

БОДНАРЧУК ОКСАНА ВАСИЛІВНА

УДК 637. 334:637.136.3/5

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ТВЕРДОГО СИЧУЖНОГО СИРУ З ВИСОКОЮ
ТЕМПЕРАТУРОЮ ДРУГОГО НАГРІВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ
БАКТЕРІАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ ПРЯМОГО ВНЕСЕННЯ**

Спеціальність: 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних та рибних продуктів

Автореферат

на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Технологічному інституті молока та м'яса Української академії аграрних наук.

- Науковий керівник:** доктор технічних наук
Кігель Наталя Федорівна
Технологічний інститут молока та м'яса УААН
завідувач відділу біотехнології
- Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор
Гуць Віктор Степанович
Національний університет харчових технологій
Міністерства освіти і науки України,
завідувач кафедри охорони праці
- кандидат технічних наук
Чагаровський Вадим Петрович
Голова Ради Директорів Союзу молочних підприємств
України, Віце-президент Української Аграрної Конфедерації
- Провідна установа:** Одеська національна академія харчових технологій
Міністерства освіти і науки України,
кафедра технології молока та молочних продуктів, м. Одеса

Захист відбудеться “ 13 ” грудня 2006р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.03 при Національному університеті харчових технологій за адресою:

01033, м. Київ-33, вул. Володимирська,68, корпус А, ауд.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м.Київ-33, вул. Володимирська,68.

Автореферат розісланий “ ” листопада 2006 року.

Учений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, доцент

Поводзинський В.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Аналіз продукції українських сирзаводів показав, що, якщо на вітчизняному ринку сири голландської групи зберегли свої позиції, то асортимент сирів з високою температурою другого нагрівання доволі обмежений. Чималу роль у цьому зіграли не тільки дефіцит сиропридатної сировини, її низька якість, складний та тривалий технологічний процес виробництва, але й бідний асортимент високоефективних заквашувальних препаратів для сироробства. Це призвело до широкого застосування імпортних заквашувальних препаратів прямої дії, оскільки їх аналогів власного виробництва в Україні немає. Впровадження останніх дозволяє досягти високого рівня стандартизації ферментування та якості готового продукту.

Ключовим фактором виробництва сиру з високою температурою другого нагрівання є використання активних штамів молочнокислих та пропіоновокислих бактерій, які відповідають за формування технологічних та органолептичних показників сиру. Оскільки протеолітичні процеси є домінуючими у формуванні смакових “нот” сиру, особливий акцент під час створення заквашувальних препаратів ставлять на залучення лактобацил з високою здатністю до нагромадження низькомолекулярних азотовмісних сполук. Однак препаратів, які б поєднували всі ці ознаки, наразі не існує. Крім того, внаслідок недостатнього наукового обґрунтування технологій нових сирів, ефективність виробництва та якість продукції не завжди є високими.

Тому створення вітчизняного бактеріального концентрату прямого внесення та технології твердого сиру з високою температурою другого нагрівання з його використанням є необхідним для сироробної галузі і вимагає нагального вирішення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано у відділах біотехнології та сироробства Технологічного інституту молока та м'яса УААН у межах науково-технічної програми УААН на 2001-2005 р.р. “Переробка молока та м'яса” (завдання “Розробити технології сичужних сирів з використанням заквашувальних препаратів прямого внесення”, № держреєстрації 0198U000534).

Мета і задачі досліджень. Метою роботи було розроблення технологічних режимів виробництва твердого сичужного сиру з високою температурою другого нагрівання та створення технології бактеріального концентрату прямого внесення для його виготовлення.

Відповідно до поставленої мети сформульовано та вирішено наступні **задачі**:

- визначення показників сиру високої якості на основі маркетингового дослідження сирів швейцарської групи, представлених на ринку України;
- скринінг штамів лакто- та пропіоновокислих бактерій за фізіолого-біохімічними, мікробіологічними та технологічними ознаками, що необхідні у виробництві сирів з високою температурою другого нагрівання;
- створення на основі відібраних лакто- та пропіоновокислих бактерій активних заквашувальних композицій та їхня апробація у виробництві сиру;

- опрацювання технологічних режимів виробництва бакконцентрату прямого внесення, вивчення його основних біотехнологічних властивостей;
- визначення технологічних параметрів виробництва твердого сичужного сиру з використанням нового бакконцентрату для наближення органолептичних характеристик кінцевого продукту до основних показників сиру високої якості;
- дослідження основних фізико-хімічних, біохімічних та мікробіологічних показників під час виробництва сиру;
- розроблення та затвердження нормативних документів на виробництво бакконцентрату та твердого сичужного сиру з високою температурою другого нагрівання, апробація розроблених технологій у промислових умовах.

Об'єктами досліджень були молоко, сирне зерно, сирна маса та тверді сичужні сири з високою температурою другого нагрівання, культури молочно- та пропіоновокислих бактерій, заквашувальні композиції, закваски, бактеріальний концентрат прямого внесення.

Предмети досліджень – мікробіологічні, фізико-хімічні, біохімічні та органолептичні характеристики молока, сирного зерна, сирної маси та твердих сичужних сирів з високою температурою другого нагрівання, біотехнологічні властивості штамів, заквасок і бактеріального концентрату.

Методи досліджень. У роботі використано традиційні та сучасні методи досліджень основних показників якості сирів, властивостей штамів та бактеріального концентрату. Ідентифікацію та селекцію штамів виконували за “Определителем бактерий Берджи” (1997) та рекомендаціями Л.А. Баннікової (1975), Є.І. Кваснікова (1975). Аналіз мікропрепаратів чистих культур здійснювали із застосуванням світлового мікроскопу Motic (Fisher Bioblock) із вмонтованою відеокамерою TopView (програма Motic Images 2000). Протеолітичну активність заквашувальних культур оцінювали за колориметричними методами (*Хулла, Гомеса, Бредфорда, Лоурі*) на фотоколориметрі КФК-3; рівень нагромадження діацетилу, ефірів, летких органічних кислот – після дистиляції водяною парою, активність β -галактозидази визначали за реакцією зі специфічним субстратом – о-нітрофеніл- β -D-галактопіранозидом (*Некман*, 1992). Для аналізування вуглеводного складу ферментованого молока, ростового середовища та сирів застосовували метод високоефективної рідинної хроматографії на хроматографі LC-5 (“Shimadzu”); вміст летких органічних кислот у продуктах – за методом газорідинної хроматографії на приладі “Купол-55”; кількість вільних амінокислот та амінокислотний склад продукту – на аналізаторі LC-2000 (Біотронік); загальний вміст білку та продуктів протеолізу – за методом К’ельдаля; склад білкових фракцій визначали, застосовуючи денатуруючий електрофорез у поліакриламідному гелі (методом *Лемлі*); вміст вітаміну B₁₂ – мікробіологічним

методом з тест-культурою *E. coli* 113 (Куцева). Реологічні характеристики готових сирів досліджували за показниками напруження зрізу та роботи різання на приладі “Instron-1122”.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в Україні розроблено принципово новий за своїм компонентним складом бактеріальний концентрат прямого внесення для виробництва твердого сичужного сиру з високою температурою другого нагрівання. Поєднання в ньому штамів термофільних лактобацил виду *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* із пропіоновокислими бактеріями *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* надає можливість контролювати процеси одержання та обробки сирного зерна та сирної маси, забезпечити швидке визрівання сиру внаслідок розщеплення білку з утворенням великої кількості розчинних азотовмісних сполук, сформувати характерний рисунок сиру, збагатити його смаковий “букет” за рахунок нагромадження широкого спектру смако-ароматичних речовин.

