

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СМЕТАНЫ

О. И. Скокова, Ю. Ю. Чеканова

Изучены изменения органолептических показателей сметаны, а также динамика изменения титруемой и активной кислотностей, влагоудерживающей способности и реологических показателей продукта, изготовленного с использованием ферментного препарата трансглутаминазы в процессе хранения при температуре 4 ± 2 °С. Разработаны рациональные параметры применения фермента трансглутаминазы при производстве сметаны с массовой долей жира 25 %.

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь активно совершенствуются технологии ферментированной молочной продукции, в том числе сметаны. Однако одной из наиболее острых проблем производства этого продукта является получение пластичной кремообразной консистенции без образования колющегося сгустка и отделения сыворотки при механическом воздействии. Вместе с тем на сегодняшний день наиболее эффективным способом улучшения качества ферментированной продукции, в том числе сметаны, является модификация молочных белков с помощью специальных ферментов, к которым относится трансглутаминаза (далее ТГ), способствующая образованию поперечных и перекрестных связей между белковыми молекулами [1]. Согласно литературным данным [2–8], величина модификации физических свойств ферментированных продуктов под воздействием ТГ зависит от правильно выбранной дозы ферментного препарата, а также условий и способов его применения, что, в свою очередь, влияет на степень индуцированного сшивания белка молока специфическими изоцептидными связями. При этом перекрестное связывание приводит к образованию димеров, тримеров, крупных белковых полимеров и уменьшению степени диссоциации казеина, что оказывает положительное влияние на гелеобразующие свойства продукта. Причем сшивание белковых молекул происходит до тех пор, пока пептид-связанные остатки глутамина и лизина станут недоступными для фермента.

В связи с вышеизложенным целью работы явилось изучение влияния фермента трансглутаминазы на качественные показатели сметаны и разработка оптимальных технологических параметров производства сметаны с трансглутаминазой.

Результаты исследований и их обсуждение

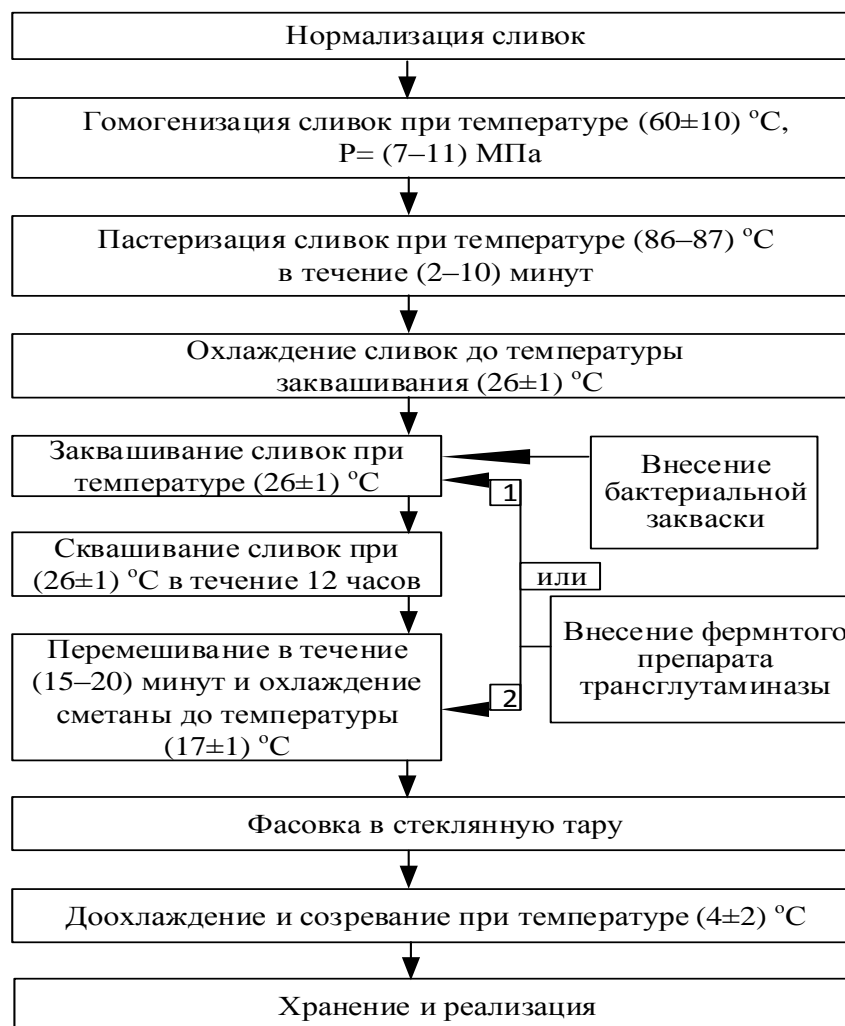
В качестве опытных образцов выступали образцы сметаны с массовой долей жира 25 %, выработанные из гомогенизированных сливок с массовой долей жира 25 % в лабораторных условиях Могилевского государственного университета продовольствия с использованием лиофилизированной бактериальной закваски SM-B1 производства компании «MIR» (Италия) из расчета 5 единиц активности на 500 кг сливок и ферментного препарата трансглутаминазы «Кезозим» активностью 250 ед. производства компании «Hydrosol» (Германия). Ферментный препарат вносили на стадии сквашивания одновременно с основной заквасочной микрофлорой в дозе 0,025 % (опыт № 1), 0,05 % (опыт № 2), 0,075 % (опыт № 3) от массы нормализованной смеси и на стадии перемешивания после сквашивания перед созреванием (далее стадия перемешивания) в дозе 0,025 % (опыт № 4).

