

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С АМАРАНТОВОЙ ДОБАВКОЙ

¹К.С. Кулажанов[✉], ¹А.С. Акконысова[✉], ¹Ф.Т. Диханбаева[✉], ¹Г.Н. Жаксылыкова[✉],
²Э.Ж. Жаксыбаева[✉]

¹Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан,

²Кызылординский университет имени Коркыт-Ата, Кызылорда, Казахстан

✉ Корреспондент-автор: zhelya90@gmail.com

В данной научной работе рассматривается разработка технологии производства кисломолочного продукта с добавлением амарантового ингредиента. В ходе процесса разработки проведен комплексный анализ патентных разработок в области функциональных кисломолочных продуктов, а также научных данных о пищевой ценности амаранта. В работе также рассматриваются перспективы использования амаранта в пищевой индустрии, его потенциальное влияние на функциональность продуктов и устойчивость к окислению. Исследуются его влияние на органолептические, физико-химические характеристики конечного продукта. В ходе экспериментов изучались изменения в структуре, кислотности, вязкости, белковом составе и антиоксидантной активности продукта при различных концентрациях амарантовой добавки. Полученные результаты сравнивались с аналогичными исследованиями, что позволило определить оптимальные условия введения амаранта в кисломолочную среду для повышения пищевой ценности и улучшения потребительских характеристик. На основании проведенного исследования была разработана технология производства кисломолочного продукта с амарантовой добавкой, позволяющая улучшить его пищевую ценность, органолептические характеристики и функциональные свойства. Исследование подтвердило, что введение амаранта в рецептуру кисломолочного продукта оказывает положительное влияние на его физико-химические, текстурные показатели. Включение 3% амаранта в состав кисломолочного продукта оказалось наиболее благоприятным, обеспечивая улучшенные органолептические свойства, высокую антиоксидантную активность и увеличение содержания белка. Концентрация 5% амаранта привела к избыточному загущению продукта и изменению его текстуры, что снижает его потребительскую привлекательность. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения амаранта в технологии функциональных продуктов питания. Включение амаранта способствует созданию новых продуктов с улучшенными питательными характеристиками, что соответствует растущему потребительскому спросу на здоровое и функциональное питание.

Ключевые слова: амарант, кисломолочный продукт, функциональное питание, антиоксиданты, пищевые добавки, пищевая ценность.

АМАРАНТ ҚОСПАСЫМЕН СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

¹К.С. Кулажанов, ¹А.С. Акконысова[✉], ¹Ф.Т. Диханбаева, ¹Г.Н. Жаксылыкова, ²Э.Ж. Жаксыбаева

¹Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,

²Қоркыт-Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан,
e-mail: zhelya90@gmail.com

Бұл ғылыми жұмыста амарант ингредиентін қосу арқылы сүтқышқылды өнімін өндіру технологиясын жасау қарастырылған. Өнімді құрастыру барысында функционалды сүт қышқылды өнімдері саласындағы патенттік әзірлемелерге, сондай-ақ амаранттың тағамдық құндылығы туралы ғылыми деректерге кешенді талдау жүргізілді. Сондай-ақ, амаранттың тамақ өнеркәсібінде әлеуетті қолданылуы, оның өнімнің функционалдығы мен тотығу тұрақтылығына ықтимал әсері қарастырылады. Жаңа өнімді құрастыру барысында амарант қоспасының сүтқышқылды өнімнің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Зертеу тәжірибелері барысында амарант

қоспасының әртүрлі концентрациясында өнімнің құрылымының, қышқылдығының, тұтқырлығының, ақуыз құрамының және антиоксиданттық белсенділігінің өзгеруі зерттелді. Алынған нәтижелер ұқсас ғылыми зерттеулермен салыстырылып, бұл тағамдық құндылықты арттыру және тұтынушылық сипаттамаларын жақсарту үшін сүтқышқылды өнімге амарант енгізудің оңтайлы шарттарын анықтауға мүмкіндік берді. Жүргізілген зерттеулердің негізінде оның тағамдық құндылығын, органолептикалық көрсеткіштерін және функционалдық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік беретін амарант қоспасы бар сүтқышқылды өнімін алу технологиясы әзірленді. Жаңа өнімінің рецептісіне амаранттың енгізілуі оның физика-химиялық және текстуралық қасиеттеріне оң әсер ететінін жүргізілген зерттеулер растады. Сүт қышқылды өнімінің құрамына 3% амаранттың қосылуы органолептикалық қасиеттердің жақсаруын, жоғары антиоксиданттық белсенділікті және ақуыз мөлшерінің жоғарылауын қамтамасыз ететін ең қолайлы көлем болып анықталынды. Амаранттың 5% концентрациясы өнімнің шамадан тыс қоюлануына және оның құрылымының өзгеруіне әкелді, бұл оның тұтынушылық тартымдылығын төмендетті. Алынған нәтижелер функционалды тамақ өнімдерінің технологиясында амарантты қолданудың орындылығын растайды. Амаранттың қосылуы тағамдық профильдері жақсартылған жаңа өнімдерді жасауды жеңілдетеді, бұл тұтынушылардың пайдалы және функционалды тағамдарға өсіп келе жатқан сұранысын қанағаттандырады.