Опрацьовано режими виробництва бакконцентрату прямого внесення “Темп”. Визначено особливості функціонування заквашувальної мікрофлори новоствореного концентрату “Темп” упродовж виробництва сиру з високою температурою другого нагрівання. Встановлено закономірності біохімічних і фізико-хімічних перетворень компонентів сиру під час ферментування бакконцентратом. Отримано математичні залежності між вмістом солі у водній фазі сиру та чисельністю лактобактерій і приростом вільних амінокислот. Встановлено динаміку нагромадження речовин, які обумовлюють специфічну смако-ароматичну композицію продукту та розщеплення білкових сполук сиру впродовж його визрівання.

Практичне значення одержаних результатів. Поповнено колекцію промислових мікроорганізмів ТІММ 5 новими штамми, що задовольняють вимоги сироваріння, один з яких – *Lactobacillus helveticus* ІМВ В-7122 – захищено патентом України №76906 С2, МПК С12Н1/20, А23С 19/032, С12R 1/225. Розроблено новий бактеріальний концентрат “Темп” на основі молочнокислих та пропіоновокислих бактерій для твердих сичужних сирів з високою температурою другого нагрівання та новий сир “Волинський” з його застосуванням. Оригінальність бактеріальної композиції та новизну технологічних рішень для виробництва бакконцентрату підтверджено патентом України №74753 С2, МПК С12Н1/20, А23С 19/032, А23С 19/068. За результатами дисертаційної роботи розроблено 2 пакети нормативних документів: ТУ У 15.5-00419880-061-2004 «Концентрат бактеріальний “Темп”, ТІ, ТУ У 15.5-00419880-064-2004 “Сир твердий сичужний “Волинський”, ТІ. Біотехнологію бакконцентрату “Темп” за розробленими документаціями апробовано на ДДПБЗ ТІММ УААН. Апробацію сиру “Волинський” з використанням бакконцентрату “Темп” проведено на ВАТ “Городенківський сирзавод” Івано-Франківської області. Економічний ефект від реалізації 1 т нового сиру становить 246 грн/т.

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі літературних даних із проблеми та визначенні актуального напрямку досліджень, організації та виконанні

експериментальних досліджень щодо розробки технології бактеріального концентрату; обґрунтуванні окремих етапів технологічного процесу виробництва твердого сичужного сиру з високою температурою другого нагрівання. За безпосередньою участю здобувача розроблено нормативні документи, підготовлено до публікації статті та оформлено патенти на винаходи.

Аналіз та обговорення результатів досліджень, формулювання висновків проведено спільно з науковим керівником д.т.н. Н.Ф. Кігель. Окремі фрагменти роботи виконано у співавторстві зі співробітниками ТІММ УААН: к.т.н. Н.М. Шульгою, к.б.н. Г.Ф. Насировою і к.б.н. Я.Ф. Жуковою (біохімічні властивості заквашувальних культур і сирів), к.б.н. О.М. Рожанською (вирощування культур заквашувальної композиції), к.т.н. Ю.Т. Орлюком, к.т.н. Ф.А. Федіним, Л.М. Головань, В.В. Гужвою (технологічні параметри виробництва твердих сичужних сирів).

Особистий внесок здобувача підтверджується поданими документами і науковими працями.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідали та обговорювали на 69-й, 70-й та 71-й наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів (Київ НУХТ, 2003, 2005), ІХ Міжнародній науково-технічній конференції “Розроблення та виробництво продуктів функціонального харчування, інноваційні технології та конструювання обладнання для перероблення сільгоспсировини, культура харчування населення України” (Київ НУХТ, 2004), Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та спеціалістів “Молоді вчені у вирішенні проблем аграрної науки і практики” (Львів ЛНАВМ, 2004), Міжнародній науковій конференції “Актуальні проблеми розвитку тваринництва, ветеринарної медицини, харчових технологій, економіки та освіти” (Львів ЛНАВМ, 2004), ІХ Міжнародній науково-технічній конференції “Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи” (Київ НУХТ, 2005).

Публікації результатів дисертаційної роботи включають 5 статей у фахових наукових виданнях, два патенти, матеріали 4 конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертацію викладено на 156 сторінках, вона містить вступ, огляд літератури, експериментальну частину, висновки, список використаної літератури (227 найменувань) та 11 додатків. Робота ілюстрована 30 таблицями, 30 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми роботи, визначено її мету та основні задачі, окреслено напрямок вирішення наукової проблеми та практичне застосування одержаних результатів, наведено відомості стосовно особистого внеску автора, апробації результатів дисертації, структури та обсягу роботи.

У першому розділі “Огляд літератури” узагальнено дані сучасної наукової та патентної інформації з питань ролі молочнокислих та пропіоновокислих бактерій у формуванні якості продукту, охарактеризовано особливості мікробіологічних, біохімічних та фізико-хімічних перетворень під час технологічного процесу виробництва сирів з високою температурою другого нагрівання. Проведено аналіз стану ринку бактеріальних концентратів для виробництва сирів швейцарської групи. Визначено пріоритетні напрями розробки та основні проблеми біотехнологій бактеріальних препаратів, критерії відбору культур до заквашувальних композицій. Показано перспективність залучення до їхнього складу термофільних лактобацил, особливо *Lactobacillus helveticus*. Розглянуто основні технологічні режими виробництва сиру, які визначають якість готового продукту.

У другому розділі “Організація експериментальних досліджень” подано схему проведення досліджень, характеристику об’єктів і методів досліджень.

У третьому розділі “Визначення характерних показників сирів високої якості” наведено перелік основних показників сиру високої якості, встановлених на основі маркетингового дослідження сирів швейцарської групи вітчизняного та іноземного виробництва, за їх органолептичною оцінкою. Як найліпші щодо смаку і запаху визнано сир “Ементальський”, консистенції – “Королівський”, рисунку – “Мааздам”. Встановлено, що оригінальна палітра смаку високоякісного сиру обумовлена високим вмістом вільних амінокислот (до 2,53 мг/100 г), летких органічних сполук (на рівні 1,27-1,79 мекв/100г), а якісна пластична консистенція оцінюється напруженням зрізу від $21 \cdot 10^2$ до $25 \cdot 10^2$ Н/м² і роботою різання від $20 \cdot 10^4$ до $24 \cdot 10^4$ Дж/м². Вміст молочнокислих бактерій – $(0,6-3,5) \cdot 10^9$, а пропіоновокислих – $(0,5-5,8) \cdot 10^8$ КУО/г, що становить 15 % від молочнокислої мікрофлори. Відношення пропіонової кислоти до оцтової знаходиться в межах 0,89-0,96. Ці показники використано як основні критерії якості під час опрацювання технології сиру.

