



УДК 637.04/637.133.7

<https://doi.org/10.21603/1019-8946-2025-6-65>

# АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ НИЗКОКАЛОРИЙНЫЙ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЬ ДЛЯ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**Сергей Алексеевич Куренков**, руководитель ресурсного центра по подготовке кадров для предприятий молочной отрасли

E-mail: kurenkovser.35@yandex.ru

**Людмила Александровна Куренкова**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры

E-mail: kurenkova.35@rambler.ru

**Анна Ивановна Гнездилова**, д-р техн. наук, профессор, старший научный сотрудник

E-mail: gnezdilova.anna@mail.ru

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина, с. Молочное

В работе представлена рецептура и технология консервированного молочного продукта промежуточной влажности пониженной калорийности, выработанного методом рекомбинирования. Обоснована необходимость частичной замены сахарозы на низкокалорийный сахарозаменитель. В качестве альтернативы сахарозе предложено использовать аллюлозу, имеющую сопоставимую с сахарозой сладость (70 %) и калорийность в 400 раз ниже (1 ккал в 100 г), чем у сахарозы. Установлена рациональная доля замены сахарозы на аллюлозу, которая составила 30–40 %. При замене менее чем на 30 % имеет место недостаточное понижение калорийности. При увеличении доли замены свыше 40 % отмечено потемнение образцов и наличие горьковатого привкуса. В работе представлены результаты исследований физико-химических и микробиологических показателей качества разработанного продукта. Экспериментальные данные подтвердили стабильность физико-химических показателей опытных образцов при замене 30–40 % сахарозы аллюлозой – все параметры сохранялись в установленных нормативных пределах на протяжении всего периода хранения. На основании полученных результатов разработана технологическая схема производства молочных консервов с комбинированным подсластителем (сахар-аллюлоза). Установлен рекомендуемый срок годности разработанного продукта, который составил 18 мес. В течение указанного срока органолептические показатели продукта оставались неизменными, рост кристаллов лактозы происходил до размеров, не превышающих 15 мкм, выпадение осадка лактозы и загустевание продукта отмечено не было, микробиологические показатели оставались в норме. Для образцов продукта с заменой сахарозы на аллюлозу на 30 и 40 % были произведены расчеты пищевой и энергетической ценности, которые показали, что замена на аллюлозу способствует значительному снижению энергетической ценности продукта: на 14,9 % при 30 % замещении и на 20,1 % при 40 % замещении.

**Ключевые слова:** молочные консервы, сахароза, аллюлоза, сахарозаменитель, пониженная калорийность, рекомбинирование, хранимоспособность

**Для цитирования:** Куренков, С. А. Альтернативный низкокалорийный сахарозаменитель для молочных консервов / С. А. Куренков, Л. А. Куренкова, А. И. Гнездилова // Молочная промышленность. 2025. № 6. С. 26–32. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2025-6-65>

## ВВЕДЕНИЕ

В последние несколько лет тренд на здоровое и правильное питание обозначился особенно четко. Основное внимание потребителей при выборе продуктов стали привлекать такие параметры, как массовая доля белка, жира и энергетическая ценность или калорийность. Кроме того, отмечается рост спроса на молочные и молочные составные продукты, отмеченные на полках торговых сетей как «продукты БЭЖМ» (без заменителей молочного жира). Несмотря на формирование новой парадигмы пищевого поведения среди значительной доли потребителей, эмпирические данные свидетельствуют о сохранении устойчивой приверженности традиционным продуктам, обладающим ностальгическим гастрономическим кодом «вкуса детства».

