

*Е.В. Ефимова, к.т.н., Л.Л. Богданова, к.т.н., Е.М. Дмитрук, С.И. Вырина
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ АЦИЛТРАНСФЕРАЗЫ

*E. Efimova, L. Bahdanava, E. Dmitruk, S. Virina
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

STUDY OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS IN THE PRODUCTION OF DAIRY PRODUCTS ON THE STABILITY OF ACYLTRANSFERASE ACTION

e-mail: overie@mail.ru, bogdanova_ll@tut.by, elenadm210187@gmail.com, svetlantana@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния технологических факторов на стабильность действия ацилтрансферазы. Установлено, что при производстве продукта по технологии творога как путем кислотной, так и путем кислотно-сычужной коагуляции целесообразна пастеризация молока-сырья при $(76\pm 1)^\circ\text{C}$ и нецелесообразно ее повышение до $(90\pm 1)^\circ\text{C}$. Определено, что трансклотаминаза проявляет стабильность действия при использовании в качестве сырья не только коровьего молока, но также молока овечьего и козьего.

The article presents the results of research on the influence of technological factors on the stability of acyltransferase action. It is established that in the production of a product using cottage cheese technology, both by acidic and acid-rennet coagulation, pasteurization of raw milk is advisable at $(76\pm 1)^\circ\text{C}$ and it is impractical to increase it to $(90\pm 1)^\circ\text{C}$. It is determined that transglutaminase exhibits stability of action when used as a raw material not only cow's milk, but also sheep's and goat's milk.

Ключевые слова: ацилтрансфераза; трансклотаминаза; фермент; реологические показатели; температура пастеризации; стабильность действия.

Keywords: acyltransferase; transglutaminase; enzyme; rheological parameters; pasteurization temperature; stability of action.

Введение. Ферменты играют важную роль в пищевой промышленности, способствуя повышению эффективности технологических процессов, улучшению потребительских характеристик (консистенции, вкуса и т.п.) или увеличению выхода готовой продукции. В отдельных случаях ферментные препараты помогают предотвратить развитие нежелательной микрофлоры [1]. В пищевой промышленности используется более 55 ферментных препаратов различной природы и специфической активности, причем их номенклатура и области применения постоянно расширяются [1, 2]. Около 20 лет назад в США и Европе появились ферментные препараты, относящиеся к классу трансфераз, способные связывать не гидролизуя белковые молекулы, что обусловило их быстрое распространение в пищевой промышленности вышеназванных стран. К таким ферментам относят трансклотаминазу [3, 4].

Согласно литературным данным, модификация белков с участием трансклотаминазы дает возможность изменять их термостабильность, растворимость, реологические свойства, свертываемость сычужным ферментом. Трансклотаминаза может применяться для повышения структурной прочности, вязкости и снижения потерь белка, некоторого капсулирования липидов и повышения стабильности жировой эмульсии, улучшения вкуса и

влагоудерживающей способности, а также для повышения биологической ценности продукта за счет поперечного связывания белков, содержащих разные лимитирующие аминокислоты, защиты лизина от различных химических реакций и для снижения аллергенности белков [1, 5, 6].

На основании проведенных исследований установлено, что использование трансглютаминазы при производстве молочных продуктов удлиняет процесс образования сгустка и замедляет нарастание кислотности. Кроме того, в молочных продуктах с трансглютаминазой наблюдается меньшее нарастание титруемой кислотности при хранении, также они имеют более высокую вязкость по сравнению молочными продуктами, выработанными без использования трансглютаминазы. Кроме того, трансглютаминаза повышает выход белковых продуктов за счет повышения степени использования сухих веществ и массовой доли влаги [7]. Однако поскольку действие трансглютаминазы рассматривалось только при использовании в качестве сырья коровьего молока и при рекомендуемых параметрах тепловой обработки молочного сырья, то актуальным является исследование влияния различных параметров пастеризации молочного сырья и вида сырья на эффективность использования трансглютаминазы.

