



ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научная статья/Research Article

УДК 664.162.8

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-6-151-159

Наталья Валерьевна Заворохина^{1✉}, Анна Александровна Гилина²,
Ольга Викторовна Чугунова³, Ольга Владимировна Феофилактова⁴

^{1,2,3,4}Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

^{1,4}degustator@olympus.ru

²gilianna@yandex.ru

³fecla@e1.ru

МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ ПОДСЛАСТИТЕЛЕЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФЛЕЙВОР НИЗКОКАЛОРИЙНЫХ СЛАДКИХ БЛЮД

Корреляция между здоровьем населения и экономическим ростом государства очевидна, при чем наибольшую тревогу вызывает распространение сахарного диабета. Цель исследования – микрокапсулирование подсластителей и анализ их влияния на флейвор низкокалорийных сладких блюд (желе). Микрокапсулы подсластителей аспартама, сукралозы, стевеозида получали внесением капельно раствора альгината натрия и подсластителя при перемешивании со скоростью 2000–3000 об/мин в 2 % раствор лактата кальция со скоростью 0,5 см³/мин. Все микрокапсулы имели сферическую форму, размер микрокапсул от 150,2 до 250,1 мкм. Микрокапсулы аспартама, сукралозы, стевеозида были оценены дегустаторами от 4,66 до 4,8 балла. Оценивали длительность начала возникновения сладкого вкуса (атака) и длительность послевкусия, констатируя также посторонние привкусы. Микрокапсулы сукралозы имеют наименьшее количество неприятных послевкусий (горькое, металлическое), самую большую скорость возникновения и длительность послевкусия по сравнению с аспартамом и стевеозидом. Были приготовлены 7 образцов клюквенного желе: на сахаре; с заменой сахара на микрокапсулы подсластителей; с заменой сахара на некапсулированные сукралозу, аспартам, стевеозид. Органолептическая оценка показала, что включение микрокапсул снижает прозрачность желе, для разжевывания желе с микрокапсулами требуется больше времени. При этом возникновение сладкого вкуса более медленное, а послевкусие более продолжительное, что дает ощущение более выраженного сладкого вкуса за счет того, что происходит постепенное разжевывание молекул и нарастание сладкого вкуса. Таким образом, применение микрокапсул позволяет постепенно высвобождать сладкий агент, что в целом улучшает его флейвор, в т.ч. послевкусие. Представленная технология микрокапсулирования подсластителей позволяет контролировать высвобождение сладкого вкуса, скрыть вкусовые недостатки подсластителя, увеличить длительность послевкусия, а также повысить сохраняемость сладкого вкуса у подсластителя аспартама за счет защитной внешней оболочки капсулы.

Ключевые слова: подсластитель, сукралоза, аспартам, стевеозид, низкокалорийный, желе, микрокапсулы, флейвор

Для цитирования: Микрокапсулирование подсластителей и их влияние на флейвор низкокалорийных сладких блюд / Н.В. Заворохина [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 6. С. 151–159. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-6-151-159.

Natalya Valerievna Zavorokhina^{1✉}, **Anna Aleksandrovna Gilina**², **Olga Viktorovna Chugunova**³,
Olga Vladimirovna Feofilaktova⁴

