

Досліджено можливість часткової (20 % та 30 %) заміни NaCl на KCl при виробництві розсільного сиру бринза з овечого молока та вплив заміни на вміст вільних амінокислот. Виготовлено бринзу із частковою заміною солі в розсолі. Досліджено вміст вільних амінокислот продукту та встановлено їх зростання. Бринза характеризується органолептичними показниками, що відповідають вимогам Стандарту

Ключові слова: бринза, вільні амінокислоти, органолептичні показники сиру, хлорид натрію, хлорид калію

Исследована возможность частичной (20 % и 30 %) замены NaCl на KCl при производстве рассольного сыра брынза из овечьего молока и влияние замены на содержание свободных аминокислот. Изготовлено брынзу с частичной заменой соли в рассоле. Исследовано содержание свободных аминокислот продукта и установлен их рост. Брынза характеризуется органолептическими показателями, которые соответствуют требованиям Стандарта

Ключевые слова: брынза, свободные аминокислоты, органолептические показатели сыра, хлорид натрия, хлорид калия

ВПЛИВ ЧАСТКОВОЇ ЗАМІНИ ХЛОРИДУ НАТРІЮ НА ПРОТЕОЛІЗ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БРИНЗИ

І. В. Скульська

Аспірант*

E-mail: inna_skulska@ukr.net

О. Й. Цісарик

Доктор сільськогосподарських наук, професор*

E-mail: tsisaryk_o@yaahoo.com

Кафедра технології молока і молочних продуктів
Львівський національний університет ветеринарної
медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького
вул. Пекарська, 50, м. Львів, Україна, 79010

1. Вступ

Характерною ознакою технологічного процесу виготовлення розсільних сирів, а саме сиру бринза, є визрівання в розсолі. Вміст солі в готовому продукті становить 4–7 % згідно ДСТУ 7065:2009 [1].

Кухонна сіль є обов'язковим інгредієнтом при виробництві сирів. Вона надає сирам не тільки відповідного смаку, але і впливає на перебіг процесів, пов'язаних із визріванням сиру, а також на формування його структури і консистенції. Хлорид натрію посилює гідролітичну здатність сичужного ферменту під час визрівання сиру, гальмує життєдіяльність гнильних бактерій у сирі, при цьому сприяє розвитку молочнокислої мікрофлори заквашувальних препаратів і продукуванню нею ферментів. Помірна кількість солі підвищує ступінь гідратації білків сиру, впливаючи на формування пластичної його консистенції, запобігаючи небажанам перетворенням сірководню, амінокислот, що спричиняє утворення сірководню. Але надмірне споживання кухонної солі та пов'язані з цим ризики захворювань викликають тривогу та обумовлюють необхідність зниження вмісту NaCl у харчових продуктах. У світі спостерігається тенденція до зменшення вмісту солі в харчових продуктах, в тому числі й молочних [2]. Рекомендована доза споживання NaCl 6 г (2,4 г Na) на добу (Dillon, 1987). За рахунок сирів людина споживає 11–20 % добової потреби солі. Тому зростає інтерес до зниження концентрації солі в сирах. Середнє щоденне споживання натрію в Угорщині зменшилося на 60 %, у Польщі – на 49 %, в Італії – на 41 %, в Україні – на 28 %. В Австралії, Канаді, країнах

ЄС, Японії проведені волонтерські акції по зменшенню споживання солі. Протягом 2008–2013 років у державах світу вміст натрію в сирах зменшився на 16 % [3].

Однак зниження вмісту NaCl у продукті без часткової заміни однієї солі на іншу негативно впливає на смакові властивості, що не завжди однозначно сприймається споживачами, а також здійснює вплив на показники безпечності продукту [3].

Альтернативою зменшення вмісту солі в продукті є часткова заміна NaCl на KCl, а завданням технологів є виготовлення продукту, зберігши при цьому всі його характерні особливості [3].

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Розсільний сир бринза – це молочний продукт масового споживання, який традиційно виготовляють у Карпатському регіоні України з овечого молока з подальшим його визріванням у розсолі, концентрація солі в якому становить 18–20 %. Для цього виду сиру характерна висока біологічна і харчова цінність. Користь бринзи, як харчового продукту, полягає у великій кількості особливо цінних вітамінів групи B, A, E, багата вона мінеральними речовинами, в тому числі мікроелементами та незамінними амінокислотами. Неможливо недооцінити користь бринзи для кісток, зубної емалі людини. Причому кальцій, що входить в бринзу, краще засвоюється організмом людини порівняно з іншими молочними продуктами. Включення бринзи в щоденний раціон харчування допомагає значно поліпшити процес травлення організму,

прискорити обмін речовин, інгібувати розвиток гнильних бактерій в кишечнику. Інгредієнти, що входять в бринзу, – молочний цукор, білки, жири, мінеральні речовини з легкістю здатні відновити харчовий баланс людини [4].

