

**Цю Сяодзинь**, асп. пищевых технологий, Сумской национальной аграрный университет. Адрес: ул. Герасима Кондратьева, 160, г. Сумы, Украина, 40021. Тел.: +380632232975; e-mail: qingyang2719@163.com.

**Nazarenko Yulia**, PhD, Associate Professor, Department of Milk and Meat Technology, Sumy National Agrarian University. Address: Herasyma Kondratjeva str., 160, Sumy, Ukraine, 40021. Tel.: +380507677919; e-mail: nazarenko.sumy@gmail.com.

**Назаренко Юлія**, канд. техн. наук, доц., кафедра молочних і м'ясних технологій, Сумський національний аграрний університет. Адреса: вул. Герасима Кондратьєва, 160, Суми, Україна, 40021. Тел.: +380507677919; e-mail: nazarenko.sumy@gmail.com.

**Назаренко Юлія**, канд. техн. наук, доц., кафедра молочных и мясных технологий, Сумской национальной аграрный университет. Адрес: ул. Герасима Кондратьева, 160, Сумы, Украина, 40021. Тел.: +380507677919; e-mail: nazarenko.sumy@gmail.com.

**Li Bo**, Doctor of Food Science, Professor, School of Food Science, Henan Institute of Science and Technology. Address: Xinxiang, PR China, 453000. Tel.: +8613782509320; e-mail: libohnxx@163.com.

**Лі Бо**, д-р харчових наук, проф. Школи харчових наук, Інститут науки і техніки Хенаня. Адреса: Сінсян, КНР, 453000. Тел.: +8613782509320; e-mail: libohnxx@163.com.

**Ли Бо**, д-р пищевых наук, проф. Школы пищевых наук, Институт науки и технологии. Адрес: Хэнань, Сінсян, КНР, 453000. Тел.: +8613782509320; e-mail: libohnxx@163.com.

DOI: 10.5281/zenodo.3263496

УДК 637.142.2:637.057

## **ХАРАКТЕРИСТИКА АРОМАТИЧНИХ ДЕСКРИПТОРІВ ПРОДУКТІВ РЕКТИФІКАЦІЇ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ**

**Т.П. Синенко, Г.Є. Дубова**

*Питання покращення специфічного аромату молочної сироватки пов'язане з її подальшим використанням та промисловою переробкою. Розглянуто властивості складових компонентів молочної сироватки за здатністю утворювати і змінювати ароматичні дескриптори. Серед складових частин молочної сироватки, які впливають на зміну аромату, відзначено білки. Установлено, що під дією ферментів ароматичні властивості сироватки*

змінюються внаслідок утворення та накопичення нелетких і важколетких компонентів. Результати дослідження ароматичних дескрипторів дозволять знайти нові підходи до процесу ароматизації молочної сироватки двостадійним способом (ферментативний гідроліз, цукрово-аміні реакції).

**Ключові слова:** молочна сироватка, ферменти, запах, аромат, ароматичні дескриптори, ректифікація.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА АРОМАТИЧЕСКИХ ДЕСКРИПТОРОВ ПРОДУКТОВ РЕКТИФИКАЦИИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ**

**Т.П. Синенко, Г.Е. Дубова**

*Вопрос улучшения специфического аромата молочной сыворотки связан с ее последующим использованием и промышленной переработкой. Рассмотрены свойства составляющих компонентов молочной сыворотки по способности образовывать и изменять ароматические дескрипторы. Среди составляющих частей молочной сыворотки, которые влияют на изменение аромата, отмечаются белки. Установлено, что под действием ферментов ароматические свойства сыворотки меняются в результате образования и накопления нелетучих и труднолетучих компонентов. Результаты исследования ароматических дескрипторов позволяют найти новые подходы к процессу ароматизации молочной сыворотки двустадийным способом (ферментативный гидролиз, сахарно-аминные реакции).*

