

Abstract: *The relevance of the use of functional drinks at the present time has been studied. An example of a drink based on rosehip decoction with the addition of pectin is given.*

Key words: *functional drinks, ecology, rose hips, pectin, vitamins, antioxidants*

УДК 637.146.1

**РАЗРАБОТКА ЛИНЕЙКИ ЗАКВАСОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ СО
СПОРООБРАЗУЮЩЕЙ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ БАКТЕРИЕЙ *VACILLUS
COAGULANS***

*Санников Максим Витальевич, лаборант Университета ИТМО НОЦ
Инфохимии, e-mail: mvsannikov@itmo.ru*

*Смирнов Игорь Сергеевич, студент Университета ИТМО факультета
биотехнологий, e-mail: is_smirnov@itmo.ru*

*Осьмак Ольга Олеговна, инженер Университета ИТМО НОЦ Инфохимии,
e-mail: Osmak21@yandex.ru*

*Филозон Владислав Сергеевич, студент Университета ИТМО факультета
биотехнологий, e-mail: fllozon@yandex.com*

*Научный руководитель – Лаврентьев Филипп Витальевич, младший научный
сотрудник НОЦ инфохимии, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
университет ИТМО», e-mail: lavrentev@infochemistry.ru*

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,
Россия, Санкт-Петербург, e-mail: od@itmo.ru

Аннотация: статья содержит описание разрабатываемых заквасок для функциональных продуктов со спорообразующей пробиотической бактерией *Vacillus coagulans*, исследование органолептических и физико-химических показателей (кислотонакопление и скорость сквашивания) экспериментальных образцов сметаны, а так же подбор оптимальных условий культивирования штаммов, используемых в образцах с наилучшими органолептическими и физико-химическими показателями для улучшения технологических показателей закваски.

Ключевые слова: функциональные продукты, закваски, пробиотики, *Vacillus coagulans*, микроорганизмы, консорциум.

В настоящее время в нашей стране актуальность разработки функциональных продуктов в контексте пищевой индустрии нарастает, ввиду различных факторов, которые приводят к росту заболеваний, связанных с пищеварительной системой и обменом веществ, на пример: старение населения,

увеличение числа людей с ослабленным здоровьем и снижение общего уровня физической активности. в России на заболевания желудочно-кишечного тракта приходится около 6 % от всех зафиксированных случаев и в абсолютных значениях превышает 15 млн случаев, и их количество только увеличивается (за последние 3 года прирост составил 3,3%) [1]. Этот факт подчеркивает важность создания инновационных продуктов, способных эффективно влиять на состояние здоровья населения.

Одним из методов решения данной проблемы является регулирование естественной микрофлоры кишечника путем введения пробиотических микроорганизмов, которые влияют на силу иммунной реакции [2]. Хотя этот метод все чаще используется, микроорганизмы, применяемые в настоящее время, часто неустойчивы к агрессивной среде желудка и требуют сложных технологических операций. Следовательно разработка более устойчивых и технологически эффективных решений для успешного решения этой проблемы является достаточно актуальной [3].

Вариантом решения проблемы является пробиотический кисломолочный продукт со спорообразующей бактерией *Bacillus coagulans* в составе, особенностью которого является то, что в агрессивной среде *Bacillus coagulans* выживает за счет образования спор.

Целью исследования является подбор комбинации микроорганизмов для разработки технологии производства функционального продукта - сметаны с пробиотическим действием, а также оптимальными органолептическими и технологическими показателями.

В ходе исследования были подобраны оптимальные сочетания штаммов для производства сметаны в двух основных категориях: комбинации с использованием различных штаммов *Streptococcus thermophilus* и без них: в общей сложности 10 комбинаций, из которых 6 включали различные штаммы *Streptococcus thermophilus*, а 4 – не включали *Streptococcus thermophilus*. Для производства экспериментальных кисломолочных продуктов использовались маточные закваски. Приготовленные продукты проходили органолептическую оценку методом дегустации, в наиболее оптимальных изучали динамику кислотонакопления и скорость сквашивания (путём проведения кислотно-основного титрования продукта с использованием 1% раствора фенолфталеина в качестве индикатора и изменения рН исследуемой системы по часам до полного сквашивания, которое проходило в термостате при температуре $30 \pm 2^\circ\text{C}$). Впоследствии штаммы, используемые для образцов с наивысшим баллом качества, а также оптимальными показателями динамики сквашивания, исследовали для выявления оптимальных условий глубинного культивирования: с добавлением сахарозы или лактозы в питательные среды в качестве ростовой добавки (с массовой долей в итоговом растворе равной 5%), и в чистой питательной среде, а так с культивированием в термостате или шейкере-инкубаторе (с частотой вращения - 180 оборотов в минуту) - в общей сложности 6 систем для каждого из штаммов.