У четвертому розділі “Розроблення технології твердого сичужного сиру з високою температурою другого нагрівання з використанням бакконцентрату прямого внесення” наведено результати власних досліджень щодо цілеспрямованої селекції лакто- та пропіоновокислих бактерій з високою біологічною активністю. Пошук перспективних штамів для залучення до складу заквашувальної композиції здійснювали за сукупністю технологічних, фізіолого-біохімічних показників, що є важливими у сироварінні та біотехнології: урожайність, термо- та солестійкість, фагостійкість, синерезис та тривалість утворення молочного згустку, гранична кислотність, рівень газоутворення та продукування смако-ароматичних речовин, протеолітична, ліполітична, антагоністична, β-галактозидазна активності.

На підставі проведеного аналізу з 135 вилучених та ідентифікованих культур було відібрано 10 штамів молочнокислих та пропіоновокислих бактерій та створено з їх використанням 6 заквашувальних композицій.

У лабораторних умовах за традиційною технологією вироблено тверді сичужні сири з високою температурою другого нагрівання з м. ч. жиру у сухій речовині 45 % та м. ч. солі 1,6 %. Проведено порівняння біохімічних показників дослідних зрілих сирів та сиру, виготовленого з використанням закваски “Слов’янська” (контроль) (табл. 1).

Таблиця 1.

Біохімічні показники твердих сичужних сирів швейцарської групи у віці 50 діб

Сири	Кількість розчинних азотовмісних сполук, мг/г			Вміст летких органічних кислот, екв/100 г	Вміст діацетилу, мг/100 г
	вільних циклічних амінокислот	вільних ациклічних амінокислот	низькомолекулярних пептидів		
№1	2,76±0,11	7,12±0,21	37,22±1,12	0,40±0,01	0,60±0,02
№2	2,60±0,10	8,13±0,21	33,34±1,00	0,31±0,01	0,49±0,01
№3	2,16±0,08	8,97±0,27	28,84±0,87	0,74±0,02	0,63±0,02
№4	3,61±0,14	12,28±0,37	39,31±1,18	0,37±0,01	0,62±0,02
№5	3,87±0,15	12,10±0,36	44,12±1,32	0,91±0,03	0,79±0,02
№6	3,72±0,15	21,12±0,63	43,80±1,31	1,10±0,03	0,78±0,02
Контроль	1,78±0,07	6,32±0,18	34,75±1,04	0,32±0,01	0,78±0,02

За результатами дегустації та біохімічних досліджень кращий зразок готового продукту отримано у разі використання заквашувальної композиції №6, яка складається зі штамів лактобактерій *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* 30 та 32, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* IMB B-7123, *Lactobacillus helveticus* IMB B-7122 та пропіоновокислих бактерій *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* IMB B-7125 у співвідношенні 2:2:1:2:4.

Ця заквашувальна композиція дала змогу отримати готовий продукт з найбільшим вмістом розчинних азотовмісних та ароматоутворюючих сполук. За кількістю діацетилу продукт мало відрізнявся від контрольного варіанту, а нагромадження летких органічних кислот у ньому було вищим в 3,5 рази. Високий рівень біологічної активності були підставою для вибору композиції №6 як основи заквашувального концентрату “Темп”.

Ключовими етапами розробки технології даного бакконцентрату були підбір складу поживного середовища та умов культивування з урахуванням фізіологічних потреб кожного складника для збереження співвідношення між штамми, опрацювання умов консервування біомаси, які б забезпечили високі показники реактивації та розчинності.

Розроблена біотехнологія дозволяє одержувати в 1 г сухого бакконцентрату “Темп” не менше, ніж $5,0 \cdot 10^{10}$ КУО та $1,0 \cdot 10^9$ КУО молочнокислих та пропіоновокислих бактерій відповідно. Отриманий концентрат задовольняв вимогам до препаратів прямого внесення і характеризувався високою розчинністю (індекс розчинності – $0,6 \text{ см}^3$ сирого осаду) та активністю зсідання молока (за температури $37 \text{ }^\circ\text{C}$ за внесення 1 г/дм^3) – 6,5 год.

За біохімічними дослідженнями, аналізом санітарно-показової мікрофлори та на основі органолептичної оцінки сиру було зроблено висновок, що формування бажаного смакового “букету” сиру забезпечувало використання бакконцентрату “Темп” у кількості 5 г/г молочної суміші.

Використання бакпрепаратів нового типу вимагає вдосконалення окремих технологічних режимів виробництва продукту, оскільки перебіг в ньому молочнокислого бродіння, що здійснюється виробничою закваскою та препаратом прямого внесення, принципово різних.

Для того, щоб виявити вплив технологічних режимів обробки сирного зерна на фізико-хімічні показники зерна та сирної маси, було проведено експериментальні виробки сирів за різних температур утворення сичужного згустку (t_1) і другого нагрівання (t_2). Було досліджено такі режими обробки сирного зерна: I - $t_1 - (33 \pm 1)^\circ\text{C}$, $t_2 - (48 \pm 1)^\circ\text{C}$; II - $t_1 - (37 \pm 1)^\circ\text{C}$, $t_2 - (48 \pm 1)^\circ\text{C}$; III - $t_1 - (33 \pm 1)^\circ\text{C}$, $t_2 - (52 \pm 1)^\circ\text{C}$; IV - $t_1 - (37 \pm 1)^\circ\text{C}$, $t_2 - (52 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Показано, що з підвищенням температури другого нагрівання зменшувалася вологість сирної маси, а рівень кислотності збільшувався. Мінімальне значення активної кислотності сирної маси, яке спостерігали за режиму IV (5,77 од. рН), надалі призводило до виникнення у сирі вад “кислий смак” та “консистенція, що розколюється”. Надто низька кислотність сирної маси, отримана за температурних режимів обробки сирного зерна I і II, спричиняла розвиток сторонньої мікрофлори, і сири зазнавали “спучування”.

Рівень спожитої лактози на стадії обробки сирного зерна за різних температур був в межах від 2,42 до 2,15 мг/г (рис. 1а).