**Ключевые слова:** молочная сыворотка, ферменты, запах, аромат, ароматические дескрипторы, ректифікація.

## **CHARACTERISTICS OF AROMATIC DESCRIPTORS OF PRODUCTS OF RECTIFICATION OF WHEY**

**T. Synenko, H. Dubova**

*Whey is biologically value raw for producing food products. Industrial processing of whey still has not achieved essential amounts. Using serum as the basis for food products is complicated by the negative organoleptic index (specific flavour and aroma). Actual task is to identify aroma components of serum and products of its fractionation, selection of substance which make the compositions with improved organoleptic properties or mask the unpleasant serum tones. One of the perspective directions of influence on native components is using enzymatic preparation. Hydrolytic cleavage or transformation of proteins, carbohydrates, and lipids will affect the components of the serum and obtain the basis for flavours. The goal of the work is to research properties of complex components of whey and their ability to change aromatic descriptors under the effect of enzymes. For determination of components nature which make specific aroma of whey and investigation changes the aroma character were used the following ferments: pepsin, lipaza, laktoza. Prepared experimental samples were under the process of rectification. During the process of rectification was done the quantity selection of*

*factions and was installed the smell change of given factions and also was determined the aroma of received cube residual. As the result of investigation of whey property, its natural components, namely proteins, lipids, laktoza, changed the aromatic descriptors under the influence of certain ferments. Change of aroma of cheese serum in the condensate and cube residual prove that the biggest changes happen because of making and accumulating non-volatile substances and heavy volatile substances. Under the action of enzymes from the predecessors of the fragrance formed a small amount of volatile substances, which insignificantly affect the aroma of condensate. With the accumulation of volatile substances in the aroma profile of the samples, there are noticeable negative changes associated with non-enzymatic reactions and the release of sulfur-containing compounds. Among complex parts of whey which influence on aroma changes determine proteins.*

**Keywords:** *whey, enzymes, smell, aroma, aromatic descriptors, rectification.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** У наукових працях широко висвітлені різні питання щодо процесу отримання, хімічного складу молочної сироватки (МС) та її раціональної переробки для виготовлення багатьох продуктів, у тому числі для дитячого харчування, як заміників жіночого молока, компонента фармацевтичних і лікувальних препаратів. Однак, як показав літературний аналіз [2; 3; 5], промислова переробка МС усе ще не досягла значних обсягів. Застосування МС як основи для продуктів харчування ускладнене через негативні органолептичні показники сироватки (специфічний смак і аромат). Під час виробництва твердого і кисломолочного сиру найбільших ферментативних перетворень у молоці зазнають казеїн і жир. При цьому утворюється основна маса ароматичних речовин, що визначають специфічні смак і запах МС: пептиди, вільні амінокислоти, альдегіди, кетони, леткі жирні кислоти [2].

Речовини, які беруть участь у формуванні смаку й аромату МС, характеризуються різною леткістю, тому неможливо істотно поліпшити її органолептичні показники методами деаерації, дезодорації або згущення під вакуумом [5]. Відомо, що білки МС під час кислотного або лужного гідролізу здатні набувати функцій та характеристик ароматичних компонентів, що використовується у виробництві м'ясних ароматизаторів [6; 7]. У виробництві таких ароматизаторів реакції гідролізу передують цукрово-амінним реакціям. Наукова новизна результатів, поданих у статті, полягає у ступеневому дослідженні утворення аромату під час ферментативного гідролізу компонентів МС та їх перегонки. Такі результати дозволять більш повно використовувати потенційні можливості МС як ароматичних продуктів.

Велика увага в публікаціях із питань ферментативних змін сироватки приділяється гідролізу сироваткових білків [8; 9].

Висвітлено субстратні властивості основних сироваткових білків за умов гідролізу різними протеазами [8; 10]. Змінам аромату під час гідролізу не приділяється увага, оскільки по завершенні гідролізу білки піддають технологічним операціям залежно від використання гідролізату. Утворення ароматичних дескрипторів під час ферментативного гідролізу, на відміну від кислотного та лужного, відрізняється послідовністю та накопиченням сполук, які можуть бути попередниками аромату в наступних цукрово-аміних реакціях. У зв'язку з цим актуальним завданням є ідентифікація ароматичних компонентів сироватки і продуктів її фракціонування, підбору речовин, що утворюють із ними композиції з поліпшеними органолептичними властивостями або маскують неприємні сироваткові тони. Результати дослідження ароматичних дескрипторів дозволять знайти нові підходи до процесу ароматизації МС двостадійним способом (ферментативний гідроліз, цукрово-аміні реакції). Розробка нового способу ароматизації МС дозволить вирішити питання її переробки та розроблення функціональних харчових продуктів із її використанням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Запах, смак і аромат МС та одержуваних із неї продуктів обумовлюють різні групи хімічних сполук, що утворюються внаслідок перетворень вуглеводів, амінокислот і ліпідів молока під час технологічної обробки і зберігання [1].