В качестве контрольных образцов выступали образцы сметаны с массовой долей жира 25 %, изготовленные без добавления трансглутаминазы.

Общая технологическая схема изготовления сметаны при проведении исследований в лабораторных условиях представлена на рисунке 1.

Все образцы сметаны исследовали в течение 20-ти суток хранения в лабораторных условиях. Для этого после проведения процесса сквашивания готовый продукт упаковывали в стеклянную тару и направляли в холодильную камеру для созревания сметаны до достижения в продукте температуры $(4\pm 2)^\circ\text{C}$, после чего процесс производства сметаны считался законченным. Контролируемыми точками явились: 1, 2, 8, 14 и 20-е сутки хранения.

В работе использовали стандартные методы исследований: титруемую кислотность образцов сметаны определяли титриметрическим методом по ГОСТ 3624, активную кислотность с использованием рН-метра HI 8314, влагоудерживающую способность по количеству выделившейся сыворотки в 10 мл сметаны при центрифугировании с использованием центрифуги (в см^3). Эффективную вязкость определяли с использованием вискозиметра VT6/7 Plus. Для каждого образца были определены зависимости вязкости от градиента скорости сдвига. Методом математической статистики были определены уравнения, их описывающие. Затем были рассчитаны по полученным уравнениям значения вязкости каждого исследуемого образца при градиенте скорости, равном 10 с^{-1} .



1 – внесение ТГ на стадии заквашивания; 2 – внесение ТГ на стадии перемешивания

Рисунок 1 – Технологическая схема производства сметаны с трансглутаминойзой

Органолептические показатели сметаны оценивали в соответствии с разработанной условной десятибалльной шкалой, представленной в таблице 1.

Образцы сметаны оценивали по органолептическим показателям с учетом критериев, отраженных в таблице 2.

Таблица 1 – Условная десятибалльная шкала оценки органолептических показателей сметаны

Наименование показателя	Условный балл	Характеристика показателя
Вкус и запах	5	Чистые без посторонних привкусов и запахов, мягкий кисломолочный вкус и аромат, приятный сливочный вкус
Консистенция и внешний вид	5	Нежная, однородная, густая, кремообразная, с глянцевой поверхностью, без ощутимых частиц молочного жира, с молочно-белым оттенком

Таблица 2 – Условная десятибалльная шкала оценки органолептических показателей сметаны с учетом скидки баллов

Наименование и характеристика показателя	Скидка, балл	Оценка, балл
Вкус и запах (5 баллов)		
Отличный	0	5
Хороший	1	4
Слабо выраженный вкус и аромат	2	3
Выраженная кислотность	3	2
Излишне выраженный кисломолочный и сливочный вкус	4	1
Прогорклый, горький, затхлый, дрожжевой, перекисший	5	0
Консистенция и внешний вид (5 баллов)		
Отличная	0	5
Хорошая, с небольшим отделением сыворотки	1	4
Однородная, незначительная крупитчатость	2	3
Неоднородная, крупитчатая, отделение сыворотки	4	1
Неоднородная, крупные агрегаты белка	5	0

