УДК:637.146.DD5.336.3

ВПЛИВ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ СМЕТАНИ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЇЇ ЯКОСТІ

Скочко А.Ю., бакалавр, Лашко Н.П. к.х.н., доцент

Запорізький національний університет Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66
antonskochko@gmail.com

Вивчено вплив терміну зберігання сметани на фізкио-хімічні показники її якості на прикладі двох зразків сметани «President» 10% та 20% жирності. Експериментально виявлено ефект впливу жирності сметани на динаміку змінення її основних фізико–хімічних показників якості в процесі зберігання. Дослідження показали, що саме йодне число (ІЧ) молочного жиру є найбільш інформативним показником впливу терміну зберігання сметани різної жирності (для 10% сметани ІЧ зросло в 1,3 рази, 20% – 1,6 рази). Експериментально встановлено, що для сметани з низькою жирністю характерно зростання пероксидного числа в процесі зберігання(в 2 рази), в той час як для високо жирної сметани цей показник практично не змінювався. Одержані результати дослідження створюють передумови для оптимізації техно-хімічного контролю якості сметани в залежності від її жирності при зберіганні.

Ключові слова: сметана, кислотний метод, метод Кєльдаля, титрована кислотність, йодне число, ненасичені жирні кислоти, гідропероксиди, пероксидне число.

ВЛИЯНИЕ СРОКА ХРАНЕНИЯ СМЕТАНЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕЁ КАЧЕСТВА

Скочко А.Ю., бакалавр, Лашко Н.П. к.х.н., доцент

Запорожский национальный университет Украина, 69600,. Запорожье, ул. Жуковского, 66

В статье изучено влияние срока хранения сметаны на физкио-химические показатели ее качества на примере двух образцов сметаны «President» 10% и 20% жирности. Экспериментально обнаружен эффект влияния жирности сметаны на динамику изменения ее основных физико-химических показателей качества в процессе хранения. Исследования показали, что именно йодное число (ИЧ) молочного жира является наиболее информативным показателем влияния срока хранения сметаны различной жирности (для 10% сметаны ИЧ возросло в 1,3 раза, 20% - в 1,6 раза). Установлено, что для сметаны с низкой жирностью характерен рост перекисного числа в процессе хранения (в 2 раза), в то время как для сметаны с высокой жирностью этот показатель практически не меняется. Полученные результаты исследования создают предпосылки для оптимизации техно-химического контроля качества сметаны при ее хранении в зависимости от жирности.

Ключевые слова: сметана, кислотный метод, метод Кьельдаля, титрованая кислотность, йодное число, ненасыщенные жирные кислоты, гидропероксиды, пероксидное число.

INFLUENCE OF TERMS OF STORAGE ON AN PHYSICAL AND CHEMICAL QUALITIES OF SOUR CREAM

Skochko A.U., Lashko N.P.

Zaporizhzhya national university, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street 66.

INTRODUCTION

Sour cream stands out benefits from among the other fermented milk products.Sour cream quickly and easily digests by the human body , because of the changes in protein part of it. That is why it is better than a cream of the same fat percentage.

Today sour cream occupies a very important place in the human diet because it contains a number of vitamins (fat-soluble: A, D, E, soluble: B1, B2, C), as well as micro and macro elements (Fe, Cu, Zn, and Ca , Mg, Na,).

Significant content of milk fat, balanced by a favorable fatty acid composition in the form of easily digestible fat globules adds special value to sour cream as a food.

On the content of biologically active protein and lecithin complex membranes of fatty globules with sour cream can not match any dairy product. Of particular value in sour cream are phospholipids - lecithin, choline, sphingomyelin. They normalize cholesterol metabolism, formation and development of children nervous tissue and brain substance.

Significant place in sour cream content belongs to the sugar - lactose as a source of energy and food for lactic acid bacteria during the fermentation process of the product .

In this regard, the control of main physical and chemical indicators of sour cream's quality during storage is an actual problem, which allows people to use biologically valuable and safe for human health product.

Therefore, the purpose of work - to investigate the influence of the terms of storage of sour cream on changes of the basic physical and chemical indicators of its quality, and to determine the most informative indicator.

MATERIALS AND METHODS OF THE RESEARCH

As the objects of study was chosen sour cream of «President» TM production with fat mass fraction 10% and 20%.

