

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ НИЗКОЛАКТОЗНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Исматиллаева Гуласал Рахмат кизи, Азимов Ўткир Наимович

Одной из ключевых задач государственной политики Республики Узбекистан в области здорового питания населения является обеспечение граждан продуктами функционального назначения, обогащенными незаменимыми компонентами и биологически активными веществами. Особое внимание уделяется экологичным биотехнологическим способам переработки вторичного сырья с целью создания новых функциональных продуктов, удовлетворяющих потребности организма человека. Перспективным источником для создания такой продукции является молочная сыворотка. Молочная сыворотка обладает большим биопотенциалом. Известно, что в состав сывороточных белков входят все незаменимые аминокислоты, их количественное содержание приближено к аминокислотному составу «идеального» белка. Кроме сывороточных белков в ней содержатся молочный жир, небелковые азотистые соединения, соли и микроэлементы, витамины и органические кислоты, ферменты и иммунные тела.

Несмотря на высокую биологическую и пищевую ценность, низкую себестоимость сыворотки, объем ее переработки составляет всего около 30%. Переработка молочной сыворотки с применением биотехнологических методов позволяет избежать потерь ценных питательных веществ, улучшить органолептические и реологические характеристики, снизить содержание лактозы в ней. В работе рассмотрен процесс гидролиза молочной сыворотки с применением фермента α -галактозидазы из бактерий *Bacillus licheniformis*. Преимуществами данного фермента являются термостабильность, более высокая удельная активность и способность работать в широком диапазоне pH в сравнении с ферментами, полученными из дрожжей.

Получение низколактозной молочной сыворотки с применением ферментативной обработки является практически значимым при разработке биотехнологий функциональных продуктов питания.

Исходя из всего вышеперечисленного актуальной является разработка биотехнологий функциональных продуктов питания на основе молочно-растительных гелей.

Применение молочной сыворотки ограничивается растворимостью входящей в ее состав лактозы, а наличие лактазной недостаточности у некоторой части населения, обуславливает снижение потребления продуктов переработки молока. Модифицирование молочной сыворотки и придание ей новых свойств позволяет расширить возможности ее практического применения. В связи с этим, изменение свойств молочной сыворотки путем гидролиза лактозы до моносахаридов, глюкозы и галактозы, представляет определенный интерес. Данная модификация позволяет повысить сладость сыворотки, снизить содержание в ней лактозы и уменьшить добавление сахарозы в готовый продукт. Применение ферментных препаратов для гидролиза лактозы в молочной сыворотке является менее затратным с точки зрения аппаратного оформления технологии и качества получаемого продукта, а потому более перспективно для молочной промышленности.

Для изучения процесса гидролиза лактозы в молочной сыворотке был выбран ферментный препарат **В** - галактозидазы, полученный методом глубинной ферментацией селекционного штамма *Bacillus licheniformis*.

В ходе изучения процесса гидролиза молочной сыворотки ферментом **В** - галактозидазы были подобраны следующие параметры:

- температура гидролиза;
- рН среды;
- продолжительность гидролиза;
- концентрация ферментного препарата.

Эффективность проведения процесса контролировали по остаточному содержанию лактозы в гидролизате.

Температура гидролиза является важным параметром проведения ферментативной реакции.

Для определения оптимальной температуры гидролиза было изучено влияние температуры на содержание лактозы в системе. Гидролиз проводили при концентрациях фермента 0,01%, 0,03%, 0,05%, 0,07% при pH = 6,0 в течение 2 часов. Данные приведены на рисунке 8.

