Научная статья

05.18.01 ‒ Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов,   
плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 664.38

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.001 [[https://www.elibrary.ru/images/qr_code2.png](https://www.elibrary.ru/images/qr_code2.png) EDN: LBMCTP](https://elibrary.ru/LBMCTP)

**Обоснование технологических параметров   
получения белковых эмульсий  
из ядра семян подсолнечника**

**Анастасия Владимировна Акинфеева 1, Елена Юрьевна Егорова 2,   
Сергей Николаевич Цыганок 3**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

1 akinfeeva.ppp@mail.ru

2 egorovaeyu@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4990-943X

3 grey@bti.secna.ru, https://orcid.org/0000-0001-7832-3510

***Аннотация.*** *Рост потребительского спроса на растительные аналоги молочных продуктов и напитков отмечается ежегодно. Одновременно с этой динамикой растет и заинтересованность производителей к разработке эффективных технологий получения такой продукции.*

*Подсолнечник – одна из основных сельскохозяйственных культур в Алтайском крае, характеризующаяся высокой урожайностью и отличающаяся от большинства масличных культур существенно более высоким содержанием растворимого белка. Целью работы являлось обоснование технологических параметров получения стабильных эмульсионных пищевых систем – аналогов молока и питьевых сливок – из семян подсолнечника. При выполнении исследований использовали воду питьевого качества и полножирную муку (мятку), приготовленную в лабораторных условиях из сырого и обжаренного ядра семян подсолнечника 2021 года сбора. Модельные системы* *подвергали обработке в ультразвуковом поле при температуре 70°С и частоте воздействия 22 кГц, изучены гидромодули 1:5...1:9. Контроль эффективности экстракции белка и суммы сухих веществ осуществляли стандартными методами; для оценки коллоидной стабильности эмульсий и отделения нерастворимых мелкодисперсных взвесей применяли центробежное воздействие.*

*При использовании мятки из сырого ядра семян подсолнечника не достигнута желаемая коллоидная стабильность получаемых коллоидных систем. Использование обжаренного ядра при гидромодуле 1:9 позволило получить коллоидно-стабильные эмульсии кремового цвета, содержащие до 2,5–3,0 % сухих веществ, в том числе от 1,0 % до 1,5 % белка, что сопоставимо с характеристиками представленных на потребительском рынке растительных аналогов питьевого молока.*

***Ключевые слова:*** *пищевые технологии, эмульсионные напитки, получение эмульсий, ядро семян подсолнечника, ультразвуковая обработка, экстракция белка, стабильность эмульсий, размеры мицелл.*

***Благодарности:*** *Работа выполнена при поддержке гранта Минобрнауки России на создание и развитие инжинирингового центра в рамках реализации федерального проекта «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты».*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Для цитирования:*** *Акинфеева А. В., Егорова Е. Ю., Цыганок С. Н. Обоснование технологических параметров получения белковых эмульсий из ядра семян подсолнечника //* Ползуновский вестник. 2022. № 3. С.7 - 13. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.001. EDN: https://elibrary.ru/lbmctp.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Original article

**SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS   
FOR OBTAINING PROTEIN EMULSIONS   
FROM SUNFLOWER SEED KERNELS**

**Аnastasiya V. Akinfeeva 1, Elena Yu. Egorova 2, Sergey N. Tsyganok 3**

Polzunov Altai State Тechnical University, Barnaul, Russia

1 akinfeeva.ppp@mail.ru

2 egorovaeyu@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4990-943X

3 grey@bti.secna.ru, https://orcid.org/0000-0001-7832-3510

***Abstract****. The growth of consumer demand for vegetable analogues of dairy products and beverages is noted annually. Simultaneously with this dynamic, the interest of manufacturers in developing effective technologies for obtaining such products is also growing.*

*Sunflower is one of the main agricultural crops in the Altai Territory, characterized by high yields and differing from most oilseeds by a significantly higher content of soluble protein. The purpose of the work was to substantiate the technological parameters for obtaining stable emulsion drinking systems – analogues of milk and drinking cream – from sunflower seeds. When performing the research, drinking quality water and full-fat flour (mint) prepared in the laboratory from raw and fried sunflower seed kernels harvested in 2021 were used. The model systems were processed in an ultrasonic field at a temperature of 70 °With and the frequency of exposure of 22 kHz, the studied hydromodules are 1:5...1:9. Control of the efficiency of protein extraction and the amount of solids was carried out by standard methods; centrifugal action was used to assess the colloidal stability of emulsions and the separation of insoluble fine suspensions.*