^{1,2,3,4}Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

^{1,4}degustator@olympus.ru

²gilianna@yandex.ru

³fecla@e1.ru

SWEETENERS MICROCAPSULATION AND THEIR EFFECT ON THE LOW-CALORIE SWEET DISHES FLAVOR

The correlation between the health of the population and the economic growth of the state is obvious, with the greatest concern being the spread of diabetes. The purpose of research is to study microcapsulation of sweeteners and analyze their effect on the flavor of low-calorie sweet dishes (jelly). Microcapsules of the sweeteners aspartame, sucralose, stevioside were obtained by adding a dropwise solution of sodium alginate and a sweetener with stirring at a speed of 2000–3000 rpm into a 2 % solution of calcium lactate at a speed of 0.5 cm³/min. All microcapsules had a spherical shape, the size of microcapsules was from 150.2 to 250.1 μm. Microcapsules of aspartame, sucralose, stevioside were evaluated by tasters from 4.66 to 4.8 points. The duration of the onset of the sweet taste (attack) and the duration of the aftertaste were evaluated, also stating extraneous aftertastes. Sucralose microcapsules have the least amount of unpleasant aftertaste (bitter, metallic), the highest rate of occurrence and duration of aftertaste compared to aspartame and stevioside. 7 samples of cranberry jelly were prepared: on sugar; with the replacement of sugar with microcapsules of sweeteners; with the replacement of sugar with non-encapsulated sucralose, aspartame, stevioside. Organoleptic evaluation showed that the inclusion of microcapsules reduces the transparency of the jelly, it takes more time to chew jelly with microcapsules. At the same time, the appearance of a sweet taste is slower, and the aftertaste is longer, which gives a feeling of a more pronounced sweet taste due to the fact that the molecules are gradually chewed and the sweet taste grows. Thus, the use of microcapsules allows the gradual release of the sweet agent, which generally improves its flavor, including aftertaste. The presented technology of microcapsulation of sweeteners makes it possible to control the release of sweet taste, hide the taste deficiencies of the sweetener, increase the duration of the aftertaste, and also increase the persistence of the sweet taste of the aspartame sweetener due to the protective outer shell of the capsule.

Keywords: sweetener, sucralose, aspartame, stevioside, low calorie, jelly, microcapsules, flavor

For citation: Sweeteners microcapsulation and their effect on the low-calorie sweet dishes flavor / N.V. Zavorokhina [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(6): 151–159. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-6-151-159.

Введение. На протяжении последних лет всемирная «эпидемия лишнего веса» охватила развитые страны. Согласно официальным данным, среди европейских стран больше всего людей с ожирением насчитывает Турция (более 30 %), на втором месте Великобритания, затем Литва, Чехия, Венгрия и Болгария. В России количество людей с лишним весом насчитывает от 22,5 до 24,9 % [1].

Данная ситуация с точки зрения государства вызывает тревогу, ведь лишний вес значительно

увеличивает нагрузку на систему здравоохранения, так как смерти и болезни трудоспособного, экономически активного населения РФ приводят к потере около 1,5 трлн руб. в год, при этом на решение проблемы сахарного диабета в РФ затраты составляют около 569 млрд руб., что соответствует 1 % всего внутреннего валового продукта Российской Федерации. Прежде всего данные потери связаны с недополученной продукцией и оформлением больничных листов [2]. Корреляция между здоровьем населения и эко-

номикой государства очевидна, причем наибольшую тревогу вызывает ожирение населения и, как следствие, распространение сахарного диабета и сопутствующих заболеваний – гипертонии, хронического апноэ, заболеваний эндокринной системы человека. [3].

Поэтому, согласно Распоряжению Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 3684-р «Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период», в перечень приоритетных направлений фундаментальных и поисковых научных исследований на 2021–2030 гг. внесена «разработка инновационных технологий новых специализированных и функциональных пищевых продуктов, пищевых ингредиентов». Таким образом, определены государственные механизмы экономического развития агропромышленного комплекса, потребительского рынка полезного питания, где канвой является разработка новых технологий, технических решений, направленных прежде всего на здоровье человека.

Можно констатировать, что разработки в направлении поиска подсластителей и сахарозаменителей, безопасных и наиболее приближенных по своим вкусовым характеристикам к сахару, являются важной задачей ученых всего мира.

Низкокалорийные функциональные продукты питания – это продукты, в которых калорийность снижена более чем на 30 %, при этом пищевая ценность сохранена. В Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» закреплено определение: «пищевые продукты без добавленных сахаров – пищевая продукция, изготовленная без добавления моно- и дисахаридов или пищевых продуктов, их содержащих».

Включение подсластителей в рецептуры пищевых продуктов, особенно в десерты, так любимые россиянами, способствует сохранению здоровья и служит профилактикой заболеваний у здоровых и условно здоровых людей. Также рецептуры с применением подсластителей увеличивают питательную и терапевтическую ценность рационов питания у пациентов с неинфекционными алиментарно-зависимыми заболеваниями, такими как атеросклероз, сахарный

диабет 2-го типа, ожирение, заболевания пищеварительной системы [4, 5].

Вопросы потребления подсластителей все больше интересуют не только потребителей, которые хотят снизить количество сахара в своем рационе, но и производителей, и даже медиков. При этом особое внимание уделяется безопасности, технологичности и пищевой ценности подсластителей, и в меньшей степени – их вкусовым характеристикам, которые напрямую влияют на степень удовлетворенности потребителей.