Цель исследований – анализ влияния технологических факторов при производстве молочных продуктов на стабильность действия ацилтрансферазы.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований являлись: препараты трансглютаминазы, молочные продукты, выработанные с использованием трансглютаминазы, и без ее использования.

Определение физико-химических, микробиологических показателей и органолептических характеристик молочных продуктов, выработанных с использованием трансглютаминазы и без ее использования, осуществляли в лаборатории технологий цельномолочных продуктов и концентратов и производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности», при этом использовались стандартные методы.

Проводились выработки и исследование контрольных образцов молочных продуктов (творог, кисломолочный продукт) и экспериментальных образцов молочных продуктов, изготовленных по технологии творога и кисломолочного продукта с добавлением трансглютаминазы. Для выработки экспериментальных образцов с трансглютаминазой использовался ферментный препарат Saprone МСС LM.

Сквашивание проводилось с использованием заквасок для производства йогурта и творога (изготовитель – РУП «Институт мясо-молочной промышленности»).

Выход продуктов определяли по формуле (1):

$$V_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{г.пр}}}{M_{\text{с}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где – $V_{\text{пр}}$ – выход продукта, %;

$M_{\text{г.пр}}$ – масса готового продукта, г;

$M_{\text{с}}$ – масса исходного сырья, г.

Степень использования сухих веществ определяли по формуле (2):

$$\text{СИСВ} = \frac{M_{\text{г.пр}} \cdot \text{СВ}_{\text{г.пр}}}{M_{\text{с}} \cdot \text{СВ}_{\text{с}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где – СИСВ – степень использования сухих веществ, %;

$\text{СВ}_{\text{г.пр}}$ – содержание сухих веществ в готовом продукте, %;

$\text{СВ}_{\text{с}}$ – содержание сухих веществ в исходном сырье, %.

Оценка вкуса, запаха и внешнего вида образцов осуществлялась посредством органолептического анализа [8]. Оценка вязкости образцов продуктов осуществлялась с помощью ротационного вискозиметра марки Брукфильда, модель LVDV-II+PRO (производство США) при различных скоростях вращения ротора (об/мин) и градиенте скорости ($c-1$) при температуре 20°C.

Результаты и их обсуждение. Для исследования влияния температуры пастеризации и вида используемого сырья при производстве молочных продуктов на стабильность действия транsgлютаминазы проведены выработки творога (способами кислотной и кислотно-сычужной коагуляции) и кисломолочных продуктов без использования транsgлютаминазы и соответствующих продуктов с использованием транsgлютаминазы.

Выработки творога и продуктов с транsgлютаминазой по технологии творога проводились по следующей схеме:

1. Контрольные образцы без использования транsgлютаминазы, с пастеризацией молока-сырья при $(76\pm 1)^\circ\text{C}$;
2. Контрольные образцы без использования транsgлютаминазы, с пастеризацией молока-сырья при $(90\pm 1)^\circ\text{C}$;
3. Экспериментальные образцы с внесением транsgлютаминазы в количестве 0,1% после пастеризации молока-сырья при $(76\pm 1)^\circ\text{C}$.
4. Экспериментальные образцы с внесением транsgлютаминазы в количестве 0,1% после пастеризации молока-сырья при $(90\pm 1)^\circ\text{C}$.

Физико-химические и микробиологические показатели и органолептические характеристики готового творога и молочных продуктов, выработанных по технологии творога путем кислотной коагуляции с использованием транsgлютаминазы, а также сыворотки творожной, представлены в таблице 1.

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что при использовании транsgлютаминазы для производства продукта по технологии творога с применением температуры пастеризации $(76\pm 1)^\circ\text{C}$ (образец № 3) выход творожного продукта повышается на 14,8 % по сравнению с контрольным образцом без внесения транsgлютаминазы (образец № 1) за счет повышения массовой доли влаги (от 68,3 % до 70,1 %) и содержания белка в продукте (от 15,8 % до 16,6 %). Также повышается степень использования сухих веществ на 9,3 % по сравнению с контрольным образцом.