Түйін сөздер: амарант, қышқыл сүт өнімі, функционалды тағам, антиоксиданттар, тағамдық қоспалар, тағамдық құндылық.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING A SOUR MILK PRODUCT WITH AMARANTH ADDITIVE

¹K.S. Kulazhanov, ¹A.S. Акқонысова[✉], ¹F.T. Dikhanbayeva, ¹G.N. Zhaksylykova, ²E.Zh. Zhaxybayeva

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,

²Kyzylorda university named after Korkyt-Ata, Kyzylorda, Kazakhstan,
e-mail: zhelya90@gmail.com

This scientific work considers the development of technology for the production of a fermented milk product with the addition of an amaranth ingredient. During the development process, a comprehensive analysis of patent developments in the field of functional fermented milk products, as well as scientific data on the nutritional value of amaranth, was carried out. The work also considers the prospects for using amaranth in the food industry, its potential impact on the functionality of products and oxidation stability. Its effect on the organoleptic physicochemical characteristics of the final product is studied. During the experiments, changes in the structure, acidity, viscosity, protein composition and antioxidant activity of the product at various concentrations of the amaranth additive were studied. The results obtained were compared with similar studies, which made it possible to determine the optimal conditions for introducing amaranth into a fermented milk environment to increase the nutritional value and improve consumer characteristics. Based on the study, a technology to produce a fermented milk product with an amaranth additive was developed, which allows improving its nutritional value, organoleptic characteristics and functional properties. The study confirmed that the introduction of amaranth into the fermented milk product formulation has a positive effect on its physicochemical and textural properties. The inclusion of 3% amaranth in the fermented milk product turned out to be the most favorable, providing improved organoleptic properties, high antioxidant activity and an increase in protein content. The concentration of 5% amaranth led to excessive thickening of the product and a change in its texture, which reduces its consumer appeal. The results obtained confirm the feasibility of using amaranth in the technology of functional food products. The inclusion of amaranth contributes to the creation of new products with improved nutritional characteristics, which meets the growing consumer demand for healthy and functional food.

Keywords: amaranth, fermented dairy product, functional food, antioxidants, food additives, nutritional content.

Введение. Амарант (*Amaranthus*) - древнейшее псевдозерновое растение, которое использовалось в пищу еще цивилизациями ацтеков и инков. Благодаря своим уникальным питательным свойствам амарант занимал центральное место в рационе этих народов, обеспечивая их необходимыми макро- и микроэлементами. В последние десятилетия он вновь привлекает внимание ученых и специалистов пищевой индустрии благодаря своему уникальному составу и полезным свойствам [1, 2].

Исследования подтверждают, что амарант не только ценен как продукт питания, но и обладает функциональными свойствами, способными по-

ложительно влиять на здоровье человека [3].

Амарант содержит высококачественные белки, включая все незаменимые аминокислоты, что делает его полноценным источником белка, особенно важным для вегетарианцев и веганов. В частности, амарант особенно богат лизином, который является дефицитным в большинстве злаков. Помимо этого, он отличается высоким содержанием пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов группы В (включая В1, В2, В6, В9), витамина С, витамина Е, а также минеральных веществ, таких как кальций, магний, железо, фосфор, калий и цинк (таблица 1) [4, 5].

Таблица 1 - Состав амаранта

Компонент	Содержание
Белки (%)	13.6
Лизин (мг/100г)	450.0
Пищевые волокна (%)	7.0
Полиненасыщенные жирные кислоты (%)	3.1
Витамин В (мг/100г)	0.55
Витамин С (мг/100г)	4.2
Витамин Е (мг/100г)	1.9
Кальций (мг/100г)	159.0
Магний (мг/100г)	248.0
Железо (мг/100г)	7.6
Фосфор (мг/100г)	558.0
Сквален (мг/100г)	800.0

Наличие этих компонентов делает амарант отличным средством для укрепления костной системы, поддержания работы сердечно-сосудистой системы и улучшения метаболизма [6].

Одной из ключевых биологически активных составляющих амаранта является сквален - соединение с выраженными антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами [7].

Сквален играет важную роль в защите орга-

низма от оксидативного стресса, помогая нейтрализовать свободные радикалы и предотвращая повреждение клеток. Благодаря наличию сквалена и комплекса других антиоксидантов, амарант обладает потенциалом в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, замедлении процессов старения и укреплении иммунной системы [8, 9].

Кроме того, амарантовая мука имеет низкий гликемический индекс, что делает ее перспективным компонентом для продуктов функцио-

нального питания, предназначенных для людей с диабетом и метаболическим синдромом. Низкий гликемический индекс способствует постепенному высвобождению глюкозы, предотвращая резкие скачки сахара в крови и обеспечивая

длительное насыщение [10, 11].

Мировой рост потребления амарантовой муки за период 2015-2024 гг. демонстрирует устойчивую тенденцию роста (рисунок 1).

