

Статья поступила в редакцию: 20.07.2026

Статья принята к публикации: 26.07.2026

Статья опубликована: 28.08.2026

УДК 637.1+664.3

Исследование физико-химических свойств молочных композиций на основе сои, овса и кукурузы и обоснование их оптимального состава

Рахимова Гулмира Хамидуллаевна

PhD, ассистент

Наманганский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Наманган

Хамдамов Анвар Махмудович

DSc, проф.

Наманганский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Наманган

Нурдинбоева Ойдинахон

магистрант

Наманганский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Наманган

E-mail: raximovag1983@gmail.com

Investigation of physicochemical properties of dairy compositions based on soy, oats and corn and justification of their optimal composition

Rakhimova Gulmira Khamidullaevna

PhD, Assistant

Namangan State Technical University

Uzbekistan, Namangan

Khamdamov Anvar Mahmudovich

DSc, Professor

Namangan State Technical University

Uzbekistan, Namangan

Nurdinboeva Oydinaxon

Master's Student, Namangan State Technical University

Uzbekistan, Namangan

Аннотация

В данном исследовании были получены растительные молочные напитки на основе сои, овса и кукурузы, а также проведена сравнительная оценка их физико-химических показателей по отношению к традиционному коровьему молоку. Актуальность работы обусловлена растущим интересом к альтернативным источникам питания и расширением

Библиографическое описание: Рахимова Г.Х., Хамдамов А.М., Нурдинбоева О. Исследование физико-химических свойств молочных композиций на основе сои, овса и кукурузы и обоснование их оптимального состава // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 8(149). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23241>

ассортимента продуктов растительного происхождения. На основании полученных результатов разработаны молочные композиции различного состава и изучено влияние параметров тепловой обработки на качество готового продукта. В ходе исследования были определены основные физико-химические показатели, включая содержание сухих веществ, уровень pH и плотность. Проведённый анализ показал наличие различий между исследуемыми образцами в зависимости от соотношения используемых компонентов. Полученные результаты показали, что увеличение доли соевого молока в составе композиций способствует повышению содержания сухих веществ и показателей плотности. Также установлено влияние температурного режима и продолжительности тепловой обработки на стабильность и качество напитков. В качестве наиболее оптимального варианта рекомендована композиция, состоящая из 55 % соевого молока, 30 % овсяного молока и 15 % кукурузного молока, при режиме тепловой обработки 80 °C в течение 15 минут, обеспечивающем наиболее благоприятные показатели качества продукта.

Abstract

In this study, plant-based milk beverages were produced from soy, oat, and corn, and a comparative evaluation of their physicochemical properties was carried out in relation to conventional cow's milk. The relevance of the research is associated with the growing interest in alternative food sources and the expansion of plant-based product varieties. Based on the obtained results, milk compositions with different formulations were developed, and the influence of heat-treatment parameters on product quality was investigated. During the study, the main physicochemical indicators, including total solids content, pH value, and density, were determined. The analysis revealed differences among the samples depending on the proportion of the components used in the formulations. The results demonstrated that increasing the proportion of soy milk in the compositions contributed to higher total solids content and density values. The effects of temperature and processing time on the stability and quality characteristics of the beverages were also identified. Among the tested formulations, the composition containing 55 % soy milk, 30 % oat milk, and 15 % corn milk, subjected to heat treatment at 80°C for 15 minutes, was determined to be the optimal variant, providing the most favorable quality characteristics of the final product.

Ключевые слова: растительное молоко, соевое молоко, овсяное молоко, кукурузное молоко, молочная композиция, сухие вещества, pH, плотность, функциональные продукты питания.

Keywords: plant-based milk, soy milk, oat milk, corn milk, milk composition, dry matter, pH, density, functional food.