При использовании транsgлютаминазы для производства продукта по технологии творога с применением температуры пастеризации $(90\pm 1)^\circ\text{C}$ выход продукта (образец №4) повышается на 4,0 % по сравнению с контрольным образцом без внесения транsgлютаминазы (образец №2) за счет повышения массовой доли влаги (от 70,7 % до 72,5 %) и незначительного повышения содержания белка в продукте (от 15,9 % до 16,3 %), однако при этом отмечено снижение степени использования сухих веществ за счет потерь с сывороткой.

Анализ микробиологических показателей творога и продуктов, выработанных по технологии творога, показывает, что образцы продуктов, выработанных с использованием транsgлютаминазы, имеют более низкое содержание молочнокислых микроорганизмов ($5,8 \cdot 10^6$ КОЕ/г и $3,1 \cdot 10^6$ КОЕ/г) по сравнению с контрольными образцами, выработанными без использования транsgлютаминазы ($7,6 \cdot 10^6$ КОЕ/г и $7,3 \cdot 10^6$ КОЕ/г).

Таблица 1 –Показатели творога и продуктов, выработанных по технологии творога, с использованием трансглутаминазы, путем кислотной коагуляции, и сыворотки творожной

Показатели	Контрольный образец творога с пастеризацией сырья		Экспериментальный образец продукта, выработанного по технологии творога с пастеризацией сырья	
	при (76±1)°С	при (90±1)°С	при (76±1)°С	при (90±1)°С
	№1	№2	№3	№4
Физико-химические показатели				
Выход продукта, %	15,5	17,3	17,8	18,0
Степень использования сухих веществ, %	38,9	40,4	42,5	39,6
Массовая доля влаги, %	68,6	70,7	70,1	72,5
Массовая доля белка, %	15,8	15,9	16,6	16,3
Массовая доля жира, %	10,0	9,5	9,5	9,0
Титруемая кислотность, °Т	162	159	150	149
Микробиологические показатели				
Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/г	7,6·10 ⁶	7,3·10 ⁶	5,8·10 ⁶	3,1·10 ⁶
Органолептические характеристики				
Консистенция	Мягкая, мажущаяся			
Вкус и запах	Чистый, без посторонних привкусов и запахов	Чистый, с привкусом пастеризации	Чистый, без посторонних привкусов и запахов	Чистый, с привкусом пастеризации
Цвет	Белый, однородный	Кремовый, однородный	Белый, однородный	Кремовый, однородный
Показатели творожной сыворотки				
Массовая доля сухих веществ, %	6,3	6,4	6,2	7,1
Плотность, кг/м ³	1025	1026	1025	1026
Титруемая кислотность, °Т	69	67	65	66

Источник данных: собственная разработка.

Физико-химические, микробиологические показатели органолептические характеристики готового творога и продуктов, выработанных по технологии творога путем кислотно-сычужной коагуляции с использованием трансглутаминазы, а также сыворотки творожной на примере одной из выработок, представлены в таблице 2.

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что при использовании трансглутаминазы для производства продукта по технологии творога путем кислотно-сычужной коагуляции с применением температуры пастеризации (76±1)°С (образец №3) выход продукта повышается на 11,3% по сравнению с контрольным образцом без внесения трансглутаминазы (образец №1) за счет повышения массовой доли влаги (от 68,1% до 68,9%) и содержания белка в продукте (от 14,1% до 15,0%), степень использования сухих веществ повышается на 8,6 %. При использовании трансглутаминазы для производства продукта по технологии творога с применением температуры пастеризации 90°С выход продукта (образец №4) повышается на 1,7% по сравнению с контрольным образцом без внесения трансглутаминазы (образец №2) за счет повышения массовой доли влаги (от 69,8% до 70,9%), степень использования сухих веществ снижается от 42,5% до 41,7%.

Анализ микробиологических показателей творога и продуктов, выработанных по технологии творога с использованием трансглутаминазы, показывает, что образцы продуктов, выработанных с использованием трансглутаминазы, имеют более низкое содержание молочнокислых микроорганизмов (4,4·10⁶ КОЕ/г и 4,9·10⁶ КОЕ/г) по сравнению с контрольными образцами, выработанными без использования трансглутаминазы (1,2·10⁷ КОЕ/г и 1,0·10⁷ КОЕ/г).