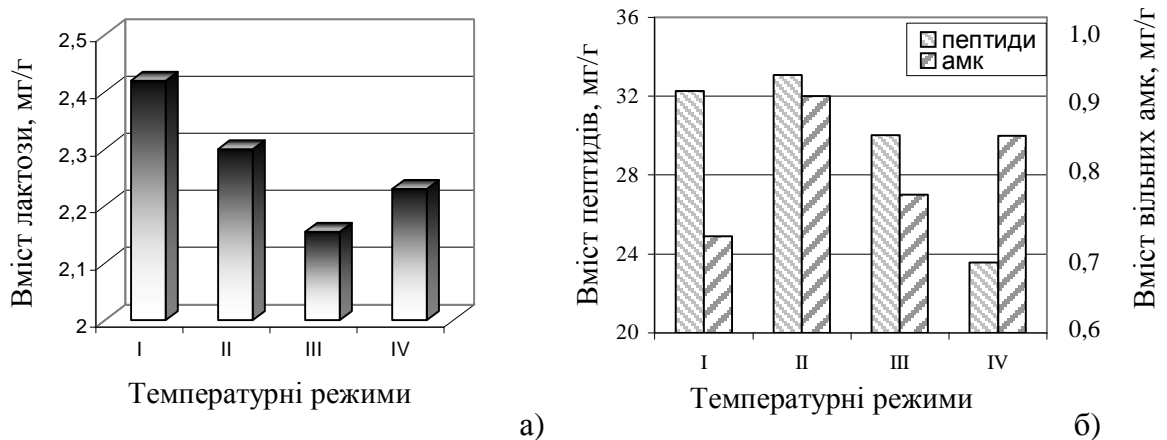


Рис. 1. Залишкова кількість лактози (а) та вміст азотовмісних сполук (б) у сирному зерні за різних температурних режимів.

амк – вільні амінокислоти

Ймовірно, що дещо нижчий вміст вуглеводів за режиму III є результатом інтенсивнішого розвитку заквашувальної мікрофлори за цих умов. Визначено, що бакконцентрат “Темп” необхідно вносити у молочну суміш за 30-40 хв до внесення

молокозсідального ферменту; температура утворення сичужного згустку – (33 ± 1) °C впродовж 30-35 хв., а температура другого нагрівання – (52 ± 1) °C. Такі режими дають змогу отримати сирне зерно після пресування з м.ч. вологи 49,5 % та рН 5,95. Вміст лактози у зерні становив 2,15 мг/г, що є достатнім для успішного розвитку заквашувальної мікрофлори

За вибраного режиму утворене сирне зерно характеризувалося високою кількістю низькомолекулярних пептидів та вільних амінокислот 30,09 мг/г та 0,78 мг/г сухих речовин відповідно (рис. 1б). Кількість пептидів сирного зерна в більшій мірі залежала від температури сичужного зсідання молока, що, очевидно, обумовлено активністю сичужного ферменту, тоді як вміст амінокислот – від температури другого нагрівання.

Оскільки сіль є важливим фактором у регулюванні біохімічних процесів, необхідно було визначити вплив концентрації солі у водній фазі на динаміку чисельності мікрофлори та протеолітичні процеси. Було досліджено пошаровий вміст солі (кірки, середньої та центральної частин) в сирах, які солили за температури 12 °C у ропі з концентраціями солі 16 %, 20 % і 24 %. Статистична обробка експериментальних даних показала, що існує досить тісний кореляційний зв'язок між масовою часткою солі у водній фазі та чисельністю лактобактерій і приростом вільних амінокислот (табл. 2). Розраховані коефіцієнти кореляції вказують, що вміст солі у водній фазі істотно впливає на протеолітичну активність молочнокислих бактерій, про що свідчить кількість утворених ними вільних амінокислот в сирі.

Таблиця 2

Вплив солі у водній фазі сиру на динаміку розвитку молочнокислих бактерій і їх протеолітичну активність

Корелюючі показники	Коефіцієнти кореляції	Рівняння регресії
Вміст солі у водній фазі – чисельність лактобактерій	$r=-0,97$	$y=-0,02x^2+0,1215x+7,9874$
Вміст солі у водній фазі – приріст вільних амінокислот	$r=-0,86$	$y=-0,0382x+1,5653$
Чисельність лактобактерій – приріст вільних амінокислот	$r=0,72$	$y=0,004x^2-0,0779x+1,6381$

Було досліджено вплив різних температурних режимів визрівання на показники якості твердого сичужного сиру з використанням бакконцентрату “Темп”: I – $(8-20-8)$ °C, II – $(12-20-12)$ °C, III – 12 °C, IV – $(16-20-16)$ °C. Процес визрівання проводили у три етапи. Тривалість I етапу – 3 тижні, II – 2 тижні, III – 2 тижні за фіксованої відносної вологості 85 % на I та III та 90 % на II етапах (табл. 3). Встановлено, що обов'язковим є визрівання сиру за температури 20 °C, за якої активізується розвиток пропіоновокислих бактерій. Температура 12 °C (режим III) не є сприятливою для пропіоновокислого бродіння. Разом з тим, зниження температури до 8 °C уповільнило протеолітичні процеси, що підтверджувалось низьким вмістом азотовмісних сполук.

Основні показники зрілих сирів за різних температурних режимів визрівання

Показники сиру	Температурні режими визрівання сирів			
	I	II	III	IV
Фізико-хімічні показники				
Масова частка вологи, %	42,5±0,3	43,8±0,2	44,4±0,1	38,2±0,2
Активна кислотність, од. рН	5,24±0,03	5,32±0,02	5,37±0,02	5,34±0,02
Напруження зрізу, 10 ² Н/м ²	23,2±0,7	21,1±0,6	16,2±0,5	11,0±0,3
Робота різання, 10 ⁴ Дж/м ²	25,0±0,8	22,0±0,7	17,0±0,5	12,0±0,4
Мікробіологічні показники				
Заг. чисельність МКБ*, КУО/г	3,4·10 ⁷	6,6·10 ⁷	1,9·10 ⁷	9,1·10 ⁷
в т. ч. лактобацил	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶
Чисельність ПКБ*, КУО/г	3,2·10 ⁷	7·10 ⁷	8,1·10 ⁶	3,1·10 ⁸
Біохімічні показники				
Вміст летких органічних кислот, мкекв/100г сиру	1265±38	1680±51	615±18	2019±60
В т. ч., % від заг. вмісту				
Оцтова	52,06±1,04	47,78±0,96	64,68±1,29	16,22±0,32
Пропіонова	41,65±0,83	42,35±0,83	33,64±0,67	58,79±1,18
Ізомасляна	0,24±0,01	0,25±0,01	0,27±0,01	0,17±0,01
Масляна	1,51±0,05	4,02±0,12	3,99±0,12	17,22±0,2
Ізовалер'янова	0,23±0,01	0,24±0,01	0,23±0,01	0,21±0,01
Валер'янова	0,16±0,01	0,15±0,01	0,15±0,01	0,14±0,01
Ізокапронова	0	0	0	0,29±0,01
Капронова	1,14±0,03	1,30±0,05	1,07±0,03	2,61±0,08
Каприлова	1,38±0,04	1,55±0,05	1,31±0,04	2,12±0,06
Пеларгонова	-	0,06±0,01	0,07±0,01	0,06±0,01
Капринова	1,63±0,05	2,30±0,08	2,10±0,06	2,39±0,07
Відношення пропіонової кислоти до оцтової	0,80	0,89	0,52	3,62
Вміст ефірів, мкг/100 г	66,24±3,30	74,88±3,70	71,28±3,70	77,04±4,00
Вміст вільних амінокислот, мг/100г сиру	2044±82	2278±100	1878±75	2629±105
Вміст розчинного азоту, % від загального азоту	19,16±0,38	20,14±0,42	15,99±0,33	26,33±0,55
Вміст небілкового азоту, % від загального азоту	5,35±0,11	5,60±0,12	4,67±0,09	6,11±0,13

Примітка. * МКБ - молочнокислі бактерії; ПКБ – пропіоновокислі бактерії.

