

Влияние соотношения основных компонентов на свойства плавленого сыра для экстремального питания*

Василий Валерьевич Калабушкин, канд. тех. наук, руководитель направления исследований по технологии плавленых сыров

E-mail: v.kalabushkin@fncps.ru

Анастасия Николаевна Шишкина, младший научный сотрудник

E-mail: a.shishkina@fncps.ru

Елена Васильевна Алексеева, инженер-исследователь

E-mail: e.alekseeva@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, г. Углич

В статье представлены результаты исследования влияния типа и дозировки углеводных компонентов на физико-химические и органолептические показатели плавленых сыров, пригодных для питания людей, находящихся в экстремальных условиях. В экспериментах использовали модели пастообразного и ломтевого плавленого сыра, в рецептурах которых варьировали соотношение белков, жиров и углеводов. В качестве углеводных компонентов применяли модифицированный крахмал и мальтодекстрин, которые не формируют выраженный сладкий вкус у готовых продуктов. Установлено, что внесение крахмала в количестве более 7,5 % приводит к снижению активной кислотности (с 5,90 до 5,50 ед. рН), ухудшению пластичности консистенции и появлению крахмального привкуса. Допустимым пределом соотношения белков, жиров и углеводов в плавленом сыре с крахмалом является 1:2,1:0,8. Добавление мальтодекстрина приводит к увеличению рН плавленого сыра. При его содержании выше 20,5 % (соотношение белки:жиры:углеводы 1:1,02:2,7) наблюдаются дефекты консистенции (неоднородная, несвязная) и вкуса (горечь, излишняя соленость), что приводит к отбраковке плавленых сыров. Результаты исследования демонстрируют, что целенаправленное введение углеводов позволяет корректировать энергетическую ценность и метаболические свойства плавленого сыра, пригодного для использования в экстремальных условиях, но их содержание требует строгого ограничения. Научно обоснованы максимальные дозировки углеводных компонентов в плавленых сырах: 10 % для модифицированного крахмала и 20,5 % для мальтодекстрина. Полученные данные служат технологической основой для разработки специализированных продуктов, включая сухие плавленые сыры, с оптимальным составом и качеством.

Ключевые слова: плавленый сыр, экстремальные условия, состав, свойства, мальтодекстрин, крахмал

Для цитирования: Калабушкин, В. В. Влияние соотношения основных компонентов на свойства плавленого сыра для экстремального питания / В. В. Калабушкин, А. Н. Шишкина, Е. В. Алексеева // Сыроделие и маслоделие. 2026. № 1. С. 54–62. <https://doi.org/10.21603/2073-4018-2026-1-49>

Введение

Актуальным вектором развития индустрии питания становится создание продуктов, обеспечивающих эффективное функционирование организма в экстремальных условиях. К ним относятся арктические и антарктические экспедиции, космические полеты, высокогорные восхождения, работы в удаленных промышленных районах и деятельность силовых структур в полевой обстановке. Обеспечение питания человека в экстремальных условиях – сложная задача, требующая комплексного решения. Питание должно компенсировать высокие энергозатраты, стрессовые нагрузки на организм, обладать удобством использования без дополнительной кулинар-

ной обработки, а также высокими органолептическими показателями для поддержания пищевого статуса и психологического комфорта [1, 2].

Отечественные и зарубежные ученые доказали, что при физиологическом стрессе в экстремальных условиях расходуются в разной степени основные вещества, обеспечивающие жизнедеятельность – белки, жиры и углеводы. Поэтому рацион питания должен обеспечивать поступление этих компонентов, чтобы избежать их дефицита. Продукты со сбалансированным составом белков, жиров и углеводов могут применяться в экстремальных условиях как в традиционном, так и сухом виде [3–5].

*Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию № FGUS-2024-0008 Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН.