Унаслідок аналізу інформаційних джерел [1; 3; 5], виділено найважливіші хімічні компоненти, що зумовлюють запах МС (ароматичні дескриптори), до них належать:

- нижчі ненасичені альдегіди, які відзначаються сильним неприємним запахом;
- вищі альдегіди з жирним запахом із фруктовим і квітковим відтінком, деякі з них надають згірклого, салистого запаху;
- леткі жирні кислоти з подразнювальним, різким, неприємним згірклим, затхлим і в'язким запахом;
- насичені й ненасичені лактони із запахом горіхів, вершків, солоду, карамелі, персиків, малини;
- етиловий спирт із алкогольним запахом;
- пропіловий, ізобутиловий, ізопентиловий спирти із запахом сивушних масел;
- сірчисті сполуки з неприємним, кормовим, сірчанним запахом.

Слід зауважити, що докладних відомостей про конкретні ароматичні речовини, що зумовлюють специфічний смак і запах МС, в на сьогодні недостатньо [5]. Вирішення цієї проблеми є практично

значущим для розширення асортименту напоїв із сироватки, функціональних продуктів на її основі.

Більшість промислово застосовуваних біотехнологічних процесів отримання смакоароматичних препаратів належать до ферментативних. Гідролітичні розщеплення або трансформація білків, вуглеводів, ліпідів дозволять вплинути на складові МС та отримати на її основі ароматизатори заданого профілю.

**Мета статті** – дослідити властивості складових компонентів МС і їх здатність до зміни ароматичних дескрипторів під впливом ферментів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- визначити вплив летких (*Лр*) та нелетких (*НЛр*) речовин молочної сироватки на її специфічний аромат;
- визначити природу компонентів, які утворюють специфічний аромат молочної сироватки;
- дослідити зміну характеру аромату молочної сироватки в конденсаті та кубовому залишку після ректифікації.

Об'єктом дослідження були методи впливу на складові компоненти молочної сироватки. Предметом дослідження обрано сиру сироватку та компоненти, що утворюються під час ферментації.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** МС – це плазма молока, яка містить воду, лактозу, білки, жир, вітаміни та мінеральні солі, одержана термомеханічним обробленням молочного згустку чи ультрафільтрацією [11]. Відомо, що аромат МС зумовлюють попередники аромату. Це білки, жири і вуглеводи різного складу в природному середовищі, яке містить вітаміни та мінеральні речовини в межах, достатніх для активації ферментативних реакцій. Концентрація білків, жирів, вуглеводів коливається в МС залежно від виду та способу її отримання та впливає на органолептичні показники.

Смак і запах МС характеризується як чистий, притаманний вторинній сировині, для сирної сироватки (СС) – кислуватий, для підсирної (ПС) – від солонуватого до солоного, без сторонніх присмаків і запахів. Більш яскравим ароматом, притаманним МС, характеризується СС, отримана із сиру кисломолочного, ніж ПС, отримана при виробництві сиру твердого. В експериментальних дослідженнях використовували свіжу СС, отриману з підприємства промислового виробництва кисломолочного сиру м. Суми. Хімічний склад і фізичні властивості СС визначали за стандартними методиками (табл. 1).

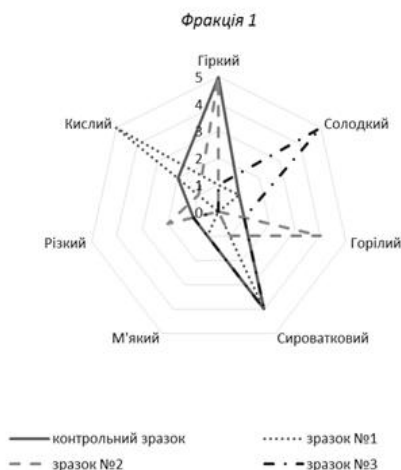
## Хімічний склад і фізичні властивості СС

Показник	Значення показника
Титрована кислотність, °Т	70
Активна кислотність, од.рН	4,5
Густина, кг/м <sup>3</sup>	1026
Масова частка білка, %	0,6
Масова частка молочного жиру, %	0,1
Розмір жирових кульок, мкм [6]	2–5
Масова частка лактози, %	4,0

За даними табл. 1, у сухому залишку СС основні компоненти розподілені таким чином: молочний цукор (лактоза) – 75,5%, білкові речовини – 11,3%, молочний жир – 1,9%, інші – 11,3%.