Температури визрівання за 16 °С хоча й інтенсифікували протеолітичні та ліполітичні процеси, проте провокували розвиток сторонньої мікрофлори, що негативно позначилося на органолептичних якостях продукту.

Отож, визрівання за диференційованого температурного режиму: (12±1) °С – 3 тижні, (20±1) °С – 2 тижні, (12±1) °С – 2 тижні дозволяє реалізувати отримані під час виробництва сиру можливості виготовлення продукту високої якості. Вказаний режим є найліпшим для активного функціонування мікрофлори розробленого бакконцентрату та перебігу біохімічних процесів. Про це свідчить вміст продуктів їх життєдіяльності в готовому продукті.

Нагромадження комплексу органічних сполук та вільних амінокислот було на рівні, встановленому для сирів високої якості. Інтенсивне розщеплення білку здійснювали залучені до складу бактеріальної композиції термофільні лактобацили *L. bulgaricus* і *L. helveticus*.

У результаті сири швидше набували смакових ознак зрілих продуктів у порівнянні з сирами, які визрівали за інших температурних режимів. Висока органолептична оцінка консистенції сиру узгоджувалась з об'єктивними показниками текстури (напруження зрізу та робота різання). Загальна бальна оцінка сирів за вибраного режиму – 97 балів.

На підставі отриманих результатів розроблено пакет нормативної документації для промислового виробництва твердого сичужного сиру з високою температурою другого нагрівання “Волинський”, що передбачає застосування бакконцентрату “Темп” (ТУ У 15.5-00419880–064–2004 “Сир твердий сичужний “Волинський”). Сир характеризувався злегка солодкуватим пряним присмаком і приємним ароматом, відсутністю гіркоти, пластичною консистенцією та вічками у діаметрі до 1,5 см. Апаратурно-технологічну схему виробництва сиру представлено на рис. 2.

У п'ятому розділі “Аналіз фізико-хімічних та біохімічних показників сиру з використанням бакконцентрату прямого внесення впродовж його визрівання” було досліджено зміну основних мікробіологічних, біохімічних і фізико-хімічних показників під час визрівання сиру “Волинський”, виробленого зі застосуванням бакконцентрату прямого внесення “Темп”. Спостерігаючи за розвитком молочнокислого бродіння на початкових етапах технологічного процесу, відмічено, що рівень активної кислотності знижувався від 6,50 од. рН перед другим нагріванням сирного зерна до 5,28 од. рН після 1 доби визрівання, що обумовлено інтенсивним зброджуванням вуглеводів. Залишковий вміст останніх становив 0,28 мг/г сухих речовин.

Кількість розчинного азоту в сирі віком 4 доби зростала з 8,7 до 20,4 % від вмісту загального азоту наприкінці визрівання. При цьому вміст небілкового азоту становив близько 5,8 % від загального азоту (табл. 4).

**Динаміка зміни кількості азотомісних сполук у сирній масі впродовж
визрівання**

Показник	Стадія технологічного процесу		
	4 доби визрівання	20 діб визрівання	зрілий сир
Вміст розчинного азоту, % від загального азоту	8,66±0,17	14,60±0,29	20,37±0,21
Вміст небілкового азоту, % від загального азоту	2,06±0,04	4,12±0,08	5,63±0,12

Аналізуючи фракційний склад білків, встановлено, що у сирі віком 50 діб ступінь розщеплення α -казеїну дорівнював 51,0 %, тоді як β -казеїну – тільки 20,1 %. (рис 3). За перші 19 діб визрівання розщеплення обох казеїнових фракцій відбувалось майже з однаковою інтенсивністю (12,5-15,8 %). У наступні 30 діб інтенсивність гідролізу α -казеїну зростала, а вміст β -казеїну змінювався незначно, лише на 8,7 %. Через 19 діб визрівання рівень поліпептидів з молекулярною масою 28-26 кДа збільшувався у 2,5 рази, а з молекулярною масою 20-18 кДа – в 1,6 рази порівняно з сиром після пресування. Починаючи з 20 доби визрівання активно накопичувались поліпептиди з молекулярною масою 120-70 кДа, 16-12 кДа та 10 кДа – у 1,6 рази, у 1,3 рази та 2,7 рази, відповідно, що, очевидно, є результатом активізації дії протеолітичних ферментів молочнокислої мікрофлори за підвищеної температури. Накопичення поліпептидів з молекулярною масою 28-26 кДа після 19 доби визрівання дещо уповільнювалось, їх кількість стала більшою у 1,9 рази.

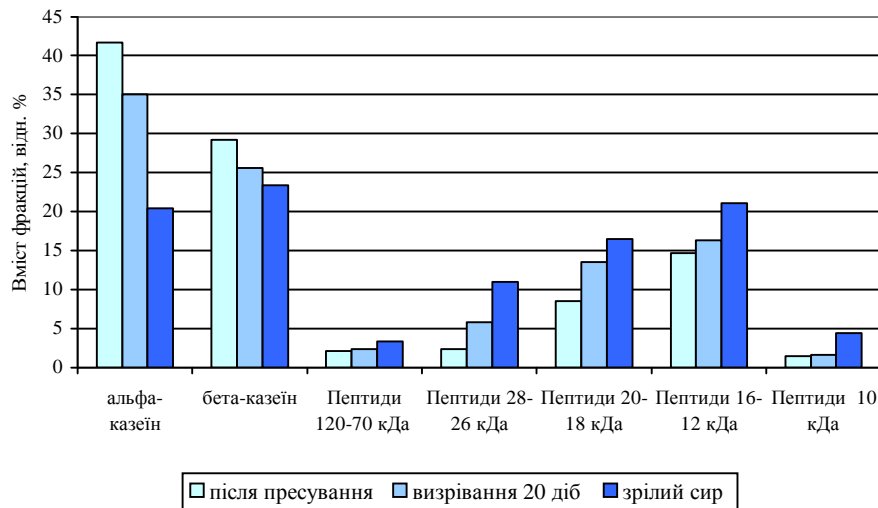


Рис. 3. Динаміка вмісту білкових сполук впродовж визрівання сиру

Подальше розщеплення поліпептидів призводило до утворення вільних амінокислот.

Кількісне та якісне визначення вільних амінокислот показало, що сумарна їх концентрація в готовому продукті, починаючи з 20 доби визрівання зростає більше як в 9 разів і становила 2,28 мг/100 г. Позитивним моментом є збільшення на кінець визрівання вмісту амінокислот, що характеризуються приємним смаком (пролін, валін, лейцин, глютамінова кислота) майже в 2,5 рази в порівнянні з такими як лізин, гістидин, метіонін, що надають гіркої присмаку продукту. Крім того, у новоствореному сиру був більшим вміст незамінних амінокислот в порівнянні з амінограмою сиру високої якості.