Введение

Молоко и молочные продукты относятся к числу наиболее ценных пищевых продуктов и широко потребляются благодаря содержанию белков, липидов и микроэлементов, способствующих поддержанию здоровья человека на всех этапах жизни [10, 9]. В условиях активного продвижения принципов здорового питания и возрастающего внимания к вопросам устойчивого развития всё большее распространение получают альтернативы молоку и молочным продуктам растительного происхождения, которые рассматриваются как

достойная замена продукции животного происхождения. Ассортимент и объёмы потребления таких продуктов продолжают увеличиваться. Данная категория представляет собой самостоятельную группу пищевых продуктов, обладающих уникальным составом и свойствами, отличающимися от традиционного молока и молочных продуктов [5]. Несмотря на то что изменения в пищевом поведении потребителей и расширение ассортимента продуктов питания в последние годы часто рассматриваются в контексте устойчивого развития, данные процессы обусловлены целым рядом факторов, включая экономические преобразования, технологический прогресс, появление различных диетических направлений и современные тенденции в области питания [8]. Рост спроса на продукты растительного происхождения и изменение структуры рынка связаны с такими факторами, как стремление к сохранению здоровья, экологическая устойчивость, особенности пищевых предпочтений и демографические изменения [2].

Анализ научной литературы показывает, что большинство существующих исследований посвящено отдельному изучению напитков на основе сои, овса или кукурузы. Однако вопросы совместного использования данного сырья в составе одной композиции, его комплексного влияния на физико-химические свойства продукта, а также определения оптимальных соотношений компонентов изучены недостаточно. Научная новизна данного исследования заключается в разработке оптимальной рецептуры комбинированного состава на основе соевого, овсяного и кукурузного молока, а также в обосновании его физико-химических показателей.

На первом этапе исследования были отобраны местные сорта сои, овсяной крупы и кукурузы.

Для получения соевого молока традиционным способом 100 г соевых бобов замачивали в 200 г тёплой воды в течение 7 часов. После набухания к соевым бобам добавляли 300 г дистиллированной воды и подвергали их тепловой обработке при температуре 90–100 °С в течение 10 минут. Затем подготовленную массу измельчали с помощью блендера. В результате образовывалась пастообразная масса, в процессе приготовления которой белковые вещества соевых бобов экстрагировались в водную фазу. Полученную массу фильтровали через специальный тканевый фильтр и отжимали соевое молоко. В результате был получен продукт, по составу и внешнему виду максимально приближенный к коровьему молоку[1].

Из овсяной крупы и кукурузной муки, отобранных для проведения эксперимента, аналогичным традиционным способом по вышеописанной технологической схеме также были получены растительные аналоги молока. При этом соотношение сырья и воды составляло 1:8 для овсяной крупы и 1:7 для кукурузной муки.

Материалы и методы

С целью анализа физико-химических показателей приготовленных образцов молока были проведены экспериментальные исследования и выполнено их сравнение с коровьим молоком.

В ходе исследования были определены физико-химические показатели образцов коровьего молока, соевого молока, овсяного молока и кукурузного молока. Анализы проводились в лабораторных условиях в трёхкратной повторности, после чего рассчитывались средние значения полученных результатов.

Содержание сухих веществ в образцах определяли гравиметрическим методом. Для этого в предварительно высушенную и взвешенную фарфоровую чашку помещали 5 г исследуемого образца и высушивали в сушильном шкафу при температуре 105 ± 2 °С до достижения постоянной массы. После завершения сушки образцы охлаждали в эксикаторе и повторно взвешивали на аналитических весах. Содержание сухих веществ рассчитывали в процентах на основании разности масс.

Активную кислотность образцов определяли с использованием цифрового рН-метра. Перед началом измерений прибор калибровали с помощью стандартных буферных растворов с рН 4,0; 7,0 и 9,0. Измерения проводились при температуре 20 ± 2 °С, а результаты фиксировались в единицах рН.

Плотность образцов определяли при температуре 20 °С с использованием лактоденсиметра (или пикнометра). Перед проведением измерений все образцы выдерживали до достижения одинаковой температуры. Значения плотности выражали в г/см³.

Результаты и обсуждение

Полученные экспериментальные данные подвергали статистической обработке и представляли в виде средних арифметических значений (М). Результаты исследования использовали для сравнительной оценки физико-химических свойств коровьего молока и растительных молочных напитков (таблица 1).