Для визначення природи компонентів, які утворюють специфічний аромат МС, були підготовлені такі зразки СС: без ферментів (*контрольний зразок*), із додаванням ферменту пепсину з активністю 12000 ОД (*зразок № 1*), із додаванням ферменту ліпази з активністю 20000 ОД (*зразок № 2*), із додаванням ферменту лактази з активністю 3000 ОД (*зразок № 3*). Усі зразки, окрім контрольного, готували таким чином: 400 мл СС переносили в мірні колби на 500 мл, підігрівали до температури 42...38 °С і вносили фермент пепсин, ліпазу або лактазу відповідно. Витримували протягом 1 год, підтримуючи температуру 42...38 °С, після чого проводили експериментальні дослідження зміни дескрипторів аромату. Вплив *Лр* та *НЛр* речовин молочної сироватки на її специфічний аромат і ароматичні дескриптори визначали після перегонки в ректифікаційному апараті. По завершенні процесу отримували три фракції дистилату з *Лр* (з інтервалом 15 хв від початку процесу) та кубовий залишок із *НЛр*, в яких проводили органолептичну оцінку методом порівняння з фракціями та кубовим залишком контрольного зразка. Особливістю отриманих фракцій є наявність від 3 до 8 основних дескрипторів аромату, що зумовило побудову профілограм за результатами досліджен (рис. 1–3). Для опису характеристики ароматів дегустаційна комісія з 12 осіб виставляла оцінки інтенсивності дескрипторів за 5-бальною шкалою бажаності й інтенсивності відчуття ароматичних властивостей зразків: 0 балів – ознака відсутня; 1 бал – ледь відчутна; 2 бали – слабка інтенсивність; 3 бали – середня інтенсивність; 4 бали – сильна інтенсивність; 5 балів – дуже сильна інтенсивність. Таким чином, для аналізу поданих результатів обрано такі дескриптори, які набрали найбільшу кількість балів (4 та 5).

Порівняно з контрольним зразком, за відсутності впливу на попередники аромату, дія ферментів суттєво змінила органолептичну оцінку кубового залишку та відчутно – фракції конденсату (рис. 1).



**Рис. 1. Профілограма аромату фракції 1 конденсату зразків**

Характеристика аромату: контрольний зразок – гіркий (5 балів, 11 дегустаторів) із сироватковим відтінком (4 бали, 9 дегустаторів); зразок № 1 (із пепсином) – кислий (5 балів, 10 дегустаторів) із сироватковим відтінком (4 бали, 8 дегустаторів); зразок № 2 (з ліпазою) – гіркий (5 балів, 10 дегустаторів) із горілим тоном (4 бали, 7 дегустаторів); зразок № 3 (з лактазою) – солодкий (5 балів, 11 дегустаторів).

Отримані зміни дескрипторів аромату фракцій

конденсату є результатом реакції ферментів та відповідних попередників аромату, які містяться в МС. Сироваткові білки під дією ферменту пепсину розкладаються на *НЛр* пептидної природи та вільні амінокислоти, серед яких є частка *Лр*. Утворені білкові гідролізати не мають гіркоти та неприємного присмаку, що підтверджено нашими дослідженнями та зазначено в літературних джерелах [3; 5]. Ліпаза розщеплює ліпіди МС з утворенням *НЛр* гліцерину і вільних летких жирних кислот, які під час ректифікації піддаються тепловій деструкції з утворенням специфічного гіркового аромату з горілим відтінком. У результаті ферментативного гідролізу лактози утворилися глюкоза, галактоза та їх похідні *Лр*, які утворюють більш солодкі запахи у фракціях конденсату.

У другій фракції конденсату інтенсивність аромату після 15 хв перегонки посилюється (рис. 2). Посилення гіркового тону ми пояснюємо розщепленням сірковмісних сполук, їх вивільненням та переходом у *Лр*. Крім того, зменшення частки жиру внаслідок розщеплення також негативно вплинуло на дескриптори аромату конденсату другої фракції.

Остання фракція конденсатів має інтенсивний виражений аромат (рис. 3), що зумовлено накопиченням *Lp* компонентів, які утворюються внаслідок розщеплення низьколетких (*Hl*) та важколетких (*Bl*) сполук під час ректифікації.