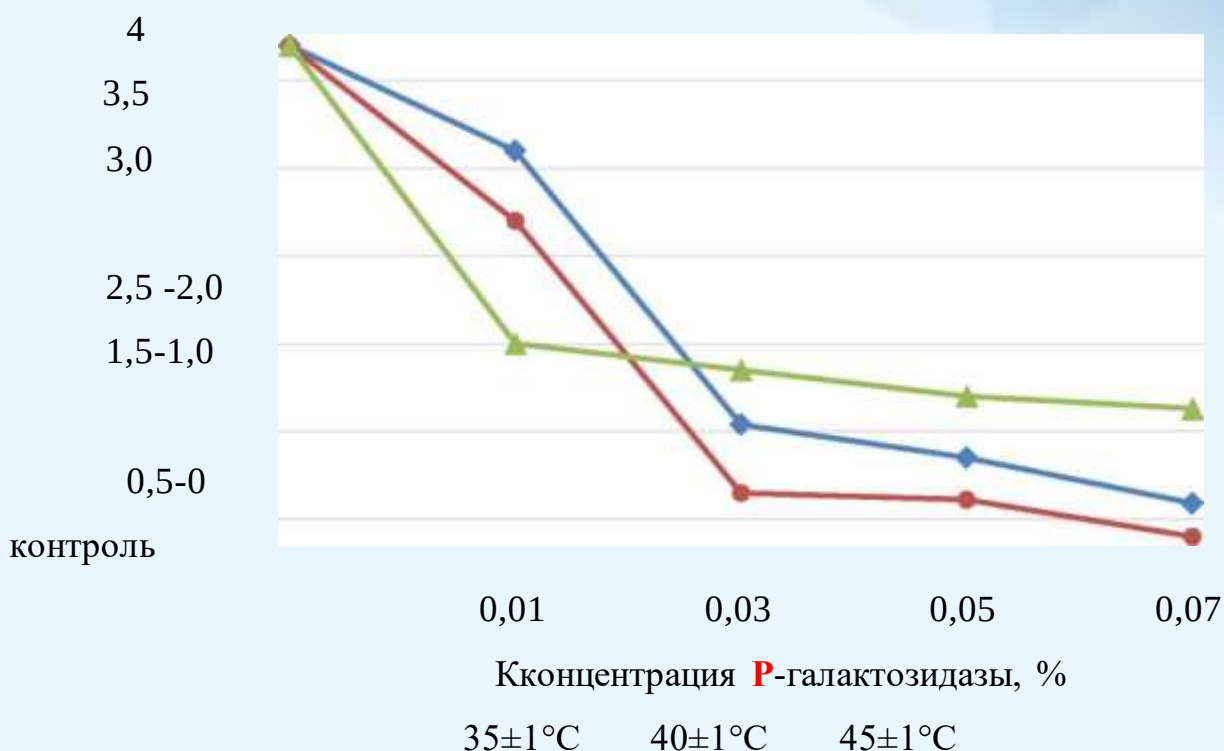


Рисунок 1 - Зависимость остаточного содержания лактозы от температуры гидролиза и концентрации Р-галактозидазы

Из рисунка видно, что при увеличении концентрации ферментного препарата уменьшается остаточное содержание лактозы, при концентрации фермента 0,03% происходит резкое снижение концентрации лактозы в системе, дальнейшее увеличение концентрации фермента приводит к незначительному изменению течения процесса.

При температуре $45 \pm 1^\circ\text{C}$ гидролиз лактозы протекает хуже, что можно объяснить ускорением тепловой денатурации фермента, приводящей к снижению его активности [12].

Оптимальная температура гидролиза молочной сыворотки - $40 \pm 1^\circ\text{C}$, для данной температуры характерны наименьшие показатели остаточного содержания лактозы, так при концентрациях фермента 0,03%, 0,05%, 0,07% содержание лактозы составило 1,15%, 1,11% и 0,9% соответственно.

Для оценки влияния величины pH на процесс гидролиза лактозы изучали действие ферментного препарата при концентрациях 0,01%, 0,03%, 0,05%, 0,07%. Температура проведения процесса $40 \pm 1^\circ\text{C}$, время проведения - 2 часа. Регулирование кислотности сыворотки проводили кислыми солями карбоната натрия. Полученные данные изображены на рисунке 9.