Таблица 2 – Показатели творога и продуктов, выработанных по технологии творога с использованием транглутаминазы, путем кислотно-сычужной коагуляции и сыворотки творожной

Показатели	Контрольный образец творога с пастеризацией сырья		Экспериментальный образец продукта с транглутаминазой с пастеризацией сырья	
	при (76±1)°С	при (90±1)°С	при (76±1)°С	при (90±1)°С
	№1	№2	№3	№4
Физико-химические показатели творога				
Выход продукта, %	16,0	17,6	17,8	17,9
Степень использования сухих веществ, %	40,8	42,5	44,3	41,7
Массовая доля влаги, %	68,1	69,8	68,9	70,9
Массовая доля белка, %	14,1	14,6	15,0	14,8
Титруемая кислотность, °Т	156	152	146	148
Микробиологические показатели				
Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/г	1,2·10 ⁷	1,0·10 ⁷	4,4·10 ⁶	4,9·10 ⁶
Органолептические характеристики творога и творожных продуктов				
Консистенция	Мягкая, мажущаяся			
Вкус и запах	Чистый, без посторонних привкусов и запахов	Чистый, с привкусом пастеризации	Чистый, без посторонних привкусов и запахов	Чистый, с привкусом пастеризации
Цвет	Белый, однородный	Кремовый, однородный	Белый, однородный	Кремовый, однородный
Показатели творожной сыворотки				
Массовая доля сухих веществ, %	6,2	6,3	6,0	6,8
Плотность, кг/м ³	1024	1024	1024	1026
Титруемая кислотность, °Т	63	65	60	61

Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что повышение температуры пастеризации молока-сырья до (90±1)°С при изготовлении продуктов по технологии творога с использованием транглутаминазы как путем кислотной, так и путем кислотно-сычужной коагуляции, приводит к повышению потерь сухих веществ с сывороткой и снижению степени использования сухих веществ.

Для изучения влияния вида используемого сырья при производстве кисломолочных продуктов на стабильность действия ацилтрансферазы проведены выработки кисломолочного продукта с использованием закваски для йогурта с добавлением транглутаминазы и без ее добавления.

При проведении экспериментальных выработок использовано следующее сырье:

1. Овечье молоко;
2. Овечье молоко с добавлением транглутаминазы;
3. Козье молоко;
4. Козье молоко с добавлением транглутаминазы;
5. Коровье молоко;
6. Коровье молоко с добавлением транглутаминазы;
7. Кобылье молоко;
8. Кобылье молоко с добавлением транглутаминазы;
9. Коровье молоко + 2% СОМ;
10. Коровье молоко + 2% СОМ с добавлением транглутаминазы;

11. Коровье молоко + 2% сухой сыворотки;
12. Коровье молоко + 2% сухой сыворотки с добавлением транsgлютаминазы;
13. Коровье молоко (50%) + овечье молоко (50%) ;
14. Коровье молоко (50%) + овечье молоко (50%) с добавлением транsgлютаминазы.

Динамика изменения титруемой кислотности при сквашивании вышеперечисленного сырья представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Титруемая кислотность молочных сгустков в процессе сквашивания

№ п/п	Наименование образца	Титруемая кислотность, °Т		
		продолжительность сквашивания, ч		
		0	3	4
1	Овечье молоко	26	64	88
2	Овечье молоко с добавлением транsgлютаминазы	26	58	78
3	Козье молоко	18	40	64
4	Козье молоко с добавлением транsgлютаминазы	18	34	62
5	Коровье молоко	16	44	68
6	Коровье молоко с добавлением транsgлютаминазы	16	38	60
7	Кобылье молоко	5	26	38
8	Кобылье молоко с добавлением транsgлютаминазы	5	19	26
9	Коровье молоко + 2% СОМ	20	50	74
10	Коровье молоко + 2% СОМ с добавлением транsgлютаминазы	20	44	70
11	Коровье молоко + 2% сыворотки сухой деминерализованной	20	60	76
12	Коровье молоко + 2% сыворотки сухой деминерализованной с добавлением транsgлютаминазы	20	52	70
13	Коровье молоко (50%) + овечье молоко (50%)	22	60	80
14	Коровье молоко (50%) + овечье молоко (50%) с добавлением транsgлютаминазы	22	55	76

Источник данных: собственная разработка.