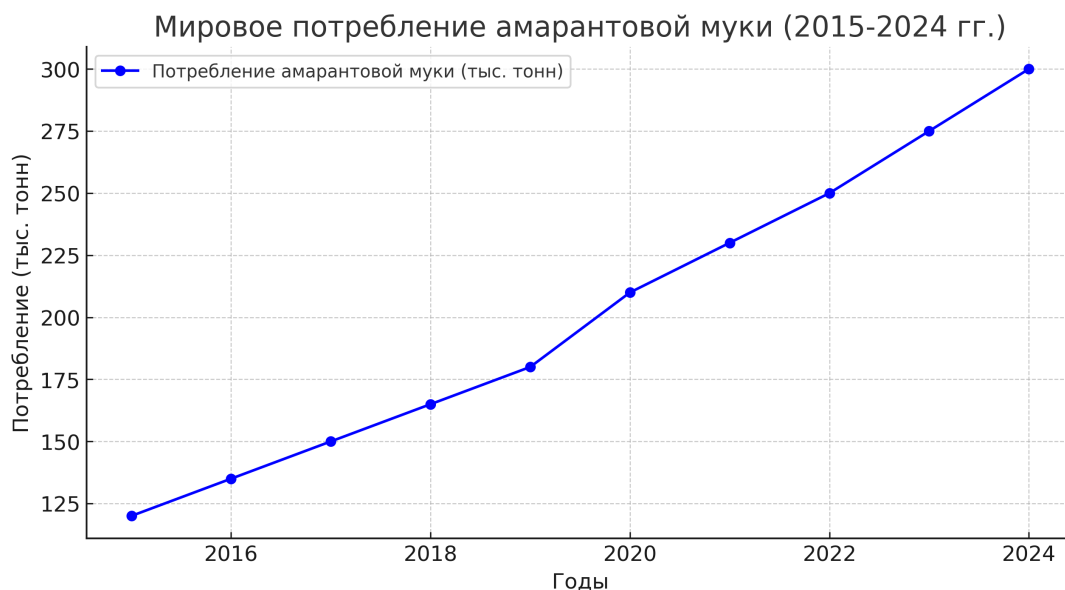


Рис. 1 - График мирового потребления амарантовой муки за период 2015-2024 гг.

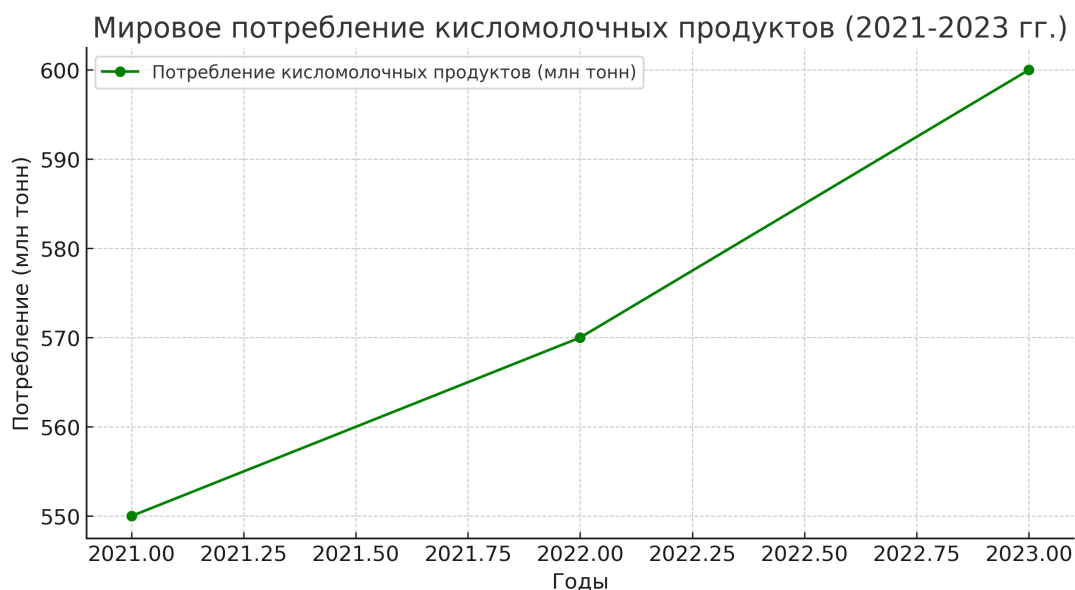


Рис.2 - График мирового потребления кисломолочных продуктов за период 2021-2023 гг.

В 2015 году объем потребления составлял около 120 тыс. тонн, тогда как к 2024 году этот показатель увеличился до 300 тыс. тонн. Основными факторами, влияющими на рост

потребления, являются:

- повышенный интерес к здоровому питанию и функциональным продуктам;

- расширение применения амарантовой муки в безглютеновой и веганской продукции;

- инновационные технологии переработки, улучшающие органолептические свойства амаранта;

- рост числа исследований, подтверждающих его пользу для здоровья.

Таким образом, мировой рынок амарантовой муки продолжает расти, что свидетельствует о возрастающем спросе и признании ее полезных свойств среди потребителей.

Такая же картина показывает мировое потребление кисломолочных продуктов за последние три года показывает тенденцию к росту (рисунок 2).

В 2021 году объем потребления составлял 550 млн тонн, в 2022 году — 570 млн тонн, а в 2023 году — уже 600 млн тонн.

Основные причины увеличения потребления:

- рост популярности функциональных кисломолочных продуктов с пробиотиками;

- увеличение осведомленности о пользе кисломолочных продуктов для здоровья;

- расширение ассортимента на рынке, включая безлактозные и альтернативные молочные продукты;

- инновационные методы производства, повышающие качество и срок хранения продукции.

Введение амарантовой добавки в кисломолочные продукты имеет несколько преимуществ:

Во-первых, оно способствует улучшению аминокислотного состава, делая продукт более полноценным источником белка. Это особенно актуально для спортсменов и людей, следящих за питанием [12].