В качестве перспективных продуктов, пригодных для питания в экстремальных условиях, рассматриваются плавленые сыры. Их традиционные преимущества – высокая энергетическая плотность, сбалансированный состав белков и жиров, стабильность при хранении, что соответствует требованиям к продуктам, используемым в экстремальных условиях. Однако классические рецептуры плавленых сыров не всегда отвечают физиологическим потребностям людей при нагрузках в экстремальных условиях, где важна не только калорийность, но и скорость высвобождения энергии и функциональность компонентов [6, 7].

В связи с этим одним из направлений усовершенствования рецептур плавленых сыров является управление углеводным компонентом. В отличие от традиционных плавленых сыров, где углеводы (преимущественно лактоза) присутствуют в небольших количествах и играют второстепенную роль, в продуктах экстремального питания углеводы играют ключевую роль в обеспечении энергией, т. к. они являются основным источником быстрой энергии для организма [8, 9].

Рынок пищевых ингредиентов предлагает широкий спектр углеводных компонентов: моно- и дисахариды (декстроза, мальтодекстрин и др.) и полисахариды различного происхождения (крахмал, пищевые волокна и др.).

Добавление и увеличение углеводных компонентов в составе плавленых сыров решает комплекс задач:

- Энергообеспечение в условиях сверхнормативных нагрузок. Простые углеводы обеспечивают быстрое поступление энергии, критически важное при сильных нагрузках. Сложные углеводы медленно расщепляются и обеспечивают равномерное и длительное поступление энергии, необходимое при монотонных и длительных нагрузках. При достаточном содержании углеводов организм человека не использует белки в качестве источника энергии, что важно для сохранения мышечной массы и иммунного статуса в стрессе [10, 11].
- Снижение стресса. Стресс в контексте экстремального питания – состоянии нарушенного гомеостаза, при котором резко возрастают энергозатраты, а процессы катаболизма начинают преобладать над анаболизмом. Это состояние провоцирует физические перегрузки, психологический стресс

и нутритивный дисбаланс. Достаточный уровень углеводов поддерживает когнитивные функции организма, стабильный уровень глюкозы в крови и снижает выработку гормонов стресса [12, 13].

- Управление структурой плавленых сыров. Варьируя содержание углеводных ингредиентов, можно произвести плавленые сыры различной консистенции – от плотной и ломкой до мягкой и пастообразной. Углеводы связывают свободную воду и предотвращают затвердевание и крошливость продукта при низких температурах хранения (например, в условиях Арктики).
- Психологическая поддержка. Удовлетворение потребности организма в углеводах способствует улучшению настроения и снижению чувства усталости, что положительно сказывается на психическом состоянии человека¹ [14].

Таким образом, увеличение содержания углеводов в плавленом сыре для экстремального питания – целенаправленный технологический прием для создания продукта, который не просто утоляет голод, но и становится инструментом поддержания высокой работоспособности, здоровья и психологического комфорта людей, находившихся в экстремальных условиях.

Как в отечественной, так и в зарубежной литературе представлено недостаточно информации о влиянии содержания углеводных компонентов и соотношения основных белков, жиров и углеводов на качество плавленых сыров, предназначенных для питания людей в экстремальных условиях.

Целью работы являлось исследование влияния содержания углеводов на физико-химические и органолептические показатели плавленых сыров, пригодных для питания в экстремальных условиях.

Объекты и методы исследования

Для исследования влияния соотношения основных компонентов на качество плавленого сыра для экстремального питания испытывали модифицированный крахмал (E 1422) и мальтодекстрин DE 20 в качестве углеводных компонентов. Объектами исследований являлись пастообразный плавленый сыр по типу Славянский и ломтовой плавленый сыр по типу Костромской, отличающиеся

¹Кобозев, И. Ю. Психология стресса и стрессоустойчивого поведения: Учебное пособие / И. Ю. Кобозев [и др.] – СПб: Санкт-Петербургский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2022 – 144 с.