Как видно из данных, представленных в таблице 3, использование транsgлютаминазы при производстве сквашенных продуктов замедляет процесс кислотообразования во всех образцах.

Органолептические характеристики экспериментальных образцов кисломолочных продуктов, выработанных с использованием транsgлютаминазы и без ее использования, на третьи сутки хранения представлены в таблице 4.

Анализ полученных данных показывает, что транsgлютаминаза проявляет стабильность действия при использовании в качестве сырья не только коровьего молока, но также молока овечьего и козьего. При сквашивании кобыльего молока образуется дряблый сгусток и наблюдается отделение сыворотки при хранении как в образце, выработанном без использования транsgлютаминазы, так и с ее использованием. Это может быть обусловлено тем, что белок кобыльего молока, в отличие от белка коровьего молока, примерно на 50 % состоит из альбумина и на 50 % – из казеина (в коровьем молоке альбумина содержится 15-20 % от общего белка), поэтому при сквашивании кобыльего молока казеин оседает в виде мелких нежных хлопьев. В образце сквашенного продукта, выработанного с добавлением сыворотки сухой деминерализованной в количестве 2 %, при использовании транsgлютаминазы отделения сыворотки при хранении не наблюдается, в отличие от кисломолочного продукта, изготовленного по аналогичной технологии без использования транsgлютаминазы.

Таблица 4 – Органолептические показатели экспериментальных образцов сквашенных продуктов, выработанных с использованием трансглутаминазы и без ее использования

№ п/п	Вид сырья, используемого для получения молочного продукта	Органолептические характеристики
1	Овечье молоко	Однородная, в меру вязкая жидкость, чистый, кисломолочный вкус, характерный для овечьего молока, без посторонних привкусов и запахов, без отделения сыворотки
2	Овечье молоко с добавлением трансглутаминазы	
3	Козье молоко	Однородная, в меру вязкая жидкость, чистый, кисломолочный вкус, с незначительным специфическим привкусом козьего молока, без отделения сыворотки
4	Козье молоко с добавлением трансглутаминазы	
5	Коровье молоко	Однородная, в меру вязкая жидкость, чистый, кисломолочный вкус, без посторонних привкусов и запахов, без отделения сыворотки
6	Коровье молоко с добавлением трансглутаминазы	
7	Кобылье молоко	Неприятный специфический вкус, сгусток дряблый, жидкий, с наличием крупки, с отделением сыворотки
8	Кобылье молоко с добавлением трансглутаминазы	
9	Коровье молоко + 2% СОМ	Однородная, в меру вязкая жидкость, без отделения сыворотки, чистый, кисломолочный вкус
10	Коровье молоко + 2% СОМ с добавлением трансглутаминазы	
11	Коровье молоко + 2% сыворотки сухой деминерализованной	Однородная, в меру вязкая жидкость, с отделением сыворотки, чистый, кисломолочный вкус
12	Коровье молоко + 2% сыворотки сухой деминерализованной с добавлением трансглутаминазы	
13	Коровье молоко (50%) + овечье молоко (50%)	Однородная, в меру вязкая жидкость, без отделения сыворотки, чистый, кисломолочный вкус
14	Коровье молоко (50%) + овечье молоко (50%) с добавлением трансглутаминазы	

Источник данных: собственная разработка.

Значения эффективной вязкости экспериментальных образцов представлены на рисунке 1.