*When using mint from the raw kernel of sunflower seeds, the desired colloidal stability of the resulting colloidal systems has not been achieved. The use of roasted kernels with a hydromodule of 1:9 allowed to obtain colloid-stable cream-colored emulsions containing up to 2.5-3.0 % of solids, including from 1.0 % to 1.5 % protein, which is comparable with the characteristics of vegetable analogues of drinking milk presented on the consumer market.*

***Keywords:*** *food technologies, emulsion drinks, emulsions, sunflower seed kernel, ultrasonic processing, protein extraction, stability of emulsions, micelle sizes.*

***Acknowledgements:*** *The research was carried out with the support of a grant from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for the creation and development of an engineering center within the framework of the federal project "Development of infrastructure for Research and Training" of the national project "Science and Universities".*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***For citation:*** *Akinfeeva, A. V.*, *Egorova, E. Yu.* & *Tsyganok, S. N. (2022). Substantiation of technological parameters for obtaining protein emulsions from sunflower seed kernels. Polzunovskiy vеstnik, (3), 7-13. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.001.*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ВВЕДЕНИЕ**

Увеличение потребительского спроса на растительные аналоги молочных продуктов и напитков отмечается ежегодно. Одновременно с этим растет и заинтересованность производителей к разработке эффективных технологий получения растительных аналогов молочных продуктов [1, 2], и к настоящему времени отработаны технологии промышленного производства и приобрели определенную популярность у потребителей соевое, миндальное, овсяное и другие виды растительных аналогов-заменителей молока.

Россия входит в тройку важнейших стран – производителей маслосемян подсолнечника, *Helianthus annuus* *L*. [3]. Это одна из основных сельскохозяйственных культур в Алтайском крае, характеризующаяся высокой урожайностью и имеющая хороший потенциал для использования в производстве аналогов молочных напитков. Ядро семян подсолнечника отличается от большинства масличных культур, включая многие виды орехов, существенно более высоким содержанием белка [4]. Так, содержание белка в составе ядра семян подсолнечника варьирует от 20 до 40 %, доля альбуминов и глобулинов оценивается в 38-40 % от суммы белковых веществ [5, 6]. Доля незаменимых аминокислот в белке подсолнечника составляет 30-45 % [7], в сортотипах современной селекции – ближе к 30 % от суммы белковых веществ, при этом скор лизина составляет около 70 % [8], а в ядре семян немасличных сортов подсолнечника его скор еще выше [3]. Основными антипитательными компонентами маслосемян подсолнечника являются фитиновая кислота и её соли, другие ингибиторы не выявлены [6].

Как ранее было установлено другими авторами, водо- и солерастворимые фракции белка ядра семян подсолнечника достаточно хорошо экстрагируются в нейтральной водной среде, для повышения эффективности их извлечения может быть предусмотрено использование водных растворов поваренной соли концентрацией 5 % [9].

В связи с вышесказанным, целью экспериментальных исследований стало обоснование технологических параметров получения стабильных эмульсий – аналогов молока и питьевых сливок – из ядра семян подсолнечника.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

При выполнении исследований использовано ядро семян масличного подсолнечника 2021 года сбора. На разных этапах работы объектами исследований выступали: ядро семян подсолнечника, полученные из него мятка и белковые эмульсии.

Для получения белковых эмульсий в работе использовали воду питьевого качества и полножирную муку (мятку), приготовленную в лабораторных условиях из сырого и обжаренного ядра семян подсолнечника размолом на лабораторной мельнице с последующим просеиванием через сито №1. Поскольку технология получения растительных аналогов молока не предполагает добавления в них более 1 % соли (а эффективность такой концентрации соли при экстракции белковых веществ из семян подсолнечника не отмечена [9]), в проводимом исследовании соль не использовали.

Образцы-суспензии, полученные смешиванием подсолнечной мятки и воды, предварительно нагретой до температуры 70 °С, подвергали обработке в ультразвуковом поле, генерируемом аппаратом «Волна» (модель УЗТА-0,4/22-ОМ) при частоте воздействия 22 кГц. Интенсивность воздействия составляла 16 Вт/см2. Изученные в работе гидромодули: 1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:9. Разовый обрабатываемый объем составил 250 см3, продолжительность ультразвукового воздействия – 30...60 с.

Контроль показателей, характеризующих эффективность экстракции и качество полученных эмульсий, осуществляли с применением стандартных методик исследования:

- органолептические показатели – по ГОСТ 28283-89 «Молоко коровье. Метод органолептической оценки запаха и вкуса»;

- массовую долю белка – методом формольного титрования по ГОСТ 25179-2014 «Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли белка»;

- сухие вещества – рефрактометрическим методом по ГОСТ ISO 2173-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ».