по составу и массовой долей влаги. Данные виды плавленых сыров пользуются наибольшей популярностью у потребителя. В продуктах варьировали соотношение белков, жиров и углеводов (Б:Ж:У). В таблицах 1 и 2 представлены объекты исследований с различным соотношением Б:Ж:У.

В плавленых сырах определяли потенциометрическим методом активную кислотность (pH), массовую долю влаги и массовую долю жира в сухом веществе – методами, указанными в ГОСТ Р 55063-2012 «Сыры и сыры плавленые. Правила приемки, отбор проб и методы контроля»; органолептические характеристики (вкус и запах, консистенция) оценивались по ГОСТ 33630-2015 «Сыры и сыры плавленые. Методы контроля органолептических показателей» дегустаторами, входящими в состав экспертной комиссии в количестве 5 человек. Построение графиков и обработка результатов (расчет среднего значения и стандартного отклонения) исследования проводились в программе Microsoft Excel 2010.

Результаты и их обсуждение

Первоначально для корректировки состава плавленого сыра в части содержания углеводов, не формирующих сладкий вкус в продукте, применяли

Таблица 1. Изменение соотношения Б:Ж:У при увеличении дозировки крахмала в пастообразном плавленом сыре по типу Славянский

Номер образца	Массовая доля крахмала, %	Значение Б:Ж:У
1.1 (контроль)	0	1:1,3:0,1
1.2	2,5	1:1,5:0,2
1.3	5,0	1:1,6:0,3
1.4	7,5	1:1,9:0,5
1.5	10,0	1:2,1:0,8
1.6	12,5	1:2,6:1,2
1.7	15,0	1:3,2:1,7
1.8	20,0	1:6,2:4,4

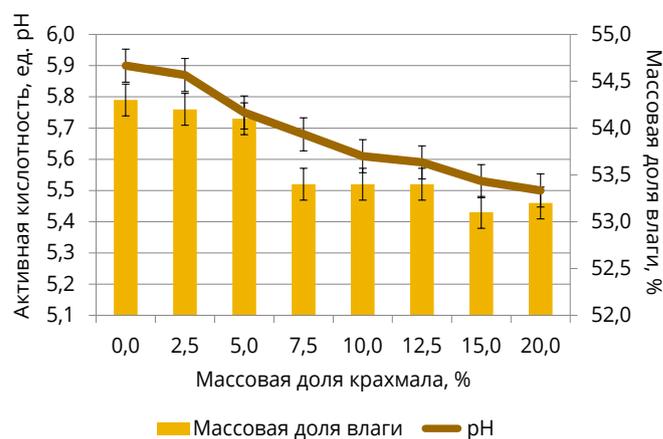
Таблица 2. Изменение соотношения Б:Ж:У при увеличении дозировки мальтодекстрина в ломтевом плавленом сыре по типу Костромской

Номер образца	Массовая доля мальтодекстрина, %	Значение Б:Ж:У
2.1 (контроль)	0	1:1,03:0,8
2.2	11,5	1:1,03:2,1
2.3	20,5	1:1,02:2,7
2.4	26,8	1:0,99:2,7
2.5	32,6	1:1,10:3,5



модифицированный крахмал. Результаты влияния содержания крахмала на физико-химические показатели пастообразного плавленого сыра представлены на рисунке 1.

Установлено, что с увеличением содержания крахмала происходило снижение pH с 5,90 до 5,50 и незначительное уменьшение массовой доли влаги. Увеличение содержания крахмала в плавленых сырах приводило к увеличению продолжительности плавления. При внесении крахмала процессы плавления замедлялись и блокировались, белковые частицы сыра-сырья не успевали полностью расплавиться, вследствие чего происходило отделение жира. Это обусловлено тем, что эмульгирующая соль хуже растворяется в воде, предусмотренной



Примечание: n = 5.

