

УДК 637

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.25>

ВПЛИВ ЧАСУ ТА УМОВ ЗБЕРІГАННЯ НА АКТИВНІСТЬ НАТИВНОЇ Й ІММОБІЛІЗОВАНОЇ НА МОДИФІКОВАНОМУ ПЕКТИНІ ЗАКВАСКИ СТРЕПТОСАНУ

Вовкогон А.Г. – к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри безпеки та якості харчових продуктів, сировини і технологічних процесів, Білоцерківський національний аграрний університет

Споживаючи кисломолочні напої, людина одержує поживні речовини, мінерали та вітаміни у доступній формі. Крім того, такі продукти збагачують організм пробіотиками. До кисломолочних напоїв належить і стрептосан. Закваски стрептосану використовуються за виробництва кисломолочного продукту «Геролакт». Присутність у молоці сполук, які згубно діють на мікроорганізми закваски, унеможливує одержання якісного продукту. Одним із способів підвищення стійкості мікроорганізмів заквасок до інгібуючих факторів є їх іммобілізація.

У НДІ харчових технологій та технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського НАУ одержано препарати іммобілізованих заквасок стрептосану на модифікованому пектині. Проведено дослідження щодо впливу умов та часу зберігання на активність іммобілізованої закваски порівняно із її нативною формою. Експерименти тривали упродовж трьох років. Зберігали закваски у холодильнику (3–4°C) та за кімнатної температури (18–22°C). Через кожні 6 місяців відбирали проби і за їх участі виготовляли кисломолочний продукт.

Експериментально було встановлено, що за смаком, консистенцією та зовнішнім виглядом кисломолочні напої, одержані із використанням іммобілізованої закваски, яку зберігали продовж 36 місяців за температури 3–4°C, відповідали технічним вимогам. Якісний кисломолочний продукт можливо було отримати за допомогою використання заквасок, термін зберігання яких за аналогічної температури становив не більше 30 місяців. Іммобілізація також пролонгувала збереження активності закваски стрептосану за температури 18–22°C на 6 місяців. Сенсорні показники напою, сквашеного іммобілізованою закваскою, яку зберігали 30 місяців за кімнатної температури, мали задовільну оцінку.

Аналізуючи титровану кислотність сквашеного молока іммобілізованими заквасками, які зберігали 30 місяців за кімнатної температури і 36 місяців за температури 3–4°C, ми зробили висновок, що дані показники були в межах 73,5–75,0°Т. За аналогічних умов використання нативних заквасок дозволило одержати титровану кислотність кінцевого продукту на рівні 40,7–45,9°Т.

Ключові слова: закваска стрептосану, іммобілізована закваска для стрептосану, носій для іммобілізації, проби заквасок, сенсорний аналіз стрептосану, титрована кислотність.

Vovkohon A.H. Influence of time and storage conditions on the activity of native streptosan ferment and on the activity of streptosan ferment immobilized on modified pectin

When consuming sour-milk drinks, a person receives nutrients, minerals and vitamins in an accessible form. In addition, such products enrich the body with probiotics. Streptosan belongs to the milk drinks too. Streptosan ferment is used for production of sour-milk product "Herolact". Some compounds in milk have a detrimental effect on the ferment microorganisms and make it impossible to obtain a quality product. One of the ways to increase the resistance of ferment microorganisms to inhibiting factors in the raw material is the immobilization of the microorganisms.

In the Research Institute of food technologies and technologies of processing of livestock products of the Bila Tserkva national agrarian university, the preparations of immobilized streptosan ferments on modified pectin have been obtained. The studies have been conducted on the effects of time and storage conditions on the activity of immobilized ferment compared to its native form. The experiments were conducted during three years. The ferments were stored in the refrigerator (3-4°C) and at the room temperature (18-22°C). After every 6 months, the samples were taken and used for production of sour-milk product.