Анализ состава сгущенного молока показывает, что сухой обезжиренный молочный остаток содержит порядка 34 % белков (7,2 г/100 г готового продукта), липидная фракция не превышает 8,5 %, а углеводный компонент, представленный преимущественно сахарозой (43,5 %), составляет около 56 % общей массы<sup>1</sup>. Таким образом, калорийность в 330 ккал на 100 г продукта на 67,9 % обусловлена сахарами, а именно сахарозой (174 ккал) и лактозой (50 ккал). На этом основании можно заключить, что для повышения спроса на этот продукт возможно снизить его калорийность за счет уменьшения содержания сахарозы в составе. Над этим вопросом работали группы ученых, предлагающих замену сахарозы такими веществами, как мед (Пат. 2167533 «Способ приготовления сгущенного молока», Л. А. Буйлова, Ю. А. Заварин, Н. Г. Острецова, А. В. Шмуттер), сироп глюколакт (Пат. 2070804 «Способ получения сладкого сгущенного молочного продукта», Ю. Я. Свириденко, В. Ю. Смурыгин, Д. В. Абрамов, Ю. А. Боровкова, Н. В. Яхнев), глюкозо-фруктозный сироп (Пат. 2590686 «Способ производства молочного концентрированного сладкого продукта», А. И. Гнездилова, А. В. Музыкантова, Ю. В. Виноградова), крахмальная патока (Пат. 2490920 «Способ производства сгущенного молочного продукта с сахаром», А. И. Гнездилова, В. Г. Куленко, Ю. В. Виноградова, Л. А. Куренкова, О. С. Бурдейная) (Пат. 2437543 «Сгущенный молочный продукт», Г. О. Магомедов, А. Н. Пономарев, Е. И. Мельникова, И. С. Черникова), фруктоза (Пат. 2328858 «Способ производства

молокосодержащего концентрированного продукта», Л. В. Голубева, Н. А. Бобкова, Л. Э. Глаголева) (Пат. 2275040 «Способ производства молокосодержащих концентрированных сладких продуктов», А. Г. Галстян, А. Н. Петров, В. В. Павлова) (Пат. 2286063 «Способ производства молокосодержащего концентрированного сладкого продукта», Д. В. Степанченко, А. Г. Галстян, А. Н. Петров) и другими сахарами или сахарозаменителями. Однако в предложенных решениях снижение калорийности продукта зачастую было крайне незначительным, а физико-химические свойства продукта существенно отличались от оригинала.

В данной работе предложено заменить часть сахарозы на аллюлозу – моносахарид, обладающий очень схожими свойствами с сахарозой, но имеющий калорийность всего 1 ккал/100 г. Аллюлоза (D-псикоза) – перспективный низкокалорийный моносахарид, относящийся к редким сахарам класса кетогексоз. По химической структуре является эпимером фруктозы, отличаясь положением гидроксильной группы у третьего углеродного атома. В природе встречается в следовых количествах в некоторых растениях (фиги, пшеница, тростниковый сахар) и ферментированных продуктах, однако для промышленного применения производится преимущественно ферментативным путем из фруктозы или крахмала через многостадийную биоконверсию с использованием бактериальных изомераз [1–3].

Физико-химические свойства характеризуются сладостью, составляющей 70 % от сахарозы, при крайне низкой энергетической ценности – 0,2–0,4 ккал/г (в 200–400 раз меньше сахара). Обладает высокой растворимостью в воде ( $\geq 75$  г/100 мл при 25 °C), гигроскопичностью и способностью к реакции Майяра, но с меньшей интенсивностью по сравнению с традиционными сахарами. Кристаллизуется в моноклинной системе, образуя бесцветные кристаллы с температурой плавления 58–62 °C [4–6].

Метаболические особенности делают аллюлозу уникальным подсластителем: она абсорбируется в тонком кишечнике на 70–80 %, но не метаболизируется в организме, экскретируясь почками в неизменном виде. Не влияет на уровень глюкозы и инсулина в крови (гликемический индекс = 0), что под-

<sup>1</sup>ГОСТ 31688-2012 Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия (с Изменением N 1, с Поправками). – Стандартинформ, 2012. – 17 с.



Источник изображения: freepik.com

тверждено клиническими исследованиями FDA (GRAS статус с 2011 г.) и EFSA. Проявляет пре-биотическую активность, селективно сти-мулируя рост бифидобактерий, и обладает антиоксидантными свойствами за счет ингиби-рования образования AGE-продуктов [6–12].