The quality of the products were studied by the following indicators: determination of fat content, which was conducted by acid method (ГОСТ 5867-90), protein content (ISO ISO 8968-3: 2005. - 8 с.), titrated acidity (ГОСТ 3624-92.) determination of iodine number (), and peroxide number of sour cream fat.

We determined the rates at the beginning, at the end of the terms of storage of sour cream and 2 weeks after the end of terms of storage.

The processing of the experimental data was performed by standard methods of mathematical statistics ().

RESULTS AND THEIR DISCUSSION

The influence of the terms of storage of sour cream on the quality was determined by changing of these physical and chemical parameters as titrated acidity , iodine and peroxide number of sour cream fat, protein and fat content.

Fat and protein content indicators in 10% and 20% sour cream practically did not change throughout the studied period of storage.

Determination of titrated acidity was necessary to establish the increase of acidity during the lactic acid bacteria action . At the beginning of the term of storage the 10% sour cream had biger value of titrated acidity (83,3 ^{o}T)than 20% sour cream (76,7 ^{o}T). This might be reasoned by a biger protein content of 10% cream (3,21%), the protein acid groups providee the growth of titrated acidity value. At the end of the terms of storage the titrated acidity has increased 1,16 times in the 20% sour cream and 1,07 times in the 10% sour cream.

Iodine number of milk fat characterizes the content of unsaturated fatty acids. Growth of iodine number at the end of storage was greater for the 20% cream (1,6 times) comparing to 10% cream (1,3 times).

Increased concentrations of unsaturated fatty acids shows that triacylglycerols decay processes are more active in 20% sour cream.

Accumulation of peroxide compounds, formed by oxidation of unsaturated fatty acids, increases the number of peroxide number at the end of storage in case of 10% sour cream 2 times, and 20% - in 1,1 times. This difference in rates of peroxide number growth may be caused by the antioxidant action of phospholipids, the content of which is much higher in 20% sour cream. Probably because of higher content of phospholipids in the case of 20% cream, there less accumulation of peroxide compounds in 20% sour cream.

CONCLUSIONS

1. Experimentally discovered the effect of sour cream's fat on the dynamics of changing its basic physical and chemical indicators of quality during storage.

2. Studies have shown that iodine number is the most informative indicator of quality of sour cream storage (iodine number for 10% sour cream increased 1,3 times, 20% - 1,6 times).

3. Experimentally was found that growth of certain indicators of low-fat sour cream such as peroxide number (2 times) were more, while for high-fat sour cream, this figure is almost unchanged.

4. The obtained result of the study sets the stage for optimizing techno-chemical quality control of sour cream depending on its fat storage.

Key words: sour cream, acid method , the Kjeldahl method , titration acidity, iodine number , unsaturated fatty acids , hydroperoxides , peroxide number .

ВСТУП

Серед кисломолочних продуктів сметанна виділяється високими харчовими перевагами. Для отримання сметани високого гатунку необхідний жорсткий підхід до відбору сировини. Молоко (вершки) має мати чистий, свіжий смак, без сторонніх присмаків та запахів,

однорідну консистенцію, без механічних забруднень та без білкових пластівців. Гранична кислотність молока – 20°Т , гранична кислотність вершків жирністю 10-20% -18°Т, 16°Т жирністю від 27% до 36%, 13°Т – жирністю от 37 до 40%. Для отримання продукту більш густої консистенції рекомендується направляти на виробництво сметани молоко с масовою часткою білку не менш 3.0%, густиною не менш 1027 кг/м^3. Хоча при виробництві сметани допускається використання сухого молока з метою підвищення масової частки білку в вихідних вершках, треба враховувати, що це може призвести до підвищення зернистості в сметані [1].

Технологія отримання сметани складається з операцій нормалізації вершків, їх пастеризації та гомогенізації, охолодження до температури заквашування та сквашування, охолодження та дозрівання. Більшість операцій – загальні для усіх видів сметани, однак є деякі відмінності в умовах обробок вершків, сквашування, заквасок, що використовуються, та ін.

Сметану виробляють лише з пастеризованих вершків, щоб забезпечити високі санітарно-гігієнічні властивості та стійкість при зберігання. Пастеризація необхідна не тільки для знищення всієї вегетативної мікрофлори, але і для руйнування імунних тіл, які можуть заважати розвитку молочнокислих бактерій закваски.