Фракційний аналіз дозволив визначити вплив *Lp* на загальний аромат, а саме: зміни дескрипторів аромату в конденсаті є, але незначні порівняно зі змінами аромату кубового залишку (табл. 2); горілий тон притаманний кожній фракції після ректифікації, що пояснюється специфічними неферментативними реакціями; найбільш наближений за своїми характеристиками до статусу ароматизатора зразок із пепсином.

Кубовий залишок становить в середньому 30% від загальної маси зразка, являє собою тонкодисперсну непрозору рідину лимонно-жовтого кольору. Для характеристики аромату кубових залишків використали описовий метод, відповідно до вражень та оцінки 12 членів дегустаційної комісії. Із метою порівняння аромату конденсату з *Lp* та кубового залишку з *HLP* для кожного зразка конденсату був зроблений узагальнений опис аромату після з'єднання трьох фракцій.

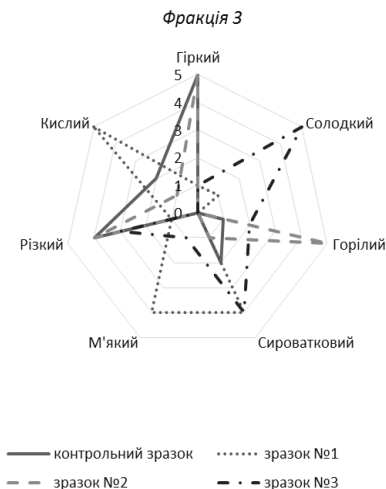
Кубовий залишок контрольного зразка мав виразний «варений» тон, який викликав неприємні відчуття та отримав негативну оцінку.



**Рис. 2. Профілограма аромату фракції 2 конденсату зразків**

Характеристика аромату: *контрольний зразок* – гіркий (5 балів, 11 дегустаторів) із сироватковим відтінком (3 бали, 5 дегустаторів); *зразок № 1* (із пепсином) – кислуватий (4 бали, 8 дегустаторів) із сироватковим відтінком (3 бали, 6 дегустаторів); *зразок № 2* (з ліпазою) – виразно гіркий (5 балів, 11 дегустаторів) із горілим тоном (4 бали, 9 дегустаторів); *зразок № 3* (з лактазою) – солодкий (5 балів, 12 дегустаторів), із слабким горілим тоном (3 бали, 5 дегустаторів).





**Рис. 3. Профілограма аромату фракції 3 конденсату зразків**

Характеристика аромату: *контрольний зразок* – різкий (4 бали, 9 дегустаторів), неприємний гіркий (5 балів, 12 дегустаторів); *зразок № 1* (із пепсином) – кислуватий (5 балів, 11 дегустаторів), із м'яким сироватковим відтінком (по 4 бали, 9 дегустаторів); *зразок № 2* (з ліпазою) – різкий (4 бали, 8 дегустаторів), гіркий із горілим тоном (по 5 балів, 10 дегустаторів); *зразок № 3* (із лактазою) – солодкий (5 балів, 11 дегустаторів), різкий (4 бали, 7 дегустаторів).

Таблиця 2

**Зміна ароматичних властивостей продуктів ректифікації**

Найменування зразків	Кубового залишку (НЛр)	Конденсату (Лр)
<i>Контрольний зразок</i> СС без ферментів	Солодко-кислий із «вареним» тоном	Гіркий із сироватковим відтінком
<i>Зразок № 1</i> СС із пепсином	М'який із відтінком пастеризованого молока, вареними нотками	Кислуватий із сирним відтінком
<i>Зразок № 2</i> СС із ліпазою	Ліполізний, прогірклий із кислуватим тоном	Гіркий із горілим тоном
<i>Зразок № 3</i> СС із лактазою	Кислий із сирним відтінком	Солодкий із горілим тоном

Під впливом пепсину (зразок № 1) аромат кубового залишку змінюється, набуваючи приємних споживчих характеристик, зникає специфічний сироватковий аромат, що є результатом утворення пептидів і вільних амінокислот, які формують приємні ароматичні властивості. Під впливом лактази (зразок № 3) аромат кубового залишку набуває сирного відтінку. Із гіршими показниками аромат кубового залишку утворився під впливом ліпази (зразок № 2), що є результатом утворення нерозчинних жирних кислот, які мають характерні ліполізні та гіркі аромати.