Поскольку осаждение крупных и мелких частиц подсолнечной мятки занимает много времени, взвеси удаляли с помощью лабораторной центрифуги ОПн-3. Центробежное воздействие осуществляли в течение 1 минуты в соответствие с методикой ГОСТ 8756.9-2016, на максимальной скорости вращения (3 000 об./мин).

В качестве эмульгатора в работе использовали соевый лецитин торговых марок «COMPLEX SW» и «Molecularmea».

Для анализа количества и размеров жировых капель в заданном объеме эмульсии использовали счетную камеру Горяева и микроскоп Биолам ЛОМО С11 с планахроматическим объективом и окуляром с микрометрической шкалой. Размеры мицелл изучали при увеличении ×45, для их идентификации использовали биохимический краситель судан III.

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ   
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Согласно результатам исследований, полученные при разных гидромодулях и температуре 70 °С образцы представляют собой суспендированные эмульсии без характерного для разрушающегося белка запаха «жженого пера», с повышающимися по мере снижения гидромодуля содержанием суммы водорастворимых сухих веществ (рисунок 1) и белка (рисунок 2). Однако уже по истечении непродолжительного времени – через 5…15 минут – наблюдается расслоение полученных при таких условиях эмульсий. Объяснением данному явлению может являться то, что полученная система неоднородна и состоит из трех фаз, одна из которых – частицы мятки – находится в раздробленном состоянии.

Для того, чтобы повысить устойчивость пищевых эмульсий, в них добавляют специализированные технологические компоненты – эмульгирующие вещества, образующие вокруг отдельных капель дисперсной фазы защитные оболочки, предотвращающие слияние капель и расслоение эмульсий. Благодаря этому эмульсии приобретают необходимую агрегативную устойчивость. Соответственно, применение эмульгаторов дает возможность создания эмульсий с высокой концентрацией дисперсной фазы.

В ходе технологических исследований лецитин добавляли к сухой мятке, далее в эту смесь вводили воду, при соблюдении определенных температуры и гидромодуля, после чего приготовленную смесь подвергали обработке в ультразвуковом поле.

Как показала серия экспериментов, сразу после обработки эмульсии с добавлением лецитина не расслаивались, приобретая однородную консистенцию серовато-кремового цвета и приятный маслянистый запах ядра подсолнечника. Однако по истечении 30…60 минут эмульсия вновь утрачивала коллоидную стабильность и расслаивалась. С учетом выявленной закономерности было принято решение разбавить систему (используя только гидромодуль 1:9) и применить центробежную обработку для удаления наиболее тяжелых взвешенных частиц мятки. Обжарка ядра перед приготовлением мятки имела дополнительной целью предотвращение возможного микробиологического и ферментативного разрушения эмульсий.

Рисунок 1 – Зависимость содержания в эмульсиях суммы сухих веществ   
от гидромодуля и способа обработки ядра подсолнечника, 30 с обработки

Figure 1 – The dependence of the content of the sum of dry substances in emulsions   
on the hydromodule and the method of processing the sunflower kernel, 30 s of processing

Рисунок 2 – Зависимость содержания белка в эмульсиях   
от гидромодуля и способа обработки ядра подсолнечника, 30 с обработки

Figure 2 – The dependence of the protein content in emulsions   
on the hydromodule and the method of processing the sunflower kernel, 30 s of processing



Рисунок 3 – Внешний вид подсолнечных эмульсий после центробежной обработки

Figure 3 – Appearance of sunflower emulsions after centrifugal treatment

Для получения подсолнечных эмульсий, стабилизированных обжаркой и эмульгатором, приняты следующие рабочие режимы:

- гидромодуль – 1:9;

- температура – 70 °C;

- время экспозиции – 60 с.

Образцы подвергали обработке на лабораторной центрифуге для быстрого отделения взвешенных частиц подсолнечной мятки и дополнительной гомогенизации полученной дисперсной системы в условиях центробежного воздействия, поскольку технологически очень сложно добиться коллоидной стабильности получаемой суспендированной эмульсии. При отмеченных режимах получены однородные эмульсии кремового цвета, которые с течением времени не расслаиваются и содержат до 2,5–3,0 % сухих веществ, в том числе от 1,0 % до 1,5 % белка. Следует также отметить, что использование центробежной обработки помогает качественно осветлить эмульсию от взвесей мельчайших частиц подсолнечной мятки (рисунок 3), не вызывая критического изменения в содержании белка (таблица 1).