В результате проведения органолептической оценки были получены результаты, приведенные в таблице № 1, в таблицах использовались следующие

сокращения названий штаммов: **В.с.** - *Bacillus coagulans* МТСС 5856, **S.t. 9** - *Streptococcus thermophilus* 9, **S.t. 1-5** - *Streptococcus thermophilus* 1-5 ш-24-с, слизистый, **S.t. 56-45** - *Streptococcus thermophilus* 56-45-3-36-8, неслизистый, **L.l. 335** - *Lactococcus lactis subsp. lactis* 335, **L.c. 123** - *Lactococcus lactis subsp. cremoris* 123, **L.l. 324** - *Lactococcus lactis subsp. lactis* 324, **L.c. 4** - *Lactococcus lactis subsp. cremoris* 4.

Таблица 1

Результаты органолептической оценки экспериментальных образцов сметаны

№	Состав продукта	Внешний вид	Вкус	Запах	Консистенция, однородность	Общий балл качества
1	В.с. + L.c. 4 + L.l. 335	6,71	6,14	6,57	6,57	26,00
2	В.с. + S.t. 9 + L.c. 123 + L.l. 335	6,29	5,86	5,71	6,71	24,57
3	В.с. + L.c. 123+ L.l. 324	6,43	5,86	6,00	6,14	24,43
4	В.с. + S.t. 1-5 + L.c. 123 + L.l. 335	6,14	5,57	6,00	6,43	24,14
5	В.с. + S.t. 56-45 + L.c. 123 + L.l. 335	6,43	5,29	5,86	6,14	23,71
6	В.с. + S.t. 9 + L.c. 4 + L.l. 324	6,43	4,86	6,00	6,14	23,43
7	В.с. + S.t. 56-45 + L.c. 4 + L.l. 324	6,43	5,57	5,00	6,00	23,00
8	В.с. + S.t. 1-5 + L.c. 4 + L.l. 324	6,14	5,14	5,14	6,43	22,86
9	В.с. + L.c. 123+ L.l. 335	6,14	4,29	5,57	6,00	22,00
10	В.с. + L.c. 4 + L.l. 324	1,14	1,29	1,57	1,00	5,00

Наличие термофильных бактерий (*Streptococcus thermophilus*) позволяет получать сметану ускоренным способом, а также добиться формирования густой консистенции сметаны и придать сгустку тиксотропность. В свою очередь, *Lactococcus lactis subsp. lactis* образует в сливках сгусток гомогенной однородной структуры, хорошо удерживающий сыворотку, формирует нежную, плотную консистенцию сметанного крема, а *Lactococcus lactis subsp. cremoris* уменьшает отделение сыворотки, предупреждая образование синерезиса в продукте при длительном хранении и транспортировке. Для исследования физико-химических показателей были отобраны образцы под номерами 1–6 (нумерация в соответствии с таблицей 1). В ходе дальнейшего исследования скорости кислотонакопления и коагуляции белков молока при температуре $30\pm 2^\circ\text{C}$ максимально быстро сквашивание происходило в образцах с добавлением *Streptococcus thermophilus*, а кислотность начала активности расти после часа ферментации (рис. 1).

При исследовании консорциумов микроорганизмов для производства сметаны стоит выделить наиболее предпочтительные сочетания:

- *Bacillus coagulans* MTCC 5856 + *Streptococcus thermophilus* 9 + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 123 + *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 335
- *Bacillus coagulans* MTCC 5856 + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 123 + *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 335.

Таким образом, для исследования условий культивирования были выбраны штаммы: *Bacillus coagulans* MTCC 5856, *Streptococcus thermophilus* 9, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 123, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 335.