На сегодняшний день имеется множество веществ различного химического строения, обладающих сладким вкусом, разрешенных к применению в пищевой промышленности. По уровню сладости их классифицируют на сахарозаменители (у таких веществ уровень сладости близок к сахарозе) и интенсивные подсластители – вещества, чья сладость превышает сладость сахарозы во много раз [4, 6]. Большинство подсластителей имеют порошкообразный вид, хорошо растворимы в воде, термостабильны. Исключение – аспартам, который, имея органолептический профиль максимально приближенный к сахарозе, технологически труден в применении, так как плохо растворим, реагирует на рН среды, не термостабилен при температурах выше 60 °С.

Зачастую включение в рецептуры сладких блюд низкокалорийных компонентов ведет к ухудшению органолептических характеристик по сравнению с калорийными сладкими блюдами. При замене в составе рецептур сахара на низкокалорийные компоненты снижаются вкусовые характеристики, могут появиться неприятные посторонние послевкусия, снижается степень удовольствия, которую потребитель получает от сладких блюд. Внесение подсластителей не в порошкообразном, а микрокапсулированном виде может уменьшить восприятие неприятных привкусов, увеличить длительность сладкого послевкусия за счет постепенного высвобождения подсластителя из микрокапсулы при жевании, что позволит уменьшить количество вносимых подсластителей.

При попадании пищи в ротовую полость происходит сложный процесс, так как вкус – это мультимодальное ощущение. В мозгу человека формируется впечатление о вкусе продукта благодаря сигналам от вкусовых и терморцеп-

торов, зубов и жевательных мускулов, а также обонятельных рецепторов. В настоящее время учеными поддерживается теория о мультисенсорном восприятии вкуса [6, 7].

Цель исследования – микрокапсулирование подсластителей и анализ их влияния на флейвор низкокалорийных сладких блюд (желе).

Задачи: получить микрокапсулы подсластителей и сравнить органолептические и физические характеристики микрокапсул сукралозы, аспартама и стевииозид; изучить степень влияния микрокапсул на флейвор сладкого блюда (желе) в сравнении с образцом на сахаре, некапсулированных порошкообразных подсластителях; оценить скорость высвобождения подслащивающего агента, характер и длительность послевкуся.

Объекты и методы. В качестве объектов исследования выступали:

– альгинат натрия по ГОСТ 33310-2015и лактат кальция по ГОСТ 31905-2012, компания «Molecular Meal» (КНР), экспортер ИП Нимченко В.В;

– сукралоза (600) торговой марки «Spirulinafood» по ТУ 10.89.19-002-0200216635-2019;

– аспартам (200) производства ООО «Фелицата холдинг»;

– стевииозид (300), производитель ООО «Стевия Групп»;

– полученные микрокапсулы подсластителей;

– образцы желе: 1) на некапсулированных порошкообразных подсластителях; 2) на сахаре – контроль; 3) с микрокапсулами подсластителей.

Основой для создания микрокапсул в представленном эксперименте выступила реакция между альгинатом натрия (органическая натриевая соль альгиновой кислоты $(C_6H_7O_6Na)_n$) и лактата кальция $(C_6H_{10}CaO_6)$ с образованием капсулы в присутствии Ca^{2+} . В результате постепенной ассоциации молекул альгината, имеющих складчатую конфигурацию, при участии катиона Ca^{2+} происходит формирование последовательно расположенных ромбовидных полостей, что изображено на рисунке 1 [8, 9].

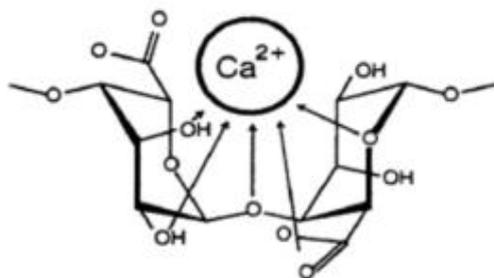


Рис. 1. Модель гелеобразования альгината натрия в присутствии иона Ca^{2+}

Микрокапсулы готовили по технологии в соответствии с исследованиями, проведенными авторами ранее [6], при этом в 100 см³ водных растворов альгината натрия (массовая доля альгината – 0,5 %) вносили соответствующий раствор подсластителя (сукралозу или аспартам, или стевииозид), перемешивали до полного растворения. Растворы подсластителей имели коэффициент сладости 100 и были приготовлены растворением соответствующей навески подсластителя в дистиллированной воде с учетом расчетного коэффициента сладости в соотношении: аспартам – 1 : 2; сукралоза – 1 : 6; стевииозид – 1 : 3. При активном перемешивании