Рисунок 1. Влияние массовой доли крахмала на активную кислотность и массовую долю влаги плавленых сыров



рецептурой с учетом заданного соотношения, т. к. модифицированный крахмал при нагревании в котле-плавителе до 85 ± 2 °С связывает значительное количество влаги. Массовая доля жира в сухом веществе плавленых сыров составляла $55,16 \pm 0,13$ %.

Органолептические характеристики полученных плавленых сыров с различным содержанием модифицированного крахмала представлены в таблице 3.

Из данных, представленных в таблице 3, видно, что с увеличением массовой доли крахмала от 7,5 до 20 % четко наблюдается снижение оценок как за вкус и запах (до $8,0 \pm 0,5$), так и за консистенцию (до $5,0 \pm 1,0$). Привкусы становятся нехарактерными, крахмальными с выраженными отклонениями от ожидаемого (контрольного) вкуса плавленного сыра. Образцы с содержанием крахмала 12,5 % и выше представляют собой неоднородный расплавленный продукт с отделением жира, что негативно влияет на их потребительские качества. Данные дефекты консистенции плавленых сыров возможно исправить с помощью увеличения массовой доли эмульгирующей соли и снижением жирности.

Если рассматривать данный продукт как основу для создания сухого плавленного сыра для питания людей в экстремальных условиях, то использование крахмала более 10 % может привести к технологическим проблемам сушки и усилению посторонних и крахмальных привкусов.

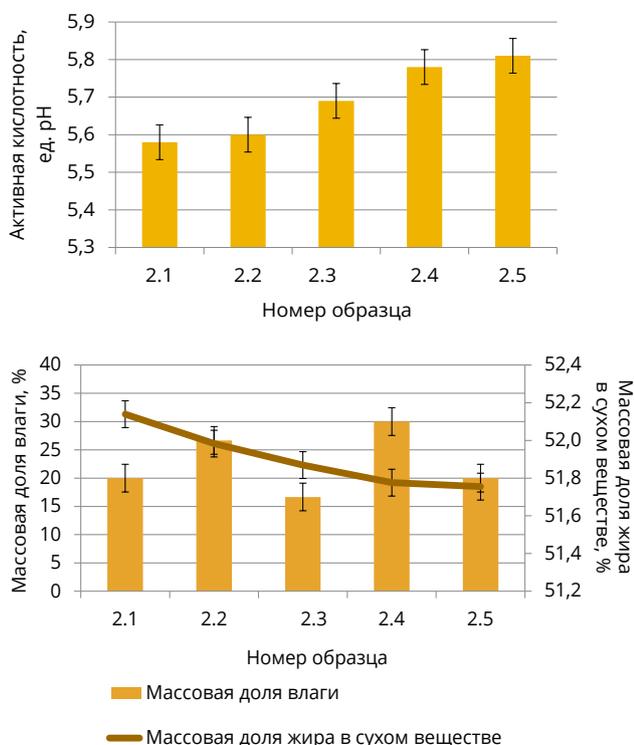
На основании полученных результатов следует, что для создания плавленых сыров и сухих плавленых сыров для питания людей в экстремальных условиях можно применять не более 10 % модифицированного крахмала, что соответствует соотношению Б:Ж:У 1:2,1:0,8.