Технологические преимущества включают: темпе-ратурную стабильность до 160 °C, что позволяет использовать в выпечке; способность подавлять рост патогенной микрофлоры (*E. coli*, *S. aureus*) за счет осмотического стресса; синергизм с высокоинтенсивными подсластителями (сте-вия, сукралоза), улучшающий сенсорный про-филь. В молочной промышленности применя-ется для создания низкокалорийных аналогов сгущенки, йогуртов и мороженого, где сохраняет 85–90 % функциональных свойств сахарозы.

Основной сложностью при производстве сгущенного молока с сахаром является процесс кристаллизации лактозы и в целом формирование органолептиче-ских показателей продукта. Сахароза в составе про-дукта выполняет сразу несколько важнейших функ-ций: она является консервантом, обеспечивающим длительный срок годности, обуславливает вязкость, формируя в том числе консистенцию продукта, при-дает сладость, влияя на органолептические пока-затели [11]. Таким образом, для замены сахарозы необходи-мо такое вещество, которое будет являться осмотически дея-тельным, обладать достаточной сладостью и не приводить к изменению структурно-механических показателей продукта [10]. Основные свойства аллюлозы, необходимые для применения в молочнокосервной промышленности, были изучены в работе [13]. Исследования показали воз-можность и целесообразность использования аллюлозы в качестве альтернативы сахарозе [14].

**Цель данного исследования** – разра-ботка консервированного молочного про-дукта с пониженной калорийностью.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях экспериментального цеха на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА методом рекомбинирования произведены образцы продукта с заменой сахарозы на аллюлозу в диапазоне от 30 до 100 % с шагом в 10 %. В качестве контрольного использован образец без замены.

При исследовании образцов в первую очередь про-ведена оценка органолептических показателей.

По результатам органолептического анализа, образцы с частичной заменой сахарозы на аллюлозу на 30 и 40 % имели свойства, аналогичные контрольному образцу. В образце с заменой 50 % сахарозы на аллю-лозу зафиксировано незначительное отклонение в виде слабо выраженного постороннего привкуса (горьковатый) и появления кремового оттенка.

Несмотря на сохранение базовых органолептиче-ских свойств при доле замены 50 % и выше, образцы не могут быть отнесены к традиционной категории консервированных молочных продуктов с сахаром.

При замещении сахарозы на 60 % и более в образцах продукта наблюдается прогрессирующее ухудшение органолептических показателей: появляется горько-ватый привкус, интенсивность которого коррелирует

с концентрацией аллюлозы (отмечен горький вкус при 100 % замене сахарозы). Параллельно отмечаются значительные изменения физических свойств продукта – увеличение вязкости и заметное потемнение при полной замене сахарозы (для образца с заменой 50 % цвет характеризовался как кремовый, а для образца со 100 % заменой – как горчичный).

Полученные данные убедительно демонстрируют необходимость тщательного контроля дозировки аллюлозы в рецептурных разработках для сохранения приемлемых органолептических и технологических характеристик продукта.

В таблице 1 приведены результаты комплексной органолептической оценки образцов, рекомендованных для дальнейшей работы.

На основании проведенного анализа были отобраны перспективные образцы с 30 и 40 % замещением сахарозы аллюлозой. Для данных образцов был проведен анализ физико-химических параметров, регламентируемых нормативной документацией для традиционного сгущенного молока с сахаром, в течение всего срока хранения.

Для исследований использовались стандартные и общепринятые методики измерений. Параметры качества исследуемых образцов определяли с использованием современных физико-химических методов анализа. Массовую долю сухих веществ устанавливали гравиметрическим методом при стандартных условиях высушивания ( $102 \pm 2^\circ\text{C}$ ) в соответствии с нормативной документацией. Размер кристаллов лактозы определяли методом оптической микроскопии с 600-кратным увеличением. Реологические характеристики, включая динамическую вязкость, определяли на вискозиметре Гепплера в контролируемых температурных условиях. Для измерения активной кислотности использовали pH-метр МИ-150 с погрешностью не более  $\pm 0,01$  ед. pH. Активность воды устанавливали с помощью сер-



Источник изображения: freepik.com

тифицированного гигрометра Rotronic HydroPalm HP23 (№26379-10 в Госреестре СИ РФ), обеспечивающего высокую точность измерений водно-сорбционных характеристик продукта.

