



УДК 637.336.057:[579.864+579.873]

Продуктування ароматичних речовин і вуглекислого газу лакто- і біфідобактеріями

Л. ЛАНЖЕНКО, канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій

Анотація. Досліджено здатність заквашувальних композицій лактобактерій і адаптованих до молока монокультур біфідобактерій до продуктування ароматоутворюючих речовин (діацетилу і ацетоїну) і вуглекислого газу. На основі отриманих результатів було складено пробіотичні заквашувальні комплекси і наведено рекомендації щодо їх використання у технології біфідовмісних твердих сирів. Встановлено, що використання заквашувальних культур з підвищеною здатністю до аромато- і газоутворення допоможе прискорити процес визрівання твердого сиру з пробіотичними властивостями.

Ключові слова: ароматоутворення, газоутворення, лактобактерії, біфідобактерії, біфідовмісний твердий сир.

Production of aromatic substances and carbon dioxide by lacto- and bifidobacteria, LYUBOV O. LANZHENKO (Odessa National Academy Of Food Technologies).

Abstract. The article was investigated the ability of fermentation compositions of lactobacteria and milk-adapted monocultures of bifidobacteria to the production of aroma-forming substances (diacetyl and acetoin) and carbon dioxide. On the basis of the obtained results, probiotic fermentation complexes were composed and recommendations for their use in the technology of bifidobacteria-contain cheese were given. It was installed that the use of fermentation cultures with increased ability to aroma and gas production will reduce the process of ripening of hard cheese with probiotic properties.

Key words: aromaproduction, gasproduction, lactobacteria, bifidobacteria, bifidobacteria-contain hard cheese.

Смак і аромат сиру формуються внаслідок розщеплення молочного цукру, лимонної кислоти, білків, жирів, які у сукупності формують органолептичні показники. Ароматичні і смакові характеристики зумовлюють молочна кислота; продукти гетерогенного бродіння молочного цукру, цитратів і лимонної кислоти; вільні амінокислоти; карбонільні сполуки (зокрема, діацетил і ацетоїн, які навіть у мікродозах істотні для сирів); жирні кислоти та інші сполуки. Утворення рисунку залежить від реологічних показників сирної маси, активної кислотності, температури та виду закваски. Характер рисунка залежить від швидкості накопичення: прискорення газовиділення сприяє утворенню дрібних вічок у сирній масі, що доцільно при виробництві біфідовмісного твердого сиру, який відноситься до групи сирів з низькою температурою другого нагрівання [2].

Рецензенти:
1. Докт. с.-г. наук **О.Й. Цісарик**,
Львівський національний університет ветеринарної
медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького
2. Докт. техн. наук **Г.Є. Поліщук**,
Національний університет харчових технологій

Мікроорганізми симбіотичних заквашувальних композицій відіграють вирішальну роль у процесах визрівання, формуванні смаку, аромату і рисунка сиру, оскільки беруть участь у метаболізмі лимонної кислоти і впливають на активність пептидаз, естераз, ліпаз та інших ферментів, які вивільняються у процесі визрівання [2, 3].

Останнім часом світова практика ретельно вивчає способи покращення якості різних груп сирів. Зараз найбільшого поширення набули: зміни технологічних параметрів виробництва; використання спеціальних заквашувальних культур, додаткових культур і екзогенних ферментів [4].

Одним з найбільш перспективних способів для виробництва якісного сиру з покращеною структурою, консистенцією, рисунком, смаком і ароматом, вважають застосування спеціальних заквашувальних культур. Важливим етапом у створенні бактеріального препарату є підбір мікроорганізмів за симбіотичними і технологічними властивостями, характерними для певного виду сиру [4, 13].

Використання у технології твердих біфідовмісних сирів заквашувальних композицій, що містять лакто- і біфідобактерії з підвищеною здатністю до аромато- і газоутворення, дасть змогу одержувати цільовий продукт зі специфічними смаком та ароматом і правильним рисунком. Продукування мікроорганізмами ароматичних речовин – діацетилу і ацетоїну допоможе збагатити смак продукту горіховими нотками [7, 10].