на мешалке 2000–3000 об/мин раствор альгината натрия и подсластителя капельно вносили в 2 % раствор лактата кальция со скоростью 0,5 см³/мин, выдерживали микрокапсулы в течение 15 мин для формирования оболочки, промывали дистиллированной водой, отфильтровывали, сушили при 35 °С до сохранения постоянной массы [6,10].

Желе готовили по рецептуре № 955 «Сборника рецептур блюд и кулинарных изделий» на основе клюквы; в контрольный образец вносили сахар-песок в соответствии с рецептурой, в исследуемые образцы – микрокапсулы в количестве, дающем сладость, эквивалентную 160 г

сахара на 1 кг желе. Контрольные образцы желе на некапсулированных аспартаме, стевиозиде и сукралозе готовили внесением растворов подсластителей в эквивалентных сахару количествах: аспартам – 0,800 г; сукралоза – 0,266; стевиозид – 0,530 г на 1 кг желе.

Органолептическую оценку микрокапсул подсластителей производили по 5-балльной шкале, где 5 – отлично, 4 – хорошо, 3 – удовлетворительно, 2 – неудовлетворительно, 1 – неудовлетворительно (неприемлемо), группа отобранных дегустаторов с проверенной сенсорной чувствительностью – 7 человек. Интенсивность скорости возникновения сладкого вкуса (атака), вяжущего, горького, металлического вкуса оце-

нивали по 10-балльной шкале интервалов, от 0 (не выражен) до 10 (максимально выражен). Организация дегустационного анализа соответствовала ГОСТ ISO 6658-2016 «Органолептический анализ. Методология. Общее руководство». Длительность послевкусия фиксировали при помощи секундомера и измеряли в каудальях, где 1 каудаль равен 1 с.

Результаты и их обсуждение. Полученные микрокапсулы имели характеристики, приведенные в таблице 1. Все микрокапсулы имели сферическую форму, стенка капсулы тонкая упругая, размер микрокапсул от 150,2 до 250,1 мкм. Из таблицы 1 видно, что вид подсластителя не повлиял на процесс микрокапсулирования.

Таблица 1

Характеристики микрокапсул подсластителей в альгинате натрия

Подсластитель	Выход, % мас.	Содержание инкапсулируемого раствора в микрокапсуле, %/мас.	Средний размер микрокапсул, мкм	Средняя масса микрокапсул, мг	Коэффициент сладости (расчетный) в пересчете на 1 г микрокапсул
Аспартам	63,1±0,3	45,0 ±1,9	211,8±8,8	2,1 ±0,2	21,43±0,2
Сукралоза	65,1±0,2	41,0 ±2,9	230,1±10,9	2,6 ±0,2	15,76±0,3
Стевиозид	62,2±0,2	44,0 ±1,9	223,3±10,0	2,5±0,2	17,6±0,3

Оценка органолептических показателей микрокапсул приведена в таблице 2. Определено, что образуемый комплекс лактат кальция – альгинат натрия является нейтральным агентом, имеет индефферентный вкус и в целом не влияет на флейвор микрокапсулы. Все микрокапсулы были оценены дегустаторами достаточно высоко – от 4,66 до 4,8 балла. Дегустаторы отмечали, что толщина стенки микрокапсулы влияет на восприятие длительности сладкого послевкусия.

Принимая во внимание различную структуру вкусовых рецепторов и то, что некоторые молекулы подсластителя могут активировать как пару сладких рецепторов, например T1R2-T1R3, так и горькие, например T2R (в частности hTAS2R43 у человека), мы можем говорить о том, что подсластитель на языке кажется одновременно сладким и горьким [11–14]. Это позволяет отличить подсластитель от сахарозы, которая активирует только T1R2-T1R3 [15, 16].

