

УДК 637.146.34:638.167

ВПЛИВ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА НА КОНСИСТЕНЦІЮ ТА КИСЛОТНІСТЬ ЙОГУРТУ

Н. М. Ломова, кандидат сільськогосподарських наук

О. О. Сніжко, аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

С.А. Наріжний, асистент

Білоцерківський національний аграрний університет

Досліджено зміни реологічних властивостей та кислотності йогурту, які виникли під впливом таких натуральних продуктів бджільництва, як мед, маточне молочко та бджолине обніжжя. Визначено характер впливу різних комбінацій наповнювачів на якість свіжого кисломолочного напою. Встановлено, що внесення меду, маточного молочка та бджолиного обніжжя покращує реологічні властивості кисломолочного згустку. Використовувані збагачувачі підвищують титровану і знижують активну кислотність йогурту. Визначено оптимальний варіант поєднання різних продуктів бджільництва, який забезпечить найкращі реологічні та синеретичні властивості і не спровокує прискорене наростання кислотності.

Вступ. Первинна структура йогурту, її збереження і відновлення під час виробництва та протягом гарантійного терміну залежить від процесів формування згустку та кислотної коагуляції казеїну. Формування згустку полягає у перетворенні колоїдної системи молока з вільнодисперсного стану (золь) у зв'язанодисперсний (гель). Тиксотропно-оборотних зв'язків у йогурті небагато.

Структурно-механічні (реологічні) властивості, вологоутримуюча здатність і синеретичні властивості йогурту залежать від складу молока, режимів теплової та механічної обробки і багато в чому – від дози та виду біологічних агентів, які забезпечують ферментацію молока. Коагуляція казеїну та утворення гелю мають суттєве значення у виникненні та розвитку тривимірної структури молоч-

но-білкового згустку йогурту. Характер утвореної просторової структури білкових ланцюгів і екзополісахаридів, утворених молочнокислими мікроорганізмами, визначає його в'язкість, однорідність і вологоутримуючу здатність.

Не всі молочнокислі бактерії здатні продукувати екзополісахариди. *Str. hermotophiles*, *Lbm. acidophilum* і *Lbm. Bulgaricum* можуть виробляти їх від 45 до 350 мг/л. Стимулювати їх розвиток у йогурті можна, застосовуючи натуральні продукти бджільництва [1–3].

Екзополісахариди є довголанцюговими неклітинними полісахаридами. Це можуть бути і гомополісахариди (декстрини), і гетерополісахариди (глюкогалактани і галактоглюкани з домішками манози, арабінози, рамнози, глюкозаміна і галактозаміна) [4].

*Науковий керівник — доцент Н.М. Ломова.

Накопичені в процесі сквашування, вони з'єднуються з білками молока, утворюючи вуглеводно-білкові комплекси. Останні володіють великою гідрофільністю і мають позитивний вплив на консистенцію продуктів [5].

Процес утворення гелю в йогурті поділяють на чотири стадії:

- прихована коагуляція (індукційний період);
- масова коагуляція;
- структуроутворення;
- синерезис [6].

На консистенцію йогурту впливають наповнювачі та дози їх внесення. Ступінь і характер такого впливу досліджується сенсорно та за допомогою більш об'єктивних інструментальних й аналітичних методів. У кисломолочній промисловості найчастіше використовують такі:

- реологічні – визначення умовної та ефективної в'язкості, напруги зсуву та градієнта швидкості;
- синеретичні – ступінь синерезису та вологоутримуюча здатність (ВУЗ);
- аналітичні методи визначення титрованої та активної кислотності [7–9].

Ці методи дають можливість отримати показники характеристики текстури порушеного і непорушеного кисломолочного гелю. Текстура напряму пов'язана з сенсорним сприйняттям продукту дегустатором або споживачем [10].

Умовна в'язкість визначається часом мимовільного безперервного витікання певного об'єму рідини з лійки через отвір визначеного діаметру. Ефективна в'язкість – це уявна підсумкова змінна характеристика, яка описує рівноважний стан руйнування і відновлення структури, що залежить від градієнта швидкості та напруги зсуву. Для кількісної порівняльної оцінки консистенції згустків декількох зразків кисломолочного напою розраховують ефективну в'язкість за ре-

зультатами апроксимації кривих текучості рівнянням Освальда де Вале:

$$\eta_{\text{эф}} = \frac{\theta}{\gamma}, \quad (1)$$

де $\eta_{\text{эф}}$ – ефективна в'язкість, Па·с; θ – напруга зсуву, Па; γ – швидкість зсуву, с⁻¹.