До того ж, біфідо- і лактобактерії, які застосовують для виробництва молочних продуктів, мають широкий спектр біологічних та біотехнологічних властивостей, які здійснюють оздоровчий і функціональний вплив на організм споживача [8, 9].

У сучасній молочній промисловості культури лактобактерій з підвищеними протеолітичними, ароматоутворюючими і газоутворюючими властивостями використовують у технологіях кисломолочних продуктів дитячого харчування, кисловершкового масла, твердих і м'яких сирів. Наукові дослідження у цьому напрямі зараз проводять на кафедрі технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики Одеської національної академії харчових технологій [12].

Мікробіологічні та біохімічні процеси, що проходять при визріванні сиру, призводять до значних змін усіх складових компонентів свіжого сиру. Смак та аромат з'являються при визріванні сирів внаслідок утворення цілого комплексу хімічних, смакових, ароматичних речовин [5, 11].

Мета роботи полягає у дослідженні здатності заквашувальних композицій лактобактерій і адаптованих до молока монокультур біфідобактерій до продукування ароматичних речовин і вуглекислого газу (CO₂) для їх подальшого використання у технології біфідовмісного твердого сиру.

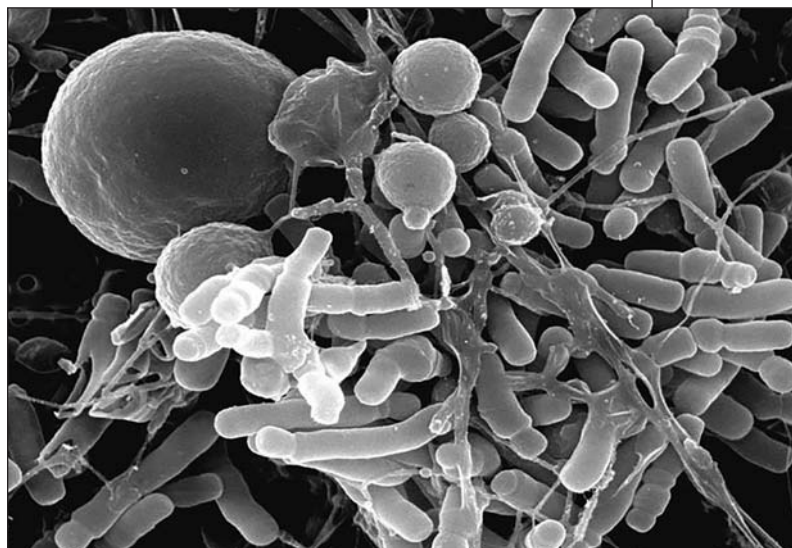
Основними завданнями роботи є:

- дослідження біфідо- і лактобактерій до аромато- і газоутворення;
- встановлення синергізму або антагонізму мікроорганізмів;
- складення заквашувальних комплексів для виробництва твердих сирів з пробіотичними властивостями.

Для вибору біфідо- і лактобактерій для виробництва твердих сирів з пробіотичними властивостями об'єктами досліджень стали зразки, наведені у таблиці.

Адаптацію монокультур біфідобактерій до молока здійснювали шляхом їх культивування у стерилізованому за температури 119-121 °С протягом 19-21 хв. молоці, збагаченому фруктозою у якості стимулятора росту біфідобактерій у кількості 0,1 % від маси молока, за температури 36-38 °С протягом 9-13 год з подальшим охолодженням до температури 2-6 °С і зберігали при вказаній температурі не більше 24 год. У сквашеному молоці визначали ароматоутворюючу і газоутворюючу активність монокультур біфідобактерій.