У процесі визрівання сиру “Волинський” спостерігали за нагромадженням основних речовин, що обумовлюють смако-ароматичну композицію сиру, – летких органічних кислот та ефірів (у перерахунку на оцтово-етиловий ефір) (рис. 4). Інтенсивність накопичення летких органічних кислот упродовж перших 20 діб була в 4,5 рази меншою, ніж у пізніший термін визрівання. У готовому сиру їхня кількість досягала 1680 мкекв/100 г. Після 35 діб кількість ефірів знижувалася.



Рис. 4. Нагромадження летких органічних кислот у сиру впродовж визрівання

Показано, що впродовж визрівання домінували оцтова та пропіонова кислоти. Хоча у свіжих сирах кількість пропіонової кислоти була незначною, після витримання в теплій камері її рівень збільшився до 6,7 % від загального вмісту органічних кислот. У міру визрівання сиру відношення кількості пропіонової кислоти до оцтової, що впливає на формування смакового відтінку сиру, зростало з 0,41 після другого тижня визрівання до 0,89 в готовому продукті (рис. 5). Вміст оцтової та пропіонової кислот становив відповідно 47,78 і 42,35 %. Максимальний приріст цих сполук відмічено під час перебування сиру в теплій камері за температури $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$, що є сприятливою для пропіоновокислого бродіння.

Позитивною ознакою був також низький вміст мінорних кислот (масляна, капронова, каприлова), які спричиняють неприємні присмаки сиру (табл. 5).

Табл. 5. Кількісний та якісний склад летких органічних кислот

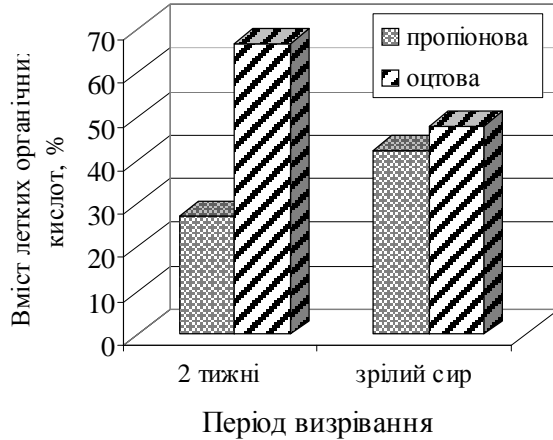


Рис. 5. Зміна вмісту пропіонової та оцтової кислот під час визрівання сиру

Леткі органічні кислоти, %	Період визрівання	
	2 тижні	зрілий сир
Масляна	1,24±0,02	4,02±0,12
Ізомасляна	0,28±0,01	0,25±0,01
Ізовалер'янова	0,28±0,01	0,24±0,01
Валер'янова	0,18±0,1	0,15±0,01
Ізокапронова	0	0
Капронова	0,97±0,02	1,30±0,05
Каприлова	1,08±0,02	1,55±0,05
Пеларгонова	0	0,06±0,01
Капринова	1,91±0,03	2,30±0,29

Визначено, що значна кількість вітаміну B₁₂ у зрілому сири "Волинський" (3,07 мкг/100 г) обумовлена здатністю штаму *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* IMB B-7125 до активного біосинтезу цього вітаміну. Вона значно перевищує його вміст у сири "Королівський" (1,07 мкг/100 г).

Порівняльна оцінка сиру "Волинський" за встановленими кількісними критеріями оцінки якості показала його відповідність до сирів високої якості (рис. 6).

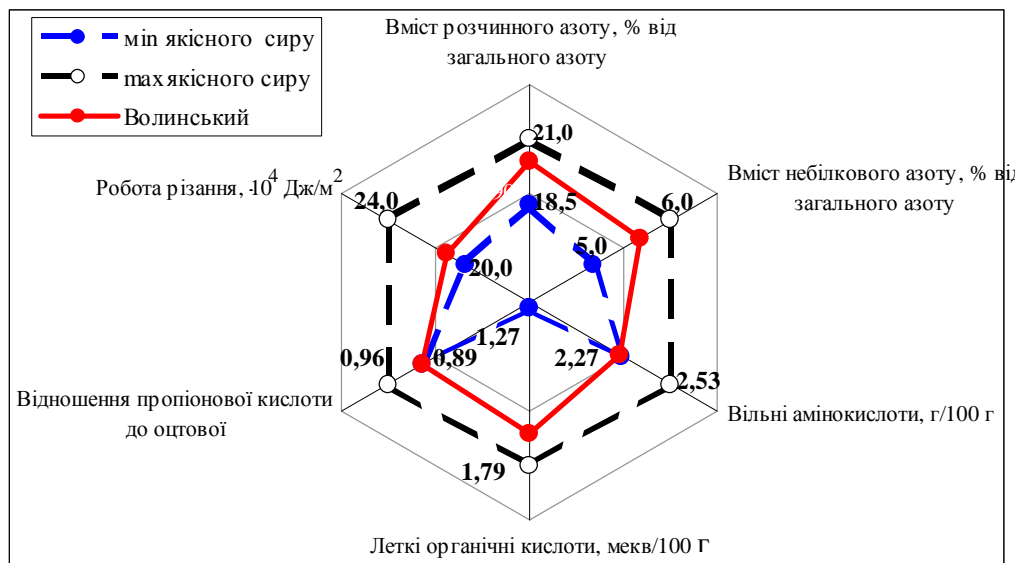


Рис. 6. Порівняльна оцінка характерних показників сиру "Волинський" та сиру високої якості

Таким чином, можна констатувати завершеність технологічного процесу виробництва сиру. Це дало можливість розробити продукт з оригінальними органолептичними показниками, які здатні задовольнити широкі верстви населення.

ВИСНОВКИ

1. На підставі літературного огляду обґрунтовано доцільність створення багатовидових вітчизняних бактеріальних препаратів прямого внесення зі залученням термофільних стрептококів та лактобацил, а також пропіоновокислих бактерій для виробництва твердих сичужних сирів з високою температурою другого нагрівання.

2. За результатами дослідження органолептичних показників комерційних сирів встановлено найважливіші показники сиру високої якості: вміст вільних амінокислот від 2,27 до 2,53 мг/100 г, летких органічних кислот від 1,27 до 1,79 мекв/100 г і роботу різання – $(20-24) \cdot 10^4$ Дж/м².

3. Здійснено селекцію термофільних лакто- та пропіоновокислих бактерій за технологічно важливими у сироробстві властивостями: енергією кислотоутворення та лактозозброджуючою активністю, здатністю до протеолізу та ліполізу, нагромадженням ароматичних речовин та утворенням CO₂, соле-, фаго- та термостійкістю, антагоністичною активністю по відношенню до патогенної мікрофлори.

