



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Разработка технологии зернового напитка на основе непропаренной гречневой крупы

Гюлляр М. Керимова*, Иван А. Фоменко,
Алина Р. Пивченко, Илья Р. Соколов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет»; Волоколамское шоссе, д. 11, г. Москва, 125080, Российская Федерация

Аннотация. Растительные напитки – продукт, уже ставший привычным для сторонников «безмолочной» диеты, вегетарианцев и людей с лактазной недостаточностью. На рынке имеется большой ассортимент напитков, среди них самые популярные виды: зерновые, бобовые, ореховые. Среди которых найти достойную замену коровьему молоку бывает трудно из-за специфических органолептических показателей сырья, содержания определенных компонентов, вызывающих аллергию или непереносимость при их употреблении. В качестве субстрата для исследования была выбрана зеленая гречневая крупа, которая не содержит глютен, имеет богатый биохимический состав и является гипоаллергенным продуктом. В отличие от термически обработанной крупы непропаренная сохраняет больше функциональных компонентов в своём составе. В статье предложен способ получения безлактозного и безглютенового растительного напитка на основе непропаренной гречневой крупы. Целью исследования являлся подбор параметров производства зернового напитка. Были определены рациональная концентрация вносимого субстрата и дозировки ферментных препаратов мальтогенной амилазы и α -амилазы. С учетом особенностей, характерных для гидролизуемого сырья, были предложены параметры ферментативного гидролиза с минимальным температурным воздействием и временем выдерживания. В работе использовались амилолитические ферменты фирмы «Novozymes» (производство Дания) и «Сиббиофарм» (производство Россия) для снижения вязкости высококрахмалистого субстрата, осложняющего технологический процесс производства растительного напитка, и создания желаемых органолептических показателей. В готовом напитке отслеживались конечные показатели содержания белка, жира, редуцирующих веществ, сухих веществ. Готовый продукт также является источником растворимых пищевых волокон, обладающих положительным влиянием на микробиом человека.

Ключевые слова: растительный напиток, непереносимость лактозы, непереносимость глютена, непропаренная гречневая крупа, амилолитические ферменты, ферментативный гидролиз, параметры ферментативного гидролиза, пищевые волокна

Для цитирования: Керимова Г.М., Фоменко И.А., Пивченко А.Р. и др. Разработка технологии зернового напитка на основе непропаренной гречневой крупы. *Новые технологии / New technologies*. 2023; 19 (2): 57-71. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-57-71>

Development of grain drink technology based on unsteamed buckwheat

Gyullyar M. Kerimova*, Ivan A. Fomenko,
Alina R. Pivchenko, Ilya R. Sokolov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian Biotechnological University»; 11 Volokolamsk highway, Moscow, 125080, the Russian Federation

Abstract. Herbal drinks are products that have already become familiar to supporters of a «dairy-free» diet, vegetarians and people with lactase deficiency. There is a wide range of drinks on the market, among them the most popular types are cereals, legumes, nuts. It is difficult to find a worthy replacement for cow milk due to the specific organoleptic indicators of raw materials, the content of certain components that cause allergies or intolerance when they are used. As a substrate for the research, green buckwheat has been chosen, which does not contain gluten, has a rich biochemical composition and is a hypoallergenic product. Unlike heat-treated cereals, unsteamed cereals retain more functional components in their composition. The article proposes a method for obtaining a lactose-free and gluten-free vegetable drink based on unsteamed buckwheat. The aim of the research is to select the parameters for the production of a grain drink. The rational concentration of the introduced substrate and the dosage of enzyme preparations of maltogenic amylase and α -amylase have been determined. Taking into account the features characteristic of the hydrolysable raw materials, the parameters of enzymatic hydrolysis with a minimum temperature effect and holding time have been proposed. In the research amyolytic enzymes from Novozymes (Denmark) and Sibbiopharm (Russia) have been used to reduce the viscosity of a high-starch substrate, which complicates the technological process of producing a vegetable drink, and to create the desired organoleptic indicators. In the finished drink, the final indicators of the content of protein, fat, reducing substances, dry substances have been detected. The finished product is also a source of soluble dietary fiber, which has a positive effect on the human microbiome.

Keywords: vegetable drink, lactose intolerance, gluten intolerance, whole grain buckwheat, amyolytic enzymes, enzymatic hydrolysis, enzymatic hydrolysis parameters, dietary fiber

For citation: Kerimova G.M., Fomenko I.A., Pivchenko A.R., et al. Development of grain drink technology based on unsteamed buckwheat. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19 (2): 57-71. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-2-57-71>

Введение

По данным Роспотребнадзора более 2/3 опрошенных придерживаются здорового питания, половина из которых назвала правильное питание залогом здорового образа жизни. В последнее время многие исследователи освещали и продолжают освещать проблему непереносимости молока и глютена и поиск вследствие этого наиболее рационального растительного продукта-заменителя коровьего молока в рационе человека.

Людам с непереносимостью лактозы противопоказано употребление любых

молочных продуктов. Исключением являются кисломолочные продукты, так как не содержат лактозу. Она разрушается в ходе процесса ферментации молочнокислыми бактериями до глюкозы и галактозы и в таком виде не вызывает симптомы непереносимости лактозы [16]. Вторым существенным недостатком молока является наличие в нем бета-казеина A1, который в желудочно-кишечном тракте человека распадается на пептиды бета-казеоморфин-7 (BCM7), который может вызывать аллергическую реакцию [23,

24]. Поэтому все большую популярность набирает «альтернативное молоко». Оно производится из растительного сырья и поэтому не содержит в себе лактозу и бета-казеин.

Растительные напитки – это водный экстракт, представляющий собой коллоидную суспензию или эмульсию, выделяемую из растительных субстратов. По внешнему виду они отдаленно напоминают традиционное молоко [26].