При високотемпературній пастеризації відбувається посилене утворення реакційноздатних меркаптогруп (-SH), які знижують окисно-відновний потенціал плазми та які зв'язують важкі метали . Утворюється ряд летких речовин, в тому числі й сірководень, який придає вершкам горіховий, виражений смак пастеризації.

При пастеризації відбувається часткова денатурація оболонкової речовини жирових кульок, що приводить до руйнування скупчення жирових кульок.

При гомогенізації , як відомо, суттєво підвищується дисперсність жирових кульок, відбуваються глибокі конформаційні зміни оболонок жирових кульок. Зменшується кількість вільного жиру в вершках, вміст якого підвищується при термічні обробці.

Сквашування вершків продовжується 9-16 год. в залежності від активності закваски та температури сквашування. Згусток утворюється в результаті коагуляції казеїну. При сквашуванні відбувається затвердіння високоплавких гліцеридів в жирових кульках, саме тому зменшується негативний заряд жирових глобул та утворюються скупчення [2].

У формуванні консистенції сметани до 30% жирності основну роль грає коагуляція білків, а в структуруванні більш високої жирності консистенція формується за рахунок фізико-хімічних процесів жирової фази.

Для того ,щоб сметана отримала густу консистенцію, її негайно після фасування направляють в холодильні камери з температурою 2-8°С, де вона охолоджується та дозріває. З пониженням температури уповільнюється розвиток молочнокислих стрептококків , а ароматоутворююча мікрофлора, навпаки, посилює свою життєдіяльність, і в продукті накопичуються ароматичні речовини. В процесі дозрівання сметана отримує оптимальну кислотність (85-100°Т), а також більш густу консистенцію. Отримання більш густої консистенції при дозріванні пов'язано з затвердінням гліцеридів жирової дисперсії та деяких компонентів жирових кульок, а також в деякій мірі з набуханням білків. Затверділі жирові кульки утворюють «містки» в білковій структурі та зміцнюють її [3].

Завдяки змінам, що відбуваються з білковою частиною в процесі сквашування, сметана засвоюється організмом швидше і легше, ніж вершки відповідної жирності.

Крім того сметана посідає дуже важливе місце в раціоні людини, тому що містить в собі ряд вітамінів (жиророзчинні: A, D, E, водорозчинні: B_1, B_2, C), а також мікро– та макроелементи (Fe,Cu,Zn, та Ca, Mg, Na,).

При оцінці харчової цінності сметани значне місце належить молочному цукру – лактозі, як джерела енергії, і продукту харчування молочнокислих бактерій при сквашуванні продукту. Повноцінні білки сметани містять всі незамінні амінокислоти, відіграють важливу роль у формуванні структурно-механічних властивостей продукту [4, 5].

Значний вміст молочного жиру, сприятливо збалансованого за жирнокислотним складом, у вигляді легко засвоюваних жирових кульок додає особливу цінність сметані як продукту харчування.

За змістом біологічно активного білково–лецитинового комплексу оболонок жирових кульок зі сметаною не може зрівнятися жоден молочний продукт. Особливу цінність в ньому представляють фосфоліпіди – лецитин, холін, сфінгомієлін, які нормалізують холестериновий обмін, формування і розвиток у дітей нервової тканини і речовини головного мозку.

Однак найважливішою складовою сметани є молочнокислі організми , які регулюють роботу кишківника. Тому, щоб зберегти усю корисну поживність та цінність даного продукту , важливо дослідити вплив терміну зберігання на якість сметани [6, 7].

В зв’язку з цим контроль основних фізико–хімічних показників якості сметани під час її зберігання є актуальною проблемою, яка дозволяє вживати біологічно повноцінний продукт безпечний для здоров’я людини.

Тому мета роботи – дослідити вплив терміну зберігання сметани на змінення основних фізико-хімічних показників її якості, та визначення найбільш інформативний показник.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об’єктами дослідження була обрана сметана виробника «President» з масовою часткою жиру 10% та 20%.

Якість досліджуваних продуктів оцінювали за такими показниками: визначення масової частки жиру, яке проводилось кислотним методом за [8], вмісту білку [9], титрованої кислотності [10], визначення йодного числа , та пероксидного числа жиру сметани.

Визначали показники на початку, в кінці терміну зберігання сметани та через 2 тижні після закінчення терміну зберігання [11].