Органолептическая оценка исследуемых образцов сметаны при хранении представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка органолептических показателей сметаны при хранении

Исследуемый образец	Условный балл	Исследуемый образец	Условный балл
1-е – 8-е сутки		14-е – 20-е сутки	
Контроль	8,0	Контроль	1,0
Образец № 1 (доза 0,025; стадия заквашивания)	8,0	Образец № 1 (доза 0,025; стадия заквашивания)	8,0
Образец № 2 (доза 0,05; стадия заквашивания)	5,0	Образец № 2 (доза 0,05; стадия заквашивания)	5,0
Образец № 3 (доза 0,075; стадия заквашивания)	5,0	Образец № 3 (доза 0,075; стадия заквашивания)	5,0
Образец № 4 (доза 0,025; стадия перемешивания)	12,0	Образец № 4 (доза 0,025; стадия перемешивания)	12,0
9-е – 13-е сутки			
Контроль	7,0		
Образец № 1(доза 0,025; стадия заквашивания)	8,0		
Образец № 2 (доза 0,05; стадия заквашивания)	5,0		
Образец № 3 (доза 0,075; стадия заквашивания)	5,0		
Образец № 4 (доза 0,025; стадия перемешивания)	12,0		

В ходе исследований установлено (таблица 3), что в контрольных образцах сметаны на 1-е сутки хранения наблюдалось небольшое отделение сыворотки и уже на 14-е сутки сметана получила наименьший балл, что связано с неоднородной консистенцией, перекисшим вкусом и ароматом, а также наличием сыворотки на поверхности продукта. Опытные образцы сметаны № 4 обладали наилучшими органолептическими показателями на протяжении исследуемого срока хранения: более мягкий кисломолочный вкус и аромат, приятный сливочный вкус, без выделения сыворотки по сравнению с контрольными образцами сметаны. В исследуемых опытных образцах сметаны № 1 наблюдалась незначительная крупитчатость, которая не ощущалась на вкус. С увеличением дозы ТГ в исследуемых опытных образцах сметаны (а именно, опытные образцы № 2 и 3) на протяжении 20-ти суток хранения наблюдались излишне выраженный сливочный и кисломолочный вкус, а также крупные агрегаты белка по всей массе продукта, что значительно ухудшало его потребительские свойства. Результаты исследования физико-химических показателей сметаны представлены в таблице 4.