Однак споживання бринзи рекомендують зменшити людям, які страждають на захворювання нирок, органів кровообігу, підшлункової залози, шлунка, жовчовивідних шляхів, через те, що вміст солі в продукті є дещо вищим у порівнянні з іншими молочними продуктами [5].

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) систематичне приймання надлишкової порівняно з фізіологічною нормою кількості кухонної солі призводить до підвищення кров'яного тиску і, як наслідок, – до різноманітних хвороб серця і нирок, раку шлунка і остеопорозу. Сіль може стати причиною захворювань очей. Це може призвести до підвищення внутрішньоочного тиску і розвитку катаракти чи глаукоми. Тому ВООЗ рекомендує зменшити споживання солі у всіх харчових продуктах [3].

Хлорид натрію має слабкі антисептичні властивості – 10–15 % вміст солі запобігає розмноженню гнильних бактерій. Цей факт обумовлює її широке застосування як консерванту.

Харчова сіль (NaCl) складається з 39 % натрію та 61 % хлору [6]. Хлор гіпертонії не викликає, а 90 % натрію споживається у складі кухонної солі, і в результаті NaCl та іони натрію використовуються поперемінно [7].

Через зниження вмісту хлориду натрію зростає протеоліз, кислотність, знижується твердість сиру і порушуються ферментативні процеси (Katsiari, 1998). Наприклад, у чедері це призвело до зниження вмісту водорозчинного азоту, а заміна на KCl сприяла підвищенню показника активності води (AW), що має важливе значення на формування смаку і консистенції сиру [8].

Про підвищення вологості сирного зерна, дефектів текстури сиру, погіршення його смакових якостей та сповільнення ферментативної діяльності повідомляється при зниженні вмісту NaCl без його заміни [8].

Дослідження, які також полягали у зменшенні концентрації солі в розсолі від 18 % до 10 %, показали зменшення рН, що пов'язано зі збільшенням вмісту молочної кислоти. Варто звернути увагу на зниження пружності при розжовуванні і твердість сиру. Це доводить, що зменшення вмісту солі негативно впливає на консистенцію сиру [9].

Однак існують відомості про дослідження сиру моцарелла і чедер, які вказують, що зниження вмісту солі сприяє формуванню масляного аромату, при цьому зростає пружність і зменшується твердість. Поява гіркоти на думку дослідників залежить від вибору заквашувальної культури, тому правильно її обравши, можна уникнути погіршення органолептичних показників [10].

У багатьох випадках, враховуючи неможливість зменшення концентрації солі в харчових продуктах, використовують часткову заміну іонів Na на іони K.

Хлорид калію – KCl, калієва сіль соляної кислоти, є білою кристалічною речовиною. Відноситься до структурного типу NaCl [3].

Вивчення можливості часткової заміни NaCl при виробництві сирів на KCl сьогодні є актуальним.

Дослідження часткової заміни NaCl на KCl (3:1; 1:1; 1:3) у білих розсільних сирах показали, що у першому випадку твердість, клейкість і здатність до злипання у сирі зменшилися, а за даними проведеної сенсорної оцінки досліджуваного сиру на 30-ту добу зберігання при температурі +4 °C зменшилися гіркота і солоність; також спостерігалось зниження вмісту розчинного кальцію і натрію, але кількість розчинних калію і фосфору, вмісту лимонної, молочної та оцтової кислот зросла. Часткова заміна хлориду натрію хлоридом калію значно вплинула на зростання мікробної і протеолітичної активності. Заміна солі незначно вплинула на структуру досліджуваного сиру і його хімічний склад. Щодо інших варіантів, то виявлено негативний вплив на якісні показники сиру [3].