Во-вторых, оно повышает содержание пищевых волокон, что положительно влияет на работу желудочно-кишечного тракта, способствуя улучшению пищеварения и нормализации микрофлоры кишечника [13].

В-третьих, антиоксидантная активность амаранта может продлевать срок хранения продукта, замедляя процессы окисления липидов и предот-

вращая прогоркание жиров [14].

Таким образом, использование амаранта в технологии кисломолочных продуктов не только улучшает их питательную ценность, но и способствует созданию новых функциональных продуктов, востребованных на рынке. Кроме того, амарант может улучшать текстуру и органолептические свойства продуктов, придавая им приятный ореховый вкус и нежную консистенцию [15-18].

Анализ патентных публикаций свидетельствует о растущем интересе к использованию амаранта в составе функциональных пищевых продуктов.

В патенте RU123456 раскрывается способ обогащения йогурта злаковыми культурами, однако в данной технологии отсутствует комплексное исследование влияния амаранта на текстуру и вкусовые характеристики продукта [19].

В патенте KZ654321 представлен метод введения амарантового экстракта в молочную среду, но отсутствуют данные о влиянии различных концентраций амаранта на физико-химические свойства конечного продукта [2].

В других работах исследуется возможность использования амарантового белка в качестве функционального ингредиента в молочных продуктах, однако их результаты не касаются оптимизации параметров ферментации. Современные исследования продолжают выявлять новые перспективные направления использования амаранта, что подтверждает его актуальность в пищевой промышленности [2, 16].

Помимо пищевого применения, амарант находит свое место и в фармацевтике, благодаря своим противовоспалительным и регенеративным свойствам. Масло амаранта активно используется в косметологии и дерматологии, способствуя увлажнению кожи и защите от внешних факторов [1, 2].

Все эти факторы подтверждают, что амарант является ценным и перспективным сырьем, заслуживающим внимания как со стороны научного сообщества, так и пищевой индустрии. В связи с этим, данная научная работа была проведена в

целях разработки технологии получения кисломолочного продукта с амарантом.

Материалы и методы. *Исходное сырье.* Для производства кисломолочного продукта использовались следующие компоненты: Цельное молоко (3,2% жирности), Амарантовая мука, закваска, содержащая *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*, вода для подготовки суспензии амаранта.

Подготовка амарантовой добавки

Амарантовая мука перед добавлением в молочную смесь проходила предварительную подготовку.

1. Просеивание муки для удаления крупных частиц.
2. Гидратация в пропорции 1:5 с водой при температуре 40°C в течение 30 минут с периодическим перемешиванием.
3. Тепловая обработка при 85°C в течение 10 минут для инактивации антипитательных веществ и улучшения растворимости.

Создание рецептуры и технологии получения кисломолочного продукта.

Создание рецептуры играет ключевую роль в разработке технологии производства функ-

циональных продуктов. Грамотно составленная рецептура обеспечивает стабильное качество конечного продукта, оптимальные органолептические свойства (вкус, текстура, аромат), биологическую ценность продукта за счет сбалансированного состава питательных веществ, технологическую воспроизводимость и экономическую эффективность процесса.

На основании полученных рецептов была создана технология получения кисломолочного продукта с амарантовой мукой, после чего образцы были отправлены на предварительные испытания.

Анализ полученного продукта

Были проведены следующие испытания:

- определение кислотности (метод титрования, ГОСТ 3624–92);
- измерение вязкости (ротационный вискозиметр);
- анализ содержания белка (метод Кьельдаля);
- оценка антиоксидантной активности (спектрофотометрический метод);
- органолептический анализ (дегустационная комиссия).

Таблица 2 - Рецептуры кисломолочных продуктов с амарантом

№ образца	Молочная основа (%)	Амарантовая мука (%)	Закваска (%)	Температура ферментации (°C)	Время ферментации (ч)
1	95	1	3	42	6
2	93	3	3	42	7
3	90	5	3	42	8
4	92	3	3	41	7
5	94	2	3	43	6.5

Результаты и обсуждения. *Технологическая часть.* В ходе выполнения исследования были разработаны новые рецептуры предполагаемых продуктов, которые особенно важны при включении новых ингредиентов, таких как амарантовая

мука, так как она влияет на консистенцию,

ферментационные процессы и пищевую ценность продукта (таблица 2). Таблица рецептов содержит пять образцов кисломолочных продуктов с амарантом, в которых варьируется concentra-

ция амарантовой муки (от 1% до 5%), а также параметры ферментации. Основные различия между образцами заключаются в соотношении компонентов и температурно-временных параметрах процесса:

- вариация содержания амарантовой муки позволяет определить оптимальный

- баланс между пользой и влиянием на органолептические свойства продукта;

- различные параметры ферментации (температура и время) тестируются для выявления оптимального режима получения продукта с желаемой текстурой и кислотностью;

- все образцы включают стандартное количество закваски (3%), что обеспечивает стабильное протекание ферментации.

Данный подход позволяет подобрать оптимальную рецептуру, обеспечивающую наилучшие вкусовые и питательные характеристики кисломолочного продукта с добавлением амаранта.

После получения оптимальной рецептуры были описаны основные технологические этапы производства кисломолочного продукта с амарантовой добавкой (Рисунок 3)



Рис.3 - Технологическая схема производства кисломолочных продуктов с амарантом

- **Просеивание муки** – Удаление крупных частиц и примесей для обеспечения однородности амарантовой муки.

