

УДК 663.674:637.146.33

Маругина Елена Валерьевна, Рябцева Светлана Андреевна

ВЛИЯНИЕ ГАЛАКТООЛИГОСАХАРИДОВ НА РАЗВИТИЕ МЕЗОФИЛЬНОЙ ЗАКВАСКИ

В статье приводятся данные о воздействии пребиотической добавки на физико-химические, органолептические и микробиологические показатели смеси для кисломолочного продукта в процессе сквашивания, а также на свойства готового продукта.

Ключевые слова: галактоолигосахариды, многоштаммовая закваска, кислотность, органолептическая оценка, вязкость.

Marugina Elena V., Ryabtseva Svetlana A.

IMPACT OF GALACTO-OLIGOSACCHARIDES ON MESO-PHILIC CULTURE DEVELOPMENT

The article provides data on the impact that prebiotic additive shall have on the physical & chemical, organoleptic, and microbiological features of mixture for fermented dairy products through starting, as well as on the final product.

Key words: galacto-oligosaccharides, multi-culture starter, acidity, organo-leptic evaluation, viscosity.

Значительные изменения в структуре питания, произошедшие за последние тридцать лет, привели к тому, что большая часть населения России страдает от проблем, вызванных недостатком отдельных питательных веществ, а также расстройств, так или иначе связанных с нарушениями в составе микрофлоры кишечника. Восполнить недостаток жизненно важных веществ может введение в ежедневный рацион пребиотиков, т. е. компонентов пищи, которые не перевариваются и не усваиваются в верхних отделах желудочно-кишечного тракта, но ферментируются микрофлорой толстого кишечника человека и стимулируют её рост и жизнедеятельность [1].

Галактоолигосахариды – одни из самых перспективных пребиотиков. ГОС – это неперевариваемые углеводы, состоящие из 1 молекулы глюкозы и нескольких молекул галактозы, с общей длиной цепи от 2 до 7 молекул [2]. К ним проявляется большой практический интерес благодаря ряду полезных свойств, таких как:

- стимулирование жизнедеятельности бифидобактерий и инактивация патогенной микрофлоры;
- адсорбция токсичных метаболитов и вредных ферментов;
- абсорбция минералов и укрепление костей;
- стимулирование функции печени;
- ингибирование образования вторичных желчных кислот;
- антиканцерогенный эффект [3].

Кроме того, представляется возможным промышленное производство ГОС из лактозы.

В научной литературе широко освещается вопрос влияния галактоолигосахаридов на микрофлору кишечника [4], однако крайне незначительно количество исследований, посвященных влиянию ГОС на развитие заквасок для молочных продуктов. В это же время рынок молочных функциональных продуктов в России непрерывно расширяется [5]. Следовательно, представляет интерес исследование влияния галактоолигосахаридов на технологические свойства молочных продуктов. В данной работе была предпринята попытка изучить влияние ГОС на развитие мезофильной закваски и свойства конечного продукта.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях кафедры прикладной биотехнологии Северо-Кавказского федерального университета.

В качестве сырья использовалось молоко коровье стерилизованное с массовой долей жира 0,5%, кислотностью не более 22°Т, плотностью не менее 1027 кг/м³ по ГОСТ Р 52090-2003.

В качестве объектов исследования выступали смеси, сквашенные бактериальной закваской LAT CW L Tm (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lac. lactis* subsp. *cremoris*) производства ООО «Лактина», ЭКОКОМ Болгария.

В качестве пребиотических добавок использовались препараты галактоолигосахаридов 2 видов: с массовой долей активного вещества 28,2 и 45,5 % (ГОС-1 и ГОС-2 соответственно), производство King-Prebiotics, New Francisco (Yunfu) Biotechnology Corporation, Китай. Некоторые показатели использовавшихся препаратов ГОС сведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели препаратов галактоолигосахаридов

Наименование показателя	ГОС-1	ГОС-2
Внешний вид и цвет	Белый порошок	Белый или желтоватый порошок
Вкус	Сладковатый, без посторонних привкусов	Сладковатый, без посторонних привкусов
Массовая доля влаги, %	2,40	4,39
Содержание активного вещества (ГОС), %	28,2	45,5
Массовая доля золы, %	менее 0,10	0,00
pH (для 10% раствора)	5,50	4,57
Общее количество бактерий, КОЕ/г	менее 50	менее 10
БГКП, КОЕ/100г	менее 30	менее 0,3
Патогенные микроорганизмы	не обнаружены	не обнаружены

Исследование проводилось в трех повторностях, в приводящихся данных представлены средние значения.