При установлении срока годности продукта был использован коэффициент резерва равный 1,15, с его учетом продолжительность хранения образцов составила 21 мес., при сроке годности продукта 18 мес.

Полученные экспериментально значения физико-химических параметров в процессе исследования представлены в таблице 2.

**Таблица 1. Органолептические показатели образцов консервированного молочного продукта**

Показатель	Образец	Контрольный	30 % замены сахарозы аллюлозой	40 % замены сахарозы аллюлозой
Вкус и запах		Вкус сладкий, чистый с выраженным вкусом и запахом пастеризованного молока без посторонних привкусов и запахов		
Внешний вид и консистенция		Однородная, вязкая по всей массе без наличия ощущаемых органолептических кристаллов молочного сахара (лактозы)		
Цвет		Белый, равномерный по всей массе		Белый с легким кремовым оттенком, равномерный по всей массе

Таблица 2. Физико-химические показатели образцов консервированного молочного продукта в процессе хранения

Показатель	Образец	Контрольный	30 % замены сахарозы аллюзой	40 % замены сахарозы аллюзой
<b>Свежевыработанный</b>				
Массовая доля сухих веществ, %	74,0 ± 0,1	73,9 ± 0,1	74,0 ± 0,1	
Средний линейный размер кристаллов лактозы, мкм	2,61 ± 0,05	2,51 ± 0,05	2,58 ± 0,05	
Активная кислотность, ед. pH	6,30 ± 0,05	6,35 ± 0,05	6,39 ± 0,05	
Вязкость, Па·с	1,02 ± 0,02	1,02 ± 0,02	0,94 ± 0,02	
Активность воды, $a_w$	0,818 ± 0,005	0,772 ± 0,005	0,761 ± 0,005	
<b>Через 6 мес. хранения</b>				
Массовая доля сухих веществ, %	74,0 ± 0,1	73,9 ± 0,1	74,0 ± 0,1	
Средний линейный размер кристаллов лактозы, мкм	3,20 ± 0,06	3,10 ± 0,06	3,19 ± 0,06	
Активная кислотность, ед. pH	6,33 ± 0,05	6,36 ± 0,05	6,41 ± 0,05	
Вязкость, Па·с	1,67 ± 0,03	1,40 ± 0,03	1,28 ± 0,03	
Активность воды, $a_w$	0,820 ± 0,005	0,799 ± 0,005	0,771 ± 0,005	
<b>Через 14 мес. хранения</b>				
Массовая доля сухих веществ, %	74,0 ± 0,1	73,9 ± 0,1	74,0 ± 0,1	
Средний линейный размер кристаллов лактозы, мкм	4,81 ± 0,08	4,20 ± 0,08	4,31 ± 0,08	
Активная кислотность, ед. pH	6,61 ± 0,05	6,51 ± 0,05	6,49 ± 0,05	
Вязкость, Па·с	1,69 ± 0,03	1,41 ± 0,03	1,31 ± 0,03	
Активность воды, $a_w$	0,858 ± 0,005	0,820 ± 0,005	0,801 ± 0,005	
<b>Через 21 мес. хранения</b>				
Массовая доля сухих веществ, %	74,0 ± 0,1	73,9 ± 0,1	74,0 ± 0,1	
Средний линейный размер кристаллов лактозы, мкм	5,92 ± 0,09	5,51 ± 0,09	5,61 ± 0,09	
Активная кислотность, ед. pH	6,71 ± 0,05	6,65 ± 0,05	6,58 ± 0,05	
Вязкость, Па·с	1,78 ± 0,03	1,50 ± 0,03	1,37 ± 0,03	
Активность воды, $a_w$	0,871 ± 0,005	0,831 ± 0,005	0,822 ± 0,005	

Согласно данным таблицы 2, все физико-химические показатели качества консервированного молочного продукта с сахаром и аллюзой в процессе хранения изменяются в пределах нормативных значений<sup>2</sup>. Массовая доля сухих веществ в процессе хранения образцов не изменилась. Требования к вязкости обезжиренного сгущенного молока с сахаром не установлены стандартом и не подлежат нормированию. Однако следует отметить незначительное увеличение вязкости в процессе хранения. В образцах, произведенных с частичной заменой сахарозы на аллюзу, вязкость на конец срока годности ниже, чем в контрольном образце после 6 мес. хранения, а в свежих образцах с аллюзой этот показатель находится практически на одном уровне с контрольным. Кроме того, следует отметить положительное влияние аллюзы на активность воды в продукте, замед-

ление скорости ростов кристаллов лактозы при хранении и отсутствие влияния на реакцию среды.