Experimentally it was found that the taste, consistency and appearance of sour milk drinks obtained by means of immobilized ferment, that was kept for 36 months at a temperature of 3-4°C, met the technical requirements. A qualitative sour-milk product could be obtained with native ferment which shelf life at the same temperature was no more than 30 months.

The immobilization also prolonged the activity of streptosan ferment at the temperature of 18-22°C for 6 months. The sensory parameters of the drink produced by immobilized ferment, that was stored for 30 months at the room temperature, were satisfactory.

As to the analysis of titrated acidity of milk fermented by immobilized ferments, that were stored for 30 months at the room temperature and for 36 months at the temperature of 3-4°C, these data were within 73,5-75,0°T. Under similar conditions, the use of native ferments allowed the titrated acidity of the end product to be at the level of 40.7-45.9°T.

Key words: streptosan ferment, immobilized ferment for streptosan, carrier for immobilization, fermentation test, sensory analysis of streptosan, titrated acidity.

Постановка проблеми. Кисломолочні продукти є важливою складовою частиною раціону людей. Вони містять комплекс есенціальних факторів живлення. Процес ферментування у молоці протікає за рахунок мікроорганізмів, які у нього потрапляють. Технологія виготовлення більшості кисломолочних напоїв передбачає контрольоване використання заквасок із моно- або полікультуральним складом живих мікроорганізмів – кисломолочних бактерій. Ці мікроорганізми є важливою складовою частиною продуктів функціонального призначення. Серед різноманітних кисломолочних продуктів попитом користуються напої, виготовлені за участі закваски стрептосану [1, с. 47–51; 2, с. 209–220; 3, с. 476–483; 4, с. 209–223; 5, с. 389–401].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Молоко для мікроорганізмів є поживним середовищем, проте з деяких причин у таке поживне середовище потрапляють різної природи бактерицидні сполуки, які, діючи на кисломолочні бактерії, негативно впливають на технологію виготовлення ферментованого молочного продукту [6, с. 30–35; 7, с. 240–244; 8, с. 296]. Для пролонгування використання заквасок та підвищення стійкості мікроорганізмів до бактерицидних речовин, які знаходяться у поживному середовищі, їх іммобілізують на носіях різної природи. Іммобілізовані клітини у біореакторі також використовують для постійного підкислення та інокуляції молока для виготовлення сирів. Іммобілізацію клітин проводять шляхом заключення у пори гелю [9, с. 687–694].

Постановка завдання. Нами було одержано іммобілізовану на модифікованому пектині закваску стрептосану. Проте у доступній літературі немає інформації щодо впливу часу і умов зберігання іммобілізованої на модифікованому пектині закваски стрептосану на її здатність сквашувати молоко.

Метою дослідження є встановлення ефективності сквашування молока іммобілізованою на модифікованому пектині та нативною заквасками стрептосану за різного часу і температури їх зберігання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження впливу часу та умов зберігання на активність різних форм закваски (нативна та іммобілізована) стрептосану проводили упродовж трьох років. Закваску стрептосану іммобілізували на модифікованому пектині. Партію іммобілізованої та нативної закваски було поділено на дві рівні частини. Одну частину зберігали у герметичній тарі за 3–4°C, іншу частину – за 18–22°C. Проби заквасок відбирались через кожні 6 місяців (табл. 1).

Для сквашування підбирали молоко корів, яке мало титровану кислотність 16–17°T. Масову частку жиру доводили до 3,2±0,05% шляхом нормалізації молока.

Таблиця 1

Перевірка заквасок, які зберігали за температури 3–4°C та 18–22°C

Закваска	
Імобілізована	Нативна
Взяття зразків після 6 місяців зберігання	Взяття зразків після 6 місяців зберігання
Взяття зразків після 12 місяців зберігання	Взяття зразків після 12 місяців зберігання
Взяття зразків після 18 місяців зберігання	Взяття зразків після 18 місяців зберігання
Взяття зразків після 24 місяців зберігання	Взяття зразків після 24 місяців зберігання
Взяття зразків після 30 місяців зберігання	Взяття зразків після 30 місяців зберігання
Взяття зразків після 36 місяців зберігання	Взяття зразків після 36 місяців зберігання

Після внесення заквасок у молоко проби ретельно перемішували і поміщали у термостат на 8 годин за температури $36,0 \pm 0,6^\circ\text{C}$.