Напруга зсуву в реології – це опір тіла дії прикладеної сили дотичної поверхні, та сила, що потрібна для порушення згустку [11].

Синеретичні властивості визначаються ступенем синерезису – об'ємом фільтрату сироватки, що виділився протягом певного часу фільтрування проби кисломолочного згустку за певної температури.

ВУЗ – здатність гелю (кисломолочного згустку) утримувати в своїй структурі певну кількість води за рахунок гідрофільних зв'язків. Математично ВУЗ виражається формулою:

$$\text{ВУЗ} = \left(1 - \frac{\alpha}{\beta}\right) \cdot 100 \quad \text{де} \quad (2)$$

ВУЗ – вологоутримуюча здатність йогурту, %;

α, β – маса сироватки та йогурту, відповідно, г.

Консистенція йогурту залежить від кислотної коагуляції казеїну. Вона проходить під дією молочної кислоти, що утворюється в процесі молочнокислого бродіння лактози. Суть її полягає в агрегації гідрофобних частинок і подальшому структуроутворенню просторової сітки йогурту, в яку захоплюються дисперсійне середовище з кульками жиру та інші компоненти молока. Цей процес зумовлений поступовою нейтралізацією негативно заряджених карбоксильних груп казеїну, гідроксид-іонів фосфорної кислоти та видаленням колоїдного фосфату кальцію з казеїнових міцел. У йогурті він проходить завдяки *Str. termophilus*, *Lbm. Acidophilum* і *Lbm. bulgaricum*

Дві останні є активними кислотоутворювачами і можуть викликати надлиш-



ково кислий смак йогурту. Його можна нівелювати, використовуючи продукти бджільництва [12].

Проведені в даному напрямку дослідження показали, з поміж іншого, позитивний вплив меду (масова частка меду - 10%) на органолептичні показники дослідних зразків продукту [13].

Дослідженнями реологічних характеристик функціональних десертів з молочної сироватки з додаванням меду доведено покращення органолептичних і структурно-механічних характеристик десерту [14].

Даних щодо впливу маточного молочка на реологічні, синеретичні властивості та кислотність в свіжому йогурті й протягом його зберігання у доступних літературних джерелах не знайдено.

Метою наших досліджень було визначення впливу продуктів бджільництва на консистенцію і кислотність йогурту.

Матеріали і методи. Об'єктами досліджень слугували:

– дослідні зразки йогурту, отримані в лабораторних умовах з використанням натуральних біологічноактивних збагачувачів – меду, маточного молочка та бджолиного обніжжя на основі молока коров'ячого з масовою часткою жиру – 3,2%;

– контрольні зразки, отримані в аналогічних умовах без внесення добавок.

В якості сировини для отримання йогурту використовували нормалізовану молочну основу, закваски сублімаційної сушки *Str. Thermophilus*, *Lbm. acidophilum* і *Lbm. Bulgaricum* серії DVS-культури, мед акації, маточне молочко заморожене, бджолине обніжжя подрібнене до розміру частинок 5–10 мкн.

Для визначення умовної в'язкості використовували віскозиметр ВЗ-246, згідно ГОСТу 9070-75, та інструкцію до його використання.

Структурно-механічні характеристики йогурту: ефективна в'язкість, напру-

ження зсуву визначалися на ротаційному віскозиметрі "Реотест – 2" відповідно до інструкції на прилад, згідно стандартних методик [11]. Використовували циліндричну вимірювальну систему S1 із співвідношенням діаметрів циліндрів 0,94.