Таблица 1.

Физико-химические показатели исследуемых образцов молока

Показатель	Коровье молоко	Соевое молоко	Овсяное молоко	Кукурузное молоко
Содержание сухих веществ, %	12,3	12,7	11,8	11,9
рН	6,67	6,82	6,91	7,1
Плотность, г/см ³	1,030	1,027	1,024	1,032

Согласно результатам проведённого анализа, наибольшее содержание сухих веществ было выявлено в соевом молоке и составило 12,7 %. Данный показатель оказался на 0,4 % выше по сравнению с коровьим молоком (12,3 %), что объясняется высоким содержанием белков и других растворимых веществ в соевом сырье. В овсяном и кукурузном молоке содержание сухих веществ составило соответственно 11,8 % и 11,9 %, что несколько ниже показателей коровьего молока. Полученные данные подтверждают, что состав растительных молочных напитков во многом зависит от вида используемого сырья и особенностей технологии их производства.

Анализ показателей рН, характеризующих кислотность среды, показал, что все исследуемые образцы имели значения, близкие к нейтральным. Наименьшее значение рН было зарегистрировано у коровьего молока (6,67), тогда как наибольший показатель отмечен

у кукурузного молока (7,10). Для соевого и овсяного молока значения pH составили соответственно 6,82 и 6,91. Более высокие показатели pH у растительных молочных напитков по сравнению с коровьим молоком могут способствовать повышению их стабильности при хранении и расширять возможности их использования в отдельных технологических процессах.

По показателям плотности наибольшее значение было зафиксировано у кукурузного молока и составило 1,032 г/см³, тогда как минимальная плотность наблюдалась у овсяного молока — 1,024 г/см³. Плотность коровьего молока составила 1,030 г/см³ и была близка к показателю кукурузного молока. Для соевого молока данный показатель составил 1,027 г/см³. Более высокая плотность свидетельствует о повышенном содержании растворённых и взвешенных веществ в составе продукта.

В целом результаты исследования показали, что соевое молоко по содержанию сухих веществ не только приближается к коровьему молоку, но и превосходит его. Кукурузное молоко, в свою очередь, характеризуется преимуществом по показателю плотности. Овсяное молоко продемонстрировало промежуточные значения по всем исследованным параметрам. Полученные данные подтверждают, что физико-химические свойства растительных молочных напитков близки к характеристикам коровьего молока, что свидетельствует о возможности их использования в качестве альтернативного сырья при производстве молочных продуктов.

На следующем этапе исследования на основе полученных растительных аналогов молока были приготовлены молочные композиции в различных соотношениях, после чего проведена оценка их физико-химических характеристик (таблица 2).

Таблица 2.

Состав исследуемых молочных композиций и их физико-химические показатели

№	Соевое молоко (%)	Овсяное молоко (%)	Кукурузное молоко (%)	Температура тепловой обработки (°C)	Продолжительность обработки (мин)	Содержание сухих веществ (%)	pH	Плотность (г/см ³)
1	50,0	25,0	25,0	70	15	12,28	6,91	1,028
2	60,0	25,0	15,0	70	15	12,36	6,89	1,027
3	50,0	30,0	20,0	70	15	12,27	6,90	1,027
4	60,0	30,0	10,0	70	15	12,35	6,88	1,027
5	50,0	27,5	22,5	60	30	12,27	6,90	1,027
6	60,0	27,5	12,5	60	30	12,35	6,87	1,027
7	50,0	27,5	22,5	80	15	12,27	6,85	1,028
8	60,0	27,5	12,5	80	15	12,41	6,86	1,029
9	55,0	25,0	20,0	60	30	12,32	6,89	1,027
10	55,0	30,0	15,0	60	30	12,31	6,87	1,027
11	55,0	25,0	20,0	80	15	12,49	6,86	1,029
12	55,0	30,0	15,0	80	15	12,50	6,86	1,029
13	55,0	27,5	17,5	70	15	12,31	6,87	1,027

Результаты, представленные в таблице 2, позволяют оценить влияние компонентного состава композиций на основе соевого, овсяного и кукурузного молока, а также параметров тепловой обработки на их физико-химические свойства. Качество исследуемых образцов анализировали по показателям содержания сухих веществ, pH и плотности.