Таблица 2

Органолептическая оценка микрокапсул подсластителей в альгинате натрия, балл

Подсластитель	Вкус	Запах (ретроназально)	Послевкусие	Итого, среднее
Аспартам	4,7±0,3	5,0±0,3	4,7±0,3	4,80±0,30
Сукралоза	5,0±0,2	5,0±0,2	4,9±0,2	4,93±0,21
Стевиозид	4,4±0,2	5,0 ±0,2	4,6±0,3	4,66±0,18

Дегустаторы оценивали длительность начала возникновения сладкого вкуса (атака) и длительность послевкусия, констатируя также посторон-

ние привкусы, на рисунке 2 приведены сенсорные профили микрокапсул подсластителей.

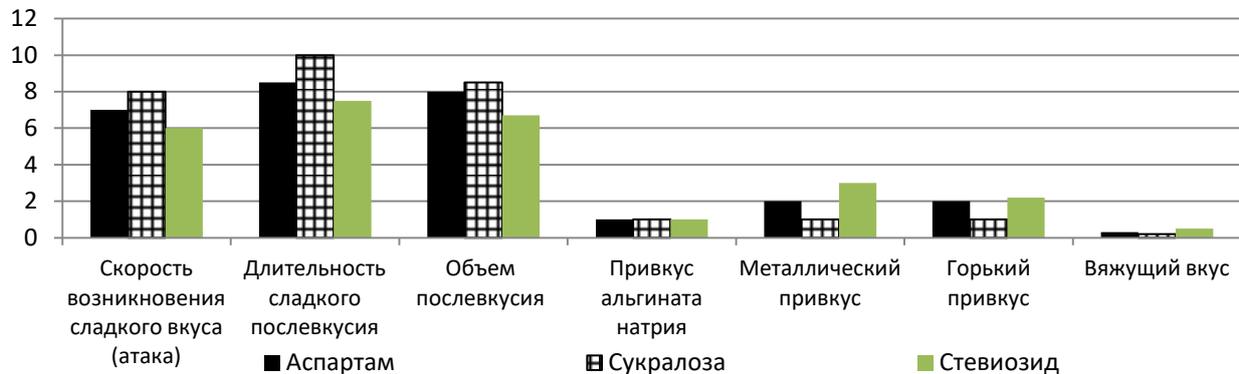


Рис. 2. Сенсорные профили микрокапсул подсластителей

Из рисунка 2 видно, что микрокапсулы сукралозы имеют наименьшее количество неприятных послевкусий (горькое, металлическое), самую большую скорость возникновения и длительность послевкусия по сравнению с аспартамом и стевиозидом.

микрокапсулы подсластителей; с заменой сахара на некапсулированные сукралозу, аспартам, стевиозид) и оценены их органолептические показатели, приведенные в таблице 3. Микрокапсулы вводили в смесь отвара ягод и желатина при температуре 50 °С.

Далее были приготовлены 7 образцов клюквенного желе (на сахаре; с заменой сахара на

Таблица 3

Длительность послевкусия и органолептическая оценка клюквенного желе с подсластителями, микрокапсулами подсластителей в сравнении с контролем

Подслащивающий агент в желе	Длительность послевкусия, каудаль	Внешний вид	Консистенция	Запах	Вкус	Итого, среднее
Сахар (контроль.)	102±10	5,0±0,2	4,7±0,2	4,71±0,21	4,50±0,20	4,72±0,2
Микрокапсулы аспартама	240±10	4,2±0,3	4,4±0,3	4,73±0,20	4,43±0,30	4,44±0,26
Микрокапсулы сукралозы	300±13	4,3±0,2	4,62±0,21	4,65±0,20	4,32±0,20	4,47±0,21
Микрокапсулы стевиозида	220±10	4,4±0,2	4,65±0,22	4,58±0,22	4,12±0,30	4,43±0,24
Аспартам	170±10	4,7±0,3	4,1±0,3	4,73±0,20	4,0±0,30	4,38±0,30
Сукралоза	220±13	4,9±0,2	4,12±0,21	4,81±0,20	4,1±0,20	4,48±0,21
Стевиозид	140±10	4,8±0,1	4,21±0,20	4,65±0,22	3,90±0,30	4,39±0,21

Оценка внешнего вида показала, что включение микрокапсул снижает прозрачность желе, но дает дополнительные возможности при использовании окрашенных микрокапсул, которые дают интересный цветовой эффект.