На первом этапе исследования проводилось сквашивание смеси закваской LAT CW L Tm.

В первом опыте в стерилизованное обезжиренное молоко вносились препараты ГОС-1 и ГОС-2 в количествах 1 %, во втором – в количестве 3 %. Затем в смесь вносилась бактериальная закваска в количестве 5 %. Смесь сквашивалась в течение 8 часов, после чего проводилась оценка образцов по физико-химическим, микробиологическим и органолептическим показателям.

Сквашивание проводили при оптимальной температуре, рекомендуемой для развития микрофлоры закваски *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lac. lactis* subsp. *cremoris*: (30±1)°С.

В процессе сквашивания через каждые два часа контролировали нарастание активной и титруемой кислотности во всех образцах смеси с использованием метода титрования по ГОСТ 3624-92 (по методикам для молока и кисломолочных продуктов).

На следующем этапе определялось количество молочнокислых микроорганизмов в конечном продукте по стандартному методу согласно ГОСТ 10444.11-89.

Далее определялись органолептические показатели образцов смеси методом экспертной оценки путем построения профильных поверхностей. Основными отображаемыми факторами являлись цвет, запах, консистенция, вкус и послевкусие. Следующим этапом стало определение динамической вязкости сквашенной смеси на вискозиметре Брукфильда согласно инструкции.

Завершающим этапом исследования стало определение количества жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов в образцах после 14 суток холодильного хранения. Определение проводилось согласно ГОСТ 10444.11-89.

В первой части эксперимента в один образец вносился препарат ГОС 1 (содержание активного вещества – 28,2%), в другой – ГОС 2 (содержание активного вещества – 45,5 %), оба в концентрации 1 %. Один образец был оставлен как контрольный. Для данной концентрации введены обозначения ГОС-1 (1), ГОС-2 (1) и Контроль (1). Во второй части эксперимента ГОС вносились в концентрации 3 %. Для этой концентрации введено обозначение ГОС-1 (3) и ГОС-2 (3), а также Контроль (3) для контрольного образца.

Результаты измерения титруемой и активной кислотности представлены в таблицу.

Таблица

Влияние ГОС на изменение титруемой и активной кислотности при сквашивании образцов смеси

Время сквашивания	Кислотность									
	После внесения закваски		Через 2 часа		Через 4 часа		Через 6 часов		Через 8 часов	
	т*	а**	т	а	т	а	т	а	т	а
Контроль (1)	19	6,21	34	5,39	60	4,62	68	4,40	75	4,20
ГОС-1 (1)	21	6,31	38	5,52	62	4,51	69	4,33	77	4,08
ГОС-2 (1)	22	6,17	40	5,44	62	4,45	70	4,32	78	4,02
Контроль (3)	21	6,37	30	6,23	40	5,55	58	4,92	74	4,15
ГОС-1 (3)	24	6,32	29	6,24	38	5,58	60	4,90	76	4,03
ГОС-2 (3)	25	6,35	29	6,23	42	5,54	63	4,86	80	3,98

*т – титруемая кислотность, °Т, **а – активная, рН.

Анализ полученных результатов показывает, что внесение препаратов ГОС обуславливает повышение титруемой кислотности в образцах. При внесении препарата в количестве 1 % для образца с ГОС-1 повышение составило $\Delta K=2$ °Т и для образца с ГОС-2 разница с контрольным образцом составила $\Delta K=3$ °Т. Соответственно, при внесении ГОС в концентрации в 3 % разница составила $\Delta K=3$ °Т для ГОС 1 и $\Delta K=4$ °Т для ГОС-2. Следовательно, внесение ГОС значительно повышает начальную кислотность смеси, что объясняется кислой реакцией чистого раствора галактоолигосахаридов.