Культивування молочнокислих мікроорганізмів для визначення їх аромато- і газоутворюючої здатності проводили у стерилізованому за температури 119-121 °С протягом 19-21 хв молоці, за температури 30-32 °С протягом 8-12 год з подальшим охолодженням до температури 2-6 °С і зберігали при вказаній температурі не більше 24 год.



Характеристика заквасок лакто- і біфідобактерій безпосереднього внесення та монокультур біфідобактерій

Номер зразка	Закваска	Склад закваски
Лактобактерії		
Зразок 1	FD DVS CHN-11 (Chr. Hansen, Данія)	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> <i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i> <i>Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris</i> <i>Lactococcus lactis ssp. diacetylactis</i>
Зразок 2	FD DVS Flora Danica (Chr. Hansen, Данія)	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> <i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i> <i>Lactococcus lactis ssp. diacetylactis</i>
Зразок 3	FD DVS R-703 (Chr. Hansen, Данія)	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> <i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>
Зразок 4	FD DVS R-704 (Chr. Hansen, Данія)	<i>Lactococcus lactis ssp. Lactis</i> <i>Lactococcus lactis ssp. Cremoris</i>
Зразок 5	Lyobac MCL-24 (ALCE MOFIN GROUPPO, Італія)	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> <i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i> <i>Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris</i> <i>Lactococcus lactis ssp. Diacetylactis</i>
Зразок 6	Lyobac ML-24 (ALCE MOFIN GROUPPO, Італія)	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> <i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i>
Зразок 7	FD DVS DCC-250 (Chr. Hansen, Данія)	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> <i>Lactococcus lactis ssp. diacetylactis</i> <i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i> <i>Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris</i> <i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>
Біфідобактерії		
Зразок 8	FD DVS Bb-12 (Chr. Hansen, Данія)	<i>Bifidobacterium longum subsp. animalis</i>
Зразок 9	Монокультура	<i>Bifidobacterium adolescentis BA 03</i>
Зразок 10	Монокультура	<i>Bifidobacterium bifidum BB 03</i>
Зразок 11	Монокультура	<i>Bifidobacterium longum BL 03</i>
Зразок 12	Монокультура	<i>Bifidobacterium breve BR 03</i>
Зразок 13	Lyobac 3 BIFIDI (ALCE MOFIN GROUPPO, Італія)	<i>Bifidobacterium adolescentis BA 03</i> <i>Bifidobacterium bifidum BB 03</i> <i>Bifidobacterium longum BL 03</i>

Визначення вмісту CO₂ проводили за спеціальною методикою за зміною рівня утвореного різними культурами згустка [1]. Визначення вмісту ароматичних речовин (діацетилу і ацетоїну) відгонкою водною

парою з подальшим осадження нікелевих солей і переведенні їх у масу діацетилу і ацетону [1].

На рис. 1 і 2 наведено вміст ароматоутворюючих речовин у згустках, ферментованих заквасками лактобактерій безпосереднього внесення і адаптованими до молока монокультур біфідобактерій, відповідно.

Найбільшу кількість ацетоїну та діацетилу (рис. 1) продукують мікроорганізми закваски *FD DVS DCC-250* (21,-21,6 та 20,9-21,0 мг/100 г, відповідно), що у технології забезпечить відмінний аромат цільового продукту.

При дослідженні згустків, ферментованих біфідобактеріями (рис. 2), найбільший вміст ароматичних речовин виявлено у згустках, ферментованих заквасками *Lyobac 3 BIFIDI* та *B. animalis Bb-12* (ацетоїну та діацетилу – 3,8-3,9 і 3,7-3,8 мг/100 г та 3,5-3,6 і 3,4-3,5 мг/100 г відповідно), але це у 5,5-5,8 раз менше від кількості ароматоутворюючих речовин, які накопичують лактобактерії.