Оценка консистенции показала, что для разжевывания желе с микрокапсулами требуется больше времени. При этом возникновение сладкого вкуса более медленное, а послевкусие более продолжительное, что дает ощущение

более выраженного сладкого вкуса за счет того, что происходит постепенное разжевывание молекул и нарастание сладкого вкуса, близкого к контролю (4,72 балла против 4,47 баллов у желе с микрокапсулами сукралозы).

Определено, что постепенное высвобождение содержимого микрокапсул подсластителей при разжевывании приводит к снижению посторонних привкусов – металлического и горького, снижению скорости атаки в сравнении с образцами желе с некапсулированными подсластителями.

При сравнении желе с использованием микрокапсул сладость кажется излишней по сравнению с контролем на сахаре. Таким образом, применение микрокапсул позволяет постепенно высвобождать сладкий агент, что в целом улучшает его флейвор, в т.ч. послевкусие, и в дальнейшем позволит уменьшать дозировку подслащивающего агента.

Заключение. Представленная технология микрокапсулирования подсластителей позволяет контролировать высвобождение сладкого вкуса, скрыть вкусовые недостатки подсластителя, увеличить длительность послевкусия, а также повысить сохраняемость сладкого вкуса у подсластителя аспартама за счет защитной внешней оболочки капсулы. Особенностью предлагаемого метода является не только улучшение вкусовых характеристик, но и улучшение технологических характеристик подсластителя, так как позволяет использовать подсластители в микрокапсулах не только для приготовления холодных, но и горячих блюд, а также работать с ними в кислых средах. Дальнейшие исследования будут посвящены микрокапсулированию смесей подсластителей и оптимизации соотношения скорость возникновения сладкого вкуса/длительность послевкусия.

Список источников

1. *Тебекин А.В.* Комплексный анализ проблем осуществления финансовой политики государства как составной части проблем национальной экономической политики // Теоретическая экономика. 2022. № 2 (86). С. 17–34. DOI: 10.52957/22213260_2022_2_17. EDN QGFFNJ.
2. *Анплогова А.Е., Кривоносова О.А.* Здоровье населения как основной элемент экономической политики государства // Актуальные проблемы теоретической, экспериментальной, клинической медицины и фармации: мат-лы 52-й ежегодной Всерос. конф. студентов и молодых ученых, посвящ. 90-летию д-ра мед. наук, проф., заслуженного деятеля науки РФ Павла Васильевича Дунаева (Тюмень, 12 апреля 2018 г.). Тюмень: Айвекс, 2018. С. 395–396. EDN XSTOXZ.
3. *Глухова Е.А.* Проблемы излишнего потребления сахара и их решение // Проблемы, перспективы биотехнологии и биологических исследований: мат-лы VII Регион. конф. (Бийск, 18 ноября 2017 г.). Бийск: АлтГТУ, 2017. С. 112–116.
4. Применение подсластителей в диетотерапии сахарного диабета / *М.И. Балаболкин* [и др.] // Сахарный диабет. 2006. Т. 9, № 3. С. 21–26.
5. *Чугунова О.В., Заворохина Н.В., Фозилова В.В.* Оценка потребительского рынка продовольственных товаров на примере Свердловской области // Управленец. 2012. № 7-8 (35–36). С. 16–20. EDN PEMHNT.
6. *Гилина А.А., Заворохина Н.В., Арисов А.В.* Получение и применение микрокапсул сукралозы в молочной промышленности // Молочная промышленность. 2022. № 10. С. 58–60.
7. *Кочетов А.А., Сунявина Н.Г.* Стевия (*Stevia rebaudiana bertonii*): биохимический состав, терапевтические свойства и использование в пищевой промышленности (обзор) // Химия растительного сырья. 2021. № 2. С. 5–27. DOI: 10.14258/jcprm.2021027931.
8. *Неповинных Н.В.* Некоторые аспекты создания низкокалорийных сладких блюд с улучшенной пищевой ценностью // Молочнохозяйственный вестник. 2016. № 1 (21). С. 86–97.
9. *Полковникова Ю.А., Ковалева Н.А.* Современные исследования в области микрокапсулирования // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2021. № 10 (2). С. 50–61. DOI: 10.33380/2305-2066-2021-10-2-50-61.
10. *Подгорнова Н.М., Грунина А.А.* Применение инкапсуляции для сохранения свойств купажа растительных масел // Индустрия пи-