Таблица 3. Влияние доли крахмала на органолептическую оценку плавленых сыров

Массовая доля крахмала, %	Вкус и запах	Оценка, балл	Консистенция	Оценка, балл
0	Умеренно выраженный сырный, соленый, слегка кислый	$14,5 \pm 0,5$	Нежная, пластичная, кремообразная	$9,0 \pm 0,5$
2,5	Выраженный сырный, слегка кислый	$14,0 \pm 1,0$	Нежная, пластичная, мажущаяся, слегка плотнее контрольного образца	$9,0 \pm 0,5$
5,0	Слабовыраженный сырный, слегка кислый	$14,0 \pm 1,0$	Нежная, пластичная, слегка плотная, менее мажущаяся	$8,0 \pm 1,0$
7,5	Кисломолочный, слегка кислый, слегка крахмальный привкус	$13,2 \pm 0,5$	Недостаточно нежная, пластичная	$7,5 \pm 0,5$
10,0	Кислый, соленый, крахмальный привкус	$11,0 \pm 1,0$	Плотная, мало пластичная, мучнистая	$7,0 \pm 1,0$
12,5	Кислый, посторонний привкус крахмала	$10,0 \pm 1,0$	Плотная, не пластичная, не характерная для пастообразного сыра, крупитчатая	$6,0 \pm 0,5$
15,0	Не характерный, посторонний привкус, крахмальный, брак	$8,0 \pm 0,5$	Плотная, несплавившиеся частицы, отделение жира	$5,0 \pm 1,0$
20,0	Не характерный, посторонний привкус, крахмальный, брак	$8,0 \pm 0,5$	Плотная, неоднородная, несплавившиеся частицы, отделение жира	$5,0 \pm 1,0$

Примечание: n = 5.

В дальнейших исследованиях для корректировки состава плавленого сыра в части содержания углеводов, не формирующих выраженного сладкого вкуса в продукте, применяли мальтодекстрин. Результаты влияния мальтодекстрина на физико-химические показатели плавленых сыров представлены на рисунке 2.



Примечание: n = 5.

Рисунок 2. Влияние массовой доли мальтодекстрина на физико-химические показатели плавленых сыров

Выявлено, что увеличение дозировки мальтодекстрина в составе плавленого сыра сопровождалось повышением его pH. Такое изменение обусловлено щелочными свойствами самой добавки, уровень pH которой составляет 5,7 ед. и превышает pH ломтевого плавленого сыра традиционного состава (от 5,4 до 5,5 ед. pH). Кроме того, добавление углеводной составляющей приводит к изменению отношения эмульгирующей соли к белку, что также способствует росту pH.

При выбранных соотношениях Б:Ж:У не выявлено значимого влияния массовой доли мальтодекстрина на влажность готовых продуктов. С увеличением содержания мальтодекстрина в плавленом сыре наблюдалось снижение массовой доли жира в сухом веществе, что связано с рецептурой конкретного образца.

Оценка вкуса и консистенции плавленых сыров с различным содержанием мальтодекстрина представлена в таблице 4.

Органолептическая оценка исследуемых образцов плавленого сыра позволила выявить значимые различия в их сенсорных характеристиках. Образцы 2.1 и 2.2 (контроль и образец с массовой долей мальтодекстрина 11,5 %) получили наиболее высокие баллы за вкус и консистенцию, несмотря на наличие незначительных пороков. Низкие баллы, полученные образцами 2.4 и 2.5 (массовая доля мальтодекстрина 26,8 % и 32,6 % соответственно), обусловлены наличием

Таблица 4. Влияние массовой доли мальтодекстрина на органолептическую оценку плавленых сыров

Номер образца	Вкус и запах	Оценка, балл	Консистенция	Оценка, балл
2.1	Кисломолочный, умеренно сырный	13,0 ± 1,0	Плотная, пластичная, слегка упругая, но недостаточно	8,5 ± 0,5
2.2	Кисломолочный, соленый, слабый сырный	11,5 ± 0,5	Плотная, слегка упругая, пластичная, слегка мучнистая	7,5 ± 0,5
2.3	Слабый кисломолочный, посторонний, слегка горький, соленый	9,5 ± 0,5	Пластичная, недостаточно плотная, неоднородная, мучнистая	7,0 ± 0,5
2.4	Кислый, горький (не белковый), излишне соленый, посторонний, брак, легкая осаленность, невработан жир	8,0 ± 1,0	Творожистая, не сплавившаяся, крупитчатость, несвязная, жидкая – брак	4,0 ± 1,0
2.5	Кислый, горький (не белковый), излишне соленый, посторонний, брак	8,0 ± 1,0	Мучнистая, несвязная, жидкая, нет упругости и плотности, масса не сплавившаяся – брак	4,0 ± 1,0

Примечание: n = 5.