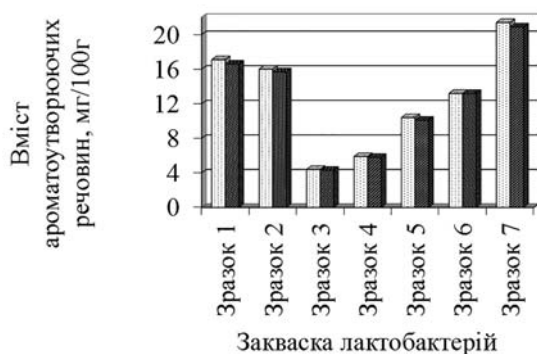


Рис. 1. Вміст ароматоутворюючих речовин, мг/100 г, у згустках, ферментованих заквасками лактобактерій безпосереднього внесення: ■ – ацетоїн; ■ – диацетил.

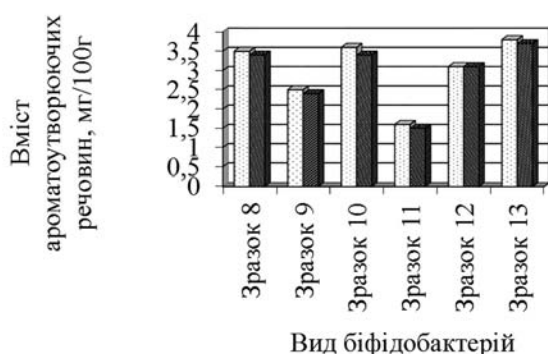


Рис. 2. Вміст ароматоутворюючих речовин, мг/100 г, у згустках, ферментованих адаптованими до молока монокультурами біфідобактерій: ■ – ацетоїн; ■ – диацетил.

Для встановлення синергізму або антагонізму між різними видами заквасок та для визначення раціонального комплексу для виробництва твердого біфідовмісного сиру було складено 4 заквашувальні композиції:

1. *FD DVS CH-N11* + *FD DVS Bb-12* (зразок 14);
2. *FD DVS CH-N11* + *Lyobac 3 BIFIDI* (зразок 15);
3. *FD DVS DCC 250* + *FD DVS Bb-12* (зразок 16);
4. *FD DVS DCC 250* + *Liobac 3 BIFIDI* (зразок 17).

Результати визначення ароматоутворюючих властивостей складених заквашувальних композицій зі змішаних культур лакто- і біфідобактерій наведені на рис. 3.

При дослідженні згустків, ферментованих заквашувальною композицією *FD DVS CH-N 11* + *FD DVS Bb-12*, встановлено, що вміст ароматоутворюючих речовин – ацетоїну і диацетилю на 36,2-36,3 та 29,-29,4 % відповідно перевищує сумарну кількість ароматоутворюючих речовин, накопичених окремо заквасками *FD DVS CH-N11* та *FD DVS Bb-12* (рис. 1, 2 та 3), що свідчить про синергізм заквашувальних культур при накопиченні ароматоутворюючих речовин.

Дослідження згустків, отриманих сквашуванням молока заквашувальною композицією *FD DVS CH-N 11* + *Lyobac 3 BIFIDI*, також свідчить про синергізм лакто- і біфідокультур, включених до її складу, при накопиченні ароматоутворюючих речовин, оскільки вмісту ацетоїну і диацетилю на 31,0-31,1 та 23,5-23,6 % відповідно (рис. 3) перевищує сумарний вміст ароматоутворюючих речовин, накопичених окремо заквасками *FD DVS CH-N11* та *Liobac 3 BIFIDI* (рис. 1, 2).