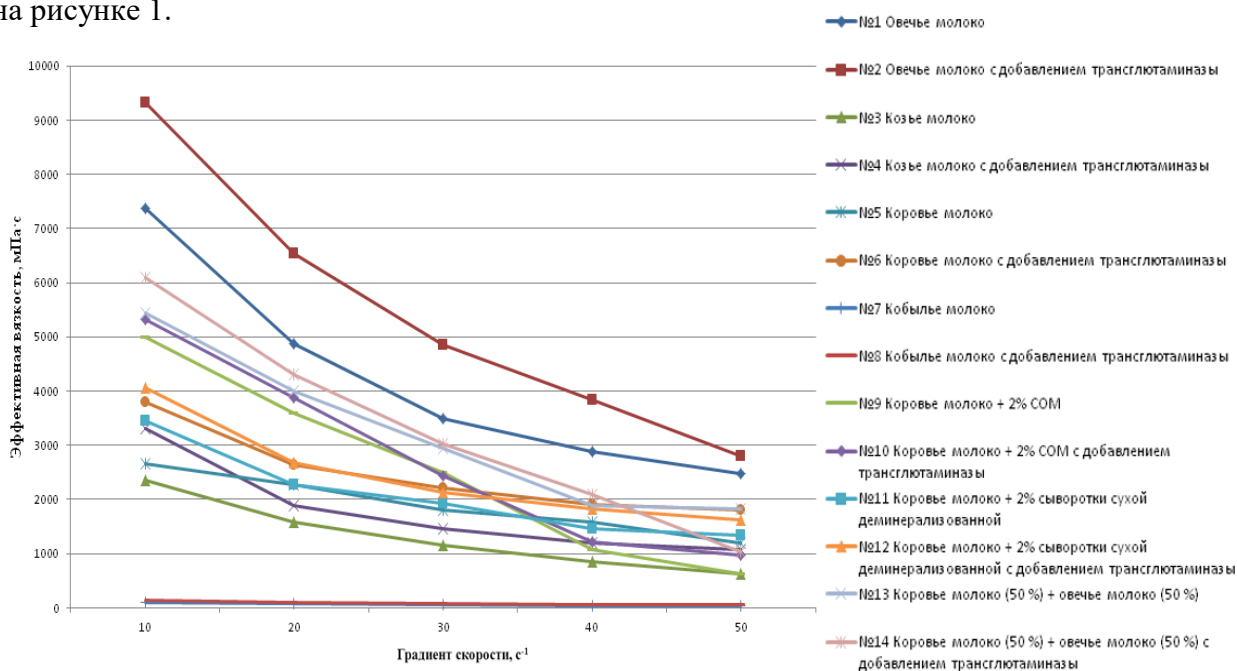


Рисунок 1 – Реограмма сквашенных продуктов, выработанных с использованием трансглутаминазы и без ее использования

Источник: собственная разработка.

Анализ реологических характеристик показывает, что образцы сквашенных продуктов, выработанных с внесением трансглутаминазы, имели большее значение эффективной вязкости по сравнению с аналогичными образцами, выработанными без использования трансглутаминазы. Также можно отметить, что наименьшим значением эффективной вязкости обладали образцы кобыльего молока, наибольшим – овечьего молока, откуда следует, что трансглутаминаза более активна при использовании сырья с высоким содержанием сухих веществ, в том числе белка.

Заключение. На основании проведенных исследований установлено, что при производстве продукта по технологии творога как путем кислотной, так и путем кислотно-сычужной коагуляции целесообразна пастеризация молока-сырья при $(76\pm 1)^\circ\text{C}$ и нецелесообразно ее повышение до $(90\pm 1)^\circ\text{C}$.

Определено, что трансглутаминаза проявляет стабильность действия при использовании в качестве сырья не только коровьего молока, но также молока овечьего и козьего. При сквашивании кобыльего молока образуется дряблый сгусток и наблюдается отделение сыворотки при хранении как в образце, выработанном без использования трансглутаминазы, так и с ее использованием.