Сенсорний аналіз кінцевих продуктів сквашування проводили згідно з [10, с. 10], титрованої кислотності – за ГОСТ 3624 [11, с. 8].

Застосування проб нативної закваски стрептосану, відібраних через 6 місяців зберігання за температури 3–4°C, дозволило одержати кінцевий продукт сквашування молока, який мав чітко виражений кисломолочний смак. Сторонніх присмаків ферментації не відмічалось. Молочний згусток був в міру щільним. Нерегламентованого відділення сироватки не виявлено (табл. 2).

Таблиця 2

Сенсорні показники кінцевих продуктів сквашування молока нативною закваскою стрептосану (зберігання закваски за 3–4°C)

Час відбору проб заквасок	Консистенція та зовнішній вигляд	Смак
Після 6 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 12 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 18 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 24 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 30 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 36 місяців зберігання	Несформований згусток. Всій товщині зустрічаються тяжі, утворені із казеїну.	Смак прокислого молока.

За внесення проб закваски, які зберігались продовж 12 місяців, було одержано кисломолочний продукт, який за сенсорними показниками відповідав технічним вимогам. Смак, консистенція та зовнішній вигляд сквашеного молока заквасками стрептосану, які зберігали 18–30 місяців, були аналогічними до тих, що відзначалися у продуктах, отриманих через 6 та 12 місяців після початку експерименту. Доведено, що застосування закваски (36 місяців зберігання) не дало можливості отримати якісного кисломолочного продукту. Молоко мало несформований згусток і прокислий смак.

Аналізуючи кисломолочний продукт, отриманий за використання іммобілізованої закваски після 6 місяців її зберігання, ми встановили, що сквашене молоко не мало непріємного, прогірклого чи кормового смаку. Згустки молока були рівномірні, добре сформовані (табл. 3).

Таблиця 3

Сенсорні показники кінцевих продуктів сквашування молока іммобілізованою закваскою стрептосану (зберігання закваски за 3–4°С)

Час відбору проб заквасок	Консистенція та зовнішній вигляд	Смак
Після 6 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 12 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 18 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 24 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 30 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 36 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.

За сенсорними показниками кисломолочні продукти, для виготовлення яких застосовували проби заквасок, через 12–36 місяців зберігання були якісними і не відрізнялись від молока, сквашеного заквасками, відібраними через 6 місяців зберігання.

Отже, нативна закваска через 36 місяців зберігання за температури 3–4°С втрачає властивість ефективно продовж 8 годин сквашувати молоко. Водночас іммобі-

лізована на модифікованому пектині закваска має стабільну активність упродовж трьох років її зберігання.

Науковий інтерес також становить вивчення стабільності активності нативної та іммобілізованої закваски стрептосану за їх зберігання за кімнатної температури (18–22°C).

Виявлено, що сквашене молоко пробами нативної закваски, відібраними після 6 місяців зберігання, було якісним і за консистенцією, зовнішнім виглядом та смаком відповідало вимогам (табл. 4).

Таблиця 4

Сенсорні показники кінцевих продуктів сквашування молока нативною закваскою стрептосану (зберігання закваски за 18–22°C)

Час відбору проб заквасок	Консистенція та зовнішній вигляд	Смак
Після 6 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 12 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 18 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 24 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 30 місяців зберігання	Несформований згусток. По всій товщині зустрічаються тяжі, утворені із казеїну.	Смак прокислого молока.
Після 36 місяців зберігання	Рідина білого кольору без згустків та тяжів.	Смак несвіжого молока. Сторонніх присмаків не відмічено.