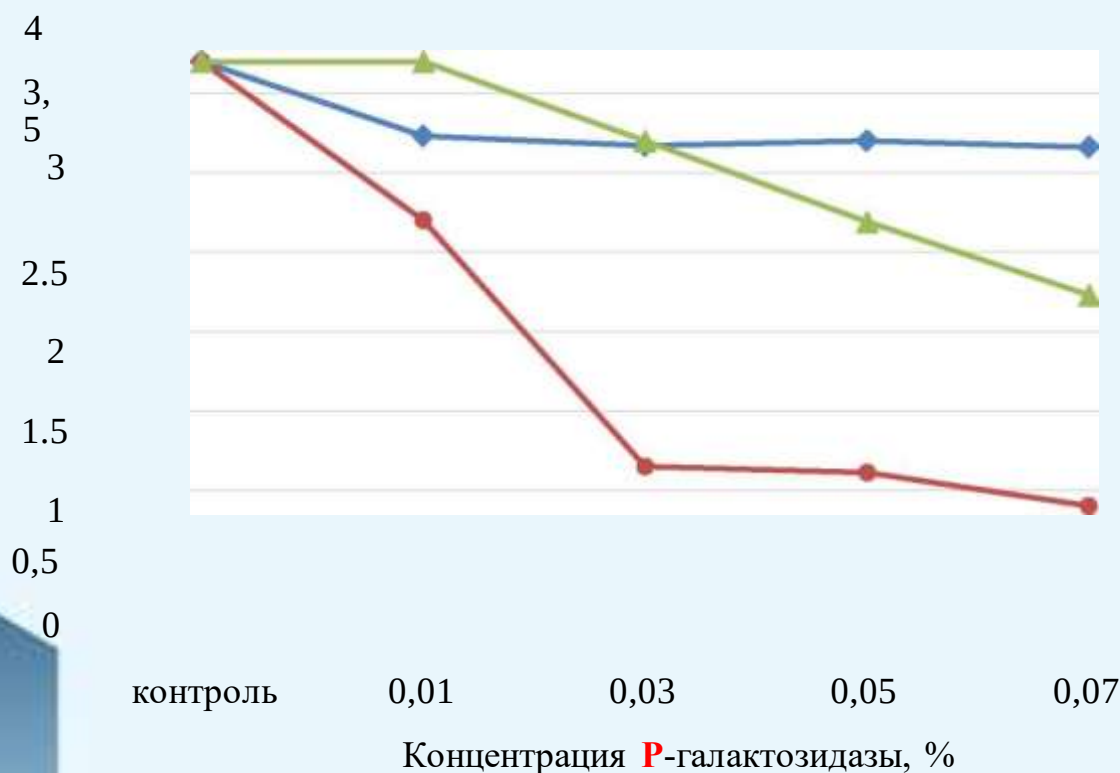


Рисунок 2. - Зависимость содержания лактозы от кислотности среды и концентрации **Р**-галактозидазы

При $pH = 5,5$ остаточное содержание лактозы в молочной сыворотке практически не меняется, увеличение концентрации фермента не приводит к изменению процесса гидролиза. При $pH = 6,5$ и концентрации фермента 0,01 %, гидролиз лактозы не протекает, а при увеличении концентрации от 0,03% до 0,05% осуществляется менее интенсивно по сравнению с $pH = 6$, что свидетельствует о том, что данные условия являются не рациональными для получения гидролизованной молочной сыворотки.

Из рисунка видно, что при концентрации 0,03% снижение массовой доли лактозы наиболее интенсивное и дальнейшее увеличение концентрации приводит к незначительному изменению содержания лактозы в молочной сыворотке. Наиболее активно процесс биологической трансформации лактозы протекает при $pH = 6$, следовательно, данная кислотность среды является оптимальной для получения гидролизованной сыворотки.

Продолжительность процесса гидролиза лактозы определяли при концентрациях фермента 0,01%, 0,03%, 0,05%, 0,07%, pH среды = 6 и температуре $40 \pm 1^\circ C$. Гидролиз проводили в течении 2, 3, 4, 24 часов. Интенсивность протекания процесса оценивали по снижению массовой доли лактозы. Данные сведены в таблицу 6.

Проведенные исследования показывают, что с увеличением времени воздействия **В** - галактозидазы на молочную сыворотку гидролиз лактозы продолжается и ее содержание снижается до 0,1%. Наиболее интенсивно процесс гидролиза лактозы протекает при концентрации фермента 0,05% и длительности процесса 3 часа и при концентрации фермента 0,03% и длительности процесса 4 часа. Дальнейшее увеличение концентрации при указанных продолжительностях гидролиза незначительно влияет на уменьшение остаточного содержания лактозы. При продолжительности гидролиза 24 часа при всех значениях концентрации фермента содержание лактозы составляет менее 0,6%. Данная продолжительность процесса обеспечивает максимальную степень гидролиза в рассматриваемых условиях,

но не является оптимальной ввиду увеличения длительности процесса производства низколактозной молочной сыворотки.

Таблица 6 - Влияние продолжительности гидролиза и концентрации ферментного препарата на содержание лактозы*

Концентрация галактозидазы, %	Массовая доля лактозы, %			
	2 часа	3 часа	4 часа	24 часа
контроль	3,70	3,70	3,70	3,70
0,01	2,70	2,50	2,50	0,60
0,03	1,15	1,00	0,61	0,60
0,05	1,11	0,61	0,60	0,45
0,07	0,90	0,45	0,45	0,10

*приведены результаты в виде средних значений, величина доверительных интервалов средних арифметических значений составила 1,0-2,5% при уровне значимости 0,5.