Максимальний синергізм при продукуванні ароматоутворюючих речовин відзначаємо при комбінуванні закваски лактобактерій безпосереднього внесення *FD DVS DCC-250* із заквасками *FD DVS Bb-12* і *Lyobac 3 BIFIDI*, оскільки кількість ацетоїну і диацетилю у згустках, отриманих ферментацією молока заквашувальною композицією *FD DVS DCC-250* + *FD DVS Bb-12* на 44,5...44,6 та 37,4...37,5 % відповідно, а згустках, отриманих з використанням *3K FD DVS DCC 250* + *Lyobac 3 BIFIDI* – на 42,3-42,4 та 31,8-31,9 % відповідно вищі від сумарної кількості ацетоїну і диацетилю, накопичених окремо культурами лакто- й біфідобактерій (рис. 1, 2 та 3). Це, вірогідно, пояснюється вищою здатністю до продукування ароматоутворюючих речовин культурами лактобактерій, які входять до складу закваски безпосереднього внесення *FD DVS DCC 250*, та синергізмом мезофільних лактобактерій з біфідобактеріями при спільному культивуванні, встановленому у попередніх дослідженнях [6].

Накопичення вуглекислого газу у згустках, ферментованих заквасками лактобактерій безпосереднього внесення і адаптованими до молока монокультурами біфідобактерій, представлені на рис. 4 і 5 відповідно.

Максимальну кількість вуглекислого газу накопичує закваска лактобактерій безпосереднього внесення *FD DVS DCC-250* (висота стовпчика максимальна – 19,5±0,5 мм – рис. 4), що дасть змогу отримати у ці-

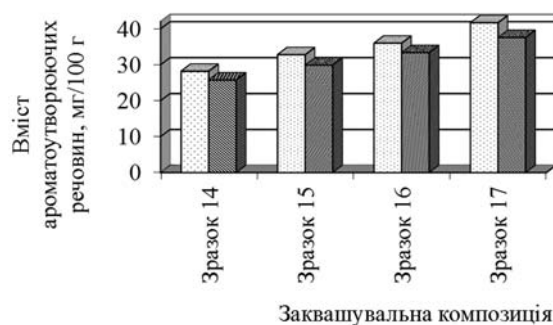


Рис. 3. Вміст ароматоутворюючих речовин, мг/100 г, у згустках, отриманих ферментацією молока обраними заквашувальними композиціями: ■ – ацетоїн; ■ – диацетил.

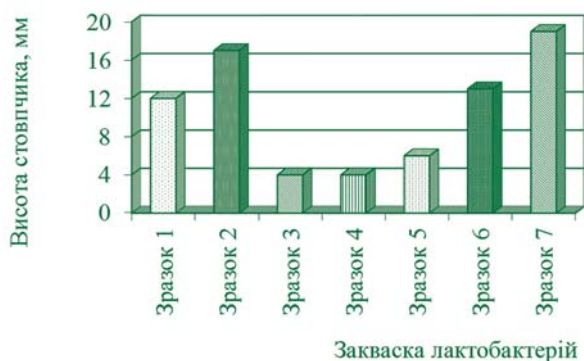


Рис. 4. Висота стовпчика (мм) у згустках, отриманих ферментацією молока заквасками лактобактерій безпосереднього внесення.

льовому продукті гарно розвинений рисунок з вічками правильної форми (при забезпеченні у процесі визрівання сприятливих умов для розвитку лактобактерій, які входять до складу закваски). Незначно поступаються культурам лактобактерій, введеним до складу зазначеної закваски, у здатності до продукування вуглекислого газу лактобактерії, які входять до закваски *FD DVS Flora Danica* (висота стовпчика – 16,5±0,5 мм); на третій позиції – закваски *FD DVS CH N-11* та *Lyobac ML 24* (висота стовпчика – 12,0±1,0 мм) – рис. 4.

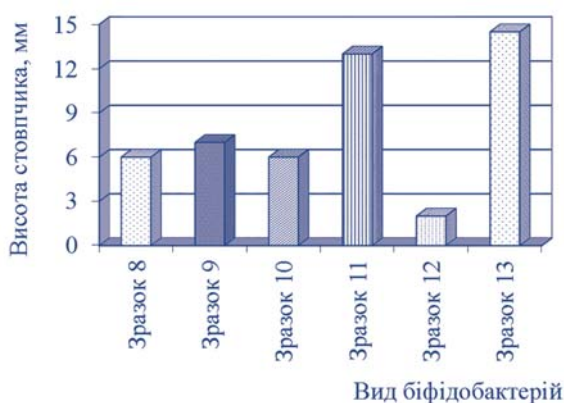


Рис. 5. Висота стовпчика (мм) у згустках, отриманих ферментацією молока адаптованими монокультурами біфідобактерій.