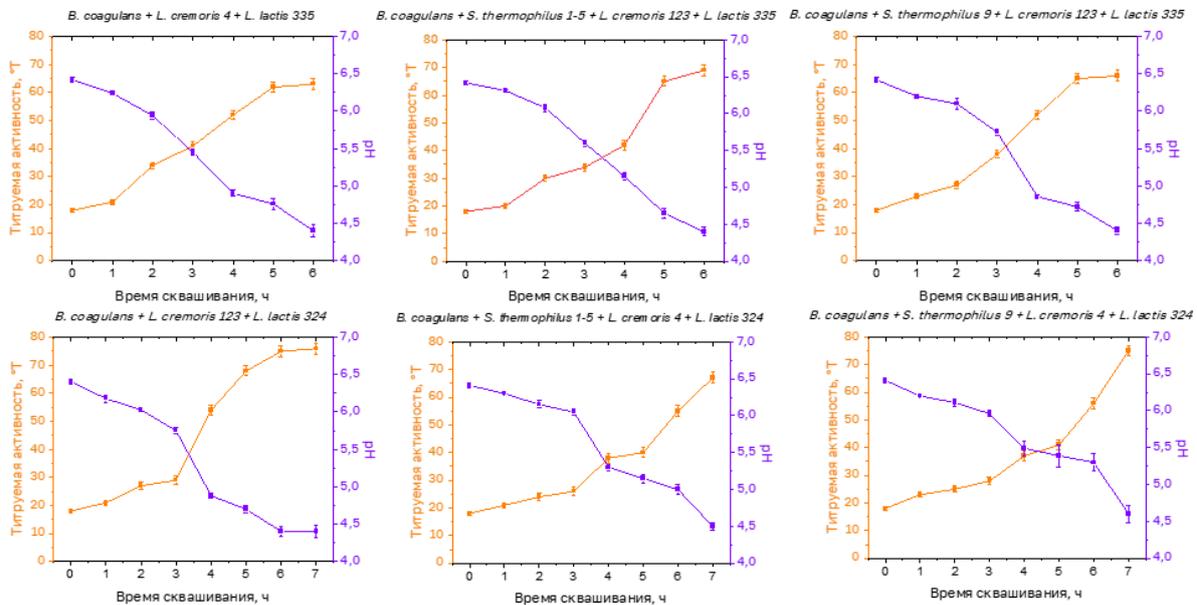


Рисунок 1 – Динамика кислотонакопления в процессе сквашивания сметаны

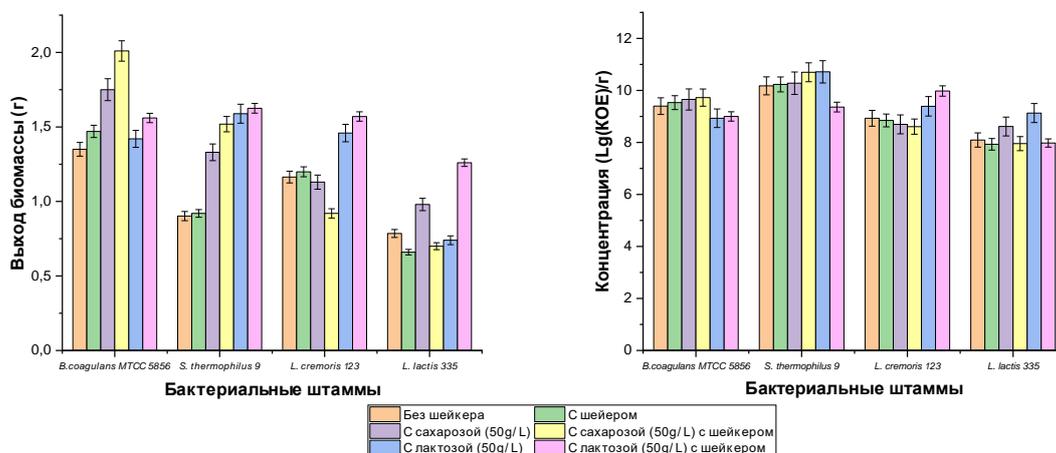


Рисунок 2 – Выход биомассы и концентрация живых бактерий при различных условиях культивирования

Глубинное культивирование в шейкере-инкубаторе позитивно влияет на нарастание биомассы *B.c.* и *S.t.* 9, а также на общую концентрацию живых клеток, в сравнении со стандартным культивированием. Добавление сахарозы в

питательную среду способствует росту *B.c.*, при этом лактоза оказывает лишь незначительное воздействие. Однако, сочетание сахарозы и культивирования в термостате-шейкере демонстрирует значительный прирост биомассы на 50%. При этом сахароза также стимулирует рост *S.t. 9*, но более существенный эффект наблюдается при использовании лактозы.