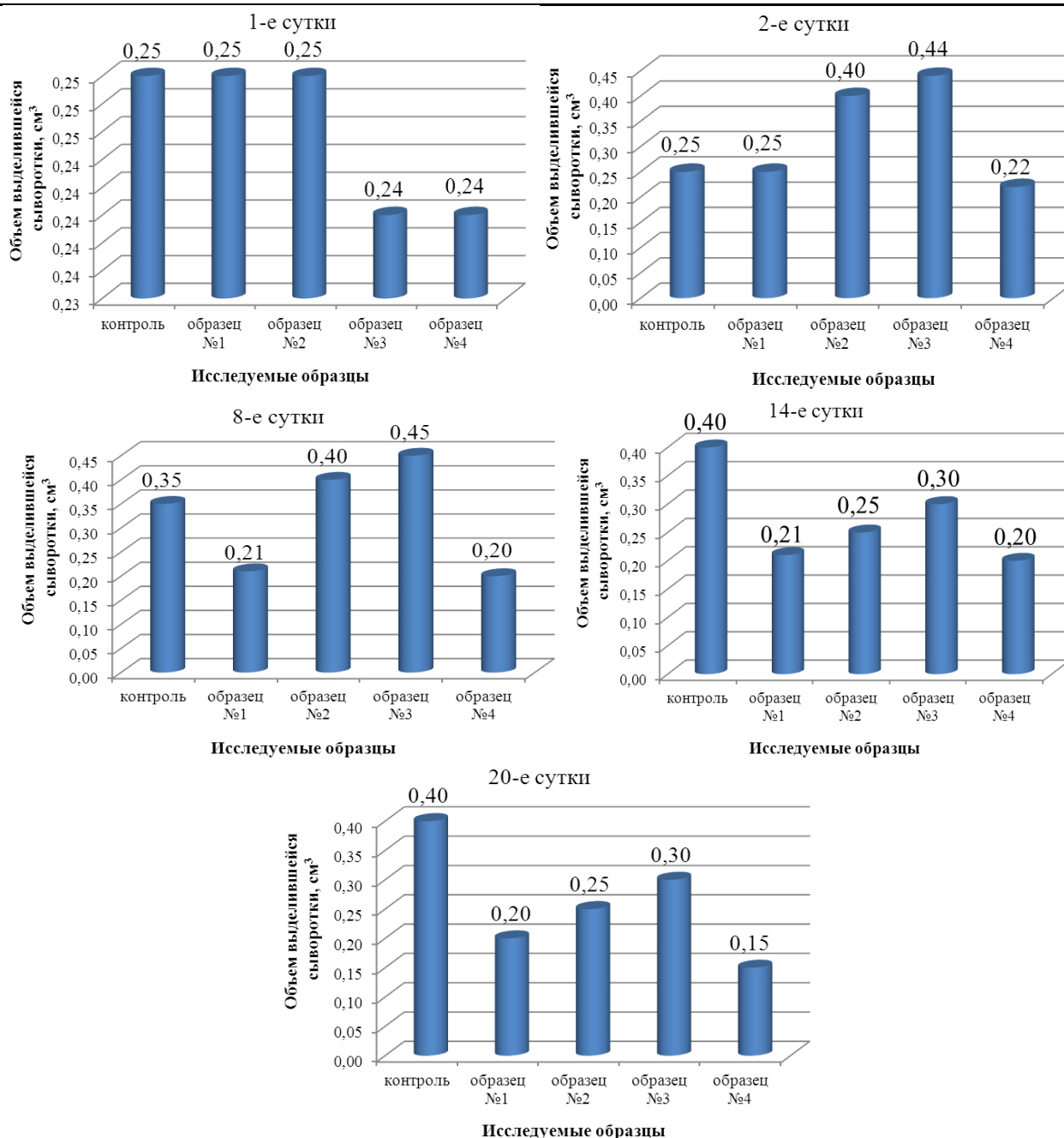
Таблица 4 – Физико-химические показатели сметаны

Исследуемые образцы	Титруемая кислотность, °Т/Активная кислотность, ед. рН				
	Продолжительность хранения, сут				
	1	2	8	14	20
Контроль	71/4,4	73/4,4	77/4,4	70/4,3	66/4,3
Образец № 1 (доза 0,025; стадия заквашивания)	62/4,5	64/4,5	69/4,4	69/4,3	72/4,2
Образец № 2 (доза 0,05; стадия заквашивания)	62/4,5	65/4,4	66/4,3	70/4,3	69/4,3
Образец № 3 (доза 0,075; стадия заквашивания)	58/4,4	60/4,4	64/4,4	69/4,3	66/4,3
Образец № 4 (доза 0,025; стадия перемешивания)	65/4,5	66/4,5	67/4,5	69/4,3	70/4,3

Как видно из таблицы 4, во всех исследуемых образцах сметаны на протяжении 8-ми суток хранения титруемая кислотность незначительно увеличивалась, это же подтверждено снижением активной кислотности, что может быть связано с развитием в процессе хранения основной заквасочной микрофлоры и накоплением молочной кислоты. В контрольных образцах сметаны, начиная с 14-ти суток хранения, титруемая кислотность стала снижаться, а в опытных образцах № 1 и 4, наоборот, продолжала незначительно возрастать. Однако в опытных образцах сметаны № 2 и 3 на 20-е сутки хранения кислотность начала незначительно снижаться, это же подтверждено увеличением активной кислотности, что, в свою очередь, можно объяснить отмиранием основной заквасочной микрофлоры и развитием в готовом продукте посторонних микроорганизмов.

Динамика изменения влагоудерживающей способности в процессе хранения исследуемых образцов сметаны представлена на рисунке 2.

Установлено (рисунок 2), что в контрольных образцах сметаны наблюдалось ухудшение влагоудерживающей способности в процессе хранения, что определялось увеличением объема выделившейся сыворотки. Вместе с тем, опытные образцы сметаны № 1 и № 4 по сравнению с контрольными и опытными образцами № 2 и 3 характеризовались наименьшим объемом выделившейся сыворотки, то есть наилучшей влагоудерживающей способностью. При этом в течение 20-ти суток хранения влагоудерживающая способность опытных образцов № 1 и 4 улучшалась. Напротив, в опытных образцах № 2 и 3 наблюдалось увеличение объема выделившейся сыворотки в процессе хранения в течение 14-ти суток. Однако, начиная с 14-ти суток хранения, влагоудерживающая способность в опытных образцах № 2 и 3 улучшалась, что связано со способностью фермента «сшивать» белковые молекулы с течением времени на протяжении всего интервала хранения.