Но не всё растительное сырьё подходит для создания гипоаллергенного продукта. Существует врожденное заболевание, которое встречается у 1 % населения разных стран не позволяет употреблять глютен – целиакия [19]. Ореховое и бобовое сырьё не содержат глютен и имеют высокое содержание белка, но могут стать причиной пищевой аллергии [27, 29]. Самым популярным и понятным вариантом «альтернативного молока» для нашей страны являются напитки на зерновой основе. Овсяная крупа - самый распространенный вариант зернового сырья, которое как раз содержит глютен, кроме того, на его основе готовят многие другие варианты растительных напитков, в том числе и овсяные йогурты [25]. Рис - гипоаллергенная злаковая культура с высоким содержанием крахмала, из-за чего напитки на его основе получаются слаще обычного и не вызывают аллергии, как, например, напитки из сои и миндаля [28]. Гречка относится к псевдозерновым культурам, их основное отличие от злаковых в большем содержании белка (до 18,9%) и незаменимых аминокислот, в частности цистеина и метионина, что значительно превышает их содержание в обычных злаках, таких как рис и кукуруза, которые часто используют для производства растительных напитков [15, 17, 20, 21].

На территории России ядрица гречихи является лидером среди всех

вырабатываемых в нашей стране круп на протяжении последних 10 лет [4]. Глубокая переработка зерна гречихи используется для получения белковых изолятов, резистентного крахмала и биофлавоноида рутина [1, 30]. Для увеличения продолжительности хранения гречневую крупу подвергают термической обработке, однако биохимический состав термически обработанной гречневой крупы уступает непропаренному варианту, который получают путём последовательного шелушения крупы, не подвергая воздействию нагрева и пара [18].

Данная работа содержит результаты получения зернового напитка на основе непропаренной гречневой крупы, которая может рассматриваться в качестве самостоятельного продукта.

Целью исследования являлся подбор параметров производства зернового напитка на основе зеленой гречневой крупы.

Материалы и методы

В качестве субстрата использовались обрушенные зерна непропаренной гречневой крупы («Мистраль», Россия), измельченные до состояния муки в несерийной лабораторной планетарной мельнице ПЛ-10 (Россия). Размер гранул крахмала составил от 6 до 90 мкм. Зерно не подвергалось предварительной обработке для сохранения полезных веществ.

Предметом исследования являлась биотехнология переработки зеленой гречневой крупы. Для получения основы напитка использовался ферментативный гидролиз крахмалистых полисахаридов субстрата с максимальным сохранением растворимых пищевых волокон в основе напитка. В таблице 1 представлены данные о ферментных препаратах, используемых в работе.

Таблица 1

Характеристика использованных ферментных препаратов [12, 13, 22]

Table 1

Characteristics of the enzyme preparations used [12, 13, 22]

α-амилазы			
Ферментный препарат	Рабочий диапазон температур, °С	Рабочее значение рН	Производитель
Амилолюкс АТС	30-105	4,0-7,0	«Сиббиофарм», Россия
LpHera	50-95	4,5-7,0	«Novozymes», Дания
BAN 480 L	45-85	5,0-7,5	«Novozymes», Дания
Fungamyl 800L	45-60	4,0-6,5	«Novozymes», Дания
Глюкоамилазы			
Amylase AG 300L	60-65	4,0-6,0	«Novozymes», Дания
Мальтогенные амилазы			
Maltogenase 2x L	70-80	4,5-7,0	«Novozymes», Дания

Амилолитическую активность исследуемых ферментных препаратов определяли по ГОСТ Р 54330-2011 [6]. Кинематическую вязкость опытных образцов определяли по ГОСТ 33768-2015 [5], сухие вещества в напитке определяли методом высушивания в сушильном шкафу до постоянной массы по ГОСТ Р 54607.4-2015 [7]. Общее содержание растворимого белка определяли по методу Лоури [3]; жира – по ускоренному экстракционно-весовому методу определения сырого жира ГОСТ Р 54607.8-2016 [8], редуцирующих веществ – модифицированным методом Бертрана-Шоорля [3].

В конические колбы на 250 см³ помещали навески муки, смешивали ее в определенном гидромодуле и вносили заранее рассчитанное количество ферментных препаратов. Колбы с суспензиями помещали на магнитные мешалки с подогревом (Stegler HS-Pro Digital, Китай) и проводили гидролиз при определенном температурном режиме в течение заданного времени.

После окончания ферментативного гидролиза конические колбы с суспензиями нагревали до 100°C. При данной температуре кипятили содержимое колб в течение 5 мин для инактивации ферментов.

После инактивации ферментов суспензии остужали. Затем подвергали декантации, используя центрифугу (MLW T23D, Украина) при 3500 мин⁻¹ в течение 15 мин. Суспензия разделялась на 2 фракции. Жидкая фракция представляет собой основу зернового напитка.

Результаты и обсуждения

Подбор рациональной концентрации субстрата для ферментативного гидролиза

Немаловажное значение для напитка имеет его вязкость, особенно для зерновых, которые содержат большое количество природного загустителя – крахмала, что может создавать серьезные трудности при производстве жидких напитков. При стерилизующей обработке напитка крахмал сворачивается в нерастворимый сгусток, либо напиток становится очень вязким. Поэтому необходима предварительная обработка крахмала с помощью α-амилаз.

В таком случае этап экстракции заменяют на ферментативный гидролиз. В суспензию вносят термостабильные ферментные препараты в нужной дозировке и выдерживают определенное время при необходимой температуре и постоянном перемешивании. Данная стадия заканчивается нагревом смеси до температуры

инактивации ферментных препаратов [9, 11].

Слишком густой или водянистый варианты не будут обладать нужными органолептическими показателями. Задачей этого этапа было установить рациональное количество сырья, при использовании которого образцы будут обладать минимальной вязкостью, но при этом максимально сохранять вкусовые характеристики используемого сырья. Для исследования были взяты следующие

концентраций суспензий: 10, 15, 20 и 25% (табл. 2). Для каждого гидромодуля фермент вносили в соответствии с рекомендацией производителя. Для экспериментов был взят фермент Амилолюкс АТС в дозировке 1,1 ед. АС / г крахмала в субстрате [12] и Maltogenase 2x L в дозировке 0,4% / г крахмала в субстрате (рис. 1) [13]. В дальнейшем было произведено уточнение рациональных дозировок используемых ферментных препаратов.