выраженных дефектов вкуса и запаха (кислый, горький, излишне соленый, посторонний). Консистенция данных образцов (мучнистая, несвязная, творожистая, жидкая, отсутствие сплавления) указывает, что полисахариды оказывают влияние на процесс плавления белка вне зависимости от степени их гидролиза. Данные образцы классифицированы как брак, поскольку не соответствуют требованиям, предъявляемым к плавленому сыру.

Образец 2.3 (20,5 % мальтодекстрина) характеризовался более высокими оценками по сравнению с бракованными образцами, однако отмечалось наличие постороннего привкуса, легкой горечи и солености. Недостаточная плотность и неоднородность консистенции, вероятно, связаны с недостаточной гомогенизацией массы. Согласно ГОСТ 33630–2015, плавленые сыры с такой органолептической оценкой допускаются для реализации и употребления в пищу.

Исходя из анализа полученных результатов установлено, что для производства плавленых сыров и сухих плавленых сыров для питания людей в экстремальных условиях можно применять мальтодекстрин не более 20,5 % (соотношение Б:Ж:У равное 1:1,02:2,7).

Выводы

Исследованы плавленые сыры с различным содержанием крахмала и мальтодекстрина, пригодные для питания людей, испытывающих повышенные физические нагрузки и нуждающихся в быстром получении энергии в экстремальных условиях. Установлено, что увеличение массовой доли крахмала приводит к снижению pH и уменьшению массовой доли влаги. Высокое содержание крахмала замедляет процесс плавления, приводит к отделению жира и ухудшает потребительские качества сыра.

Выявлено, что увеличение содержания мальтодекстрина в плавленых сырах приводит к увеличению pH и снижению массовой доли жира в сухом веществе, а также к ухудшению вкуса и консистенции продукта.

Определены максимальные дозировки модифицированного крахмала и мальтодекстрина в плавленых сырах, предназначенных для людей в экстремальных условиях. Можно использовать не более 10 % крахмала при соотношении Б:Ж:У равном 1:2,1:0,8 и не более 20,5 % мальтодекстрина – при соотношении Б:Ж:У 1:1,02:2,7.

Полученные результаты исследований могут быть применены при создании с данными соотношениями Б:Ж:У сухих плавленых сыров для питания людей в экстремальных условиях. ■

Поступила в редакцию: 09.01.2026

Принята в печать: 12.02.2026

Источник изображения: freepik.com



Effect of Ingredient Proportions on Processed Cheese for Extreme Conditions

Vasily V. Kalabushkin, Anastasiya N. Shishkina, Elena V. Alekseeva

All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking – Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, Uglich

The type and share of carbohydrate components affect the physicochemical and sensory profile of processed cheeses meant for extreme dietary conditions. The research involved models of pasty and sliced processed cheese. Their formulations had different ratios of proteins, fats, and carbohydrates (P:F:C). Modified starch and maltodextrin served as carbohydrate components due to their neutral flavor profile and minimal impact on the sweetness of the finished product. Adding starch in quantities above 7.5% reduced the active acidity from 5.90 to 5.50 pH units, deteriorated the plasticity, and added starchy flavor to the experimental processed cheese. The optimal P:F:C ratio proved to be 1:2.1:0.8. Maltodextrin had a critical impact on the pH. At carbohydrate $\geq 20.5\%$ (1:1.02:2.7 P:F:C), the consistency became inhomogeneous while the flavor grew bitter and salty. The targeted introduction of carbohydrates made it possible to meet the extreme dietary requirements for energy and metabolic properties but their content had to be limited. The highest doses of carbohydrate components in the experimental processed cheese were 10% for modified starch and 20.5% for maltodextrin. The results are applicable to the production of specialized dried processed cheeses for extreme-environment diets.