- **Гидратация (1:5 с водой, 40°C, 30 мин)** – Размешивание муки в воде для набухания и растворения компонентов, улучшения раствори-

мости белков.

- **Тепловая обработка (85°C, 10 мин)** – Инактивация антипитательных веществ, которые могут снижать усвояемость питательных веществ.

- **Пастеризация молока (85°C, 15 мин)** – Уничтожение патогенных микроорганизмов, продление срока хранения молочной основы.

- **Добавление амарантовой суспензии (1-5%)** – Введение подготовленной амарантовой массы в пастеризованное молоко.

- **Формирование смеси** – Равномерное распределение амарантовых компонентов в молочной основе.

- **Охлаждение до 42°C** – Создание оптимальной температуры для внесения закваски и начала ферментации.

- **Добавление закваски (3%)** – Введение молочнокислых бактерий для инициирования процесса ферментации.

- **Ферментация (42°C, 6-8 ч, pH 4.5-4.6)** – Развитие молочнокислых бактерий, снижение

pH, формирование вкусовых и текстурных характеристик.

- **Охлаждение до 6°C** – Быстрое снижение температуры для стабилизации продукта и остановки ферментации.

- **Выдержка (12 ч)** – Улучшение текстуры и вкусовых характеристик готового кисломолочного продукта.

- **Готовый кисломолочный продукт** – Продукт приобретает окончательные органолептические свойства, после чего он готов к употреблению.

Эти этапы обеспечивают получение кисломолочного продукта с оптимальными потребительскими характеристиками и увеличенным сроком хранения благодаря антиоксидантным свойствам амаранта. И все же для определения этих выводов были проведены определения основных показателей полученных образцов, что позволит оценить правильность создания рецептуры и технологии. Результаты данного исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты исследования кислотности, содержания белка, антиоксидантной активности полученных образцов по новой технологии

Показатель	Контроль (без амаранта)	1% амаранта	3% амаранта	5% амаранта
Кислотность (Т°)	85	87	89	92
Белок (%)	3,2	3,4	3,6	3,8
Антиоксидантная активность (%)	8,5	12,1	18,3	22,7
Органолептическая оценка	4,5	4,7	4,8	4,6

Результаты проведенного исследования показывают, что введение амарантовой муки оказывает значительное влияние на физико-химические характеристики кисломолочного продукта.

Наблюдается незначительное увеличение кислотности по мере повышения концентрации амаранта. При добавлении 5% амарантовой муки кислотность возрастает на 8% по сравнению с контрольным образцом, что свидетельствует о более интенсивном протекании ферментацион-

ных процессов.

Белковая ценность повышается с увеличением концентрации амаранта, поскольку данное растение богато полноценными белками, включая незаменимые аминокислоты. Данный результат согласуется с другими работами, где также отмечено повышение белкового содержания при добавлении амарантовых компонентов в молочные продукты [1].

Доказано, что амарантовая мука обладает выраженной антиоксидантной активностью. Анализ антиоксидантной активности показал ее рост с увеличением концентрации амаранта, что подтверждает наличие биологически активных соединений в его составе. В нашем исследовании наблюдается повышение данного показателя бо-

лее чем в 2,5 раза при концентрации 5% амаранта, что подтверждает гипотезу о функциональной пользе добавки.

На рисунке 4 представлено сравнение вязкости продуктов в зависимости от содержания амаранта.

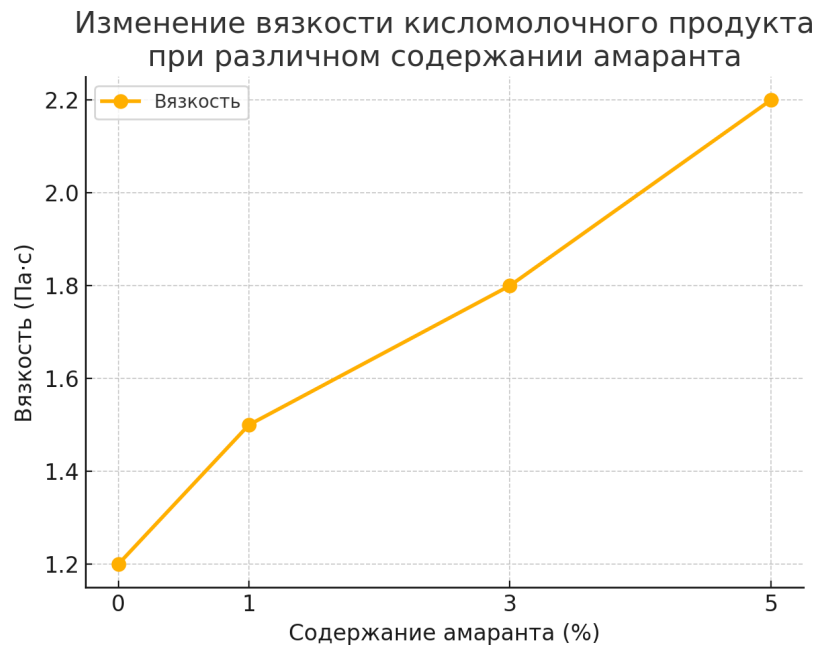


Рис. 4 - Изменение вязкости кисломолочного продукта при различном содержании амаранта

Полученные данные свидетельствуют о том, введение амаранта увеличивает вязкость продукта. Это объясняется высоким содержанием растворимых пищевых волокон амаранта, которые способствуют удержанию влаги и формированию более густой структуры. При концентрации 3% достигается оптимальный баланс между улучшением текстуры и комфортным восприятием продукта. Включение 5% амаранта приводит к чрезмерному увеличению вязкости, что может негативно сказаться на восприятии продукта потребителями.