Согласно полученным данным, содержание сухих веществ варьировало в пределах от 12,27 до 12,50 %, что свидетельствует о близости исследуемых композиций к показателям коровьего молока. Наиболее высокие значения содержания сухих веществ были зарегистрированы в варианте 12 (12,50 %) и варианте 11 (12,49 %). В указанных образцах тепловая обработка осуществлялась при температуре 80 °C в течение 15 минут, что указывает на положительное влияние данного режима обработки, обусловленное частичным испарением влаги и повышением концентрации сухих веществ в продукте. Высокий показатель также был отмечен в варианте 8 (12,41 %).

Наименьшие значения содержания сухих веществ были зарегистрированы в вариантах 3, 5 и 7, где данный показатель составил 12,27 %. Подобная закономерность объясняется сравнительно меньшей долей соевого молока в составе исследуемых композиций [3, 12].

При увеличении доли соевого молока с 50 до 60 % наблюдалось устойчивое повышение содержания сухих веществ. Так, в варианте 1, содержащем 50 % соевого молока, данный показатель составил 12,28 %, тогда как в варианте 2 при содержании соевого молока 60 % он достиг 12,36 %. Аналогичная тенденция была выявлена и в других вариантах композиции. Полученные результаты подтверждают высокое содержание белков и растворимых сухих веществ в соевом молоке [3, 12].

Значения pH, характеризующие активную кислотность среды, находились в диапазоне от 6,85 до 6,91. Во всех вариантах были зарегистрированы показатели, близкие к нейтральным. Максимальное значение pH наблюдалось в варианте 1 (6,91), тогда как минимальное значение было зафиксировано в варианте 7 (6,85). Повышение температуры тепловой обработки с 60 до 80 °C сопровождалось незначительным снижением показателей pH. Вероятно, это связано с преобразованием отдельных органических соединений под воздействием повышенных температур. Вместе с тем незначительная амплитуда изменений pH свидетельствует о высокой технологической стабильности исследуемых композиций. Близость значений pH растительных молочных напитков к показателям коровьего молока также отмечена в работах других исследователей [11].

Плотность исследуемых образцов находилась в пределах от 1,027 до 1,029 г/см³. Максимальные значения были зафиксированы в вариантах 8, 11 и 12 и составили 1,029 г/см³. Минимальная плотность составила 1,027 г/см³. Увеличение плотности находилось в прямой зависимости от повышения содержания сухих веществ, что особенно отчётливо проявлялось в образцах с высокой долей соевого молока и при тепловой обработке при температуре 80 °C. Близость показателей плотности к характеристикам коровьего молока способствует улучшению потребительских свойств готового продукта.

Отдельный анализ влияния тепловой обработки показал, что образцы, обработанные при температуре 80 °C в течение 15 минут, характеризовались наиболее высокими значениями содержания сухих веществ и плотности. Напротив, композиции, подвергавшиеся

обработке при температуре 60 °С в течение 30 минут, демонстрировали относительно более низкие показатели. Следовательно, кратковременная высокотемпературная обработка является более эффективной для повышения качества продукта.

Оценка влияния компонентного состава показала, что увеличение доли соевого молока способствует росту содержания сухих веществ и плотности, а также улучшению функциональных свойств продукта за счёт присутствия соевых белков [13, 4]. Повышение доли овсяного молока положительно отражалось на органолептических характеристиках продукта, не оказывая существенного влияния на физико-химические показатели.