Обробку експериментальних даних проводили стандартними методами математичної статистики [12].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вплив терміну зберігання сметани на її якість визначали за зміненням таких фізико-хімічних показників як титрована кислотність, йодне та пероксидне число молочного жиру, вміст жиру та білку.

Експериментальні результати визначення вмісту жиру та білку в сметані представлені на рисунках 1 та 2 відповідно.

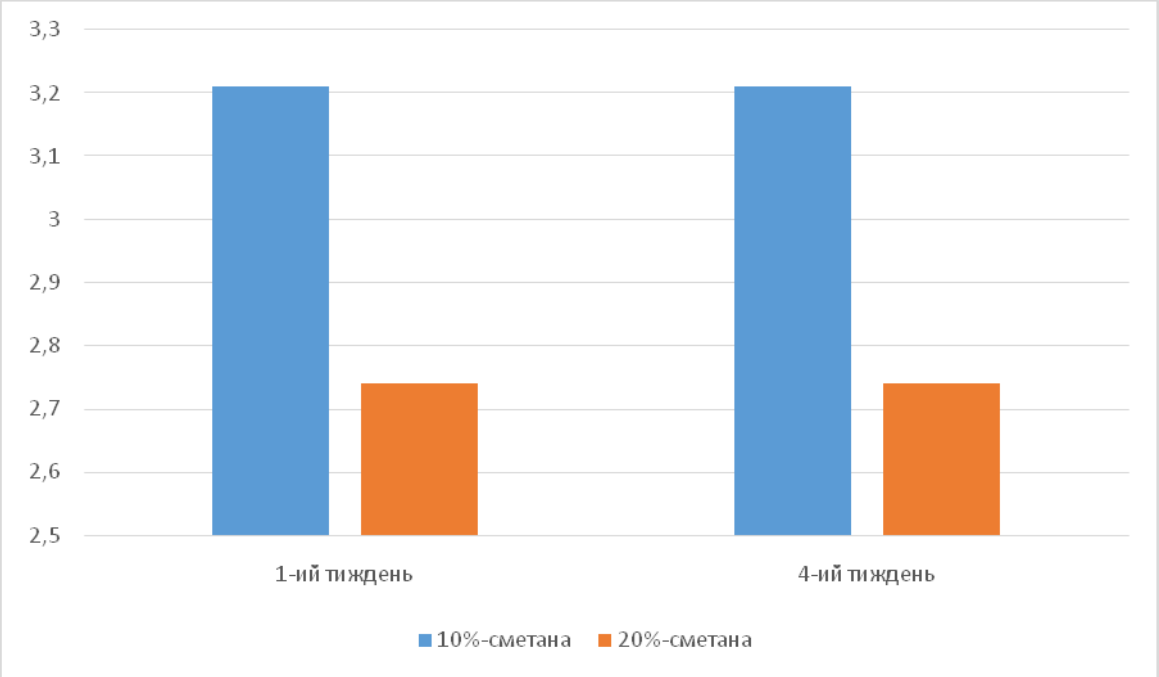

Рис. 1 – Визначення масової частки білку в 10% та 20% сметані President (n=3, P=0,95)