- тания. 2022. Т. 7, № 1. С. 39–45. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-1-5.
11. Чугунова О.В., Заворохина Н.В. Перспективы создания пищевых продуктов с заданными свойствами, повышающих качество жизни населения // Известия Уральского государственного экономического университета. 2014. № 5 (55). С. 120–125.
 12. *Carmen Silvia Favaro-Trindade, Glauca Aguiar Rocha-Selmi, Milla Gabriela dos Santos*. Chapter 17 – Microencapsulation of Sweeteners, Editor(s): *Leonard M.C. Sagis*, Microencapsulation and Microspheres for Food Applications, Academic Press, 2015, P. 333–349. DOI: 10.1016/B978-0-12-800350-3.00022-4.
 13. *Minnikhanova E.Yu., Zavorokhina N.V., Gilina A.A.* Mutual Influence Study of Food Acids and Polysaccharides of Different Nature on the Sensory Perception of Low-Calorie Sweet Dishes // *Food Industry*. 2020. Vol. 5, № 2. P. 71–78. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-2-9.
 14. *Hongbin Z.; Zhang F.; Yuan R.* Applications of Natural Polymer-Based Hydrogels in the Food Industry // *Hydrogels Based on Natural Polymers*. 2020 Chapter 13 P. 357–410. DOI: 10.1016/B978-0-12-816421-1.00015-x.
 15. *Medeiros A., Tavares E., Bolini H.M.A.* Descriptive Sensory Profile and Consumer Study Impact of Different Nutritive and Non-Nutritive Sweeteners on the Descriptive, Temporal Profile, and Consumer Acceptance in a Peach Juice Matrix // *Foods*. MDPI AG. 2022. Vol. 11, № 2. P. 244.
 16. *Zavorohina, N., Minnikhanova E., Goncharova N.* Use of intensive sweeteners in public food // *AIP Conference Proceedings (Ekaterinburg, 20 april 2021)*. 2021. P. 40002. DOI: 10.1063/5.0068635.
 2. *Anpilogova A.E., Krivososova O.A.* Zdorov'e naseleniya kak osnovnoj `element `ekonomicheskoy politiki gosudarstva // *Aktual'nye problemy teoreticheskoy, `eksperimental'noj, klinicheskoy mediciny i farmacii: mat-ly 52-j ezhegodnoj Vseros. konf. studentov i molodyh uchenyh, posvyasch. 90-letiyu d-ra med. nauk, prof., zasluzhennogo deyatelya nauki RF Pavla Vasil'evicha Dunaeva (Tyumen', 12 aprelya 2018 g.)*. Tyumen': Ajveks, 2018. S. 395–396. EDN XSTOXZ.
 3. *Gluhova E.A.* Problemy izlishnego potrebleniya sahara i ih reshenie // *Problemy, perspektivy biotehnologii i biologicheskikh issledovaniy: mat-ly VII Region. konf. (Bijsk, 18 noyabrya 2017 g.)*. Bijsk: AltGTU, 2017. S. 112–116.
 4. *Primenenie podslastitelej v dietoterapii saharonogo diabeta / M.I. Balabolkin [i dr.] // Saharnyj diabet*. 2006. Т. 9, № 3. S. 21–26.
 5. *Chugunova O.V., Zavorohina N.V., Fozilova V.V.* Ocenka potrebitel'skogo rynka prodovol'stvennyh tovarov na primere Sverdlovskoj oblasti // *Upravlenec*. 2012. № 7-8 (35-36). S. 16–20. EDN PEMHHT.
 6. *Gilina A.A., Zavorohina N.V., Arisov A.V.* Poluchenie i primenenie mikrokapsul sukralozy v molochnoj promyshlennosti // *Molochnaya promyshlennost'*. 2022. № 10. S. 58–60.
 7. *Kochetov A.A., Sinyavina N.G.* Steviya (*Stevia rebaudiana bertonii*): biohimicheskij sostav, terapevticheskie svojstva i ispol'zovanie v pischevoj promyshlennosti (obzor) // *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2021. № 2. S. 5–27. DOI: 10.14258/jcprm.2021027931.
 8. *Nepovinnyh N.V.* Nekotorye aspekty sozdaniya nizkokalorijnyh sladkih blyud s uluchshennoj pischevoj cennost'yu // *Molochnohozyajstvennyj vestnik*. 2016. № 1 (21). S. 86–97.
 9. *Polkovnikova Yu.A., Kovaleva N.A.* Sovremennye issledovaniya v oblasti mikrokapsulirovaniya // *Razrabotka i registraciya lekarstvennyh sredstv*. 2021. № 10 (2). S. 50–61. DOI: 10.33380/2305-2066-2021-10-2-50-61.
 10. *Podgornova N.M., Grunina A.A.* Primenenie inkapsulyacii dlya sohraneniya svojstv kupazha rastitel'nyh masel // *Industriya pitaniya*. 2022. Т. 7, № 1. S. 39–45. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-1-5.
 11. *Chugunova O.V., Zavorohina N.V.* Perspektivy sozdaniya pischevyh produktov s zadannymi