Через 2 часа после начала сквашивания наблюдается максимальное расхождение значений для титруемой кислотности в образцах с концентрацией ГОС 1 %. Титруемая кислотность образца с ГОС-1 выше кислотности контрольного образца на 11,7 %, и для образца с ГОС-2 – выше на 17,6 %. Однако в конце сквашивания кислотность образца с ГОС-1 выше контрольного на 2,7%, а образца с ГОС-2 – на 4,0 %. Полученное расхождение не превышает статистически значимого результата в 5 %.

Расхождения в значениях активной кислотности не превышают статистически значимого в течение всего периода сквашивания. Следовательно, внесение препаратов ГОС в количестве 1 % не влияет ни на титруемую, ни на активную кислотность конечного продукта.

В образцах с концентрацией ГОС 3 % кислотность нарастала равномерно в течение всего периода сквашивания. Титруемая кислотность готового продукта в образце с ГОС-1 выше кислотности контрольного образца на 2,7 %, а образца с ГОС-2 – на 8,1 %. Таким образом, внесение препарата ГОС-1 в концентрации 3 % не влияет на титруемую кислотность конечного продукта, а внесение ГОС-2 – значительно ее повышает. Следовательно, внесение ГОС в количестве 3 % может ускорить процесс достижения требуемой кислотности.

Разница в активной кислотности в образцах с концентрацией ГОС 3 % в течение всего периода термостатирования не превышает статистически значимого значения. Следовательно, внесение ГОС не влияет на изменение активной кислотности смеси в ходе сквашивания.

На следующем этапе проводилось определение количества жизнеспособной заквасочной микрофлоры после сквашивания. Для удобства сравнения также представлены результаты по количеству заквасочной микрофлоры в образцах после 14 суток холодильного хранения. Полученные данные представлены в виде диаграммы на рис. 1.

Из полученных данных следует, что внесение препаратов ГОС в концентрации 1 % не оказывает влияния на количество микроорганизмов в конце процесса сквашивания, однако способствуют их выживаемости в процессе хранения. Внесение ГОС в количестве 3 % на порядок повышает количество жизнеспособной микрофлоры и в готовом продукте, и в ходе хранения. Данные представлены в виде диаграммы на рис. 1.

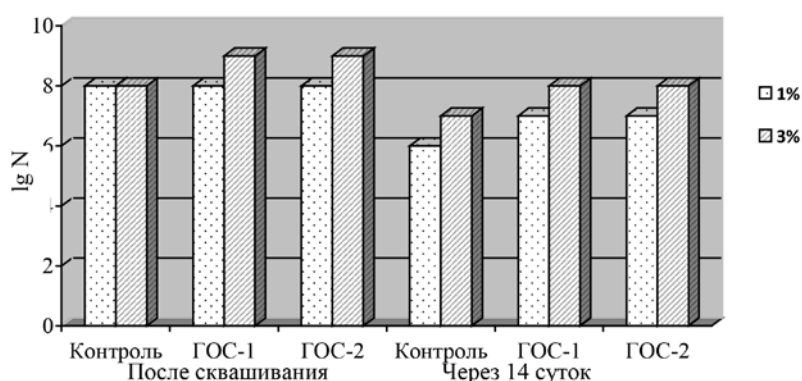


Рис. 1. Влияние галактоолигосахаридов на развитие заквасочной микрофлоры

Органолептическая оценка смесей сразу после сквашивания показала, что в образцах с концентрацией ГОС 1 % визуально отмечается более густая консистенция и меньшее отделение сыворотки в процессе хранения. Для всех образцов был характерен равномерно белый цвет. В образцах с ГОС помимо свежего кисломолочного запаха и вкуса, характерных для данного вида закваски, отмечались приятный ореховый аромат и мягкое послевкусие.

В образцах с концентрацией ГОС 3 % наблюдалось отделение сыворотки, более выраженное в контрольном образце. Визуально образцы с ГОС были гуще, с более равномерной консистенцией. В образцах с ГОС аромат оказался менее выраженным, чем в контрольном образце. Также в обоих образцах с 3 % ГОС наблюдался значительный сладковатый привкус и стойкое ореховое послевкусие. Следовательно, галактоолигосахариды можно использовать как частичную замену вносимой сахарозе (при производстве десертов), а также использовать для улучшения консистенции конечного продукта.