Кінцеві продукти, одержанні за внесення у молоко нативних заквасок стрептосану, які зберігали 12–24 місяці, мали добре виражений, ніжний кисломолочний смак. Без надмірного руйнування згустку сироватка не відділялась. Згусток характеризувався однорідністю за кольором та консистенцією. Внесення у молоко закваски, яку зберігали 30 місяців, не дало змоги одержати якісного продукту ферментації. Кінцеві продукти мали смак прокислого молока. Згусток молока був представлений неоднорідними білковими тяжами.

Не виявлено ефекту скисання молока після внесення у нього нативних заквасок, проби яких відбирали через 36 місяців від початку експерименту. За смаком кінцеві продукти нагадували несвіже молоко без будь-яких у них згустків.

Внесення іммобілізованих заквасок, які зберігали продовж 6 місяців, сприяло утворенню у молоці однорідних згустків білого кольору. Згустки мали помірну щільність. За смаком ферментовані продукти відповідали технічним вимогам (табл. 5).

Таблиця 5

**Сенсорні показники кінцевих продуктів сквашування молока
імобілізованою закваскою стрептосану (зберігання закваски за 18–22°C)**

Час відбору проб заквасок	Консистенція та зовнішній вигляд	Смак
Після 6 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 12 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 18 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 24 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 30 місяців зберігання	Однорідний, помірно щільний згусток. Колір білий. Без руйнування згустку сироватка не відділяється.	Чітко виражений, натуральний, кисломолочний. Сторонніх і неспецифічних присмаків не встановлено.
Після 36 місяців зберігання	Рідкий несформований згусток. Сироватка не відділяється.	Смак прокислого молока.

За досліджуваними сенсорними показниками кисломолочні продукти, які були сквашені за участі імобілізованих заквасок стрептосану, що зберігалися протягом 12–30 місяців, були ідентичні продуктам, виготовленим з використанням заквасок, термін зберігання яких був 6 місяців. Доведено, що зберігання імобілізованих заквасок стрептосану за кімнатної температури продовж 36 місяців призводить до втрати їх активності. Виготовлені кисломолочні продукти нагадували прокисле молоко. Отже, імобілізація пролонгує зберігання заквасок за кімнатної температури порівняно із їх нативною формою.

Крім сенсорних показників, у ферментованому молоці визначали титровану кислотність. У продуктах сквашування молока, де використовували нативну закваску, яку зберігали 6–30 місяців за температури 3–4°C, титрована кислотність була в межах 73,3–79,2°C. За внесення у молоко нативної закваски, період зберігання якої становив 36 місяців, титрована кислотність кінцевого продукту знизилась у 1,7 разів порівняно із продуктом, отриманим за участі закваски, яку зберігали 6 місяців (табл. 6).

Внесення у молоко проб імобілізованих заквасок, які зберігали протягом трьох років за температури 3–4°C, сприяло утворенню титрованої кислотності на рівні 75,0°C. Використання нативної та імобілізованої закваски стрептосану протягом дворічного зберігання за температури 18–22°C дозволяє отримати кисломолочні продукти із титрованою кислотністю 69,5–77,4°C, що задовольняє вимоги. Титрована кислотність ферментованого молока за участі нативних заквасок, які

були відібрані після 30 та 36 місяців зберігання, була меншою у 1,9 та 2,9 разів відносно продуктів, сквашених закваскою, відібраною через пів року від початку досліду.