Таблица 2

Влияние гидромодуля на характеристики полученной основы напитка

Table 2

Influence of the hydromodulus on the characteristics of the resulting beverage base

Концентрация муки, %	РВ в готовой основе напитка, %	Сухие вещества в готовой основе напитка, %	Вязкость, мПа·с
10%	4,1%	8,5%	12,5 мПа·с
15%	5,8%	12,3%	17,8 мПа·с
20%	6,9%	16,5%	35,3 мПа·с
25%	8,0%	20,9%	50,8 мПа·с

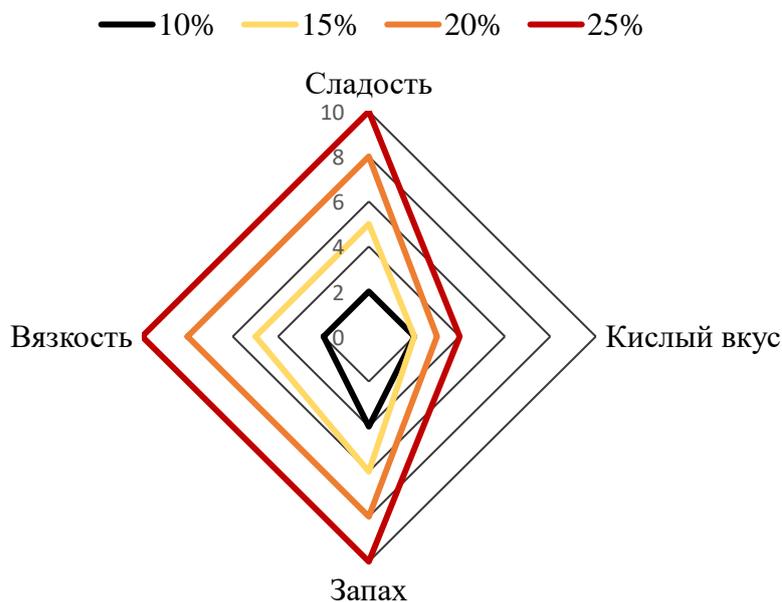


Рис. 1. Сенсорный профиль основ напитков при использовании суспензий разных концентраций

Fig. 1. Sensory profile of beverage bases when using suspensions of different concentrations

Полученные данные свидетельствуют о повышенной вязкости и излишней

сладости образцов с содержанием муки 20 и 25%. Для суспензии 10% были

характерны самые низкие показатели вязкости, однако аромат и вкус полученной основы были менее выражены по сравнению с другими вариантами основ. Результаты позволяют сделать заключение, что наиболее подходящим по вязкости и органолептическим показателям оказался образец с содержанием муки 15%.

Подбор ферментного препарата α -амилазы и его рациональной дозировки для осуществления гидролиза суспензии зеленой гречневой крупы

Выбор подходящего ферментного препарата α -амилазы необходим для максимального сохранения биологически активных веществ, содержащихся

в субстрате, и сокращения производственных затрат на поддержание определенной температуры оборудования.

Для исследования использовались ферментные препараты: LpHera («Novozymes», Дания), Амилолюкс АТС («Сиббиофарм», Россия), BAN 480 L («Novozymes», Дания) – заявленные производителями как термостабильные α -амилазы бактериального происхождения. Фермент для осуществления обработки сырья выбирался по 3 параметрам: активность, термостабильность, рациональная температура разжижения крахмала.

Амилолитическая активность исследуемых ферментов представлена в таблице 3.

Таблица 3

Амилолитическая активность исследуемых ферментов

Table 3

Amylolytic activity of the studied enzymes

Фермент	Амилолитическая активность, АС/см ³
LpHera	2700 ± 135
Амилолюкс АТС	3500 ± 175
BAN 480 L	3000 ± 150

Крахмал гречневой крупы имеет температуру клейстеризации 65 – 67 °С [10]. Это позволяет сделать вывод, что поддерживать температуру гидролиза ниже 60 °С нецелесообразно, т.к. неклеистризованный крахмал хуже подвергается ферментативной обработке α -амилазами в отличие от глюкоамилаз (как правило грибного происхождения), которые наиболее активно действуют на нередуцирующие концы крахмальных цепочек [2]. Для каждого фермента была определена термостабильность путём проведения серий гидролизом при заданной температуре. Данные по термостабильности для исследуемых ферментов представлены на рисунках 2, 3, 4.

Полученные данные не позволяют сделать заключение о вязкости образцов для фермента BAN 480 L, поскольку образцы загустели при остывании, что сделало невозможным измерение вязкости. Это связано с тем, что фермент не подходит для температур выше 60 °С, т.к. в суспензии осталось достаточно непрогидролизованного крахмала для связывания жидкой фазы суспензии.

Результаты термостабильности ферментов LpHera и Амилолюкс АТС представлены на рисунках 3 и 4 соответственно.

Для образцов, обработанных ферментными препаратами LpHera и Амилолюкс АТС определялась вязкость (табл. 4).

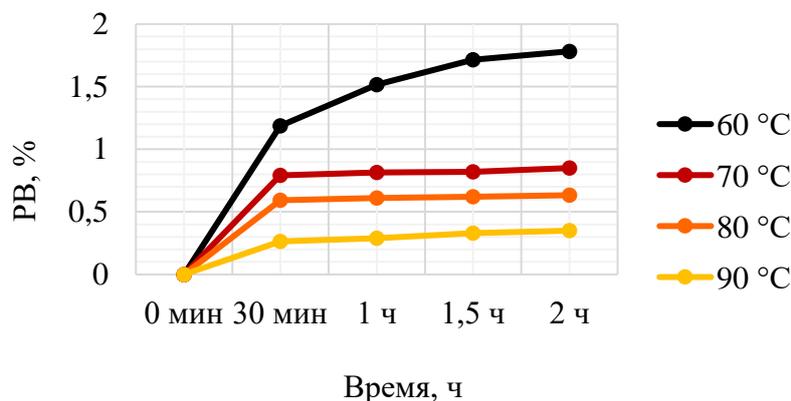


Рис. 2. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при разных вариантах температуры для BAN 480 L