4. Уперше в Україні створено комплексну заквашувальну композицію, до складу якої залучено термофільні штами *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* 30 і 32, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* IMB B-7123, *Lactobacillus helveticus* IMB B-7122 та пропіоновокислі бактерії *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* IMB B-7125. Вона характеризується високим рівнем протеолітичної активності з утворенням значної кількості вільних амінокислот (1,23 мг/см³) та синтезом летких органічних кислот (345,9 мекв/100 г).

5. Опрацьовано технологію бакконцентрату прямого внесення “Темп” із постадійним культивуванням, яка дозволяє одержувати не менше, ніж $5,0 \cdot 10^{10}$ КУО та $1,0 \cdot 10^9$ КУО у 1 г молочнокислих та пропіоновокислих бактерій відповідно, та високим ступенем активності та розчинності.

6. Науково обґрунтовано технологічний регламент виробництва сиру з високою температурою другого нагрівання зі застосуванням бакконцентрату “Темп”: температура сичужного зсідання – (33 ± 1) °С, температура II-го нагрівання – (52 ± 1) °С, визрівання за диференційованого температурного режиму: (12 ± 1) °С – 3 тижні, (20 ± 1) °С – 2 тижні, (12 ± 1) °С – 2 тижні за відносної вологості повітря 85 % на I та III стадії та 90 % на II стадії.

7. Досліджено закономірності функціонування заквашувальної мікрофлори, а також пов’язані з нею фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні зміни під час виробництва сиру та його визрівання. Отримано математичні залежності між вмістом солі в сирі та чисельністю лактобактерій і приростом вільних амінокислот.

8. Показано, що за запропонованими показниками розроблений сир “Волинський” відповідає високоякісним комерційним сирам.

9. Проведено апробацію розробленої технології бакконцентрату “Темп” у промислових умовах на ДДПБЗ УААН, а технологію твердого сичужного сиру – на сироробному підприємстві України, за якою виготовлено 20 т сиру. Середній економічний ефект від реалізації 1 т сиру з використанням бакконцентрату “Темп” становить 246 грн./т. Розроблено та затверджено нормативні документи на виробництво бакконцентрату прямого внесення та сиру з високою температурою другого нагрівання. Якість заквашувального препарату та сиру з його використанням підтверджено актами виготовлення.

Перелік публікацій за темою дисертаційної роботи

1. Боднарчук О.В., Шульга Н.М., Кігель Н.Ф. Особливості функціонування заквашувальної мікрофлори під час виробництва сирів швейцарської групи // Молочна промисловість. – 2004. – №4. – С. 29-31.

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі літературних даних, проведенні експериментальних досліджень з визначення біохімічних характеристик створених заквашувальних композицій і сирів з їхнім використанням за нагромадженням продуктів протеолізу та смако-ароматичних речовин, підготовці матеріалів до друку.

2. Боднарчук О.В., Шульга Н.М., Кігель Н.М. Принципи відбору заквашувальних культур молочнокислих та пропіоновокислих бактерій для виробництва сирів швейцарської групи // Харчова промисловість. – 2004.– Додаток до журналу №3. – С.70-71.

Особистий внесок здобувача полягає в селекції штамів молочно- та пропіоновокислих бактерій за показниками, важливими у сироробстві, узагальненні одержаних результатів.

3. Боднарчук О.В., Шульга Н.М., Кігель Н.Ф. Деякі аспекти технології бактеріальних препаратів прямого внесення для виробництва сирів швейцарської групи // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького. – Том 6, Ч. 5 – Л. 2004. – С. 190-194.

Особистий внесок здобувача полягає у визначенні складу ростового середовища для нагромадження біомаси та опрацюванні технологічних параметрів і режимів виробництва бакконцентрату “Темп” у дослідно-промислових умовах, узагальненні одержаних результатів та підготовці матеріалів до друку.

4. Боднарчук О.В., Шульга Н.М., Кігель Н.Ф. Дослідження режимів обробки сирного зерна під час виробництва сирів швейцарської групи // “Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького”. – Том 6, Ч. 6 – Л. 2004. – С. 14-19.

Особистий внесок здобувача полягає в опрацюванні літературних даних з теми, дослідженні у лабораторних умовах температурних режимів утворення сичужного згустку та обробки сирного зерна з використанням заквашувальної культури “Темп”, визначенні мікробіологічних та фізико-хімічних показників сирного зерна, підготовці матеріалів до друку.

5. Шульга Н.М., Жукова Я.Ф., Насирова Г.Ф., Боднарчук О.В. Визрівання твердого сичужного сиру, виробленого із застосуванням бактеріального концентрату “Темп” // Молочна промисловість. – 2005. – №8(23). – С.43-45.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні експериментальних досліджень з визначення зміни мікробіологічних та фізико-хімічних показників молочної суміші, сирного зерна та сирної маси на стадіях технологічного процесу, узагальненні одержаних результатів.

6. Боднарчук О.В., Шульга Н.М., Кігель Н.Ф. Утилізація вуглеводів під час виробництва сиру з використанням бакконцентрату “Темп” // Матеріали ІХ Міжнар. наук.-техн. конф. “Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогоднішня і перспективи”. – Ч 1. – К.:НУХТ. – 2005. – С. 29.

Особистий внесок здобувача полягає у виконанні досліджень з вивчення зміни рівня активної кислотності та вмісту вуглеводів впродовж технологічного процесу виробництва сиру, узагальненні та систематизації одержаних даних, підготовці матеріалів до друку.

7. Пат. №74753 України, МПК С12N 1/20, А23С 19/032, А23С 19/068. Спосіб одержання бактеріального концентрату прямого внесення “Темп” для твердих сичужних сирів з високою температурою другого нагрівання: Пат. №74753 України, МПК С12N 1/20, А23С 19/032, А23С 19/068 Боднарчук О.В., Шульга Н.М., Кігель Н.Ф.; ТІММ УААН. – № 03480; Заявл. 1.03.2005, Опубл.15.09.06, Бюл. №1 – 12 с.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні літературного та патентного пошуку, узагальненні та систематизації одержаних експериментальних даних, оформленні заявки на винахід.

8. Пат. №76906 С2 України, МПК С12N1/20, А23С 19/032, С12R 1/225. Штам бактерій *Lactobacillus helveticus*, що використовується у виробництві заквашувальних культур для твердих сичужних сирів. Пат. №76906 України, МПК С12N 1/20, А23С 19/032, А23С 19/068. Боднарчук О.В., Шульга Н.М., Кігель Н.Ф.; ТІММ УААН. - № 01918; Заявл. 13.04.2005, Опубл.16.01.06, Бюл. №9 – 8 с.

Особистий внесок здобувача полягає в літературному та патентному пошуці, узагальненні та систематизації одержаних експериментальних даних, оформленні заявки на винахід.

9. Боднарчук О.В. Відбір культур для виробництва сиру швейцарської групи за протеолітичною активністю // Матеріали наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів “Розроблення, дослідження і створення продуктів функціонального харчування, обладнання та нових технологій для харчової та переробної промисловості”. – Ч. 2 – К.: НУХТ. – 2003. – С. 40.