Перегонка усуває гіркі компоненти аромату МС і дозволяє використовувати наступний, другий етап процесу ароматизації – цукрово-аміні реакції, тобто після отримання І фракції конденсату. У такий спосіб нами були отримані такі аромати: бульйонний, грибний, сметанний, на відміну від існуючого способу, який формує суто м'який аромат.

**Висновки.** Досліджено властивості МС, її природних компонентів, а саме білків, ліпідів та лактози, змінювати ароматичні дескриптори під впливом відповідних ферментів.

Зміна аромату СС у конденсаті й кубовому залишку доводить, що найбільші зміни відбуваються внаслідок утворення та накопичення *НЛр* і *Вл* компонентів.

Під дією ферментів із попередників аромату утворюється незначна кількість *Лр*, які несуттєво впливають на аромат конденсату. При накопичуванні *Лр* у профілі аромату зразків помітні негативні зміни, пов'язані з неферментативними реакціями та виділенням сірковмісних сполук. Серед складових частин МС, які впливають на зміну аромату, відзначаються білки.

З огляду на вищезазначене подальші дослідження будуть спрямовані на детальний аналіз складових компонентів білкової природи МС і їх здатність до зміни ароматичних дескрипторів. Потребує подальшого розв'язання питання здатності МС до утворення якісно нових ароматизаторів двостадійним способом, а саме стимулювання цукрово-аміні реакцій на етапі ферментативного гідролізу компонентів МС.

#### Список джерел інформації / References

1. Горбатова К. К. Физико-химические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова. – СПб. : ГИОРД, 2003. – 352 с.  
Gorbatova, K. (2003), *Physical and chemical bases of production of dairy products* [Fiziko-himicheskie osnovy proizvodstva molochnyh produktov], GIORD, Saint Petersburg, 352 p.
2. Жидков В. Е. Научно-технические основы биотехнологии альтернативных вариантов напитков из молочной сыворотки / В. Е. Жидков. – Ростов н/Д : СКНЦ ВШ, 2000. – 144 с.  
Zhikov, V. (2000), *Scientific and technical basis of biotechnology of alternative options for whey drinks* [Nauchno-tehnicheskie osnovy biotekhnologii al'ternativnyh variantov napitkov iz molochnoj syvorotki], SKNTS VS, Rostov-on-Don, 144 p.
3. Мельникова Е. И. Исследование биотехнологического потенциала творожной сыворотки: модификация химического состава, прогнозирование качества и новые технологические решения : дис. ... доктора техн. наук : 05.18.04, 05.18.07 / Мельникова Елена Ивановна. – Воронеж : Воронежская гос. технол. акад., 2007. – 458 с.

Melnikova, E. (2007), *The study of the biotechnological potential of curd whey: modification of the chemical composition, quality prediction and new technological solutions: dis. ... dr. tech. sciences* [Issledovanie biotekhnologicheskogo potentsiala tvorozhnoy syvorotki: modifikatsiya himicheskogo sostava, prognozirovaniye kachestva i novyye tekhnologicheskyye resheniya: dis. ... doktora tekhn. nauk], Voronezh, 458 p.

4. Смирнов Е. В. Пищевые ароматизаторы : справочник / Е. В. Смирнов. – СПб. : Профессия, 2008. – 736 с.

Smirnov, E. (2008), *Food flavors: a handbook* [Pishchevyye aromatizatory: spravochnik], Profession, Saint Petersburg, 736p.

5. Храмов А. Г. Феномен молочной сыворотки / А. Г. Храмов. – СПб. : Профессия, 2011. – 804 с.

Khrantsov, A. (2011), *The phenomenon of whey*, [Fenomen molochnoy syvorotki], Profession, Saint Petersburg, 804 p.

6. Грень А. И. Химия вкуса и запаха мясных продуктов / А. И. Грень, Л. Е. Высоцкая, Т. В. Михайлова – К. : Наукова думка, 1985. – 100 с.

Greny, A., Vysotskaya, L., Mikhaylova, T. (1985), *Chemistry of taste and smell of meat products*, Naukova Dumka, Kyiv, 100 p.

7. *Comprehensive Biotechnology*, Second Edition, Chapter: 3.48 – *Food-Grade Enzymes*, Elsevier B.V., Murray Moo-Young, pp. 555-569.