При выборе состава композиции учитывалось функциональное значение каждого компонента. Соевое молоко рассматривалось как источник высокого содержания белка и сухих веществ. Овсяное молоко использовалось с целью улучшения вкуса, аромата и консистенции продукта, а также для обогащения его β -глюканами. Кукурузное молоко благодаря содержанию крахмала и водорастворимых углеводов играет важную роль в формировании реологических свойств продукта. Кукурузный компонент способствовал повышению плотности композиции. Кроме того, он обеспечивал естественную сладость продукта, что позволило улучшить органолептические характеристики без использования дополнительного сахара.

Среди экспериментальных вариантов наиболее сбалансированные показатели по содержанию сухих веществ (12,50 %), pH (6,86) и плотности (1,029 г/см³) продемонстрировала композиция, состоящая из 55 % соевого, 30 % овсяного и 15 % кукурузного молока.

Методика органолептической оценки. Органолептический анализ проводился с участием 10 подготовленных экспертов по 5-балльной шкале. При оценке учитывались вкус, запах, цвет и консистенция продукта. Результаты были представлены в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$) (таблица 3).

Таблица 3.

Органолептическая оценка исследуемых молочных композиций (по 5-балльной шкале: 5 – отлично, 4 – хорошо, 3 – удовлетворительно, 2 – неудовлетворительно, 1 – плохо)

№	Внешний вид и цвет	Консистенция	Запах	Вкус	Итоговая оценка ($M \pm SD$)
1	4,5 $\pm$ 0,16	4,4 $\pm$ 0,18	4,3 $\pm$ 0,20	4,3 $\pm$ 0,19	4,38 $\pm$ 0,18
2	4,4 $\pm$ 0,17	4,3 $\pm$ 0,19	4,2 $\pm$ 0,21	4,1 $\pm$ 0,23	4,25 $\pm$ 0,20
3	4,6 $\pm$ 0,14	4,5 $\pm$ 0,15	4,4 $\pm$ 0,17	4,4 $\pm$ 0,18	4,48 $\pm$ 0,16
4	4,4 $\pm$ 0,18	4,3 $\pm$ 0,19	4,2 $\pm$ 0,20	4,1 $\pm$ 0,22	4,25 $\pm$ 0,20
5	4,4 $\pm$ 0,17	4,5 $\pm$ 0,16	4,3 $\pm$ 0,18	4,3 $\pm$ 0,19	4,38 $\pm$ 0,18
6	4,5 $\pm$ 0,16	4,4 $\pm$ 0,17	4,3 $\pm$ 0,18	4,2 $\pm$ 0,20	4,35 $\pm$ 0,18
7	4,3 $\pm$ 0,20	4,2 $\pm$ 0,21	4,0 $\pm$ 0,24	3,9 $\pm$ 0,26	4,10 $\pm$ 0,23
8	4,4 $\pm$ 0,18	4,3 $\pm$ 0,19	4,1 $\pm$ 0,22	4,0 $\pm$ 0,24	4,20 $\pm$ 0,21
9	4,5 $\pm$ 0,15	4,5 $\pm$ 0,16	4,4 $\pm$ 0,17	4,4 $\pm$ 0,18	4,45 $\pm$ 0,17
10	4,5 $\pm$ 0,16	4,4 $\pm$ 0,17	4,3 $\pm$ 0,18	4,3 $\pm$ 0,19	4,38 $\pm$ 0,18
11	4,3 $\pm$ 0,21	4,2 $\pm$ 0,22	4,0 $\pm$ 0,25	3,9 $\pm$ 0,27	4,10 $\pm$ 0,24
12	4,8$\pm$0,09	4,8$\pm$0,08	4,7$\pm$0,10	4,7$\pm$0,09	4,75$\pm$0,09
13	4,6 $\pm$ 0,14	4,5 $\pm$ 0,15	4,4 $\pm$ 0,16	4,4 $\pm$ 0,17	4,48 $\pm$ 0,16