В отношении *L.l 335* и *L.c. 123* наблюдается иная тенденция. Внесение сахарозы в питательную среду не влияет на рост биомассы, но в сочетании с шейкером приводит к снижению биомассы. Вероятная причина заключается в осмотическом стрессе, приводящем к деформации клеточной стенки и повреждению мембраны бактерий. Лактоза же способствует росту биомассы, особенно в сочетании с шейкером. Стоит отметить, что изменение условий культивирования и состава питательной среды не оказывает значительного воздействия на концентрацию живых клеток в грамме биомассы.

По результатам исследования можно сделать вывод, что оптимальными комбинациями для создания функционального продукта (сметаны) являются *Bacillus coagulans* МТСС 5856 + *Streptococcus thermophilus 9* + *Lactococcus lactis subsp. cremoris 123* + *Lactococcus lactis subsp. lactis 335* и *Bacillus coagulans* МТСС 5856 + *Lactococcus lactis subsp. cremoris 123* + *Lactococcus lactis subsp. lactis 335*. Данные комбинации создают приемлемые и органолептические, и физико-химические свойства.

Библиографический список

1. Здравоохранение в России. 2023: Стат.сб./Росстат. - М., 2023. - 179 с.
2. Lavrentev, F. V., Ashikhmina, M. S., Ulasevich, S. A., Morozova, O. V., Orlova, O. Y., Skorb, E. V., & Iakovchenko, N. V. (2021). Perspectives of *Bacillus coagulans* МТСС 5856 in the production of fermented dairy products. LWT, 148.
3. Высочина И.Л. *B. coagulans* в лечении гастроэнтерологических заболеваний воспалительной и функциональной природы: эффективность с позиций доказательной медицины // Гастроэнтерология. 2018. №4.
4. Особенности использования прямого нагрева при концентрировании сыворотки / А. М. Попов, Н. Н. Турова, Е. И. Стабровская [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-10. – С. 2124-2128

DEVELOPMENT OF A LINE OF STARTER FOR THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL FERMENTED MILK PRODUCTS WITH SPORE-FORMING PROBIOTIC BACTERIA *BACILLUS COAGULANS*

Sannikov Maxim Vitalievich, laboratory assistant at ITMO University REC
Infochemistry, e-mail: mvsannikov@itmo.ru
Smirnov Igor Sergeevich, student at ITMO University, Faculty of Biotechnology,
e-mail: is_smirnov@itmo.ru
Osmak Olga Olegovna, engineer at ITMO University REC Infochemistry,
e-mail: Osmak21@yandex.ru

Philozop Vladislav Sergeevich, student at ITMO University, Faculty of Biotechnology, e-mail: fllozop@yandex.com
Scientific supervisor – Philipp Vitalievich Lavrentev, junior researcher at the Research Center for Infochemistry, National Research University ITMO, e-mail: lavrentev@infochemistry.ru

ITMO University, Russia, St. Petersburg, e-mail: od@itmo.ru

Abstract: *The article contains a description of the developed sourdough starter for functional products with spore-forming probiotic bacteria *Bacillus coagulans*, the study of organoleptic and physicochemical parameters (acid accumulation and speed of fermentation) of experimental samples of sour cream and cottage cheese, as well as the study of the conditions of cultivation of strains to improve the technological aspects of sourdough starter production.*

Keywords: *functional products, sourdough starter, probiotics, *Bacillus coagulans*, microorganisms, consortium.*

УДК 65.65.33

ПРОИЗВОДСТВО ЙОГУРТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сансызбай Тайлан Базылбекқызы, магистрант, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», e-mail: taylan.sansyzbai@bk.ru

Алтайулы Сагымбек, д-р техн. наук, профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», e-mail: sagimbek@mail.ru

Калемшиарив Бегжан, инженер-технолог, магистр техн. наук, , НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», e-mail: begjan.ae@mail.ru

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», Казахстан, Астана, e-mail: agun.katu@gmail.com

Аннотация: в статье рассматривается способ обогащения кисломолочного напитка йогурта растительными компонентами, а именно облепихой и инулином из корня цикория. Обогащение йогурта облепихой повышает содержание витамина С, влияет на вязкость и кислотность йогурта. Инулин является пребиотическим компонентом и положительно влияет на содержание молочнокислых бактерии в готовом продукте. В новом функциональном продукте были определены дозы растительных компонентов, изменение кислотности во время хранения, содержание аскорбиновой кислоты и органолептические показатели готового продукта.