References

1. *Tebekin A.V.* Kompleksnyj analiz problem osuschestvleniya finansovoj politiki gosudarstva kak sostavnoj chasti problem nacional'noj `ekonomicheskoy politiki // *Teoreticheskaya `ekonomika*. 2022. № 2 (86). S. 17–34. DOI: 10.52957/22213260_2022_2_17. EDN QGFFNJ.

- svoystvami, povyshayuschih kachestvo zhizni naseleniya // Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo `ekonomicheskogo universiteta. 2014. № 5 (55). S. 120–125.
12. *Carmen Silvia Favaro-Trindade, Glaucia Aguiar Rocha-Selmi, Milla Gabriela dos Santos.* Chapter 17 – Microencapsulation of Sweeteners, Editor(s): *Leonard M.C. Sagis,* Microencapsulation and Microspheres for Food Applications, Academic Press, 2015, P. 333–349. DOI: 10.1016/B978-0-12-800350-3.00022-4.
 13. *Minnikhanova E.Yu., Zavorokhina N.V., Gilina A.A.* Mutual Influence Study of Food Acids and Polysaccharides of Different Nature on the Sensory Perception of Low-Calorie Sweet Dishes // *Food Industry.* 2020. Vol. 5, № 2. P. 71–78. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-2-9.
 14. *Hongbin Z.; Zhang F.; Yuan R.* Applications of Natural Polymer-Based Hydrogels in the Food Industry // *Hydrogels Based on Natural Polymers.* 2020 Chapter 13 P. 357–410. DOI: 10.1016/B978-0-12-816421-1.00015-x.
 15. *Medeiros A., Tavares E., Bolini H.M.A.* Descriptive Sensory Profile and Consumer Study Impact of Different Nutritive and Non-Nutritive Sweeteners on the Descriptive, Temporal Profile, and Consumer Acceptance in a Peach Juice Matrix // *Foods.* MDPI AG. 2022. Vol. 11, № 2. P. 244.
 16. *Zavorohina, N., Minnikhanova E., Goncharova N.* Use of intensive sweeteners in public food // *AIP Conference Proceedings (Ekaterinburg, 20 april 2021).* 2021. P. 40002. DOI: 10.1063/5.0068635.

Статья принята к публикации 23.03.2023 / The article accepted for publication 23.03.2023.

Информация об авторах:

Наталья Валерьевна Заворохина¹, профессор кафедры технологий питания, доктор технических наук, доцент

Анна Александровна Гилина², аспирант кафедры технологии питания

Ольга Викторовна Чугунова³, заведующая кафедрой технологии питания, доктор технических наук, профессор

Ольга Владимировна Феофилактова⁴, доцент кафедры технологии питания, кандидат технических наук, доцент

Information about the authors:

Natalya Valerievna Zavorokhina¹, Professor at the Department of Food Technology, Doctor of Technical Sciences, Docent

Anna Aleksandrovna Gilina², Postgraduate Student at the Department of Food Technology

Olga Viktorovna Chugunova³, Head of the Department of Food Technology, Doctor of technical sciences, Professor

Olga Vladimirovna Feofilaktova⁴, Associate Professor at the Department of Food Technology, Candidate of Technical Sciences, Docent