Органолептические свойства растительных молочных композиций оценивались по 5-балльной дегустационной шкале с участием 10 экспертов. При оценке учитывались показатели внешнего вида и цвета, консистенции, запаха и вкуса. Результаты представлены в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Согласно результатам органолептического анализа, наивысшую общую оценку получил вариант 12 (55 % соевого молока, 30 % овсяного молока и 15 % кукурузного молока) — $4,75 \pm 0,09$ балла. Данный образец отличался однородной консистенцией, приятным вкусом и запахом, а также естественным цветом. Напротив, варианты 7 и 11 получили сравнительно более низкие общие оценки ($4,10 \pm 0,23$ и $4,10 \pm 0,24$ балла соответственно), что было связано с появлением слабовыраженного «варёного» запаха и привкуса термической обработки под воздействием температуры 80 °С. Полученные результаты в совокупности с физико-химическими показателями подтвердили, что композиция в соотношении 55:30:15 является оптимальным составом.

Заключение

В результате проведённых исследований разработаны композиции растительного молока на основе соевого, овсяного и кукурузного сырья и изучено влияние соотношения компонентов, а также режимов тепловой обработки на физико-химические и органолептические показатели готового продукта.

Установлено, что увеличение доли соевого молока способствует повышению содержания сухих веществ, овсяное молоко оказывает положительное влияние на органолептические характеристики продукта, а кукурузное молоко улучшает вкусовые свойства, обеспечивает естественную сладость и способствует формированию оптимальной консистенции напитка.

По совокупности физико-химических и органолептических показателей наилучшие результаты получены для композиции, содержащей 55 % соевого молока, 30 % овсяного молока и 15 % кукурузного молока, подвергнутой тепловой обработке при температуре 80 °С в течение 15 минут. Для данного образца установлены следующие показатели: содержание сухих веществ — 12,50 %, pH — 6,86, плотность — 1,029 г/см³, средняя органолептическая оценка — 4,75 балла.

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности совместного использования соевого, овсяного и кукурузного молока для создания растительных напитков с улучшенными потребительскими и технологическими свойствами. Предложенная композиция может рассматриваться как перспективная основа для производства функциональных безлактозных продуктов питания и расширения ассортимента растительных альтернатив традиционному молоку.

Научная новизна исследования заключается в обосновании оптимального соотношения компонентов многокомпонентной растительной молочной композиции на основе соевого, овсяного и кукурузного молока, а также в комплексной оценке её физико-химических и органолептических характеристик.

Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение пищевой ценности разработанной композиции, включая содержание белков, жиров и углеводов, аминокислотный состав, микробиологическую безопасность и стабильность продукта в процессе хранения.

Список литературы

1. Рахимова, Г.Х. Разработка рецепта молочного маргарина для веганов на основе соевого молока / Г.Х. Рахимова, А.Т. Рузибоев, Ш.Д. Салижанова, Ш.С. Гаипова // *Universum: технические науки: электронный научный журнал*. – 2023. – № 9. – С. 34–37. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15978> (дата обращения: 09.07.2026).
2. Aydar, E.F. Plant-based milk substitutes: bioactive compounds, conventional and novel processes / E.F. Aydar, S. Tutuncu, B. Ozcelik // *Journal of Functional Foods*. – 2020. – Т. 70.
3. Chalupa-Krebzdak, S. Nutrient density and nutritional value of milk alternatives / S. Chalupa-Krebzdak, C.J. Long, B.M. Bohrer // *International Dairy Journal*. – 2018. – Т. 87. – P. 84–92.
4. D.J. Mc. McClements, D.J. Future foods: plant-based foods and sustainability // *Current Opinion in Food Science*. – 2020. – Т. 33. – P. 1–7.
5. D.J. Mc. McClements, D.J. Plant-based milks: a review of the science underpinning their design, fabrication and performance // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2019. – Т. 18. – P. 2047–2067.
6. Derbyshire, E.J. Flexitarian Diets and Health: A Review of the Evidence-Based Literature / E.J. Derbyshire // *Frontiers in Nutrition*. – 2017. – Т. 3. – P. 1–8.
7. Gupta, M. Barley and oat based beverages: a review / M. Gupta, N. Abu-Ghannam, E. Gallagher // *Journal of Food Science*. – 2021. – Т. 86. – P. 1414–1428.
8. Jeske, S. Past, present and future: the strength of plant-based dairy substitutes / S. Jeske, E. Zannini, E.K. Arendt // *Food Research International*. – 2018. – Т. 110. – P. 42–51.
9. Mäkinen, O.E. Foods for special dietary needs: non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products / O.E. Mäkinen, V. Wanhalinna, E. Zannini, E.K. Arendt // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2016. – Т. 56. – P. 339–349.
10. Sethi, S. Plant-based milk alternatives: an emerging segment of functional beverages / S. Sethi, S.K. Tyagi, R.K. Anurag // *Journal of Food Science and Technology*. – 2016. – Т. 53. – P. 3408–3423.
11. Silva, A.R. A. Plant-based beverages: physicochemical and technological properties / A.R. A. Silva [et al.] // *Food Chemistry*. – 2022. – Т. 373.
12. Singhal, S. A comparison of the nutritional value of cow's milk and plant-based milk alternatives / S. Singhal, R.D. Baker, S.S. Baker // *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. – 2017. – Т. 64. – P. 799–805.
13. Tang, C.H. Emulsifying properties of soy proteins / C.H. Tang // *Current Opinion in Food Science*. – 2017. – Т. 15. – P. 1–7.
14. Willett, W. Food in the Anthropocene: healthy diets from sustainable food systems / W. Willett [et al.] // *The Lancet*. – 2019. – Т. 393. – P. 447–492.