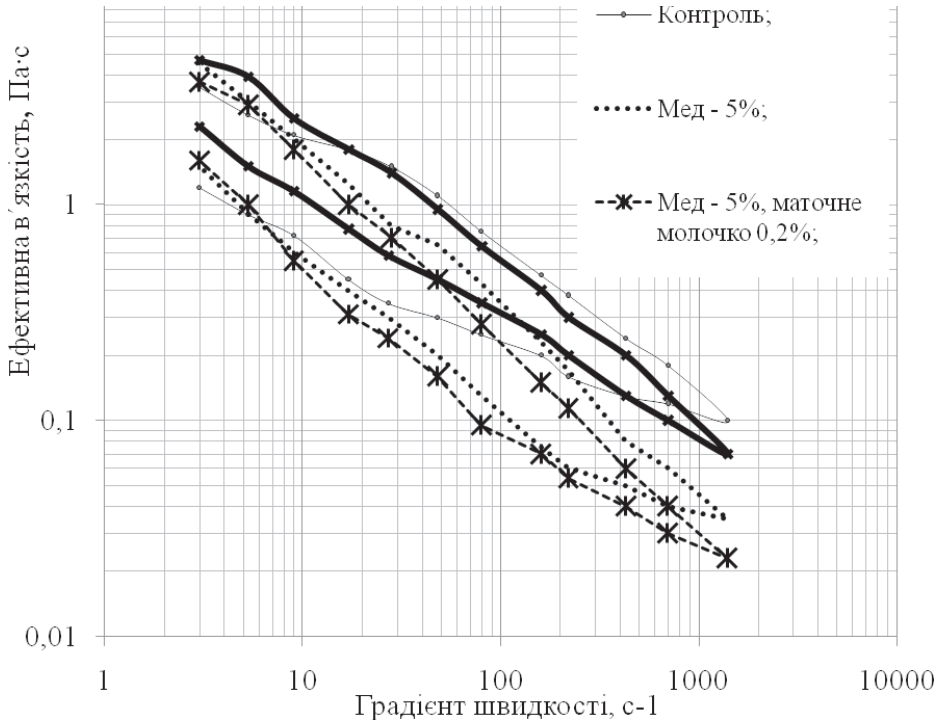
Швидкість деформації змінювалася в межах від 0 до 140 с⁻¹. Відлік проводили через 10 хв після включення відповідної швидкості за температури 8–10°C.

Ступінь синерезису визначали методом фільтрації 100 мл проби йогурту через паперовий фільтр протягом 3 год за температури 10±2°C на шостий день зберігання. Вологоутримуючу здатність – методом центрифугування при факторі розділення $F = 1000$ [15]. Пробу йогурту (10 см³) центрифугували протягом 60 хв з кроком 15 хв і вимірювали об'єм центрифугату в мл.

Активну кислотність визначали рН-метром "Checker". Титровану – за ГОС-Том 3624-92. Всі зразки заквашували до досягнення ними кислотності 102,5°Т та рН 4,5 (свіжі). Охолоджували до 10±2 °С і простежували динаміку наростання кислотності на 3, 6 і 9 дні.

Результати досліджень та їх обговорення. Показники ефективної в'язкості зразків представлено на рис. 1. За ними встановлено, що додавання до йогурту меду підвищує ефективну в'язкість за незначного руйнування згустку та знижує – за високого. Величина площі між низхідними і висхідними гілками петлі гістерезису, утвореними кривими течій, свідчить про часткове відновлення структури. Здатність до відновлення структури зразку йогурту з комбінованим наповнювачем (мед, маточне молочко, пилік) була вищою, порівняно з іншими зразками.

Зразки з медом і маточним молочком руйнувалися найшвидше і мали найвищий індекс текучості. Додавання до йогурту меду, маточного молочка та пиліку сприяє ста-