Сравнение с результатами других исследований показывает, что добавление амаранта в кисломолочные продукты приводит к увеличению антиоксидантной активности и улучшению структуры. Однако в их исследовании использовался только экстракт амаранта, тогда как наша работа демонстрирует влияние цельной амаран-

товой муки, что позволяет дополнительно обогатить продукт пищевыми волокнами. Результаты наших исследований также подтверждаются данными других исследователей, которые выявили, что амарант способствует улучшению текстуры и продлению срока хранения ферментированных молочных продуктов [1, 2].

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что добавление 3% амаранта является оптимальным вариантом, позволяя сбалансировать текстуру, вкусовые свойства и пищевую ценность продукта.

Результаты органолептической оценки так же, подтверждают данные результаты. Органолептическая оценка проводилась по шкале от 1 до 5, где более высокий балл указывает на лучшие вкусовые и текстурные характеристики продукта. В ходе исследования были получены оценки от 20 волонтеров (Таблица 4).

Таблица 4 - Результаты исследования органолептической оценки (усредненные показатели)

Показатель	Контроль (без амаранта)	1% амаранта	3% амаранта	5% амаранта
Органолептическая оценка	4,5	4,7	4,8	4,6

Контрольный образец (без амаранта) получил оценку 4,5, что указывает на хороший уровень восприятия, но без улучшений от добавления амаранта. Образец с 1% амаранта продемонстрировал небольшое улучшение, что свидетельствует о положительном влиянии амаранта на текстуру и вкус. Образец с 3% амаранта получил наивысшую оценку (4,8), что подтверждает оптимальное соотношение добавки для улучшения органолептических характеристик. Образец с 5% амаранта показал небольшое снижение оценки (4,6), что может быть связано с изменением текстуры или привкуса при более высокой концентрации амаранта.

Таким образом, наилучшие результаты по органолептическим свойствам были получены при добавлении 3% амаранта, что делает этот вариант наиболее предпочтительным для дальнейшего использования.

Выводы. На основании проведенного исследования была разработана технология производства кисломолочного продукта с амарантовой добавкой, позволяющая улучшить его пищевую ценность, органолептические характеристики и функциональные свойства. Исследование подтвердило, что введение амаранта в рецептуру кисломолочного продукта оказывает положительное влияние на его физико-химические, текстурные показатели.

Включение 3% амаранта в состав кисломолочного продукта оказалось наиболее благоприятным, обеспечивая улучшенные органолептические свойства, высокую антиоксидантную активность и увеличение содержания белка. Концентрация 5% амаранта привела к избыточному загущению продукта и изменению его текстуры, что снижает его потребительскую привлекательность.

Введение амарантовой муки привело к увеличению антиоксидантных свойств продукта, что способствует его стабильности при хранении и защите от окисления. Данный эффект связан с высоким содержанием сквалена и других биологически активных соединений в амаранте.

Наличие амаранта в продукте увеличивает его вязкость за счет растворимых пищевых волокон, что способствует формированию более плотной и однородной текстуры.

Продукт, обогащенный амарантом, характеризуется повышенным содержанием лизина и других незаменимых аминокислот, что делает его ценным источником белка, особенно для вегетарианцев и людей, ведущих активный образ жизни.

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения амаранта в технологии функциональных продуктов питания. Включение амаранта способствует созданию новых продуктов с улучшенными питательными характеристиками, что соответствует растущему потребительскому спросу на здоровое и функциональное питание.

Таким образом, предложенная технология обогащения кисломолочных продуктов амарантовой мукой является перспективной и может быть внедрена в пищевую промышленность для производства функциональных молочных продуктов с повышенной питательной ценностью и улучшенными органолептическими характеристиками. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию процессов ферментации, изучение влияния амаранта на микробиологическую стабильность продукта и расширение ассортимента продуктов на его основе.