Исходя из полученных данных, определены параметры гидролиза молочной сыворотки ферментным препаратом **В** - галактозидазы Nola Fit®, активностью 5 500 BLU/г, которые представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Оптимальные параметры гидролиза лактозы в молочной сыворотке

Параметры			
Концентрация в галактозидазы, %	pH	Температура, °C	Продолжительность, ч
0,05±0,005	6,0±0,1	40±1	3

Содержание лактозы в молочной сыворотке ухудшает процесс ее переработки, низкая сладость, растворимость и сбраживаемость микроорганизмами ограничивает ее применение в создании функциональных продуктов. Применение способа модификации лактозы на основании выбранных параметров позволяет получить низколактозную молочную сыворотку с улучшенными свойствами (остаточное содержание лактозы не превышает 0,61%), пригодную для использования в качестве основы для получения молочно-растительных гелей для создания функциональных продуктов питания.

Таким образом, определены оптимальные параметры получения низколактозной молочной сыворотки с применением ферментного препарата **В** - галактозидазы из бактерий *Bacillus licheniformis*. Концентрация **В** - галактозидазы - $0,05 \pm 0,005$ об.%, pH - $6,0 \pm 0,1$, температура - $40 \pm 1^\circ\text{C}$, продолжительность гидролиза - 3 ч.

Использованная литература

1. Ahmatovich R. A. et al. In biocenosis the degree of appearing entomophagous types of vermins which suck tomatoey sowings // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2018. – №. 9-10. – С. 3-5.

2. Сулаймонов Б. А. и др. Фитофаги и виды энтомофагов, встречающиеся в лесном биоценозе // Актуальные проблемы современной науки. – 2021. – №. 1. – С. 64-69.

3. Кимсанбаев Х. Х., Жумаев Р. А. К вопросу размножения *Trichogramma evanescens* для биологической защиты растений // "Международная научная школа" "Парадигма". Лето-2015. – 2015. – С. 34-41.

4. Жумаев Р. А. Биологическая трихограммная *in vitro* усиленная технология. Трихограммная сунгый озикада ўстириш курси (1) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). – 2016.

5. Sulaymonov B. A. et al. Effectiveness of Application of Parasitic Entomophages against Plant Bits in Vegetable Agrobiocenosis // Solid State Technology. – 2020. – Т. 63. – №. 4. – С. 355-363.

6. Kimsanbaev X. X., Jumaev R. A., Abduvosiqova L. A. Determination Of Effective Parasite-Entomofag Species In The Management Of The Number Of Family Representatives In Pieridae //The American Journal of Agriculture and Biomedical Engineering. – 2021. – Т. 3. – №. 06. – С. 135-143.

7. Jumaev R. Invitro rearing of parasitoids //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 371.

8. Кимсанбаев Х. Х. и др. Биоценозда ўсимлик зараркундалари паразит энтомофаглари ривожланиши. «O'zbekiston» НМИУ, –Тошкент. – 2016.

9. Сулаймонов Б. А. и др. Ўрмон биоценозида фитофаг турлари ва улар миқдорини бошқариш «O'zbekiston» НМИУ, –Тошкент. – 2018.

10. Jumaev R., Rakhimova A. Analysis of scientific research on reproduction of species of Trichograms in Biolaboratory //The American Journal of Agriculture and Biomedical Engineering. – 2020. – Т. 2. – №. 08. – С. 148-152.

11. Axmatovich J. R. In vitro rearing of trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae) //European science review. – 2016. – №. 9-10. – С. 11-13.

12. Jumaev R. A. et al. The technology of rearing Braconidae in vitro in biolaboratory //European Science Review. – 2017. – №. 3-4. – С. 3-5.

13. Жумаев Р. А. Массовое размножение трихограммы на яйцах хлопковой совки в условиях биологической лаборатории и ее применение в агробиоценозах //Халқаро илмий-амалий конференция “Ўзбекистон мева-сабзавот маҳсулотларининг устунлиги” мақолалар тўплами. Тошкент. – 2016. – С. 193-196.

14. Жумаев Р. А. Значение представителей семейства BRACONIDAE в регулировании численности совков в агробиоценозах //ЎЗМУ Хабарлари. – 2017. – Т. 3. – №. 1.

15. Жумаев Р. А. РАЗМНОЖЕНИЯ ИН ВИТРО BACON HABETOR SAY И BRACON GREENI ASHMEAD //Актуальные проблемы современной науки. – 2017. – №. 3. – С. 215-218.

16. Axmatovich J. R. In Vitro Rearing of Parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae and Braconidae) //Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences. – 2022. – Т. 4. – С. 33-37.



17.Suleymanov B. A., Jumaev R. A., Abduvosiqova L. A. Lepidoptera Found In Cabbage Agrobiocenosis The Dominant Types Of Representatives Of The Category Are Bioecology //The American Journal of Agriculture and Biomedical Engineering. – 2021. – T. 3. – №. 06. – C. 125-134.