образец № 1 (доза 0,025; стадия заквашивания);
 образец № 2 (доза 0,05; стадия заквашивания);
 образец № 3 (доза 0,075; стадия заквашивания);
 образец № 4 (доза 0,025; стадия перемешивания)

Рисунок 2 – Динамика изменения влагоудерживающей способности сметаны при хранении

Динамика изменения эффективной вязкости представлена на рисунке 3.

Проанализировав полученный график (рисунок 3) выявлено, что в опытных образцах сметаны № 1 и 4 эффективная вязкость увеличивалась. Причем в опытных образцах сметаны № 2 и 3 вязкость определить не удалось на протяжении всего исследуемого периода, что было связано с очень густой и плотной консистенцией продукта. На 7-е – 20-е сутки эффективную вязкость также невозможно было определить в опытных образцах сметаны № 1 и 4, поскольку значения превышали предел измерения прибором из-за очень густой консистенции сметаны. Таким образом следует, что ТГ увеличивает вязкость продукта в процессе хранения.



Рисунок 3 – Динамика изменения эффективной вязкости сметаны при градиенте скорости 10 с^{-1} при хранении

Заключение

Обоснованы рациональные параметры применения ферментного препарата трансклутаминазы при производстве сметаны. Установлено, что для получения продукта, характеризующегося густой, кремообразной консистенцией с мягким кисломолочным вкусом и ароматом, приятным сливочным вкусом, без выделения сыворотки, необходимо вносить фермент в дозе 0,025 % от массы нормализованной смеси на стадии заквашивания или на стадии перемешивания после сквашивания перед созреванием.

Литература

- 1 Скокова, О. И. Влияние трансклутаминазы на текстурные свойства и консистенцию сметаны / О. И. Скокова, Ю. Ю. Чеканова // Проблемы и перспективы развития инновационного сотрудничества в научных исследованиях и системе подготовки кадров: материалы междунар. научно-практич. конф., Бухара / Инженерно-технологический институт. – 2017. – С. 11.
- 2 BÖnisch, M. P. Transglutaminase cross-linking of milk proteins and impact on yoghurt gel properties / M. P. BÖnisch, M. Huss, K. Weitzl, U. Kulozik // International Dairy Journal. – 2007. – № 17 (11). – P. 1360 – 1371.
- 3 Lorenzen, P. C. Effects of varying time/temperature-conditions of pre-heating and enzymatic cross-linking on techno-functional properties of reconstituted dairy ingredients // Food Res. Int. – 2007. – № 40. – P. 700 – 708.
- 4 Ozer, B. Incorporation of microbial transglutaminase into nonfat yoghurt production / B. Ozer, H. AvniKirmaci, S. Oztekin, A. Hayaloglu, M. Atamer // International Dairy Journal. – 2007. – Vol. 17. – No. 3. – P. 199 – 207.
- 5 Partscytfeld, C. Studeson enzymatic crosslinking of casein micelles / C. Partscytfeld, J. Schreiner, U. Chwarzenbolz, T. Henle, J. Czech // Food Sci., vol. 27, 20099, special issue, pp. 99 – 101.
- 6 Yüksel, Z. The influence of transglutaminase treatment on functional properties of set yoghurt / Z. Yüksel, Y. Erdem // International Journal of Dairy Technology. – 2010. – Vol. 63. – No. 1. – P. 86 – 97.
- 7 Харитонов, Д.В. Влияние трансклутаминазы на фракционный состав белка сметаны / Д.В. Харитонов, З. С. Зобкова, Т. П. Фурсова, Д. В. Зенина, А. Д. Гаврилина, И. Р. Шелагинова, Д. А. Шефов, Л. В. Римарева, Е. Н. Соколова, Ю.А. Борщева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 5. – С.28 – 31.
- 8 Скокова, О. И. Исследование влияния трансклутаминазы на качественные показатели сметаны при хранении / О. И. Скокова, Ю. Ю. Чеканова // Переработка молока. – 2018. – № 1. – С. 26.

Поступила в редакцию 05.11.2018