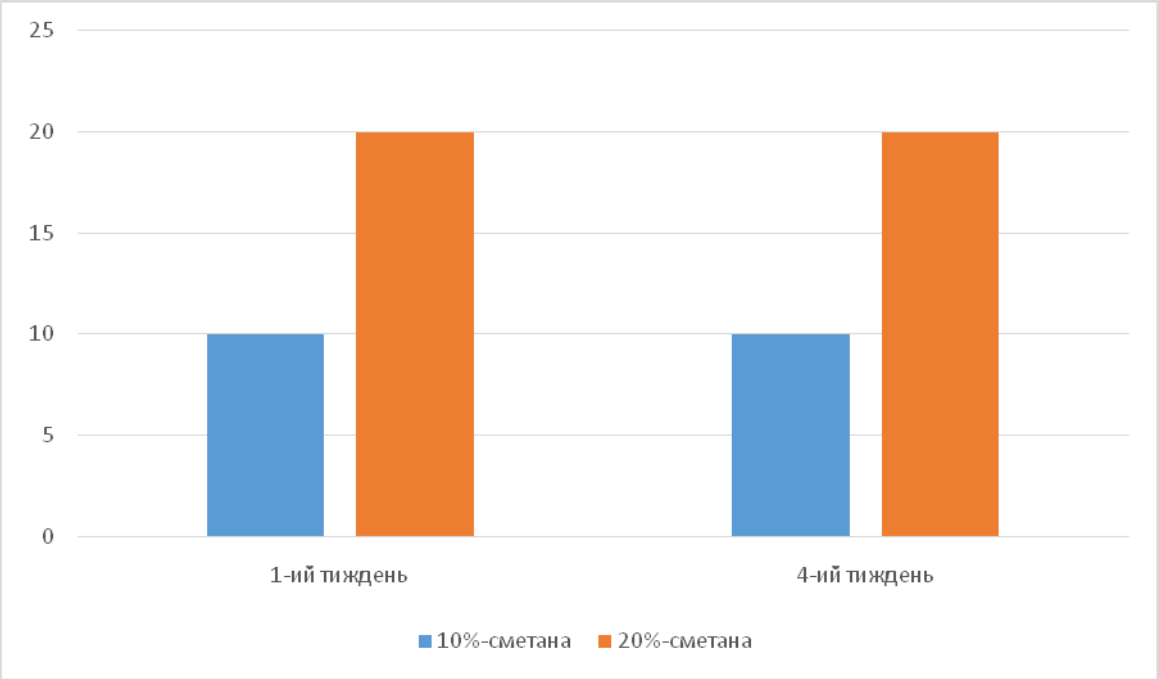

Рис. 2 – Визначення масової частки жиру в 10% та 20% сметані «President» (n=3, P=0,95)

Показники вмісту як жиру, так і білку в 10% та 20% сметані практично не змінювались протягом всього досліджуваного терміну зберігання.

Експериментальні результати визначення титрованої кислотності в 10% та 20% сметані представлені в табл. 3 та 4

Таблиця 3 − Визначення титрованої кислотності сметани President 10% (n=3, P=0,95)

Термін зберігання	Показники титрованої кислот-ності, ^{o}T	Середнє значення показнику титрованої кислотності, $^{0}T_{ср}$	Середнє квадратичне відхилення, S_n	Похибка, ε	Показник титрованої кислотності± ε
1	2	3	4	5	6
Початок терміну	84,0 82,0 84,0	83,3	0,7	0,4	83,3±0,4
Кінець терміну зберігання	86,0 90,0 88,0	88,0	2	1,3	88,0±1,3
Через два тижні після терміну зберігання	90,0 88,0 90,0	89,3	0,7	0,4	89,3±0,4

Таблиця 4 − Визначення титрованої кислотності сметани President 20% (n=3, P=0,95)

Термін зберігання	Показники титрованої кислотності, ^{o}T	Середнє значення показнику титрованої кислотності, $^{o}T_{ср}$	Середнє квадратичне відхилення, S_n	Похибка, ε	Показник титрованої кислотності± ε
1	2	3	4	5	6
Початок терміну	78,0 76,0 76,0	76,7	0,7	0,4	76,7±0,4
Кінець терміну зберігання	84,0 84,0 84,0	84,3	0,2	0,1	84,3±0,1
Через два тижні після терміну зберігання	88,0 89,0 88,0	88,7	0,2	0,1	88,7±0,1

Визначення титрованої кислотності необхідно для встановлення зростання кислотності в результаті дії молочнокислих бактерій. На початку терміну зберігання 10% сметана мала більше значення показника титрованої кислотності (83,3 ^{0}T) ніж 20% сметана (76,7 ^{0}T). Це може бути пов'язано з більш високим вмістом білку в 10% сметані (3,21%), кислотні групи якого сприяють зростанню показника титрованої кислотності при інших рівних умовах. В кінці терміну зберігання титрована кислотність зросла в середньому в 1,16 рази в 20% сметані та в 1,07 рази в 10% сметані.

Результати експериментального визначення йодного числа молочного жиру 10% та 20% сметани представлені в табл. 5 та 6.