Fig. 2. Dependence of RS accumulation on the process time at different temperature options for BAN 480 L

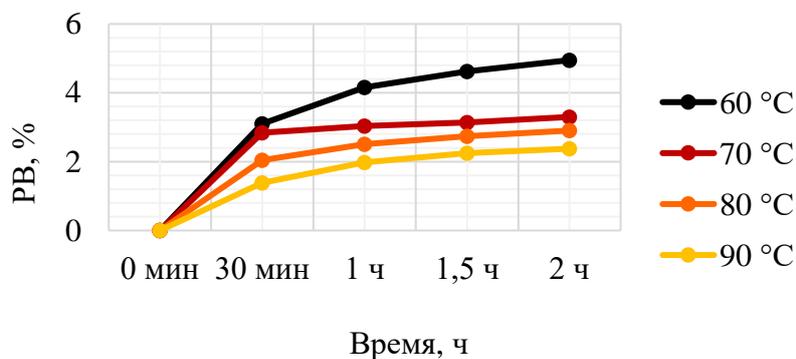


Рис. 3. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при разных вариантах температуры для LpHera

Fig. 3. Dependence of RS accumulation on the process time at different temperature options for LpHera

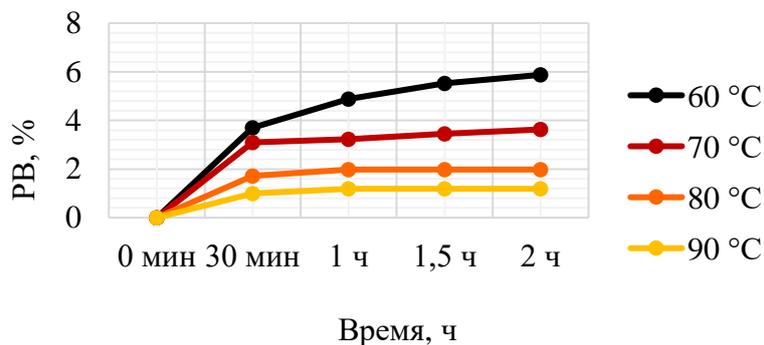


Рис. 4. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при разных вариантах температуры для Амилолюкс АТС

Fig. 4. Dependence of RS accumulation on the time of the process at different temperature options for Amilolux ATS

Таблица 4

Вязкость (мПа·с) образцов в зависимости от температуры проведения процесса

Table 4

Viscosity (mPa·s) of samples depending on the temperature of the process

	60	70	80	90
Амиллюкс АТС	31,5	49,54	59,6	116
LpHera	42,03	40,45	31,8	25,13

Наибольшая вязкость наблюдалась при 60°C для LpHera и 90°C для Амиллюкс АТС, однако повышенная температура негативно влияет на биологически активные вещества зеленой гречки [14]. С точки зрения сохранности биологически активных веществ температура 60°C является наиболее

предпочтительной. Таким образом, для разжижения крахмала гречневой крупы был выбран фермент Амиллюкс АТС с рациональным температурным диапазоном действия при 60-65°C.

Результаты подбора рациональной дозировки фермента представлены на рисунке 5.

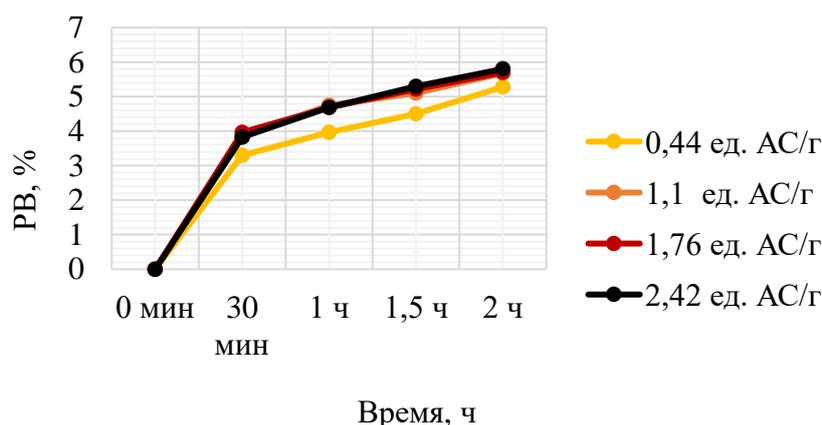


Рис. 5. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при разных дозировках фермента Амиллюкс АТС

Fig. 5. Dependence of RS accumulation on the time of the process at different dosages of the Amilolux ATS enzyme

По графику можно заметить, что, начиная с дозировки 1,1 ед. АС/г крахмала в субстрате, увеличения накопления РВ не наблюдалось. Таким образом, рациональной дозировкой фермента Амиллюкс АТС является 1,1 ед. АС/г крахмала в субстрате.

Подбор ферментного препарата, обеспечивающего требуемые органолептические показатели напитка и его рациональной дозировки для осуществления гидролиза суспензии зеленой

гречневой крупы

Для придания напитку естественной сладости и требуемых органолептических показателей: приятного вкуса и аромата, отсутствия горечи и кислого привкуса – использовались препараты разной субстратной специфичности: α-амилаза Fungamyl 800 L, глюкоамилаза Amylase AG 300L, мальтогенная амилаза Maltogenase 2x L (рис. 6). Препараты вносились в дозировках, рекомендованных производителями [22].