Рис. 1. Реограма досліджуваних проб йогуртів

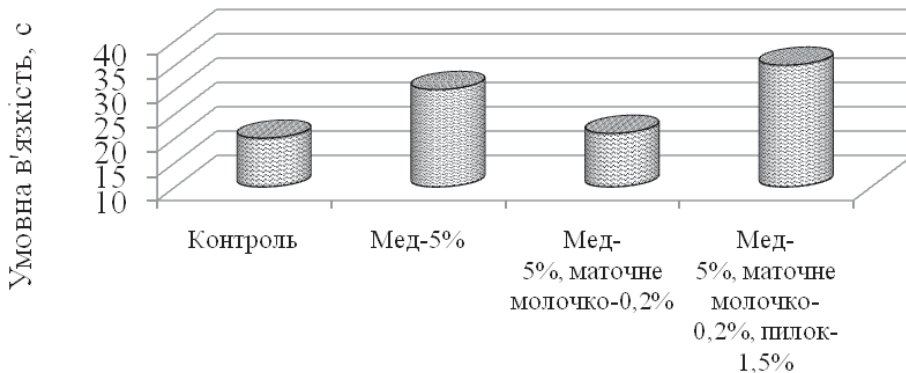
білізації в'язкості та прискоренню відновлення його структури після руйнування, що може покращити його консистенцію після розливу за резервуарного способу виробництва. Результати визначення умовної в'язкості зображено на рис. 2.

З отриманих графічних зображень випливає, що досліджувані зразки мо-

жуть бути віднесені до псевдопластичних рідин [11].

Напругу зсуву визначали за кривими течії, описаними формулою (1). Залежність представлено в графічному вигляді на рис. 3.

За даними рис. 3 всі зразки мали однаковий характер течії. Проте для руйну-


Рис. 2. Умовна в'язкість йогуртів різного складу

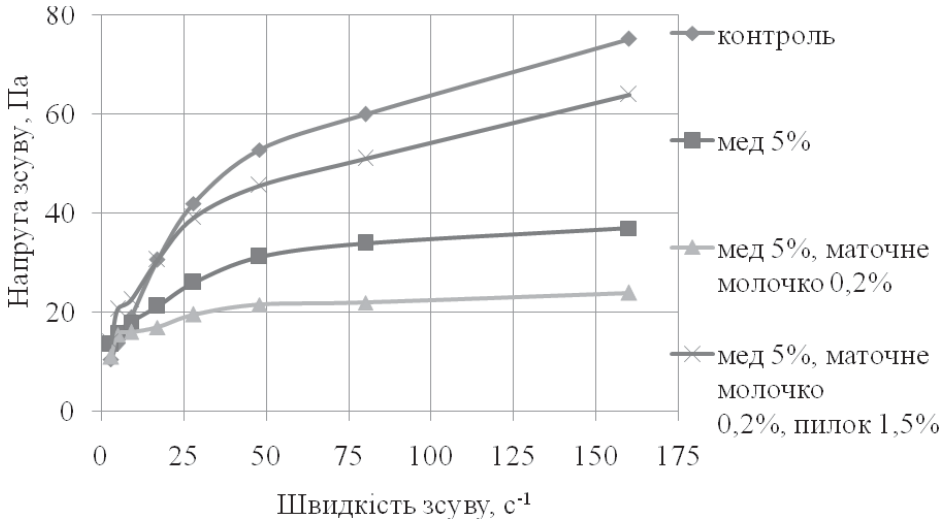


Рис. 3. Залежність напруги зсуву зразків йогурту від градієнта швидкості, с⁻¹

вання структури достідних зразків потрібно менше зусиль ніж для контрольних. Це є позитивним моментом для технологічного процесу виготовлення йогурту з продуктами бджільництва резервним способом.

Синеретичні властивості зразків йогурту показано на рис. 4 і 5.

Дослідження здатності кисломолочних згустків віддавати вологу самовільно та під дією відцентрових сил показали, що найменшу стійкість до вологовіддачі мали зразки з сумішшю меду та маточного молочка, а найвищу – з медом. Зразок, який

містив мед, маточне молочко та пилок мав не найкращі синеретичні властивості серед досліджуваних, але за всіма показниками перевищував контрольний.

Продукти бджільництва діють на темпи росту кислотності йогурту, оскільки впливають на біотехнологічні процеси, які в ньому відбуваються. Найкраще це можна показати, контролюючи кислотність протягом дев'яти днів (табл.).