Завершающим этапом исследования стало определение вязкости образцов готового продукта. Полученные данные представлены на рис. 2.

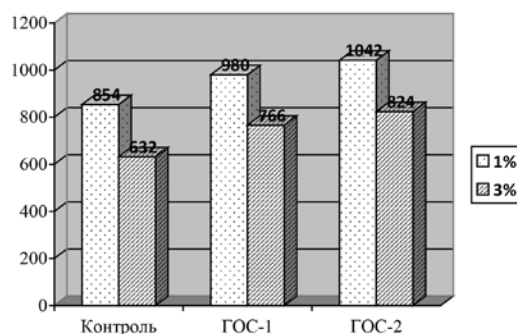


Рис. 2. Влияние галактоолигосахаридов на вязкость сквашенной смеси

Из представленных данных следует, что внесение препарата ГОС-1 в количестве 1 % повышает вязкость на 14,7 %, а ГОС-2 в том же количестве – на 22,0 %. При внесении в смесь 3 % ГОС-1 вязкость повышается на 21,2 %, а ГОС-2 – на 30,4 %. Таким образом, внесение галактоолигосахаридов значительно повышает вязкость сквашенной смеси, а следовательно, ГОС можно использовать для улучшения консистенции кисломолочных продуктов.

Итак, на основании полученных результатов исследования можно сделать вывод о том, что препараты галактоолигосахаридов стимулируют развитие и выживаемость в ходе холодильного хранения микроорганизмов закваски. Также выявлено, что внесение ГОС в концентрации 3 % может значительно влиять на технологические свойства сквашиваемой смеси. ГОС повышают вязкость сквашенной смеси, а также могут повышать титруемую кислотность смеси. Следовательно, применение галактоолигосахаридов может позволить сократить время сквашивания, улучшить текстуру получаемого сгустка, а также частично заменить сахарозу в производстве молочных десертов на основе мезофильной закваски.

Литература

1. Микрюкова Н. В. Основные аспекты получения функциональных продуктов питания // Молодой ученый. 2012. № 12. С. 90–92.
2. Malla S. Assessing the functional foods and natural health products industry: a complete overview and literature review / S. Malla, J. Hobbs, E.K. Sogah, M.T. Yeung. // April 2013. 17 p.
3. Generally Recognized as Safe (GRAS) Determination for the Use of Galacto-Oligosaccharides (GOS) in Foods and Infant Formulas. Spherix Consulting, Inc. Bethesda, USA. February 3, 2010. 102 p.
4. Icon Group International, Inc. The 2013-2018 World Outlook for Functional Foods and Drinks. 2013. P. 196.
5. Российский рынок пребиотиков олигосахаридов (растительного и животного происхождения) в 2010 году // Маркетинговый обзор. 2010. 149 с.

УДК 637.146.4

**Меркель Артур Сергеевич, Эчер Иржи,
Евдокимов Иван Алексеевич, Храмов Андрей Георгиевич**

ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ОБРАТНЫМ ОСМОСОМ

В статье обоснована возможность и представлены результаты лабораторных исследований применения электродиализа при удалении минеральных компонентов из молочной сыворотки. Рассчитаны и показаны технические параметры работы электродиализной установки (EDR-Z).

Ключевые слова: молочная сыворотка, мембранные процессы, обратный осмос, электродиализ, деминерализация.

**Merkel Arthur S., Echer George, Evdokimov Ivan A., Khramtsov Andrey G.
RECYCLING OF SECONDARY RAW MILK**

WHEY DEMINERALIZATION AFTER THE TREATMENT BY REVERSE OSMOSIS

The possibility and the results of laboratory studies with the use of electrodialysis removing minerals from whey have been presented. The technical parameters of the electrodialysis installation (EDR-Z) have been calculated and displayed.

Key words: whey, membrane processes, reverse osmosis, electrodialysis, demineralization.

В процессе производства сыра, творога, казеина или белковых концентратов происходит разделение молока на белково-жировые или белковые концентраты и бесказеиновую фазу – молочную сыворотку.