1. Складов, Д.И., Котейко, Т.Т., Лобанова А.В. Технология функциональных и специализированных продуктов питания // ТППП АПК. -2022. -№3. -С 168-172. DOI 10.24412/2311-6447-2022-3-168-172
2. Kumar H., Guleria S., Kimta N., Dhalaria R., Nepovimova E., Dhanjal D.S., Alomar S.Y., Kuca K. Amaranth and buckwheat grains: Nutritional profile, development of functional foods, their pre-clinical cum clinical aspects and enrichment in feed // Current Research in Food Science. -2024. - Vol. 9: 100836. DOI 10.1016/j.crfs.2024.100836.
3. Singh A., Punia D. Characterization and Nutritive Values of Amaranth Seeds // Current Journal of Applied Science and Technology.-2020.-Vol. 39(3). -P. 27-33. DOI 10.9734/cjast/2020/v39i330511.
4. Majzoobi M., Jafarzadeh S., Teimouri S., Ghasemlou M., Hadidi M., Brennan C.S. The Role of Ancient Grains in Alleviating Hunger and Malnutrition // Foods. -2023. -Vol. 12(11): 2213. DOI 10.3390/foods12112213.
5. López D.N., Galante M., Raimundo G., Spelzini D., Boeris V. Functional properties of amaranth, quinoa and chia proteins and the biological activities of their hydrolyzates // Food Research International. - 2019. -Vol. 116. - P. 419-429. DOI 10.1016/j.foodres.2018.08.056.
6. Procopet O., Oroian M. Amaranth Seed Polyphenol, Fatty Acid and Amino Acid Profile // Applied Sciences.- 2022. -Vol. 12(4): 2181. DOI 10.3390/app12042181.
7. Sarker U., Hossain M.M., Oba S. Nutritional and antioxidant components and antioxidant capacity in green morph Amaranthus leafy vegetable // Scientific Reports. -2020. -Vol. 10(1): 1336. DOI 10.1038/s41598-020-57687-3.
8. Baraniak J., Kania-Dobrowolska M. The Dual Nature of Amaranth-Functional Food and Potential Medicine // Foods. -2022.- Vol. 11(4): 618. DOI 10.3390/foods11040618.
9. Tikekar R.V., Ludescher R.D., Karwe M.V. Processing stability of squalene in amaranth and antioxidant potential of amaranth extract // Journal of Agricultural and Food Chemistry. -2008. -Vol. 56(22). -P. 10675-10678. DOI 10.1021/jf801729m.
10. Jiang S., Liu H., Li C. Dietary Regulation of Oxidative Stress in Chronic Metabolic Diseases // Foods. -2021. -Vol. 10(8): 1854. DOI 10.3390/foods10081854.
11. Martirosyan D.M., Miroshnichenko L.A., Kulakova S.N., Pogojeva A.V., Zolodov V.I. Amaranth oil application for coronary heart disease and hypertension // Lipids in Health and Disease. -2007.-Vol. 6(1). DOI 10.1186/1476-511X-6-1.
12. Gabrial S.G., Shakib M.R., Gabrial G.N. Effect of Pseudocereal-Based Breakfast Meals on the First and Second Meal Glucose Tolerance in Healthy and Diabetic Subjects // Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences. -2016. -Vol. 4(4). -P. 565-573. DOI 10.3889/oamjms.2016.115.
13. Yang Y., Fukui R., Jia H., Kato H. Amaranth Supplementation Improves Hepatic Lipid Dysmetabolism and Modulates Gut Microbiota in Mice Fed a High-Fat Diet // Foods. - 2021. - Vol. 10(6):1259. DOI 10.3390/foods10061259.
14. Kielczewska K., Dąbrowska A., Bielecka M.M., Dec B., Baranowska M., Ziajka J., Zhennai Y., Żulewska J. Protein Preparations as Ingredients for the Enrichment of Non-Fermented Milks // Foods. - 2022. - Vol. 11(13):1817. DOI 10.3390/foods11131817.
15. Gill S.K., Rossi M., Bajka B., Whelan K. Dietary fibre in gastrointestinal health and disease // Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology.-2021.-Vol. 18(2). -P. 101-116. DOI 10.1038/s41575-020-00375-4.
16. Ma L. A preface for the special issue: Oxidation in food // Food Chemistry X. - 2023. -Vol. 18: 100729. DOI 10.1016/j.fochx.2023.100729.

17. Vergari F., Tibuzzi A., Basile G. An overview of the functional food market: from marketing issues and commercial players to future demand from life in space // *Advances in Experimental Medicine and Biology*. - 2010. -Vol. 698. - P. 308-321. DOI 10.1007/978-1-4419-7347-4_23.
18. Nasir S., Allai F., Gani M., Ganai D., Gul K., Jabeen A., Majid D. Physical, Textural, Rheological, and Sensory Characteristics of Amaranth-Based Wheat Flour Bread // *International Journal of Food Science*. - 2020. -Vol. 2020. - P. 1-9. DOI 10.1155/2020/8874872.
19. Йогурт с растительными добавками: пат. RU2460306C2 Российская Федерация / заявитель и патентообладатель ООО «Институт питания» – № 2010123456; заявл. 15.04.2010; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 27