Дослідженнями розсільного сиру Nabulsi, що вие зрівав у сольових розчинах з заміною NaCl на KCl, показано, що часткова заміна (3:1) істотно не впливає на хімічний склад або текстуру сиру і протеолітична активність залишається незмінною в сольових розчинах з більшою кількістю KCl порівняно з контрольними сирами. Важливо відзначити, що дифузія KCl в сир відбувається швидше, ніж NaCl. Це пояснюється значно меншим розміром кристалів KCl [11].

3. Мета та задачі дослідження

Враховуючи не завжди однакові результати щодо зниження концентрації NaCl та часткової його заміни у дослідженнях закордонних авторів, відсутність таких досліджень в Україні та актуальність проблеми, метою роботи було вивчити вплив часткової заміни NaCl на KCl при виробництві традиційного карпатського сиру бринза. Попередні дослідження при вивченні заміни NaCl на KCl у кількості 20, 30, 50 і 100 % показали недоцільність повної заміни та заміни у співвідношенні 1:1, оскільки продукт при цьому набував невластивого смаку і аромату, тому було вибрано 20 і 30 % заміну солі [12]. Оскільки концентрація солі здійснює істотний вплив на ферментативні процеси, які є в основі визрівання сиру, важливо дослідити перебіг протеолізу, на що вказує вміст вільних амінокислот. Вільні амінокислоти відіграють важливу роль у формуванні смакових властивостей продукту [13, 14].

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

1. Виготовити сир бринза із 20 та 30 % заміною NaCl на KCl.
2. Провести органолептичну оцінку продукту.
3. Дослідити вміст вільних амінокислот бринзи.

4. Дослідження вмісту вільних амінокислот у бринзі при частковій заміні хлориду натрію хлоридом калію

Для досягнення поставленої мети було виготовлено 3 зразки бринзи з овечого молока:

– *Контрольний (К)* – бринза, виготовлена з використанням хлориду натрію.

– *Дослідний 1 (Д 1)* – виготовлена з 20 %-ю заміною хлориду натрію хлоридом калію.

– *Дослідний 2 (Д 2)* – виготовлена з 30 %-ю заміною хлориду натрію хлоридом калію.

Таблиця 1

Технологічний процес виробництва бринзи здійснений у такій послідовності:

приймання сировини та оцінка її якості

↓

пастеризація молока (температура 73 °С без витримання)

↓

охолодження до температури заквашування (температура 33 °С)

↓

внесення мікробного препарату, хлориду кальцію і молокозідального ферменту

↓

зсідання молока

↓

розрізання згустка і відділення сироватки

↓

самопресування та пресування сирної маси (тривалість 4,5–5 год.)

↓

формування брусків сиру і засолювання у розсолі (тривалість засолювання в розсолі з концентрацією солі 18 % 4 год., температура розсолу 8 °С)

↓

визрівання сиру в ізотонічному розчині сироватки (температура 4 °С).

Як заквашувальну культуру використано препарат прямого внесення RSF-742 (Chr.Hansen, Данія), що містить у своєму складі такі штами молочнокислих бактерій: *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*.

Для зсідання молока використано ферментний препарат СНУ-МАХ виробництва Chr. Hansen, Данія. Препарат СНУ-МАХ є чистим коагулянтном і стандартизованим препаратом.

Зразки для аналізу відбирали у полістироловій ємності. Визначали вологість сиру методом висушування (за температури 105 °С до постійної маси). Вміст білка визначали за загальним Нітрогеном методом К'ельдаля. Ступінь зрілості сиру визначали методом М. Шиловича. Вміст амінокислот визначали на аналізаторі LC-2000 «Біотронік». Дослідження органолептичних, фізико-хімічних показників та вмісту амінокислот проводили на 15-ту добу визрівання, тобто в молодому сиру.

Дослідження проводили із триразовим повторенням. Результати опрацьовано статистично.

5. Результати досліджень та їх обговорення

Для виробництва бринзи використано овече молоко з показниками, наведеними у табл. 1.

За органолептичними показниками виготовлена бринза відповідає вимогам Стандарту (табл. 2). Д 1 відзначався щільнішою консистенцією, формування якої залежить від хімічного складу параказеїнаткальційфосфатного комплексу, вмісту і стану в сиру вологи та вмісту жиру. Щодо смаку, то слід відзначити відсутність будь-якого стороннього присмаку у дослідних зразках, при цьому вони характеризувались більш насиченим сирним смаком, натомість меншою солоністю.