К важнейшим критериям, позволяющим судить о коллоидной стабильности пищевых эмульсионных систем, относятся размер жировых капель и образованных с их участием мицелл (таблица 2). Согласно результатам морфологического исследования, диспергированный жир находится в составе приготовленных эмульсий как в виде капель, так и в виде достаточно крупных скоплений мицелл. На фото (рисунок 4 слева) видно, что свободные жировые капли в составе эмульсий также присутствуют, они достаточно крупного размера, но их относительно немного.

Для оценки технологического потенциала исследуемых режимов получения пищевых эмульсий в них дополнительно вносили растительное масло (в дозировке 1 % и 2 % об., с ориентацией на получение питьевых сливок).

Таблица 1 – Влияние центробежной обработки на однородность подсолнечных эмульсии

Table 1 – The effect of centrifugal treatment on the uniformity of the sunflower emulsions

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этап исследования | Внешний вид и цвет | Содержание, % | |
| СВ | Белок |
| До обработки | Эмульсия неоднородная, с заметным расслоением | 2,5 | 1,2 |
| После обработки | Эмульсия однородная, светло-кремовая | 2,1 | 1,1 |

Таблица 2 – Размер жировых капель в зависимости от количества введенного масла

Table 2 – The size of fat droplets depending on the amount of injected oil

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Дозировка растительного масла, на объем 250 мл | | Размеры мицелл, мкм | |
| г | % | пределы | средний диаметр |
| 2,5 | 1 | 5–111 | 15 |
| 5,0 | 2 | 11–113 | 25 |

Установлено, что дополнительно введенное растительное масло компенсирует дефицит жирового компонента в эмульсии и придает ей необходимую вязкость, в том числе благодаря образованию с этим жиром необходимых количества и структуры мицелл (рисунок 4 справа). Образующиеся в итоге жировые капли – большего размера, но достаточно хорошо распределены по объёму эмульсии. Увеличение продолжительности ультразвукового воздействия до 60 с позволило разбить крупные капли жира на более мелкие (фото справа дано с бóльшим увеличением, для тех же клеток камеры Горяева), что способствовало стабилизации эмульсионной системы.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 4 – Распределение жировых капель в подсолнечных эмульсиях:  слева – без дополнительного внесения масла, справа – с введением 2 % масла  Figure 4 – Distribution of fat droplets in the sunflower emulsions:  on the left – without additional oil, on the right – with the introduction of 2% oil | |

Таким образом, при использовании мятки из сырого ядра семян подсолнечника не достигнута желаемая коллоидная стабильность получаемых коллоидных систем. Использование обжаренного ядра позволяет получить стабильные эмульсии кремового цвета, содержащие до 2,5–3,0 % сухих веществ, в том числе от 1,0 % до 1,5 % белка, что сопоставимо с характеристиками представленных на потребительском рынке растительных аналогов питьевого молока. Для получения питьевых сливок из ядра семян подсолнечника доля жира в полученных эмульсиях может быть увеличена при условии соответствующего увеличения продолжительности обработки обогащенных маслом эмульсий в ультразвуковом поле.

**ВЫВОДЫ**

Значительные объемы производства маслосемян подсолнечника в Алтайском крае, как и высокая пищевая ценность этого сырья, свидетельствуют о значительном потенциале рассматриваемой культуры для пищевой и перерабатывающей промышленности региона. Интерес потребителей и производителей к растительным аналогам молока, сливок и других молочных продуктов «без молока» создает определенные перспективы для использования подсолнечника и в этом направлении.

Проведенные исследования показали, что эффективность получения белковых эмульсий, аналогичных растительным заменителям животного молока и сливок, определяется не только технологическими параметрами ультразвукового воздействия, но и условиями подготовки ядра семян подсолнечника. Для промышленного производства «подсолнечного молока» рекомендована сухая обжарка ядра семян подсолнечника перед его измельчением и приготовлением эмульсии – основы напитка. При изученных режимах (гидромодуль 1:9, 70 °С, частота УЗ-воздействия 22 кГц) получены коллоидно-стабильные эмульсии с содержанием белка на уровне 1,0–1,5 %.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Жебо А.В., Алешков А.В., Каленик Т.К. Технология и характеристика заменителей молока на растительной основе // Вестник ВСГУТУ. 2019. № 4 (75). С. 25-31.

2. Лаврова Л.Ю. Разработка технологии и рецептур биопродуктов на основе растительного молока // Индустрия питания. 2019. Т. 4. № 2. С. 43-50. DOI 10.29141/2500-1922-2019-4-2-6.