References

1. G.Kh.Rakhimova A.T.Ruziboev Sh.D.Salizhanova Sh.S. [Gaisova. Development of a recipe for dairy margarine for vegans based on soy milk] // *Universum: tekhnicheskie nauki: elektron. nauchn. zhurn.*- Moskva, sentyabr' 2023.-(114). – 2023. – № 9. – URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15978> (дата обращения: 19.08.2026). (In Russ.)
2. Aydar E.F., Tutuncu S., Ozcelik B. Plant-based milk substitutes: bioactive compounds, conventional and novel processes // *Journal of Functional Foods*. – 2020. – Т. 70.
3. Chalupa-Krebzdak S., Long C.J., Bohrer B.M. Chalupa-Krebzdak S., Long C.J., Bohrer B.M. Nutrient density and nutritional value of milk alternatives // *International Dairy Journal*. – 2018. – Т. 87.
4. [McClements D.J. Future foods: plant-based foods and sustainability] // *Current Opinion in Food Science*. – 2020. – Т. 33. (In Russ.)
5. McClements D.J., Newman E., McClements I.F. McClements D.J., Newman E., McClements I.F. Plant-based milks: a review of the science underpinning their design, fabrication and performance // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2067. – Т. 18.
6. Derbyshire E.J. Flexitarian diets and health // *Frontiers in Nutrition*. – 2017. – Т. 3.
7. Gupta M. Abu-Ghannam N., Gallagher E. Barley and oat based beverages: a review // *Journal of Food Science*. – 2021. – Т. 86.
8. Jeske S., Zannini E., Arendt E.K. Past, present and future: the strength of plant-based dairy substitutes // *Food Research International*. – 2018. – Т. 110.
9. Mäkinen O.E., Wanhalinna V., Zannini E., Arendt E.K. Foods for special dietary needs: non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2016. – Т. 56.
10. Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. Plant-based milk alternatives: an emerging segment of functional beverages // *Journal of Food Science and Technology*. – 2016. – Т. 53.
11. Silva A.R.A. et al. Plant-based beverages: physicochemical and technological properties // *Food Chemistry*. – 2022. – Т. 373.
12. Singhal S., Baker R.D., Baker S.S. A comparison of the nutritional value of cow's milk and plant-based milk alternatives // *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. – 2017. – Т. 64.
13. Tang C.H. Emulsifying properties of soy proteins // *Current Opinion in Food Science*. – 2017. – Т. 15.
14. Willett W. et al. Food in the Anthropocene: healthy diets from sustainable food systems // *The Lancet*. – 2019. – Т. 393.