Фізико-хімічні показники овечого молока для виготовлення бринзи

Показник	Результат
М. ч. білку, %	5,44
М. ч. жиру, %	5,63
М. ч. СР, %	11
Густина, кг/м ³	1037
pH	6,7

Таблиця 2

Органолептичні показники бринзи

Назва показника	Контроль	Д 1	Д 2
Зовнішній вигляд	Кірка відсутня, поверхня чиста, з відбитками серветки		
Смак і запах	Кисломолочний, солоний, властивий для бринзи з овечого молока		
Консистенція	Пластична, в міру щільна. Тісто бринзи злегка ламке, але не крихке	Пластична, ніжна, менш щільна порівняно з контролем, тісто злегка ламке, але не крихке	
Рисунок	Незначна кількість дрібних вічок неправильної форми		
Колір	Білий		

Зрілий сир характеризується вдвічі вищою буферністю, ніж молодий сир [14]. Ступінь зрілості молодого сиру (табл. 3) був вищим для зразків К і Д 2, що узгоджується із дещо меншим вмістом солі у цих зразках порівняно з Д 1.

Таблиця 3

Показники зрілості і вміст солі в бринзі (M±m, n=3)

Назва показника	Контроль	Д 1	Д 2
Концентрація солі в бринзі, %	4,2±0,2	4,0±0,2	4,3±0,3
Зрілість сиру, °Ш	60±0,2	57±0,3	60±0,2

За результатами наших досліджень (рис. 1) дослідні зразки сиру (Д 1 і Д 2) відзначалися більшим вмістом білка – на 13,3 % і 18,9 % відповідно в порівнянні з контролем. Причому, масова частка вологи у всіх зразках становить 53 %.

Перебіг протеолітичних процесів характеризується нагромадженням вільних амінокислот, дані про які наведено у табл. 4. За сумою вмісту глутамінової кислоти, проліну, валіну і лейцину, які відповідають за формування приємного смаку, дослідні зразки переважають контроль – у Д 1 і Д 2 він становить 60,8 та 72,1 мкг/г відповідно проти 43,1 мкг/г у контролі. Це підтверджує результати органолептичної оцінки щодо насиченості смаку дослідних зразків.

Як відомо, на формування гіркого присмаку сиру впливає концентрація таких амінокислот як метіонін, гістидин та лізин. В порівнянні з контрольним зразком Д 1 відзначався меншим вмістом вказаних амінокислот, а Д 2, навпаки, дещо вищим.

Вміст тирозину і аргініну, які впливають на вираженість смаку, в контролі становив 9,59 мкг/г, а у Д 1 і Д 2 – 12,39 і 17,52 мкг/г.

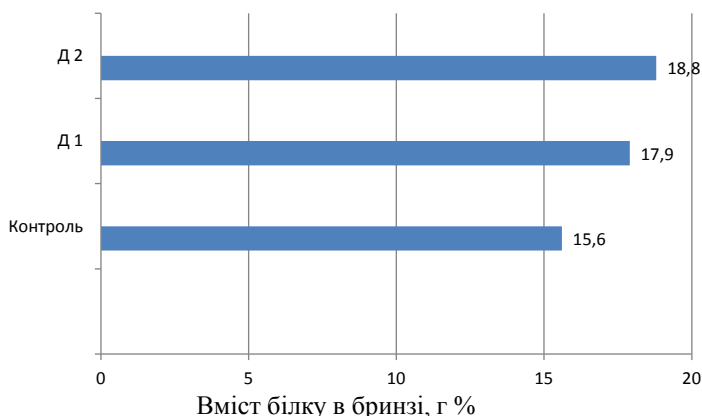


Рис. 1. Вміст білку у зразках бринзи, г %

Що стосується вмісту суми незамінних амінокислот, то він найбільший у Д 2 (125,21 мкг/г), найменший у контролі (89,97 мкг/г) з незначним відхиленням для Д 1 (93,41 мкг/г).

Сумарна кількість вільних амінокислот у Д1 є подібною до контролю, різниця становить лише 3,4 %, натомість у Д 2 вона більша на 50,2 % порівняно з контролем, що є свідченням про інтенсивніший протеоліз. Причому за вмістом аміаку контроль має незначну перевагу над Д 2 та істотну над Д 1.