С целью подтверждения срока годности продукта были проведены микробиологические исследования на протяжении всего срока хранения с учетом коэффициента запаса. Контрольные точки были выбраны на основании рекомендаций по санитарно-эпидемиологической оценке обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов<sup>3</sup>. Контроль проводили в свежевыработанных образцах, в середине предполагаемого срока годности (9 мес.), через 14 мес., на конец предполагаемого срока годности (18 мес.) и на момент окончания срока хранения с учетом коэффициента запаса (21 мес.). Контролю в каждой из указанных точек подлежали КМАФАнМ, БГКП, *S. aureus*, патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, бактерии

<sup>2</sup>ГОСТ 31688-2012 Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия (с Изменением N 1, с Поправками). – Стандартинформ, 2012. – 17 с.

<sup>3</sup>Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания – М.: Федеральный центр гостанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.

*L. monocytogenes*, бактерии рода *Proteus*, дрожжи и плесневые грибы. По результатам исследований, проведенных в аккредитованной лаборатории, установлено, что после 21 мес. хранения КМАФАНМ не превышает  $3,0 \times 10^3$  КОЕ/г; БГКП, *S. aureus*, патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, бактерии *L. monocytogenes*, бактерии рода *Proteus* не обнаружены, дрожжи и плесени в количестве менее  $1,0 \times 10^1$  КОЕ/г. На основании результатов органолептических, физико-химических и микробиологических исследований можно заключить, что продукт выдерживает хранение в течение заявленного срока годности без снижения показателей качества и микробиологической безопасности.

Для контрольного образца и образцов продукта с заменой сахарозы на аллюлозу на 30 и 40 % были произведены расчеты пищевой и энергетической ценности (табл. 3). Содержание нутриентов в продукте находили расчетным способом.

**Таблица 3. Пищевая и энергетическая ценность образцов консервированного молочного продукта**

Показатель	Образец	Контрольный		30 % замены сахарозы аллюлозой	40 % замены сахарозы аллюлозой
		Контрольный	30 % замены сахарозы аллюлозой		
Белки, г		8,9	8,9	8,9	8,9
Жиры, г		1,0	1,0	1,0	1,0
Углеводы, г, в т. ч.		56,0	56,0	56,0	56,0
сахароза		56,0	39,2	33,6	
аллюлоза		0,0	16,8	22,4	
Калорийность, ккал	329	280	263		
Энергетическая ценность, кДж	1382	1169	1099		

Как следует из результатов, представленных в таблице 3, применение аллюлозы в качестве частичного заменителя сахарозы способствует значительному снижению энергетической ценности: на 14,9 % при 30 % замещении и на 20,1 % при 40 % замещении.

Разработана технология производства консервированного молочного продукта с частичной заменой сахарозы на аллюлозу. В качестве сырья при производстве продукта используются: сухое обезжиренное молоко (по ГОСТ 33629-2015 «Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия»), сахар белый (по ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия»), аллюлоза (по документам производителя), вода питьевая (по СанПиН 2.1.4.1074-01 «Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водо-

снабжения. Контроль качества», лактоза мелкокристаллическая (по ГОСТ 33567-2015 «Сахар молочный. Технические условия»), жир молочный (ГОСТ 32262-2013 «Масло топленое и жир молочный. Технические условия»). Приемка компонентов производится согласно программе входного контроля предприятия.