Серед досліджених штамів біфідобактерій найбільшу кількість вуглекислого газу продукує закваска біфідобактерій *Lyobac 3 BIFIDI* (висота стовпчика максимальна – 14,5±0,5 мм – рис. 5), на другій позиції – монокультура *B. longum BL 03* (висота стовпчика максимальна – 12,5±0,5 мм), найменшу кількість вуглекислого газу продукує монокультура *B. breve BR 03*.

З огляду на одержані результати, та з урахуванням того, що на кафедрі технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики розроблені симбіотичні заквашувальні композиції зі змішаних культур біфідобактерій *Lyobac 3 BIFIDI* (*B. bifidum BB 03* + *B. longum BL 03* + *B. adolescentis BA 03*), рекомендовано для виробництва твердого сиру з пробіотичними властивостями доцільно використовувати заквашувальні композиції *FD DVS DCC-250* + *FD DVS Bb-12* та *FD DVS DCC-250* + *Lyobac 3 BIFIDI*.

Висновки

Визначено здатність лакто- і біфідобактерій до продукування ароматичних речовин – ацетоїну та діацетилю. Встановлено, що найбільшу кількість ароматуючих речовин продукують мікроорганізми закваски *FD DVS DCC-250*, а здатність адаптованих до молока монокультур біфідобактерій до продукування ароматуючих речовин у 5,5-14,2 раз нижча, ніж здатність досліджених заквасок ЛБ до накопичення ацетону і діацетилю.

Встановлено, що максимальну кількість вуглекислого газу, який забезпечує формування у твердих сирах розвинутого правильного рисунка, у процесі ферментації молока накопичують культури лактобактерій у складі закваски *FD DVS DCC-250*, мінімальну кількість вуглекислого газу при сквашуванні молока накопичують адаптовані до молока монокультури біфідобактерій.

Доведено виникнення синергізму щодо продукування діацетилю і ацетоїну при спільному культивуванні лакто- й біфідобактерій.

Рекомендовано для виробництва твердих біфідовмісних сирів із характерними органолептичними показниками використовувати заквашувальні композиції *FD DVS DCC-250* + *FD DVS Bb-12* та *FD DVS DCC-250* + *Lyobac 3 BIFIDI*.





