cattle breeding*.4 (96). 131-135. (In Russ.).

7. Ambadgatti, Smriti, Patil, Sonal, Dabade, Ashish, S.S., Arya, Bhushette, Pravin, K. & Sonawane, Sachin. (2020). *Review of the latest trends in ultrasonic processing in the food segment*. Department of Food Engineering and Technology, Institute of Chemical Technology, NM Parekh Marg, Matunga, Mumbai, India. DOI: 10.15414 / jmbfs.2020.10.1.1-4.

8. Prosekov, A.Yu. (2005). Scientific bases of food production: A textbook. Kemerovo : Kemerovo Technological Institute of Food Industry. (In Russ.).

9. Plotnikova, I.V. Shentsova, E.S. Polyansky, K.K. Pisarevsky D.S. (2020). Chemical composition and technological properties of various types of whey. *Cheese-making and butter-making*. (3). 43-45. – DOI 10.31515/2073-4018-2020-3-43-45. (In Russ.).

10. Shah, N.P. & et al. (2019). Prospective utilization of valuable dairy by-product: whey. *Annals Food Science and Technology*.

11. Kutsakova, V.E. & Vinarov, Yu.I. (2014). Method of obtaining a dairy plant feed additive. Pat. 2154386. *Russian Federation publ. of 20.07.2014*. (In Russ.).

Information about the authors

S. K. Volonchuk – Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, RAS, Junior researcher, Candidate of Technical Sciences, Prof. RAE..

K. N. Nitievskaya – Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, RAS, Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences.

S. V. Stankevich – Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Researcher, Candidate of Agricultural Sciences.