8. Изучение пептидного состава ферментативного гидролизата концентрата сывороточных белков коровьего молока с целью разработки пищевых продуктов для туристическо-оздоровительной деятельности / В. Г. Цыганков, Т. Н. Головач, В. П. Курченко, А. М. Бондарук // Труды БГТУ. – Минск : БГТУ, 2015. – № 1 (174). – С. 272–275.

Tsyhankou, V., Halavach, T., Kurchenko, V., Bondaruk, A. (2015), “Study of the peptide enzymatic hydrolysates of whey protein concentrate cow’s milk to develop foods for tourism and recreation”, *Proceedings of BSTU* [“Izuchenie peptidnogo sostava fermentativnogo gidrolizata koncentrata syvorotchnyyh belkov korov’ego moloka s cel’yu razrabotki pishchevyyh produktov dlya turisticheskoy-ozdorovitel’noy deyatel’nosti”], Vol. 1, No. 174, pp. 272-275.

9. Сидоров Ю. І. Розроблення технології одержання біологічно активної суміші амінокислот з молочної сироватки / Ю. І. Сидоров, С. А. Познанська, В. П. Новіков // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2008. – № 622. – С. 88–95.

Sidorov, Yu., Poznanska, S., Novikova, V. (2008), “Development of technology for the production of a biologically active mixture of amino acids from milk whey”, *Bulletin of Lviv Polytechnic National University* [Rozroblennyya tekhnologii oderzhannya biologichno aktivnoyi sumishi aminokislott z molochnoyi sirovatki], Vol. 622, pp. 88-95.

10. Курбанова М. Г. Ферментативный гидролиз белков молока с использованием различных протеаз / М. Г. Курбанова // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 1. – С. 157–160.

Kurbanova, M. (2010), “Enzymatic hydrolysis of milk proteins with various proteases use”, *The Bulletin of KrasGAU* [Fermentativnyy gidroliz belkov moloka s ispol’zovaniem razlichnyh proteaz], Vol. 1, No. 40, pp. 157-160.

11. Чагаровський О. П. Хімія молочної сировини : навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. / О. П. Чагаровський, Н. А. Ткаченко, Т. А. Лисогор. – Одеса : Сімекс-прінт, 2013. – 268 с.

Chagarovskiy, O., Tkachenko, T., Lisogor, A. (2013), *Chemistry of the Milky sirovini* [*Himiya molochnoï sirovini: navch. posibnik dlya stud. vishch. navch. zakl.*], Simeks-print, Odesa, 268 p.

**Синенко Тетяна Павлівна**, асп., кафедра технології молока і м'яса, Сумський національний аграрний університет. Адреса: вул. Герасима Кондратьєва, 160, м. Суми, Україна, 40021. Тел.: 0668974212; e-mail: tanyushka.sinenko@gmail.com.

**Синенко Татьяна Павловна**, асп., кафедра технологии молока и мяса, Сумской национальной аграрный университет. Адрес: ул. Герасима Кондратьева, 160, г. Сумы, Украина, 40021. Тел.: 0668974212; e-mail: tanyushka.sinenko@gmail.com.

**Sinenko Tetyana**, Postgraduate Student, Department of Technology of Milk and Meat, Sumy National Agrarian University. Address: Gerasim Kondratiev st., 160, Sumy, Ukraine, 40021. Tel.: 0668974212; e-mail: tanyushka.sinenko@gmail.com.

**Дубова Галина Євгенівна**, канд. техн. наук, доц., зав. кафедри технології молока і м'яса, Сумський національний аграрний університет. Адреса: вул. Герасима Кондратьєва, 160, м. Суми, Україна, 40021. Тел.: 0958146263; e-mail: hdubova16@gmail.com.

**Дубова Галина Евгеньевна**, канд. техн. наук, доц., зав. кафедры технологии молока и мяса, Сумской национальной аграрный университет. Адрес: ул. Герасима Кондратьева, 160, г. Сумы, Украина, 40021. Тел.: 0958146263; e-mail: hdubova16@gmail.com.

**Dubova Halina**, PhD, Assistant Professor, Head of the Department of Technology of Milk and Meat, Sumy National Agrarian University. Address: Gerasim Kondratiev st., 160, Sumy, Ukraine, 40021. Tel.: 0958146263; e-mail: hdubova16@gmail.com.

DOI: 10.5281/zenodo.3263514