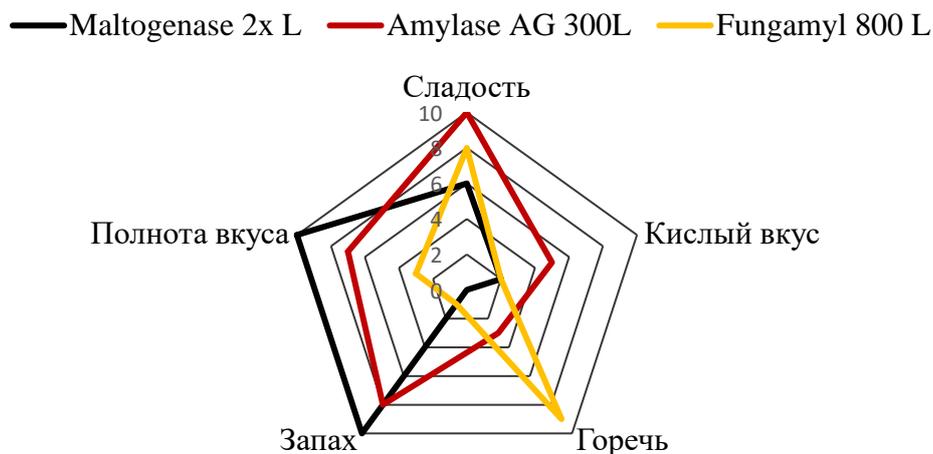


Рис. 6. Сенсорный профиль основ напитков при использовании ферментных препаратов: Maltogenase 2x L, Amylase AG 300L, Fungamyl 800 L

Fig. 6. Sensory profile of beverage bases when using enzyme preparations: Maltogenase 2x L, Amylase AG 300L, Fungamyl 800 L

Анализ полученных данных позволяет выделить среди всех образцов основы, при создании которых использовался фермент Maltogenase 2x L. Помимо этого, данный фермент более предпочтителен для производства. Рабочие температурные значения фермента позволяют вносить его вместе с α -амилазой. Это является следствием бактериальной природы фермента и выделяет его на фоне других ферментов. Amylase AG 300L (глюкоамилаза) и Fungamyl 800 L (осахаривающая α -амилаза) – ферменты грибного происхождения, обладающие низкой термостабильностью. Образец с использованием ферментного препарата Fungamyl 800 L отличался повышенной горечью, невысокой сладостью и невыраженным запахом по сравнению с другими образцами. У образца с использованием Amylase AG 300L отсутствовала горечь и неприятный запах, но он был заметно слаще и обладал кислым послевкусием. В то время, как образец с использованием Maltogenase 2x L

отличался полнотой вкуса и специфическим зерновым запахом, минимальной горечью, кислотностью и умеренной сладостью. В связи с этим два вышеперечисленных фермента не подходят для создания основы зернового напитка.

Для определения рациональных дозировок ферментного препарата Maltogenase 2x L была проведена серия гидролизом (рис. 7).

По графику видно, что концентрации фермента Maltogenase 2x L, превышающие значение 0,13% / г крахмала в субстрате, не оказывали значительного влияния на ускорение накопления РВ. Следовательно, рациональная дозировка фермента Maltogenase 2x L – 0,13% / г крахмала в субстрате.

Подбор рациональных параметров ферментативной биоконверсии для выбранных ферментных препаратов

Была проведена серия исследований для оценки влияния температуры на совместную работу ферментов (рис. 8).

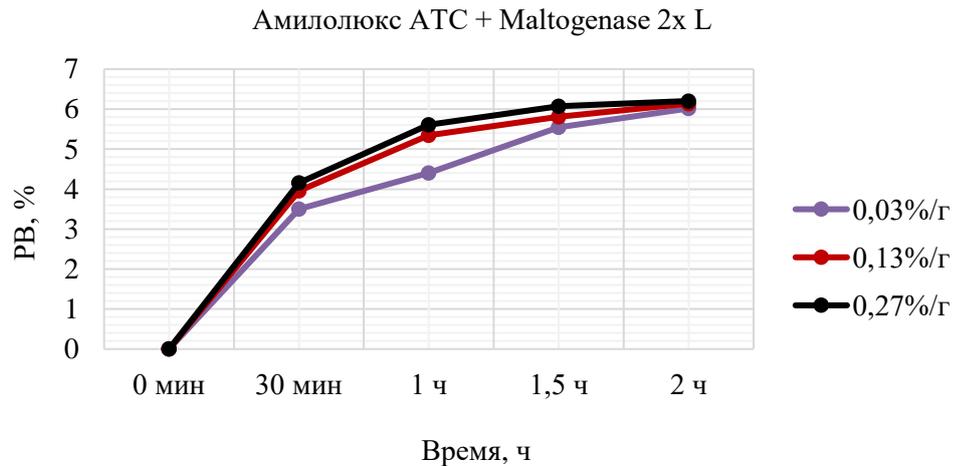


Рис. 7. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при дозировках Maltogenase 2x L

Fig. 7. Dependence of RS accumulation on the time of the process at dosages of Maltogenase 2x L

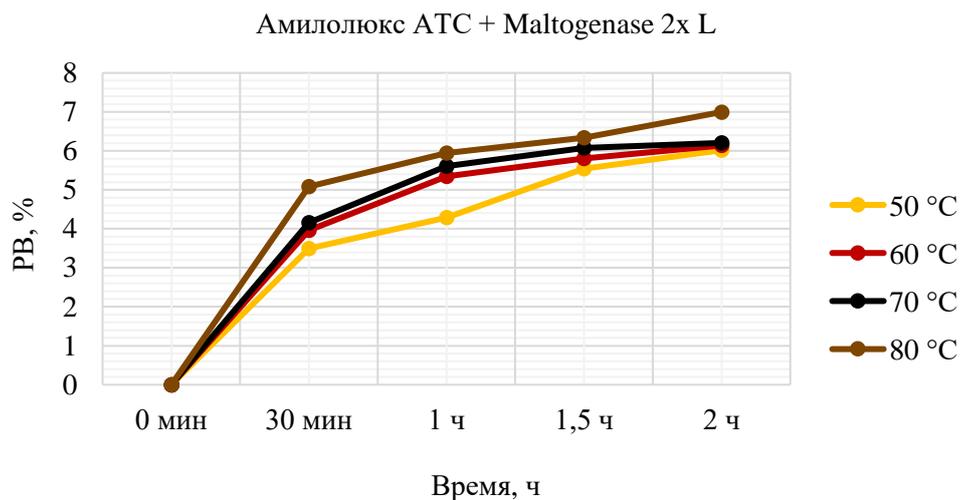


Рис. 8. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при разных вариантах температуры для Амилолюкс АТС

Fig. 8. Dependence of RS accumulation on the time of the process at different temperature options for Amilolux ATS

Учитывая то, что наилучшая эффективность α -амилазы была отмечена при 60°C, а второй фермент не показал большой разницы на накопление РВ, то можно сделать вывод, что при данной температуре гидролиз будет протекать максимально эффективно.