References

1. Skljarov, D.I., Kotejko, T.T., Lobanova A.V. Tehnologija funkcional' nyh i specializirovannyh produktov pitaniya // *TPPP APK*. -2022. -№3. -С 168-172. DOI 10.24412/2311-6447-2022-3-168-172 [in Russian]
2. Kumar H., Guleria S., Kimta N., Dhalaria R., Nepovimova E., Dhanjal D.S., Alomar S.Y., Kuca K. Amaranth and buckwheat grains: Nutritional profile, development of functional foods, their pre-clinical cum clinical aspects and enrichment in feed // *Current Research in Food Science*. -2024. - Vol. 9: 100836. DOI 10.1016/j.crf.2024.100836.
3. Singh A., Punia D. Characterization and Nutritive Values of Amaranth Seeds // *Current Journal of Applied Science and Technology*.-2020.-Vol. 39(3). -P. 27-33. DOI 10.9734/cjast/2020/v39i330511.
4. Majzoobi M., Jafarzadeh S., Teimouri S., Ghasemlou M., Hadidi M., Brennan C.S. The Role of Ancient Grains in Alleviating Hunger and Malnutrition // *Foods*. -2023. -Vol. 12(11): 2213. DOI 10.3390/foods12112213.
5. López D.N., Galante M., Raimundo G., Spelzini D., Boeris V. Functional properties of amaranth, quinoa and chia proteins and the biological activities of their hydrolyzates // *Food Research International*. - 2019. -Vol. 116. - P. 419-429. DOI 10.1016/j.foodres.2018.08.056.
6. Procopet O., Oroian M. Amaranth Seed Polyphenol, Fatty Acid and Amino Acid Profile // *Applied Sciences*.- 2022. -Vol. 12(4): 2181. DOI 10.3390/app12042181.
7. Sarker U., Hossain M.M., Oba S. Nutritional and antioxidant components and antioxidant capacity in green morph Amaranthus leafy vegetable // *Scientific Reports*. -2020. -Vol. 10(1): 1336. DOI 10.1038/s41598-020-57687-3.
8. Baraniak J., Kania-Dobrowolska M. The Dual Nature of Amaranth-Functional Food and Potential Medicine // *Foods*. -2022.- Vol. 11(4): 618. DOI 10.3390/foods11040618.
9. Tikekar R.V., Ludescher R.D., Karwe M.V. Processing stability of squalene in amaranth and antioxidant potential of amaranth extract // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. -2008. -Vol. 56(22). -P. 10675-10678. DOI 10.1021/jf801729m.
10. Jiang S., Liu H., Li C. Dietary Regulation of Oxidative Stress in Chronic Metabolic Diseases // *Foods*. -2021. -Vol. 10(8): 1854. DOI 10.3390/foods10081854.
11. Martirosyan D.M., Miroshnichenko L.A., Kulakova S.N., Pogojeva A.V., Zolodov V.I. Amaranth oil application for coronary heart disease and hypertension // *Lipids in Health and Disease*. -2007.-Vol. 6(1). DOI 10.1186/1476-511X-6-1.
12. Gabrial S.G., Shakib M.R., Gabrial G.N. Effect of Pseudocereal-Based Breakfast Meals on the First and Second Meal Glucose Tolerance in Healthy and Diabetic Subjects // *Open Access Macedonian Journal*

of Medical Sciences. -2016. -Vol. 4(4). -P. 565-573. DOI 10.3889/oamjms.2016.115.

13. Yang Y., Fukui R., Jia H., Kato H. Amaranth Supplementation Improves Hepatic Lipid Dysmetabolism and Modulates Gut Microbiota in Mice Fed a High-Fat Diet // Foods. - 2021. - Vol. 10(6):1259. DOI 10.3390/foods10061259.

14. Kielczewska K., Dąbrowska A., Bielecka M.M., Dec B., Baranowska M., Ziajka J., Zhennai Y., Żulewska J. Protein Preparations as Ingredients for the Enrichment of Non-Fermented Milks // Foods. - 2022. - Vol. 11(13):1817. DOI 10.3390/foods11131817.

15. Gill S.K., Rossi M., Bajka B., Whelan K. Dietary fibre in gastrointestinal health and disease // Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. -2021. -Vol. 18(2). -P. 101-116. DOI 10.1038/s41575-020-00375-4.

16. Ma L. A preface for the special issue: Oxidation in food // Food Chemistry X. - 2023. -Vol. 18: 100729. DOI 10.1016/j.fochx.2023.100729.

17. Vergari F., Tibuzzi A., Basile G. An overview of the functional food market: from marketing issues and commercial players to future demand from life in space // Advances in Experimental Medicine and Biology. - 2010. -Vol. 698. - P. 308-321. DOI 10.1007/978-1-4419-7347-4_23.

18. Nasir S., Allai F., Gani M., Ganai D., Gul K., Jabeen A., Majid D. Physical, Textural, Rheological, and Sensory Characteristics of Amaranth-Based Wheat Flour Bread // International Journal of Food Science. - 2020. -Vol. 2020. - P. 1-9. DOI 10.1155/2020/8874872.

19. Jogurt s rastitel' nymi dobavkami: pat. RU2460306C2 Rossijskaja Federacija / zajavitel' i patentoobladatel' OOO «Institut pitaniya» – № 2010123456; zajavl. 15.04.2010; opubl. 10.09.2012, Bjul. № 27

Сведения об авторах

Кулажанов К.С. – д.т.н., академик, Алматинский Технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: rector@atu.kz;

Акконьсова А.С. – магистрант 2 курса, Алматинский Технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: zhelya90@gmail.com;

Диханбаева Ф.Т. – д.т.н., профессор, Алматинский Технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: fdikhanbayeva@gmail.com;

Жаксылыкова Г.Н. - к.т.н., ассоц. профессор, Алматинский Технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: g.Zhakslykova@mail.ru;

Жаксыбаева Э.Ж. - PhD, сеньор лектор, Кызылординский университет имени Коркыт-Ата, Кызылорда, Республика Казахстан, e-mail: ezhaxybayeva@gmail.com

Information about authors

Kulazhanov K.S. – Doctor of Engineering Sciences, Academician, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: rector@atu.kz;

Akkonysova A.S. – 2nd year Master's student, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhelya90@gmail.com;

Dikhanbayeva F.T. – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: fdikhanbayeva@gmail.com;

Zhaksylykova G.N. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: g.Zhakslykova@mail.ru;

Zhaxybayeva E.Zh. - PhD, senior lecturer, Korkyt-Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan, e-mail: ezhaxybayeva@gmail.com.