Література

1. **Банникова Л.А., Королева Н.С., Семенихина В.Ф.** Микробиологические основы молочного производства: справочник // М.: Агропромиздат. – 1987. – 400 с.
2. **Власенко В.В., Семко Т.В., Соломон А.М.** та ін. Закваски і їх види у сировиробництві // Науковий вісник ЛНУВМ та Б ім. С.З. Гжицького. – 2016. – Т. 18, № 2(68). – С. 157–160.
3. **Давыдова Е.А., Заболоцкая Т.А.** Влияние добавочных заквасочных культур рода *Lactobacillus* на формирование вкуса сыра, вырабатываемого при участии пропионово-кислых бактерий // Наук. праці одеської національної академії харчових технологій. – 2013. – Вип. 44(2). – С. 227–232.
4. **Давыдова Е.А., Лилишенцева А.Н., Заболоцкая Т.А.** Изучение влияния добавочных заквасочных культур *Lactobacillus helveticus* и *Lactobacillus acidophilus* на качество низкожирных сыров // Наук. праці одеської національної академії харчових технологій. – 2012. – Вип. 42(2). – С. 292–295.
5. **Дідух Н.А., Молокопой Л.О., Назаренко Ю.В.** Визначення протеолітичної активності заквашувальних композицій для виробництва білкових молочних продуктів функціонального та спеціального призначення // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2010. – Вип. 1. – С. 329–336.
6. **Дідух Н.А., Чагаровський О.П., Лисогор Т.А.** Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення // Одеса: Видавництво «Поліграф». – 2008. – 236 с.
7. **Исмиев А.И., Магеррамов А.М., Сукач В.А.** и др. Синтез и реакции диацетил-(диалкоксикарбонил)-замещенных гидроксидов гексанона // Журнал органічної та фармацевтичної хімії. – 2016. – Т. 14 вип. 4. – С. 16–32.
8. **Краснікова В.О., Кулик В.К., Стороженко Т.А.** та ін. Формування якісних показників ферментованих молочних напоїв за різних видів закваски // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2016. – № 2. – С. 45–48.
9. **Ланженко Л.О., Ткаченко Н.А.** Медико-біологічні дослідження твердого сиру з пробіотичними властивостями // Продовольча індустрія АПК. – 2015. – № 6. – С. 21–25.
10. **Мусій Л.Я., Цісарик О.Й., Голубець О.В.** та ін. Смако-ароматичні речовини у кисловершковому маслі залежно від складу заквашувальної композиції і умов культивування // Науковий вісник ЛНУВМ та Б ім. С.З. Гжицького. – 2014. – Т. 16, № 2(4). – С. 103–112.
11. **Скрипніченко Д.М.** Визначення протеолітичної активності заквашувальних композицій для виробництва м'яких пробіотичних сирів // Харчова наука і технологія. – 2015. – № 2. – С. 34–38.
12. **Ткаченко Н.А., Назаренко Ю.В., Авершина А.С.** та ін. Заквашувальні композиції для дитячих кисломолочних продуктів з підвищеними протеолітичними властивостями // Восточно-європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 2/12 (68). – С. 66–71.
13. **Цісарик О.Й., Сливка І.М., Мусій Л.Я.** Скринінг технологічних властивостей природних штамів молочнокислих бактерій // Науковий вісник ЛНУВМ та Б ім. С.З. Гжицького. – 2017. – Т. 19, № 80. – С. 88–92.

ЯКІСТЬ

Скандал з *Lactalis*: продукція могла бути заражена вже понад десять років



Французька група компаній *Lactalis* визнала, що деякі її продукти могли бути заражені вже понад десять років.

Минулого року мільйони пачок сухого молока відкликали із продажу по всьому світу через спалах сальмонели.

Дослідники кажуть, що та сама сальмонела є причиною ще одного спалаху, який відбувся в 2005 році.

Компанія визнала, що за весь цей час, можливо, від зараженого продукту постраждало значно більше дітей.

В опублікованому інтерв'ю керівник *Lactalis* Еммануель Бесньє заявив, що компанія також несе відповідальність за спалах у 2005 році.

Поліція обшукує виробництва *Lactalis* через сальмонелу

Відомо, що тоді захворіло 146 дітей.

Під час останнього спалаху, який відбувся наприкінці минулого року, захворіло щонайменше 38 дітей у Франції та Іспанії.

Дослідники стверджують, що бактерія сальмонели знаходилась на заводі в Креоні, аж поки його не закрили.

За їхніми даними, в період з 2005 по 2016 роки захворіли ще 25 немовлят.



Французькі правоохоронні органи розслідують цю справу та проводять обшуки на виробничих потужностях компанії.

У січні компанія відкликала з 83 країн понад 12 млн пачок сухого молока для дитячого харчування через скандал з сальмонелою.

Судовий позов проти *Lactalis* подали батьки, які говорять, що їхні діти відчули себе погано після вживання продукції.

Lactalis відкликає дитяче харчування у 83 країнах через сальмонелу

Група компаній *Lactalis* - один з найбільших у світі виробників молочної продукції з обсягом продажів у 17 мільярдів євро на рік.

До складу *Lactalis* входять 246 виробництв у 47 країнах. Лише у Франції на компанію працює 15 тисяч людей.

www.bbc.com/ukrainian/news-42909247