Для установления рациональной

длительности процесса гидролиза выбранные ферментные препараты Амилолюкс АТС и Maltogenase 2x L в количествах 1,1 ед. АС/г крахмала в субстрате и 0,13% от количества крахмала в субстрате соответственно вносили в суспензию и проводили гидролиз (рис. 9).

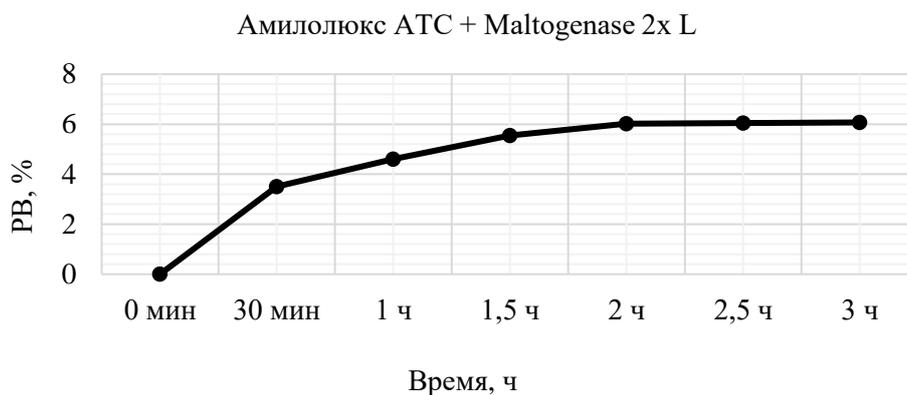


Рис. 9. Зависимость накопления РВ от времени проведения процесса при совместном использовании Амилолюкс АТС и Maltogenase 2x L

Fig. 9. Dependence of RS accumulation on the time of the process when using Amilolux ATC and Maltogenase 2x L together

После 2 ч протекания процесса количество РВ изменяется незначительно. Таким образом, проводить гидролиз в течение большего промежутка времени – нерационально, т.к. для поддержания температуры требуется нагревание до 60°C, что создает дополнительные производственные затраты энергии.

При исследовании химического состава полученной основы зернового напитка были установлены следующие значения показателей: белки – 0,9%, жиры – 0,3%, РВ – 5,80-6,20%, сухие вещества – 11,5%. В дальнейшем данная основа может быть использована для обогащения и создания зернового напитка на основе зеленой гречки.

Выводы

В результате проведенных исследований выявлены технологические параметры ферментативного гидролиза зеленой гречневой крупы для получения основы зернового напитка. Установлена рациональная концентрация субстрата в суспензии – 15%, ферментных препа-

ратов α -амилазного действия (Амилолюкс АТС) и мальтогенного действия (Maltogenase 2x L) в количествах 1,1 ед. АС/г крахмала в субстрате и 0,13% от количества крахмала в субстрате. Достоинством данной технологии является ее простота. У ферментов похожий оптимальный температурный оптимум, поэтому стадии разжижения и осахаривания сырья не разделяются, а проводятся одновременно. Это снижает стоимость производственного процесса. Использование в качестве второго фермента Maltogenase 2x L не дает большого прироста редуцирующих веществ по сравнению с использованием глюкоамилазы и грибной α -амилазы. В результате происходит накопление мальтодекстринов, которые обладают пребиотическим эффектом. Время протекания ферментативного гидролиза – 2 часа, рациональная температура для протекания процесса – 60-65°C. Полученная основа напитка может быть использована для обогащения и получения функционального напитка – альтернативы молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бобков С.В., Лазарева Т.Н. Компонентный состав электрофоретических спектров запасных белков межвидовых гибридов гороха. Генетика. 2012; 48(1): 56-61.

2. О ферментативной атакуемости различных видов крахмала / З. М. Бородина [и др.]. Пищевая промышленность. 2019; 5: 27-32.
3. Лабораторный практикум по дисциплине «Биотехнология ферментных препаратов» / Бутова С.Н. [и др.]. М.: Перо, 2020. 130 с.
4. Варлахова Л.Н., Бобков С.В., Михайлова И.М. Технологические качества зерна гречихи различных сортов. Доклады РАСХН. 2012; 6: 37-40.
5. ГОСТ 33768-2015. Метод определения кинематической вязкости и расчет динамической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей = Method for determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity of transparent and opaque liquids: межгосударственный стандарт: издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 ноября 2016 г. N 1704-ст : введен впервые: дата введения 2017-02-01 / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии» (ФГУП «ВНИИР»). М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
6. ГОСТ Р 54330-2011. Ферментные препараты для пищевой промышленности. Методы определения амилазной активности = Enzyme preparations for food industry. Methods for determination of amylase activity : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 июня 2011 г. № 128-ст: введен впервые: дата введения 2013-01-01 / разработан Государственным научным учреждением Всероссийским научно-исследовательским институтом пищевой биотехнологии Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИПБТ Россельхозакадемии). – М.: Стандартинформ, 2012. 20 с.
7. ГОСТ Р 54607.4-2015. Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 4. Методы определения влаги и сухих веществ = Public catering services. Methods of laboratory quality control of products of public catering. Part 4. Methods for determination of moisture and dry substances: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2015 г. №1884-ст: введен впервые: дата введения 2016-06-01 / разработан Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации» (ОАО «ВНИИС»). М.: Стандартинформ, 2019. 8 с.
8. ГОСТ Р 54607.8-2016. Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 8. Ускоренные методы контроля = Public catering services. Methods of laboratory quality control of products catering. Part 8. Rapid-methods of control: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 сентября 2016 г. № 1027-ст: введен впервые : дата введения 2017-01-01 / разработан Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации» (ОАО «ВНИИС»). М.: Стандартинформ, 2020. 15 с.
9. Егорова Е.Ю. Немолочное молоко: обзор сырья и технологий. Ползуновский вестник. 2018; 3: 25-34.
10. Марьин В.А., Верещагин А.Л. Влияние температурной обработки на доступность минеральной составляющей зерна гречихи, ядра и оболочки. Техника и технология пищевых производств. 2014; 3: 58-63.
11. Меренкова С.П., Андросова Н.В. Актуальные аспекты производства напитков на растительном сырье. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2018; 6(3): 57-67.
12. Сиббиофарм: официальный сайт. URL: <http://www.sibbio.ru> (дата обращения: 20.05.2022).
13. Функциональные пищевые ингредиенты в зерне гречихи и продуктах ее переработки / Т. В. Танашкина [и др.]. Пищевая промышленность. 2019; 2: 18-21.