Таблиця 4

Вміст амінокислот у бринзі, мкг / г (M±m, n=3)

№	Амінокислоти	Контроль	Д 1	Д 2
1	Аспарагінова кислота	5,81±0,22	5,25±0,07	10,07±0,11***
2	Треонін	0,97 ±0,15	1,00±0,01	1,26±0,11
3	Серин	5,36 ±0,12	4,75±0,24	12,69±0,13***
4	Глутамінова кислота	13,33 ±0,14	9,79±0,14***	20,61±0,12***
5	Пролін	7,80±0,13	26,05±0,08***	17,35±0,12***
6	Гліцин	3,01±0,12	1,87±0,08**	5,88±0,12***
7	Аланін	7,41 ±0,11	4,87±0,12***	11,59±0,14***
8	Цистин	5,41±0,14	2,59±0,09***	6,01±0,12*
9	Валін	11,21±0,13	10,26±0,16**	17,45±0,12***
10	Метіонін	5,20 ±0,14	2,74±0,14***	6,18±0,10**
11	Ізолейцин	0,61±0,13	1,24±0,11*	0,86±0,12
12	Лейцин	10,74±0,13	14,73±0,12***	16,72±0,12***
13	Тирозин	6,74±0,13	10,62±0,12***	11,10±0,05***
14	Фенілаланін	22,84±0,11	29,56±0,13***	33,73±0,13***
15	Гістидин	29,22±0,12	21,49±0,13***	32,19±0,10***
16	Лізин	2,44±0,12	1,77±0,12*	5,72±0,12***
17	Аргінін	2,85±0,12	1,77±0,13**	6,42±0,12***
18	Аміак	7,32±0,09	3,49±0,14***	6,84±0,21
Сума незамінних амінокислот		89,97	93,41	125,21
Сума вільних амінокислот		148,27	153,84	222,67

Примітка: * – різниця імовірна відносно контролю: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001

Важливо було проаналізувати зміну співвідношення окремих амінокислот у бринзі при частковій заміні хлоридом калію хлориду натрію (табл. 5). Найістотніше змінилась частка проліну у Д 1, вона становила 16,9 проти 5,3 % у контролі, у Д 2 його частка зросла до 7,8 %. Натомість частка сірковмісних амінокислот у дослідних зразках була меншою, ніж у контролі, що може мати позитивний вплив на формування смаку.

Таким чином, часткова заміна хлориду натрію хлоридом калію при виробництві бринзи здійснює вплив як на вміст білка, так і на перебіг протеолітичних процесів. При цьому смакові і текстурні властивості бринзи не погіршуються.

Таблиця 5

Вміст амінокислот у сирі бринза, %

№	Назва амінокислоти	Контроль	Д 1	Д 2
1	Аспарагінова кислота	3,92	3,41	4,52
2	Треонін	0,65	0,65	0,57
3	Серин	3,62	3,09	5,69
4	Глутамінова кислота	8,99	6,36	9,26
5	Пролін	5,26	16,93	7,79
6	Гліцин	2,03	1,22	2,64
7	Аланін	4,99	3,17	5,21
8	Цистин	3,65	1,68	2,69
9	Валін	7,56	6,67	7,84
10	Метіонін	3,51	1,78	2,78
11	Ізолейцин	0,41	0,81	0,39
12	Лейцин	7,24	9,58	7,51
13	Тирозин	4,55	6,90	4,98
14	Фенілаланін	15,40	19,21	15,15
15	Гістидин	19,71	13,97	14,46
16	Лізин	1,65	1,15	2,57
17	Аргінін	1,92	1,15	2,88
18	Аміак	4,94	2,27	3,07

6. Висновки

Виготовлено бринзу з овечого молока із частковою (20 % та 30 %) заміною хлориду натрію хлоридом калію. Показано, що за органолептичними властивостями бринза відповідає вимогам Стандарту. Консистенція пластична, ніжна, менш щільна порівняно з контролем, тісто злегка ламке, але не крихке. Запах і смак кисло-молочний, характерний для овечої бринзи. Також слід виокремити відсутність будь-якого стороннього присмаку у дослідних зразках, при цьому вони характеризувались більш насиченим сирним смаком та меншою солоністю.

Бринза із частковою заміною кухонної солі хлоридом калію відзначається більшим вмістом білка (на 13,3 % і 18,9 % в порівнянні з контролем), а при 30 % заміні активніше протікають протеолітичні процеси, що засвідчується більшим вмістом вільних амінокислот. Зменшився вміст гістидину, який спричиняє появу гіркоти та аміаку. При цьому зростає вміст вільних амінокислот, які відповідають за формування приємного смаку сиру, що підтверджено результатами органолептичних досліджень.