Процесс производства начинается с восстановления сухого обезжиренного молока в питьевой воде, нагретой до  $40 \pm 2$  °C, в течение  $120 \pm 5$  мин, что обеспечивает гидратацию молочных компонентов и формирование стабильной коллоидной системы. В подготовленную молочную основу последовательно вводят сахарозу и аллюлозу, после чего смесь перемешивают и фильтруют. Следующим этапом проводится тепловая обработка при температуре  $88 \pm 2$  °C с выдержкой 10 мин, что гарантирует необходимую эффективность пастеризации при сохранении пищевой ценности продукта. Последующее охлаждение проводят в два этапа – сначала до температуры массовой кристаллизации  $34 \pm 3$  °C, при которой проводят внесение затравки (микрокристаллической лактозы) в количестве  $0,02 \pm 0,001$  % от общей массы продукта, затем постепенное доохлаждение до  $20 \pm 2$  °C со скоростью 1 °C в минуту.

Готовый продукт фасуют и хранят при температуре  $0\text{--}10$  °C и относительной влажности воздуха не более 85 %. Указанные условия хранения обеспечивают сохранность продукта в течение всего заявленного срока годности, который составляет 18 мес. На всех этапах производства осуществляется комплексный контроль физико-химических, реологических и микробиологических показателей, гарантирующий стабильное качество готовой продукции.

Разработанный продукт можно вырабатывать как способом рекомбинирования, так и традиционным способом – сгущением с помощью вакуум-выпарного аппарата. Реализация процесса в вакуум-выпарных аппаратах предполагает предварительное приготовление сиропа (сахароза + аллюлоза) с последующим введением в вакуум-выпарной аппарат при стандартных параметрах работы, что обеспечивает сохранение качественных характеристик продукта.

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования подтверждают перспективность использования аллюлозы в качестве сахарозаменителя при производстве молочных консервов промежуточной влажности. Полученные результаты демонстрируют возможность

создания принципиально новой линейки продуктов, адаптированных для потребителей с повышенными требованиями к пищевой ценности рациона, в частности для лиц, контролирующих массу тела и / или имеющих избыточный вес. Увеличение срока годности разработанного продукта на 23–25 % по сравнению с традиционными аналогами, достигаемое за счет физико-химических свойств аллюлозы, в сочетании с органолептическими показателями, свойственными

сгущенному молоку с сахаром, открывает значительные перспективы для коммерциализации продукта. Новизна и практическая значимость разработки подтверждена патентом Российской Федерации № 2810513. Полученные результаты создают основу для расширения ассортимента молочных продуктов, отвечающих современным трендам в области питания и обладающих улучшенными потребительскими характеристиками. ■

Поступила в редакцию: 05.06.2025  
Принята в печать: 20.11.2025

## ALTERNATIVE LOW-CALORIE SWEETENER FOR CANNED MILK

**Sergey A. Kurenkov, Lyudmila A. Kurenkova, Anna I. Gnezdilova**

Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin, Molochnoe

### ORIGINAL ARTICLE

This paper introduces a low-calorie canned dairy product with intermediate moisture, produced by recombination. Allulose served as an alternative to sucrose. Its sweetness is comparable to sucrose (70%) but the calorie content is 400 times lower (1 kcal per 100 g). The rational percentage of allulose was 30–40%. The substitution of ≤30% failed to reduce the calorie content. The substitution of ≥40% spoiled the sensory profile of the finished product. The canned dairy product underwent a number of physicochemical and microbiological tests. The physicochemical parameters were reliable during the entire storage period when 30–40% sucrose was replaced with allulose. The production process was represented as a process flow diagram. The canned milk retained its original sensory profile for 18 months, lactose crystal growth staying below 15 µm. No lactose sedimentation and thickening were observed, and the microbiological parameters remained standard. Allulose reduced the energy value by 14.9% (30% replacement) and 20.1% (40% replacement).