14. Alonso-Miravalles L., O'Mahony J.A. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients. *Foods* (Basel, Switzerland). 2018; 7(5): 73.
15. Di Rienzo T.G., D'Angelo F. [et al.] D'aversa Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013; 17(2): 18-25.
16. Golob A., Gadžo D., Stibilj V. [et al.] Sulphur interferes with selenium accumulation in Tartary buckwheat plants. *Plant physiology and biochemistry*. 2016; 108: 32-36.
17. Jin H.R., Yu J., Choi S.J. Hydrothermal Treatment Enhances Antioxidant Activity and Intestinal Absorption of Rutin in Tartary Buckwheat Flour. *Foods*. 2019; 9(1): 8.
18. Khairuddin M.A.N., Lasekan O. Gluten-Free Cereal Products and Beverages: A Review of Their Health Benefits in the Last Five Years. *Foods*. 2021; 10(11): 2523.
19. Luthar Z., Golob A., Germ M. [et al.] Tartary Buckwheat in Human Nutrition. *Plants*. 2021; 10(4): 700.
20. Mota C., Santos M., Mauro R. [et al.] Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food chemistry*. 2016; 193: 55-61.
21. Novozymes: официальный сайт. URL: <https://biosolutions.novozymes.com> (дата обращения: 20.05.2022).
22. Pal S., Woodford S. Kukuljan S. Ho Milk Intolerance, Beta-Casein and Lactose. *Nutrients*. 2015; 7(9): 7285-7297.
23. Peyer L.C., Zannini E., Arendt E.K. Lactic acid bacteria as sensory biomodulators for fermented cereal-based beverages. *Trends in Food Science and Technology*. 2016; 54: 17-25.
24. Rasane P., Jha A., Sabhiki L. [et al.] Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods: a review. *J Food Sci Technol*. 2015; 52(2): 662-675.
25. Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *J. Food Sci. Technol*. 2016; 53: 3408-3423.
26. Vanga S.K., Raghavan V. Processing effects on tree nut allergens: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017; 57(17): 3794-3806.
27. Vanga S.K., Raghavan V. How well do plant-based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? // *Journal of food science and technology*. 2018; 55(1): 10-20.
28. Verduci E., D'Elisio S., Cerrato L. [et al.] Cow's Milk Substitutes for Children: Nutritional Aspects of Milk from Different Mammalian Species, Special Formula and Plant-Based Beverages. *Nutrients*. 2019; 11(8): 1739.
29. Vojtiskova P., Kmentova K., Kuban V. [et al.] Chemical composition of buckwheat plant (*Fagopyrum esculentum*) and selected buckwheat products. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2012; 1: 1011-1019.

REFERENCES:

1. Bobkov S.V. Component composition of electrophoretic spectra of storage proteins of interspecific pea. *Genetics*. 2012; 48 (1): 56-61. (In Russ).
2. Borodina Z.M., Lukin N.D., Papakhin A.A., [et al.] On the enzymatic attack ability of various types of starch. *Food industry*. 2019; 5: 27-32. (In Russ).
3. Butova S.N., Churmasova L.A., Indisova G.E. [et al.] Laboratory workshop on the discipline «Biotechnology of enzyme preparations». Moscow: Pero; 2020. (In Russ).
4. Varlakhova L.N., Bobkov S.V., Mikhailova I.M. Technological qualities of buckwheat grain of various varieties. *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2012; 6: 37-40. (In Russ).
5. GOST 33768-2015. Method for determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity of transparent and opaque liquids = Method for determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity of transparent and opaque liquids November 17, 2016 N 1704-st: introduced for the first time: date of introduction 2017-02-01 / developed by the Federal State Unitary Enterprise «All-Russian Research Institute of Flow Measurement» (FSUE «VNIIR»). Moscow: Standartinform; 2019 (In Russ). (In Russ).