Таблиця 6

Титрована кислотність сквашеного молока, °Т, М±m, n=4

Час відбору проб заквасок	Температура зберігання заквасок			
	3–4°C (нативна закваска)	3–4°C (імобілізована закваска)	18–22°C (нативна закваска)	18–22°C (імобілізована закваска)
Після 6 місяців зберігання	78,5±2,34	80,2±1,76	77,6±1,89	81,5±4,12
Після 12 місяців зберігання	79,2±3,22	81,2±2,36	76,4±2,75	80,0±2,54
Після 18 місяців зберігання	76,4±1,78	78,7±3,88	76,9±3,45	76,4±3,42
Після 24 місяців зберігання	76,9±3,44	79,3±4,12	69,5±3,09	77,4±2,06
Після 30 місяців зберігання	73,3±2,12	75,6±2,09	40,7±233	73,5±3,62
Після 36 місяців зберігання	45,9±3,87	75,0±3,65	26,4±4,52	49,9±2,66

Нерегламентована кислотність була виявлена у кисломолочних продуктах, для виготовлення яких застосовували імобілізовану закваску стрептосану після трирічного зберігання за кімнатної температури.

Висновки і пропозиції. Кисломолочні продукти, отримані за участі нативної та імобілізованої закваски, які зберігали протягом двох років за кімнатної температури, мали задовільні сенсорні показники.

Імобілізація заквасок стрептосану на модифікованому пектині пролонгує їх активність під час зберігання як за температури 3–4°C, так і за кімнатної температури.

Перспективами подальших досліджень є встановлення ефективності сквашування молока із вмістом бактерицидних сполук імобілізованою закваскою стрептосану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Parmjit S. Panesar .Fermented Dairy Products: Starter Cultures and Potential Nutritional Benefit Food and Nutrition Sciences. 2011. № 2. P. 47–51. DOI: 10.4236/fns.2011.21006.
2. Gandhi D.N. “Fermented Dairy Products and Their Role in Controlling Food Borne Diseases” In: S.S. Marwaha and J.K. Arora, Eds., *Food Processing: Biotechnological Applications*, Asiatech Publishers Inc., New Delhi, 2000, pp. 209–220.
3. Stanton C., Gardiner G., Meehan H., Collins K., Fitzgerald G., Lynch P.B. and Ross R.P. Market Potential for Probiotics. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 73, No. 2, 2001, pp. 476S–483S. DOI.org/10.1016/B978-0-12-804024-9.00024-0.
4. Freitas M. 2017. The Benefits of Yogurt, Cultures, and Fermentation. *The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology*. 209–223.
5. Ramesh Pothuraju, Vengala Rao Yenuganti, Shaik Abdul Hussain, Minaxi Sharma. 2018. Fermented Milk in Protection Against Inflammatory Mechanisms in

Obesity. *Immunity and Inflammation in Health and Disease*. 389–401. DOI.org/10.1016/B978-0-12-805417-8.00029-9.

6. Mollenkopf DF, Glendening C, Wittum TE, Funk JA, Tragesser LA, Morley PS. Association of dry cow therapy with the antimicrobial susceptibility of fecal coliform bacteria in dairy cows. *Prev Vet Med*. 2010 Aug 1;96(1-2):30-5. DOI: 10.1016.

7. Passantino A. Ethical aspects for veterinarians regarding antimicrobial drug use in Italy. *Int J Antimicrob Agents*. 2007;29:240–244. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2006.09.023.

8. Brunton L.A., Duncan D., Coldham N.G, Snow L.C., Jones J.R. A survey of antimicrobial usage on dairy farms and waste milk feeding practices in England and Wales. *Vet Rec*. 2012 Sep 22; 171 (12):296.

9. Sodini I., Corrieu G., Lacroix C. 1996. Practical Use of an Immobilized Cell Bioreactor for Continuous Prefermentation of Milk. *Progress in Biotechnology*. Vol. 11. 687–694.

10. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови. Г. Єресько, І. Романчук, Н. Левитська, О. Козаченко, Л. Тесленко, М. Міщенко. 10 с.

11. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности / О.А. Гераймович, Е.А. Фетисов, Р.В. Парамонова, В.П. Панов, В.И. Еремина, Н.В. Васильева. С. 8.