Keywords: processed cheese, extreme conditions, formulation, properties, maltodextrin, starch

Список литературы

1. Новиков, В. С. Функциональное питание человека при экстремальных воздействиях / В. С. Новиков, В. Н. Каркищенко, Е. Б. Шустов. – СПб.: Политехника-принт, 2017. – 346 с.
2. Тутельян, В. А. Эпидемиология питания: Россия 2018–2023 / В. А. Тутельян [и др.]. – М.: ТД ДеЛи, 2024. – 270 с.
3. Стаценко, Е. С. Новая технология пищевых концентратов для питания в экстремальных условиях / Е. С. Стаценко, О. В. Скрипко, О. В. Литвиненко // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего : Сборник материалов V Международной научно-практической конференции. – Кемерово: ООО «Западно-Сибирский научный центр», 2017. – С. 132–133. <https://elibrary.ru/ypqzvd>
4. Pasiakos, S. M. Nutritional requirements for sustaining health and performance during exposure to extreme environments / S. M. Pasiakos // Annual Review of Nutrition. 2020. Vol. 40(1). P. 221–245. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-011720-122637>
5. Нагорнев, С. Н. Влияние климатогеографических факторов Арктики на здоровье человека: метаболические и патофизиологические аспекты / С. Н. Нагорнев [и др.] // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2019. № 2. С. 4–30. <https://elibrary.ru/uqftzn>
6. Talbot-Walsh, G. A review on technological parameters and recent advances in the fortification of processed cheese / G. Talbot-Walsh, C. Selomulya, D. Kannar // Trends in Food Science & Technology. 2018. Vol. 81. P. 193–202. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.023>
7. Alimardanova, M. Improving the quality and the technology of processed cheeses / M. Alimardanova, Zh. Akpanov, A. Prosekov // Potravinarstvo. 2023. Vol. 17. P. 788–800. <https://doi.org/10.5219/1911>
8. Цыганова, Т. Б. Перспективы включения функциональных продуктов в рацион питания военнослужащих как факторов адаптации организма к экстремальным условиям несения службы / Т. Б. Цыганова, Р. Б. Темираев, М. Р. Цалоева // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2023. № 2(40). С. 138–146. <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2023-2-40-138-146>; <https://elibrary.ru/izvhjw>
9. Botella-Martínez, C. Healthier oils: A new scope in the development of functional meat and dairy products: A review / C. Botella-Martínez [et al.] // Biomolecules. 2023. Vol. 13(5). Art. no. 778. <https://doi.org/10.3390/biom13050778>
10. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов / Ю. В. Верхошанский – М.: Советский спорт, 2021. – 332 с.
11. Аверьянова, И. В. Динамика основных показателей углеводного обмена и возможные причины его нарушения в осенний и зимний периоды года у современных жителей-северян / И. В. Аверьянова, О. О. Алешина // Acta Biomedica Scientifica. 2024. Т. 9, № 5. С. 142–149. <https://doi.org/10.29413/ABS.2024-9.5.15>; <https://elibrary.ru/inpzvz>
12. Murray, B. Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes / B. Murray, C. Rosenbloom // Nutrition reviews. 2018. Vol. 76(4). P. 243–259. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy001>
13. Clemente-Suárez, V. J. The Burden of Carbohydrates in Health and Disease / V. Ja. Clemente-Suárez [et al.] // Nutrients. 2022. Vol. 14(18). Art. no. 3809. <https://doi.org/10.3390/nu14183809>
14. Скрипачева, Е. Н. Современный психологический подход к проблеме питания / Е. Н. Скрипачева, П. К. Назарова // Вестник Московского информационно-технологического университета – Московского архитектурно-строительного института. 2022. № 1. С. 61–68. https://doi.org/10.52210/2224669X_2022_1_61; <https://elibrary.ru/lsvycq>