Література

1. ДСТУ 7065:2009. Бринза. Загальні технічні умови [Текст]: БЗ№ 10–2009/789. – Видання офіційне. – Київ: ДЕРЖСПО-ЖИВСТАНДАРТ України 2010. – 12 с.
2. Innocente, N. Characterization by solid-phase microextraction-gas chromatography of the volatile profile of protected designation of origin Montasio cheese during ripening [Text] / N. Innocente, M. Munari, M. Biasutti // *Journal of Dairy Science*. – 2013. – Vol. 96, № 1. – P. 26–32. doi:10.3168/jds.2012-5689.
3. Ayyash, M. M. The effect of NaCl substitution with KCl on Akawi cheese: Chemical composition, proteolysis, angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity, probiotic survival, texture profile, and sensory properties [Text] / M. M. Ayyash, F. Sherkat, N. P. Shah // *Journal of Dairy Science*. – 2012. – Vol. 95, № 9. – P. 4747–4759. doi:10.3168/jds.2011-4940.
4. Козак, М. В. Особливості виробництва сичужних і плавлених сирів та їх санітарна оцінка [Текст] / М. В. Козак, Ю. Р. Гачак, В. О. Наговська. – Львів, 2010. – 156 с.
5. Mao, X. Y. Effect of NaCl addition during diafiltration on the solubility, hydrophobicity, and disulfide bonds of 80 % milk protein concentrate powder [Text] / X. Y. Mao, P. S. Tong, S. Gualco, S. Vinkt // *Journal of Dairy Science*. – 2012. – Vol. 95, № 7. – P. 3481–3488. doi:10.3168/jds.2011-4691.
6. Møller, K. K. Physicochemical and sensory characterization of Cheddar cheese with variable NaCl levels and equal moisture content [Text] / K. K. Møller, F. P. Rattray, W. L. P. Bredie, E. Høier, Y. Ardö // *Journal of Dairy Science*. – 2013. – Vol. 96, № 4. – P. 1953–1971. doi:10.3168/jds.2012-5524.
7. Luo, J. Effect of calcium in brine on salt diffusion and water distribution of Mozzarella cheese during brining [Text] / J. Luo, T. Pan, H. Y. Guo, F. Z. Ren // *Journal of Dairy Science*. – 2013. – Vol. 96, № 2. – P. 824–831. doi:10.3168/jds.2012-5888.
8. Grummer, J. Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium Cheddar cheese [Text] / J. Grummer, N. Bobowski, M. Karalus, Z. Vickers, T. Schoenfuss // *Journal of Dairy Science*. – 2013. – Vol. 96, № 3. – P. 1401–1418. doi:10.3168/jds.2012-6057.
9. Kamleh, R. The effect of substitution of sodium chloride with potassium chloride on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of Halloumi cheese [Text] / R. Kamleh, A. Olabi, I. Toufeili, N. E. O. Najm, T. Younis, R. Ajib // *Journal of Dairy Science*. – 2012. – Vol. 95, № 3. – P. 1140–1151. doi:10.3168/jds.2011-4878.
10. Ganesan, B. Manufacture and sensory analysis of reduced- and low-sodium Cheddar and Mozzarella cheeses [Text] / B. Ganesan, K. Brown, D. A. Irish, C. Brothersen, D. J. McMahon // *Journal of Dairy Science*. – 2014. – Vol. 97, № 4. – P. 1970–1982. doi:10.3168/jds.2013-7443.
11. Ayyash, M. M. The effect of substituting NaCl with KCl on Nabulsi cheese: Chemical composition, total viable count, and texture profile [Text] / M. M. Ayyash, N. P. Shah // *Journal of Dairy Science*. – 2011. – Vol. 94, № 6. – P. 2741–2751. doi:10.3168/jds.2010-3976.
12. Цісарик, О. Й. Удосконалення технології виробництва бринзи з частковою заміною хлориду натрію хлоридом калію [Текст] / О. Й. Цісарик, І. В. Скульська // *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького*. – 2013. – Т. 15, №3(57). – Ч. 4. – С. 126.
13. Горбатова, К. К. Биохимия молока и молочных продуктов [Текст]: учеб. пос. / К. К. Горбатова. – Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 343 с.
14. Куренев, П. В. Практикум по молочному делу [Текст] / П. В. Куренев, Н. В. Барабанников. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – Агропромиздат, 1988. – 223 с.