Таблиця 5 − Визначення йодного числа President 10% (n=3, P=0,95)

`Термін зберігання	Показники йодного числа, ІЧ	Середнє значення йодного числа, $ІЧ_{ср}$	Середнє квадратичне відхилення, S_n	Похибка, ε	Йодне число± ε
1	2	3	4	5	6
Початок терміну	24,54 22,16 24,56	24,75	3,66	2,32	24,75±2,32
Кінець терміну зберігання	28,70 29,82 30,95	29,82	0,63	0,40	29,82±0,40
Через два тижні після терміну зберігання	33,93 32,45 29,78	32,05	2,21	1,40	32,05±1,40

Таблиця 6 − Визначення йодного числа President 20% (n=3, P=0,95)

Термін зберігання	Показники йодного числа, ІЧ	Середнє значення йодного числа, $ІЧ_{ср}$	Середнє квадратичне відхилення, S_n	Похибка, ε	Йодне число± ε
1	2	3	4	5	6
Початок терміну	14,59 18,40 15,86	16,28	1,87	1,19	16,28±1,19
Кінець терміну зберігання	24,74 24,74 29,82	26,43	4,29	2,71	26,43±2,71
Через два тижні після терміну зберігання	36,22 34,03 31,81	34,02	2,43	1,54	34,02±1,54

Йодне число молочного жиру характеризує вміст ненасичених жирних кислот. Зростання йодного числа в кінці терміну зберігання було більшим у випадку 20% сметани (в 1,6 рази) порівняно з 10% сметаною (в 1,3 рази).
Збільшення концентрації ненасичених жирних кислот свідчить про процеси розпаду триацилгліцеролів, які більш активно проходять у 20% сметані.
Експериментальне визначення перекисного числа жиру в 10% та 20% сметані представлені в табл. 7 та 8.

Таблиця 7 − Визначення перекисного числа President 10% (n=3, P=0,95)

Термін зберігання	Показники перекисного числа, ПЧ,	Середнє значення перекисного числа, $ПЧ_{ср}$	Середнє квадратичне відхилення, S_n	Похибка, ε	Пероксидне число± ε
1	2	3	4	5	6
Початок терміну	4,0 3,0 4,0	3,67	1,67	1,06	3,67±1,06
Кінець терміну зберігання	7,0 8,0 7,0	7,33	1,67	1,06	7,33±1,06
Через два тижні після терміну зберігання	9,0 8,0 9,0	8,67	1,67	1,06	8,67±1,06

Таблиця 8 − Визначення пероксидного числа President 20% (n=3, P=0,95)

Термін зберігання	Показники пероксидного числа, ПЧ,	Середнє значення перекисного числа, $ПЧ_{ср}$	Середнє квадратичне відхилення, S_n	Похибка, ε	Пероксидне число± ε
1	2	3	4	5	6
Початок терміну	4,0 5,0 4,0	4,33	1,67	1,06	4,33±1,06
Кінець терміну зберігання	5,0 5,0 6,0	5,33	1,67	1,06	5,33±1,06
Через два тижні після терміну зберігання	5,0 6,0 6,0	5,67	1,67	1,06	5,67±1,06

Накопичення гідроперокисдів та речовин пероксидної природи, які утворюються при окисненні ненасичених жирних кислот, призводить до зростання пероксидного числа в кінці терміну зберігання у випадку 10% сметани в 2 рази, а 20% – у 1.1 рази. Така різниця в темпах зростання значення пероксидного числа може бути пов’язана з антиоксидантною дією фосфоліпідів, вміст яких значно вищий в 20% сметані. Відомо, що пероксидні сполуки лабільні, їх концентрація в жирах залежить не тільки від швидкості їх утворення, але і від швидкості їх перетворень в інші малоактивні продукти окислення. Напевно завдяки більшому вмісту фосфоліпідів у випадку 20% сметани не відбувається накопичення пероксидних сполук, вони швидко перетворюються в неактивні продукти окиснення.

ВИСНОВКИ

1. Експериментально встановлений ефект впливу жирності сметани на динаміку змінення її основних фізико–хімічних показників якості в процесі зберігання.

2. Дослідження показали, що саме йодне число молочного жиру є найбільш інформативним показником впливу терміну зберігання сметани різної жирності (для 10% сметани ІЧ зросло в 1,3 рази, 20% – 1,6 рази).

3. Експериментально виявлено, що для сметани з низькою жирністю характерно зростання пероксидного числа в процесі збереження (в 2 рази), в той час як для високо жирної сметани цей показник практично не змінюється.

4. Одержані результати дослідження створюють передумови для оптимізації техно-хімічного контролю якості сметани в залежності від її жирності при зберігання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Молоко коровье. Требования при закупах. ГОСТ 13264-88 (Дата введения 01.01.90). Госагропром СССР – 8 с.