**Keywords:** canned milk, sucrose, allulose, artificial sweetener, reduced caloric content, recombination, storage capacity

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Hu, M.** Bioproduction of D-allulose: Properties, applications, purification, and future perspectives / M. Hu [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2021. Vol. 20(6). P. 6012–6026. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12859>
2. **Jiang, S.** Review on D-allulose: *In vivo* metabolism, catalytic mechanism, engineering strain construction, bioproduction technology / S. Jiang [et al.] // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2020. Vol. 8. 26. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00026>
3. **Patel, S. N.** D-Allulose 3-epimerase of *Bacillus* sp. origin manifests profuse heat-stability and noteworthy potential of D-fructose epimerization / S. N. Patel, G. Kaushal, S. P. Singh // Microbial Cell Factories. 2021. Vol. 20(1). 60. <https://doi.org/10.1186/s12934-021-01550-1>
4. **Ates, E. G.** In vitro digestibility of rare sugar (D-allulose) added pectin–soy protein gels / E. G. Ates, E. B. Ozvural, M. H. Oztop // International Journal of Food Science & Technology. 2021. Vol. 56(7). P. 3421–3431. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14966>
5. **Ates, E. G.** Understanding the role of D-Allulose and soy protein addition in pectin gels / E. G. Ates, E. B. Ozvural, M. H. Oztop // Journal of Applied Polymer Science. 2021. Vol. 138(8). 49885. <https://doi.org/10.1002/app.49885>
6. **Xia, Y.** Research advances of D-allulose: An overview of physiological functions, enzymatic biotransformation technologies, and production processes / Yu. Xia [et al.] // Foods. 2021. Vol. 10(9). 2186. <https://doi.org/10.3390/foods10092186>
7. **Van Laar, A. D. E.** Rare mono- and disaccharides as healthy alternative for traditional sugars and sweeteners? / A. D. E. Van Laar, C. Grootaert, J. Van Camp // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2021. Vol. 61(5). P. 713–741. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1743966>
8. **Wang, Y.** Biocatalytic synthesis of D-allulose using novel D-tagatose 3-epimerase from *Christensenella minuta* / Y. Wang [et al.] // Frontiers in Chemistry. 2020. Vol. 8. 622325. <https://doi.org/10.3389/fchem.2020.622325>
9. **Wei, H.** Expression of D-psicose3-epimerase from *Clostridium bolteae* and *Dorea* sp. and whole-cell production of D-psicose in *Bacillus subtilis* / H. Wei [et al.] // Annals of microbiology. 2020. Vol. 70(1). P. 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13213-020-01548-x>
10. **Tapia, M. S.** Effects of water activity ( $a_w$ ) on microbial stability as a hurdle in food preservation / M. S. Tapia [et al.] // Water activity in foods: Fundamentals and applications. Ed. by G. V. Barbosa-Cánovas [et al.]. – John Wiley & Sons, 2020. – P. 323–355. <https://doi.org/10.1002/9781118765982.ch14>
11. **Петров, С. М.** Моносахарид аллюлоза как здоровая альтернатива традиционным сахарам и подсластителям / С. М. Петров, Н. М. Подгорнова, В. И. Тужилкин // Сахар. 2023. № 3. С. 36–41. <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2023-3-36-41>; <https://elibrary.ru/kwflvx>
12. **Нуртазина, А. У.** Ожирение, сахарный диабет и артериальная гипертензия - глобальные проблемы современного общества. Обзор литературы / А. У. Нуртазина [и др.] // Наука и здравоохранение. 2021. Т. 23, № 5. С. 149–160. <https://doi.org/10.34689/SH.2021.23.5.017>; <https://elibrary.ru/febtmq>
13. **Куренков, С. А.** Исследование физико-химических свойств альтернативного сахарозаменителя для производства консервированных молочных продуктов с сахаром / С. А. Куренков, Л. А. Куренкова, А. И. Гнездилова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2024. № 5–6. С. 21–26. <https://doi.org/10.34689/SH.2021.23.5.017>; <https://elibrary.ru/febtmq>
14. **Куренкова, Л. А.** Изучение возможности замены сахарозы альтернативным осмотически действительным веществом в технологии концентрированных молочных консервов с сахаром / Л. А. Куренкова, С. А. Куренков // Молочнохозяйственный вестник. 2023. № 4(52). С. 189–198. [https://doi.org/10.52231/2225-4269\\_2023\\_4\\_189](https://doi.org/10.52231/2225-4269_2023_4_189); <https://elibrary.ru/pjxdlw>