Титрована кислотність найшвидше зростала в йогурті з 5% меду. На шосту добу зберігання вона склала більше 150 Т, а це вище припустимої норми на

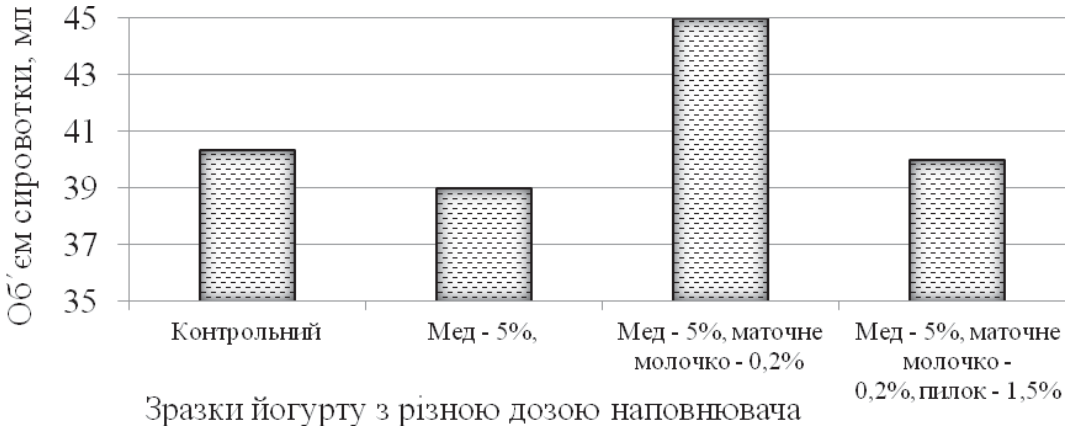


Рис. 4. Синеретичні властивості контрольного та дослідних зразків йогурту


Рис. 5. Вологоутримуюча здатність йогурту з різним вмістом продуктів бджільництва

10 Т і продукт стає непридатним до вживання.

Комбінація меду, маточного молочка та пилку стабілізувала кислотність дослідного зразка йогурту і протягом дев'яти днів утримувала її в межах вимог ДСТУ 4343:2004. Можливо це наслідок бактерицидних властивостей меду і маточного молочка та стимулюючих – бджолиного обніжжя.

Висновки

Йогурти, виготовлені з додаванням окремих продуктів бджільництва та їх комбінацій, набувають нових фізико-хімічних властивостей та якостей консистенції.

Кращими показниками відзначається зразок, який має у складі мед, маточне молочко та пилок у кількості – 5; 0,2 та 1,5%, відповідно. Він найкраще відновлює структуру після руйнування згустку, має бажану в'язкість, добре утримує вологу в структурі згустку.

Кислотність йогуртів, що містять у своєму складі натуральні продукти бджільництва має тенденцію до прискореного наростання, що, ймовірно, пов'язане зі стимулюючими властивостями цих наповнювачів.

Отримані результати можна використати для корегування якості йогурту та побудови апаратурно-технологічної схеми.

Таблиця. Динаміка росту кислотності йогурту з різним вмістом наповнювачів

Зразок	Період зберігання, днів			
	свіжий	3	6	9
<i>Титрована кислотність, °Т</i>				
Контроль	102,5	115,0	129,0	147,5
Мед – 5%	102,5	131,5	150,4	196,3
Мед – 5%, маточне молочко – 0,2%	102,5	117,8	137,0	160,9
Мед – 5%, маточне молочко – 0,2%, пилок – 1,5%	102,5	117,8	125,3	139,3
<i>Активна кислотність, рН</i>				
Контроль	4,50	4,37	4,20	3,93
Мед – 5%	4,50	4,28	4,00	3,30
Мед – 5%, маточне молочко – 0,2%	4,50	4,35	4,04	3,37
Мед – 5%, маточне молочко – 0,2%, пилок – 1,5%	4,50	4,32	4,21	4,03