10. Боднарчук О.В. Бактеріальний концентрат прямого внесення “Темп” у виробництві сирів швейцарської групи // Матеріали наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті”. – Ч. 2 – К. НУХТ.-2005.

11. Боднарчук О.В. Вплив композиційного складу заквашувальних культур на показники якості сирів швейцарської групи // Матеріали 70-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”. – Ч. 2– К.: НУХТ. – 2004 – С. 26-27.

АННОТАЦІЯ

Боднарчук О.В. Розробка технології твердого сичужного сиру з високою температурою другого нагрівання з використанням бактеріального препарату прямого внесення. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних та рибних продуктів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти та науки України, Київ, 2006.

Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню та розробці технологічних режимів виробництва твердого сичужного сиру з високою температурою другого нагрівання з використанням бактеріального препарату прямого внесення.

На основі відібраних зразків сирів з найліпшими органолептичними характеристиками, що реалізуються на вітчизняному ринку, встановлено показники сиру високої якості: реологічні параметри та вміст речовин, які обумовлюють смакову гаму продукту. Проведено цілеспрямовану селекцію штамів термофільних молочнокислих та пропіоновокислих бактерій за показниками, прийнятними для сироваріння. Створено уперше в Україні заквашувальну композицію із залученням термофільних молочнокислих стрептококів, термофільних молочнокислих паличок видів *Lactobacillus helveticus* і *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* з високою протеолітичною активністю у сполученні з пропіоновокислими бактеріями *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*. Опрацьовано режими та параметри технології нового бакконцентрату прямого внесення “Темп” та дозу його внесення для виробництва твердого сичужного сиру швейцарської групи. Визначено технологічні режими виробництва сиру з застосуванням бакконцентрату “Темп”. Доведено, що температура сичужного зсідання – (33 ± 1) °С, а температура другого нагрівання – (52 ± 1) °С. Встановлено ефективність визрівання сиру за диференційованих температур: (12 ± 1) °С – 3 тижні, (20 ± 1) °С – 2 тижні, (12 ± 1) °С – 2 тижні за відносної вологості повітря 85 % на I та II та 90 % на III стадіях. Прослідковано зміни фізико-хімічних, біохімічних та мікробіологічних показників у твердому сичужному сирі із застосуванням заквашувальної культури “Темп” під час його виробництва.

Ключові слова: технологія, сир твердий сичужний, бактеріальний концентрат прямого внесення, сирна маса, заквашувальні композиції.

АННОТАЦІЯ

Боднарчук О.В. Разработка технологии твердого сычужного сыра с высокой температурой второго нагревания с использованием бактериального препарата прямого внесения. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных продуктов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2006.

Диссертация посвящена научному обоснованию технологических режимов производства твердого сычужного сыра с высокой температурой второго нагревания с использованием бактериального концентрата прямого внесения.

На основе отобранных образцов сыров с наилучшими органолептическими характеристиками, что реализуются на отечественном рынке, установлены показатели сыра высокого качества: реологические параметры и содержания веществ, обуславливающие вкус и аромат продукта.

В результате исследований промышленно-ценных свойств селекционированных штаммов термофильных молочнокислых и пропионовокислых бактерий были отобраны перспективные для включения в состав заквасочной культуры для производства сыра. Впервые в Украине создано оригинальный по композиционному составу микроорганизмов бактериальный концентрат с использованием термофильных стрептококков *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, молочнокислых палочек вида *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* с повышенным уровнем протеолитической активности и пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* с высокой газообразующей способностью и активным накоплением летучих органических кислот. Отработаны режимы технологического процесса получения бактериального концентрата прямого внесения “Темп”. Экспериментально установлена доза и способ внесения нового концентрата в производстве сыра с высокой температурой второго нагревания.

Определены технологические режимы производства сыра с использованием заквасочной культуры “Темп”. Установлено, что температура сычужного свертывания молока составляет продолжительностью 30 ± 5 мин (33 ± 1) °С, температура второго нагревания (52 ± 1) °С. Обоснован выбор условий созревания сыров при дифференцированных температурах: (12 ± 1) °С – 3 недели, (20 ± 1) °С – 2 недели, (12 ± 1) °С – 2 недели и относительной влажности воздуха 85 % на I и III и 90 % на II стадиях.

Получены математические зависимости между максимальным содержанием соли в сыре и численностью лактобактерий, приростом свободных аминокислот, а также численностью молочнокислых микроорганизмов и уровнем свободных аминокислот. Исследованы изменения физико-химических, биохимических и микробиологических

показателей качества во время технологического процесса производства твердого сычужного сыра, выработанного с использованием заквасочной культуры “Темп”.

Удачный подбор штаммов заквасочной культуры и целенаправленная коррекция технологических режимов производства нового сыра “Волинский” позволила приблизить накопление веществ, продуцируемых в процессе созревания и формирующих качественные показатели продукта, к аналогичным показателям, установленным для сыров высокого качества. Производство твердого сычужного сыра “Волинский” апробировано на сырзаводе Украины.

Ключевые слова: технология, сыр твердый сычужный, бактериальный концентрат прямого внесения, сырная масса, заквасочные композиции.

THE SUMMARY

Bodnarchuk O.V. Development the technology of hard rennet cheese with high cooking temperature with usage of starter for direct vat inoculation. - Manuscript.

The dissertation is subjected for the granting of a scientific degree of the p.h.d. in engineering science on a speciality 05.18.04 - technology of meat, dairy and fish products. - National University of Food Technologies, Kiev, 2006.

On the basis of the selected samples of cheeses with the best organoleptic characteristics, that are realized in the domestic market, the indexes of cheese of higher quality fixed: reological parameters and contents of substances causing flavour of a product.

The dissertation is devoted to a scientific substantiation of technological regimens of production of hard rennet cheese with higher cook temperature with using of bacterial concentrate for direct vat inoculation. On the basis of industrial - valuable properties selected thermophilic lactic acid bacteria and propionic acid bacteria was selected perspective for inclusion in composition starter for production of cheese. The bacterial concentrate with use of *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* with the raised increased level of proteolytic activity and *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* is created for the first time in Ukraine original on composition of microorganisms. The regimens of technological process of reception of a bacterial concentrate for direct vat inoculation “Temp” and dose off addition are fulfilled.

The technological regimens of production of cheese with using starter of culture “Temp” are determined. Fixed that temperature rennet of coagulation of milk makes (33 ± 1) °C by duration 30 ± 5 min, temperature of the second warming (52 ± 1) °C. The choice of conditions of maturing of cheeses is proved at temperatures: (12 ± 1) °C - 3 weeks, (20 ± 1) °C - 2 weeks, (12 ± 1) °C - 2 weeks and relative humidities of air 85 % on I and II and 90 % on III stages. The changes physical-chemical, biochemical and of microbiological indexes of quality hard rennet of cheeses produced with use starter “Temp” during technological process of production of cheese “Volynskiy” are investigated.

Key words: technology, cheese hard rennet, starter for direct vat inoculation, cheese mass, bacterial composition.