2. Дуденков А.Я. Биохимия молока и молочных продуктов. / Дуденков А.Я., Дуденков Ю.А., 1972. - 78 с.

3. Твердохлеб Г.В., Технология молока и молочных продуктов./ Твердохлеб Г.В., Сажинов Г.Ю., Раманаускас Р.И. М.: Дели принт, 2006.- 616 с.

4.Мусульманова М.М. Пищевая химия. Курс лекций для студентов высших учебных заведений / М.М.Мусульманова.- М.: ИЦ «Текник», 2012. - 65 с.

5.К.К.Горбатова, Химия и физика молока и молочных продуктов / Горбатова К.К., Гунькова П.И., 2012. – 125 с.

6. Титов А.Г. Новое в технике и технологии молока и кисломолочных продуктов / Титов А.Г. - М.: Пищевая пром., 2008.- 53 с.

7. Тепел А. Химия и физика молока. / Тепел А. - М.: Пищевая промышленность, 1979.-623 с.

8.Молоко и молочные продукты. Методы определения содержания жира : ГОСТ 5867–90 .- [Дата введения 01.07.91]. Всесоюзный научно–исследовательский и конструкторский институт молочной промышленности - 1990– 21 с.

9. Визначення вмісту азоту .Частина 3. Метод із використанням для спалювання : [ДСТУ ISO 8968–3:2005]. – 8 с.

10. Молоко и молочные продукты. Методы определения кислотности. ГОСТ 3624–92. (Дата введения 01.01.94). – 29 с.

11. Павлоцкая Л.Ф. Пищевая биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов его переработки / Павлоцкая Л.Ф ., Дуденко И.В, Евлаш В.В., - К.: 2007. – 287 с.

12. Ашмарин И.П. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов. / Ашмарин И.П.- Л.: Изд. Ленинградского университета, 1975. - 77 с.

REFERENCES

1. Moloko korove. Trebovaniya pri zakupah. GOST 13264-88 (Data vvedeniya 01.01.90). Gosagroprom SSSR – 8 s.

2. Dudenkov A.Ya., Biohimiya moloka i molochnyih produktov. / Dudenkov A.Ya., Dudenkov Yu.A., 1972

3. Tverdohleb G.V., Sazhinov G.Yu., Ramanauskas R.I. Tehnologiya moloka i molochnyih produktov. M.: Deli print, 2006.-616 s.

4.Musulmanova M.M. Pischevaya himiya. Kurs lektsiy dlya studentov vyisshih uchebnyih zavedeniy / M.M.Musulmanova.- B.: ITs «Teknik», 2012.- 65 s.

5.K.K.Gorbatova, Himiya i fizika moloka i molochnyih produktov / Gorbatova K.K., Gunkova P.I., 2012.-125s.

6 Titov A.G. Novoe v tehnike i tehnologii moloka i kislomolochnyih produktov./ Titoov A.G. - M. Pischevaya prom., 2008, 53 s.

7. Tepel A. Himiya i fizika moloka. / Tepel A., M.: Pischevaya promyishlennost, 1979, 623 s.

8.Moloko i molochnyie produktyi. Metody opredeleniya soderzhaniya zhira. GOST 5867–90 (Data vvedeniya 01.07.91). Vsesoyuznyiy nauchno–issledovatelskiy i konstruktorskiy institut molochnoy promyishlennosti – 21 s.

9. Viznachennya vmIstu azotu .Chastina 3. Metod Iz vikoristannyam dlya spalyuvannya. DSTU ISO 8968–3:2005. – 8 c.

10. Moloko i molochnyie produktyi. Metodyi opredeleniya kislotnosti. GOST 3624–92. (Data vvedeniya 01.01.94). – 29 s.

11. Pavlotskaya L.F. Pischevaya biologicheskaya tsennost i bezopasnost syiroya i produktov ego pererabotki / Pavlotskaya L.F ., Dudenko I.V, Evlash V.V., - K.: 2007. – 287 s.

12. Ashmarin I.P. Byistryie metodyi statisticheskoy obrabotki i planirovanie eksperimentov. / Ashmarin I.P., L., Izd. Leningradskogo universiteta, 1975,77 s.

Рецензенти: Мельникова О.З., к.б.н., доцент кафедри медичної фізики, біофізики і вищої математики ЗДМУ

Генчева В.І., к.б.н., доцент кафедри хімії ЗНУ.