Література

1. Технические науки от теории к практике: Сб. статей по мат. XXXII Междунар. науч.-практ. конф. (март, 2014 г.) / Отв. ред. А. И. Гулин. – Новосибирск: "СибАК", 2014. – № 3 (28). – 162 с.
2. Мерзлов С.В., Сніжко О.О. Підбір оптимальної закваски за біотехнології нового кисломолочного напою – йогурту // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2013. – С. 76–80.
3. Ломова Н. Н., Сніжко О.О. Влияние меда маточного молочка и пыльцы на биотехнологические процессы, происходящие в кисломолочных напитках // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 2 /12 (68.). – Ч. 1. – С. 62–65.
4. Patel S., Majumder A., Goyal A. Potentials of Exopolysaccharides from Lactic Acid Bacteria // Indian J. of Microbiol. – 2012. – Mar. 52(1). – P 3–12.
5. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 320 с.]
6. Рублев А.Л., Забодалова Л.А. Влияние комплексной лактат- и кальцийсодержащей пищевой добавки на реологические свойства йогурта // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия "Процессы и аппараты пищевых производств", 2013. – №2. [Электронный ресурс]: Режим доступа к странице <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>, 2011. – №2
7. Скорченко Т.А., Кравцова О.В. Дослідження впливу виду та дози сухих молочних продуктів на консистенцію кисломолочного напою // Молочна промисловість. – 2007. – № 6 (41). – С. 52–54.
8. Изучение показателей качества кисломолочного продукта с фасольюмунг в процессе хранения / ФамТхи Хоан, Ганина В. И., Волокитина З. В., Мороз О. Н. // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 67–70.
9. Реологические характеристики функциональных десертов из молочной сыворотки с добавлением меда: Мат. V Междунар. науч.-техн. конф. "Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке", (22–24 ноября 2011 г., Санкт-Петербург) / Санкт-Петербургский гос. ун-г. низкотемпературных и пищевых технологий. – С.-П., 2011. – 167 с.
10. МакКенна, Б.М. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы: Пер. англ. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2008. – 480 с.
11. Косой, В.Д., Дунченко Н.И., Меркулов М.Ю. Реология молочных продуктов. – М.: ДеЛипринт, 2010. – 826 с.
12. Наука вчера, сегодня, завтра: Сб. статей по мат. X Междунар. науч.-практ. конф. (март, 2014 г.) / Отв. ред. А. И. Гулин. – Новосибирск: "СибАК", 2014. – № 3 (10). – 74 с.
13. Семенова Н. А. Исследование технологических особенностей производства кисломолочных напитков с натуральным пчелиным медом: Дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. – Кемерово, 2008. – 140 с.
14. Мат. V Междунар. науч.-техн. конф. "Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке" (Санкт-Петербург, 22–24 ноября 2011 г.): конференции. - СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2011. – 495 с.
15. Дослідження синергетичних властивостей йогуртів, виготовлених на основі нової бактеріальної закваски / Кравцова О. В., Скорченко Т. А., Коваленко Н.К., Лясковський Т. М. // Молочна промисловість. – 2004. – № 4 (13). – С. 12–15.

АННОТАЦІЯ

Ломова Н. М., Снежко О. О., Наріжний С. А. Влияние продуктов пчеловодства на консистенцию и кислотность йогурта // Биоресурсы и природопользование. – 2014. – 6, № 3–4. – С. 127–133.

Исследованы изменения реологических свойств йогурта под влиянием натуральных продуктов пчеловодства – меда, маточного молочка и пыльцы. Определен характер влияния различных комбинаций наполнителей на качество свежего кисломолочного напитка. Установлено, что внесение меда, маточного молочка и пчелиной обножки улучшает реологические свойства кисломолочного сгустка. Используемые обогатители повышают титруруемую и снижают активную кислотность йогурта. Определен оптимальный вариант сочетания различных продуктов пчеловодства, который обеспечит наилучшие реологические и синергетические свойства и не провоцирует ускоренное нарастание кислотности.

SUMMARY

N. Lomova, O. Snyezhko, S. Narizhnyi. Effect of beekeeping products on consistency and acidity of yogurt // Biological Resources and Nature Management. – 2014. – 6, № 3–4. – P. 127–133.

Changes of rheological properties of yogurt under the influence of the natural beekeeping products, namely honey, uterine milk and pollen load were investigated in this work. For the purpose of determination of nature of influence of various doses of BP on quality of new sour-milk drink, it was followed up the influence of these biologically active ingredients on titled acidity and concentration of hydrogen ions in a fresh product and in the course of its storage. As a result it was indicated that small amounts of BP positively influence on rheological quality of a sour-milk clot. At the same time, they lead to slight increase of acidity in fresh yogurt, but constrain its increase on continuation of several days, thereby prolonging a yogurt expiration date.