3. Consensus document on compositional considerations for new varieties of sunflower: key food and feed nutrients, anti-nutrients and toxicants // Series on the Safety of Novel Foods and Feeds. Paris. 2007. № 16. 32 р.

4. Guo S., Ge Y., Na Jom K. A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common sunflower seed and sprouts (*Helianthus annuus L*.) // Chemistry Central Journal. 2017. № 11, 95. DOI 10.1186/s13065-017-0328-7.

5. Žilić S, Barać M, Pešić M., Crevar M, Stanojević S, Nišavić A, Saratlić G, Tolimir M. Characterization of sunflower seed and kernel proteins. 2010. Vol. 33, № 52. P. 103-114.

6. Khurana S., Singh R. Sunflower (*Helianthus annuus*) seed // In: Tanwar B., Goyal A. (eds.) Oilseeds: health attributes and food applications. Springer, Singapore. 2020. Р. 123-143. DOI 10.1007/978- 981-15-4194-0\_5.

7. Petraru A., Ursachi F., Amariei S. Nutritional characteristics assessment of sunflower seeds, oil and cake. Perspective of using sunflower oilcakes as a functional Ingredient // Plants. 2021. № 10, 2487. DOI 10.3390/plants10112487.

8. Nenova N., Drumeva M. Investigation on protein content and amino acid composition in the kernels of some sunflower lines // Helia. 2012. Vol. 35. Р. 41-46. DOI 10.2298/HEL1256041N.

9. Ivanova P., Chalova V., Koleva L., Pishtiyski I., Perifanova-Nemska M. Optimization of protein extraction from sunflower meal produced in Bulgaria // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2012. Vol. 18. № 2. Р. 153-160.

***Информация об авторах***

*А. В. Акинфеева – студентка направления подготовки* «*Продукты питания из растительного сырья*» *кафедры технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.*

*Е. Ю. Егорова – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.*

*С. Н. Цыганок – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Методы и средства измерений и автоматизации» Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».*

**REFERENCES**

1. Zhebo, A.V., Aleshkov, A.V. & Kalenik, T.K. (2019). Technology and characteristics of plant-based milk substitutes // Bulletin of VSGUTU. 2019. № 4 (75). Р. 25-31. (In Russ.).

2. Lavrova, L.Yu. (2019). Bioproducts technology and recipe development on the grain milk basis // Food Industry. 2019. V. 4, № 2. P. 43-50. DOI 10.29141/2500-1922-2019-4-2-6. (In Russ.).

3. Consensus document on compositional considerations for new varieties of sunflower: key food and feed nutrients, anti-nutrients and toxicants (2007). *Series on the Safety of Novel Foods and Feeds*. (16). Paris.

4. Guo, S., Ge, Y. & Na Jom, K. (2017). A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common sunflower seed and sprouts (*Helianthus annuus L*.). *Chemistry Central Journal*, (11), 95. DOI 10.1186/s13065-017-0328-7.

5. Žilić, S, Barać, M, Pešić, M., Crevar, M, Stanojević, S, Nišavić, A, Saratlić, G, Tolimir, M. Characterization of sunflower seed and kernel proteins. 2010. Vol. 33, № 52. P. 103-114.

6. Khurana, S. & Singh, R. (2020). Sunflower (*Helianthus annuus*) seed // In: Oilseeds: health attributes and food applications (Еds. B. Tanwar, A. Goyal). Springer, Singapore. 123-143. DOI 10.1007/978- 981-15-4194-0\_5.

7. Petraru, A., Ursachi, F. & Amariei, S. (2021). Nutritional characteristics assessment of sunflower seeds, oil and cake. Perspective of using sunflower oilcakes as a functional Ingredient. *Plants*, (10), 2487. DOI 10.3390/plants10112487.

8. Nenova, N. & Drumeva, M. (2012). Investigation on protein content and amino acid composition in the kernels of some sunflower lines. *Helia*, (35), 41-46. DOI 10.2298/HEL1256041N.

9. Ivanova, P. et al. (2012). Optimization of protein extraction from sunflower meal produced in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 18 (2), 153-160.

***Information about the authors***

*А. V. Akinfeeva – student of the training course «Food products from vegetable raw materials» of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Тechnical University.*

*E. Yu. Egorova – Doctor of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Тechnical University.*

*S. N. Tsyganok – candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Methods and Means of Measurement and Automation, Biysk Technological Institute of Polzunov Altai State Тechnical University.*

*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.*