Список использованных источников

1. Шлейкин, А.Г. Применение трансглутаминазы в производстве пищевых продуктов / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов, А.Е. Аргымбаева // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке. – С. 358-361
2. Ферменты в пищевой промышленности / Р.Дж. Уайтхерст (ред.), М. ванОорт (ред.). – СПб.: Профессия, 2013. – 408 с.
3. Шлейкин, А.Г. Эволюционно-биологические особенности трансглутаминазы. Структура, физиологические функции, применение / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов // Журнал эволюционной биохимии и физиологии, 2011. – т.47. – №1. – С. 3-14.
4. Яшкин, А.И. Использование фермента трансглутаминазы в молочной промышленности / А.И. Яшкин // Сборник научных трудов. — Гос. науч. учреждение Сиб. науч.-исслед. ин-т сыроделия Сиб. отд-ния Рос. акад. с.-х. наук; гл. ред. А.А. Майоров., 2014. – С. 30-36.
5. Зобкова З.С., Фурсова Т.П., Зенина Д.В., Шидловская В.П., Гаврилина А.Д., Шелагинова И.Р. Использование трансглутаминазы при производстве йогурта. Молочная промышленность. – 2013. – №12. –С. 52 – 53.
6. Шлейкин А.Г, Баракова Н.В, Петрова М.Н, Данилов Н.П., Аргымбаева А.Е. Влияние сахаросодержащих и питательных наполнителей на реологические характеристики йогуртов. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 2. – С.24 – 34.
7. Богданова, Л.Л. Изучение технологических особенностей использования ацилтрансферазы при производстве молочных продуктов / Л.Л. Богданова, Е.В.Ефимова, Е.М. Дмитрук, С.И. Вырина // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб.науч.тр. / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»;
1. Shleikin, A. G. Application of transglutaminase in food production / A. G. Shleikin, N. P. Danilov, A. E. Argymbaeva // Low-temperature and food technologies in the XXI century. - pp. 358-361
2. Ferments in the food industry / R. J. Whitehurst (ed.), M. van Oort (ed.). - St. Petersburg: Profession, 2013. - 408 p.
3. Shleikin, A. G. Evolutionary and biological features of transglutaminase. Structure, physiological functions, application / A. G. Shleikin, N. P. Danilov // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology, 2011. - vol. 47. - No. 1. - p. 3-14.
4. Yashkin, A. I. The use of the transglutaminase enzyme in the dairy industry / A. I. Yashkin // Collection of scientific papers. - State scientific institution of Sib. scientific-research. in-t syrodelya Sib. otd-niyaRos. akad. s. - kh. nauk; ch. ed. A. A. Mayorov., 2014. - p. 30-36.
5. Zobkova Z. S., Fursova T. P., Zenina D. V., Shidlovskaya V. P., Gavrilina A. D., Shelaginova I. R. The use of transglutaminase in the production of yogurt. Dairy industry. - 2013. - No. 12. - p. 52-53.
6. Shleikin A. G, Barakova N. V., Petrova M. N., Danilov N. P., Argymbaeva A. E. Influence of sugar-containing and nutritious fillers on the rheological characteristics of yoghurts. Scientific Journal of the National Research University ITMO. Series: Processes and apparatuses of food production. - 2015. - No. 2. - p. 24-34.
7. Bogdanova, L. L. The study of technological features of the use of acyltransferase in the production of dairy products / L. L. Bogdanova, E. V. Efimova, E. M. Dmitruk, S. I. Vyrina // Actual issues of processing of meat and dairy raw materials: collection of scientific tr. / RUP "Institute of Meat and Dairy Industry"; ed.: A. V.

редкол.: А.В. Мелешня (гл.ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Вып. 14. – 123-131.

8. Меркулова, Н. Г. Производственный контроль в молочной промышленности :практ. рук. / Н. Г. Меркулова, М. Ю. Меркулов, И. Ю. Меркулов. – СПб.:Профессия. 2010. – 653 с.

Meleshchenya (ch. ed.) [and others]. - Minsk, 2020. - Issue. 14. – 123-131.

8. Merkulova, N. G. Production control in the dairy industry: prakt. hands. / N. G. Merkulova, M. Yu. Merkulov, I. Yu. Merkulov. - St. Petersburg.: Profession. 2010. – 653 p.