6. GOST R 54330-2011. Enzyme preparations for the food industry. Methods for determining amylolytic activity = Enzyme preparations for food industry. Methods for determination of amylase activity: national standard of the Russian Federation: official edition: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of June 15, 2011 N 128-st: introduced for the first time: introduction date 2013-01-01 / developed by the State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Food Biotechnology of the Russian Agricultural Academy (SSI VNIIPBT of the Russian Agricultural Academy). Moscow: Standartinform; 2012. (In Russ).
7. GOST R 54607.4-2015. Catering services. Methods of laboratory control of public catering products. Part 4. Methods for determining moisture and solids = Public catering services. Methods of laboratory quality control of products of public catering. Part 4. Methods for determination of moisture and dry substances: national standard of the Russian Federation : official edition : approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 19, 2015 N 1884-st: introduced for the first time: introduction date 2016 -06-01 / developed by the Open Joint Stock Company «All-Russian Research Institute of Certification» (JSC “VNIIS”). - Moscow: Standartinform, 2019. (In Russ).
8. GOST R 54607.8-2016. Catering services. Methods of laboratory control of public catering products. Part 8. Accelerated methods of control = Public catering services. Methods of laboratory quality control of products catering. Part 8. Rapid-methods of control: national standard of the Russian Federation: official edition: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated September 2, 2016 N 1027-st: introduced for the first time: introduction date 2017-01- 01 / developed by the Open Joint Stock Company «All-Russian Scientific Research Institute of Certification» (JSC «VNIIS»). Moscow: Standartinform; 2020. (In Russ).
9. Egorova E. Yu. Non-dairy milk: a review of raw materials and technologies. *Polzunovskiy vestnik*. 2018; 3: 25-34. (In Russ).
10. Marjin V.A., Vereshchagin A.L. Influence of temperature treatment on the availability of the mineral component of buckwheat grains, kernels and shells. *Technique and technology of food production*. 2014. 3: 58-63. (In Russ).
11. Merenkova S.P., Androsova N.V. Actual aspects of the production of beverages based on vegetable raw materials. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnologies*. 2018; 6 (3): 57-67. (In Russ).
12. Sibbiopharm: official site. URL: <http://www.sibbio.ru> (date of access: 20.05.2022).
13. Tanashkina T.V., Semenyuta A.A., Prikhodko Yu.V. [et al.] Functional food ingredients in buckwheat grain and products of its processing. *Food industry*. 2019. 2: 18-21. (In Russ).
14. Alonso-Miravalles L., O'Mahony J.A. Composition, Protein Profile and Rheological Properties of Pseudocereal-Based Protein-Rich Ingredients. *Foods (Basel, Switzerland)*. 2018; 7(5): 73.
15. Di Rienzo T.G., D'Angelo F. [et al.] D'aversa Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2013; 17(2): 18-25.
16. Golob A., Gadžo D., Stibilj V. [et al.] Sulphur interferes with selenium accumulation in Tartary buckwheat plants. *Plant physiology and biochemistry*. 2016; 108: 32-36.
17. Jin H.R., Yu J., Choi S.J. Hydrothermal Treatment Enhances Antioxidant Activity and Intestinal Absorption of Rutin in Tartary Buckwheat Flour. *Foods*. 2019; 9(1): 8.
18. Khairuddin M.A.N., Lasekan O. Gluten-Free Cereal Products and Beverages: A Review of Their Health Benefits in the Last Five Years. *Foods*. 2021; 10(11): 2523.
19. Luthar Z., Golob A., Germ M. [et al.] Tartary Buckwheat in Human Nutrition. *Plants*. 2021; 10(4): 700.
20. Mota C., Santos M., Mauro R. [et al.] Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food chemistry*. 2016; 193: 55-61.
21. Novozymes: официальный сайт. URL: <https://biosolutions.novozymes.com> (дата обращения: 20.05.2022).

22. Pal S., Woodford S. Kukuljan S. Ho Milk Intolerance, Beta-Casein and Lactose. *Nutrients*. 2015; 7(9): 7285-7297.
23. Peyer L.C., Zannini E., Arendt E.K. Lactic acid bacteria as sensory biomodulators for fermented cereal-based beverages. *Trends in Food Science and Technology*. 2016; 54: 17-25.
24. Rasane P., Jha A., Sabhiki L. [et al.] Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods: a review. *J Food Sci Technol*. 2015; 52(2): 662-675.
25. Sethi S., Tyagi S.K., Anurag R.K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *J. Food Sci. Technol*. 2016; 53: 3408-3423.
26. Vanga S.K., Raghavan V. Processing effects on tree nut allergens: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017; 57(17): 3794-3806.
27. Vanga S.K., Raghavan V. How well do plant-based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? // *Journal of food science and technology*. 2018; 55(1): 10-20.
28. Verduci E., D'Elisio S., Cerrato L. [et al.] Cow's Milk Substitutes for Children: Nutritional Aspects of Milk from Different Mammalian Species, Special Formula and Plant-Based Beverages. *Nutrients*. 2019; 11(8): 1739.
29. Vojtiskova P., Kmentova K., Kuban V. [et al.] Chemical composition of buckwheat plant (*Fagopyrum esculentum*) and selected buckwheat products. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2012; 1: 1011-1019.

Информация об авторах / Information about the authors

Гюльяр Мехмановна Керимова, магистр 1 курса направления «Биотехнология» ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ».

gulya.kerimova.99@mail.ru
тел.: +7 (926) 839 65 82

Иван Андреевич Фоменко, старший преподаватель кафедры биотехнологии и технологии биоорганического синтеза ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», кандидат технических наук;

fomenkoia@mgupp.ru
тел.: +7 (906) 036 06 05

Алина Романовна Пивченко, магистр 1 курса направления «Биотехнология» ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»;

pivchenkoar@mail.ru
тел.: +7 (910) 720 66 54

Илья Романович Соколов, магистр 1 курса направления «Биотехнология» ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»;

radek.sokolov1@yandex.ru
тел.: +7 (962) 968 83 75

Gyullyar M. Kerimova, 1st year Master student in the field of Biotechnology, FSBEI HE «ROSBIOTECH»

gulya.kerimova.99@mail.ru
tel.: +7 (926) 839 65 82

Ivan A. Fomenko, PhD (Eng.), Senior lecturer, Department of Biotechnology and Technology of Bioorganic Synthesis Products, FSBEI HE «ROSBIOTECH»

fomenkoia@mgupp.ru
tel.: +7 (906) 036 06 05.

Alina R. Pivchenko, 1st year Master student in the field of Biotechnology, FSBEI HE «ROSBIOTECH»

pivchenkoar@mail.ru
tel.: +7 (910) 720 66 54

Ilya R. Sokolov, 1st year Master student in the field of Biotechnology, FSBEI HE «ROSBIOTECH»

radek.sokolov1@yandex.ru
tel.: +7 (962) 968 83 75

Поступила в редакцию 10.05.2023; поступила после рецензирования 14.06.2023; принята к публикации 15.06.2023

Received 10.05.2023; Revised 14.06.2023; Accepted 15.06.2023