

4. Brandt, L. A. Salad days for healthy dressings [Текст] / L. A. Brandt // Prepared Foods. - 1999. - Oct. Issue.
5. O'Donnell, M. Controlling the fat: Whats new, whats to come [Текст] / M. O'Donnell // Prepared Foods. - 1995. - 65с.
6. Roesh, R. R. Characterization of oil-in-water emulsions prepared with commercial soy protein concentrate [Текст] / R. R. Roesh, M. Corredig. // J. of Food Sci. - 2002. - 67, 2837 с.
7. Pettit, D. Rheological properties of solutions and emulsions stabilized with xanthan gum propylene glycol alginate [Текст] / D. J. Pettit, J. E. Waybe, J. R. Nantz, C. F. Shoemaker // J. of Food Sci., - 1995.]-60, 528 с.
8. Научные основы производства эмульсионных продуктов [Текст] / О. С. Восканян, В. Х. Паронян, С. В. Круглов, Г. И. Козярина. - М.: Пищепромиздат, 2003. - 48 с.
9. Данилова Л. А. Пшеничний солод – основа стабілізатора для майонезів [Текст] / Л. А. Данилова, Т. В. Арутюнян, Г. О. Єлагіна. - Видавничий центр НТУ «ХПІ», Вісник. - 2006.- №43 - С.50-54.
10. Нарцисс Л. [Текст] Технология солодоращения / Д. Нарцисс, перевод с нем. под общ. ред. Г. А. Ермолаевой, Ф Шаненко. - СПб.: Профессия, 2007. - 584с.

Розглянуто проблему дефіциту засвоюваних сполук кальцію у харчуванні. Доведено доцільність використання напівфабрикату білково-мінерального у технології м'ясних виробів з метою їх збагачення засвоюваним кальцієм. Наведено та науково обґрунтовано результати досліджень впливу напівфабрикату білково-мінерального на структурно-механічні властивості модельних м'ясних систем, характер зміни яких говорить про покращення якісних характеристик готового продукту

Ключові слова: напівфабрикат білково-мінеральний, м'ясні посічені вироби, ковбасні вироби, засвоювані сполуки кальцію

Рассмотрено проблему дефицита усваиваемых соединений кальция в питании. Доказана целесообразность использования полуфабриката белково-минерального в технологии мясных изделий с целью их обогащения усвояемым кальцием. Приведены и научно обоснованы результаты исследований влияния полуфабриката белково-минерального на структурно-механические свойства модельных мясных систем, характер изменения которых говорит об улучшении качественных характеристик готового продукта

Ключевые слова: полуфабрикат белково-минеральный, мясные рубленые изделия, колбасные изделия, усвояемые соединения кальция

УДК 664.38 : 637.5

ВПЛИВ НАПІВФАБРИКАТУ БІЛКОВО-МІНЕРАЛЬНОГО НА СТРУКТУРНО-МЕХА-НІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ

М. П. Головко

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*

E-mail: hduht@kharkov.com

М. Л. Серік

Кандидат технічних наук, доцент**

E-mail: hduht@kharkov.com

Т. М. Головко

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра товарознавства та експертизи товарів***

E-mail: hduht@kharkov.com

В. В. Полупан

Аспірант*

E-mail: val-mer@mail.ru

І. В. Шурдук

Аспірант**

вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051

E-mail: hduht@kharkov.com

*Кафедра товарознавства в митній справі***

Кафедра гігієни харчування та мікробіології*

***Харківський державний університет

харчування та торгівлі

1. Вступ

Зміна структури харчування сучасної людини внаслідок впливу емоційних навантажень, інтенсифікації ритму життя з одного боку та заміна цінних натуральних компонентів їжі на економічно вигідну сировину з іншої сторони викликає низку питань пов'язаних

із дефіцитом незамінних нутрієнтів у харчуванні. Крім того, існує проблема незбалансованості хімічного складу багатьох продуктів харчування, зокрема м'ясних. Сьогодні проявляється гострий дефіцит вживання засвоюваних сполук кальцію, що є причиною поширення порушень функціонального стану кісткової тканини людини [1 – 5].

Тому необхідним є вирішення проблеми збалансованості харчування шляхом розробки технології продукції масового споживання, а саме м'ясної, збалансованої за хімічним складом.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми у загальному вигляді

Повністю збалансувати мінеральний склад раціонів харчування в сучасних умовах скорочення виробництва натуральних продуктів за рахунок споживання останніх неможливо. Найбільш перспективний напрям у вирішенні проблеми ліквідації дефіциту незамінних мінеральних компонентів у харчуванні – збагачення мінеральними нутрієнтами продуктів повсякденного масового харчування [6 – 8].

Відзначено обмеженість переліку м'ясної продукції, здатної забезпечити заданий оптимальний мінеральний склад продукту, зокрема за співвідношенням кальцію та фосфору [9]. Відомі технології продуктів, багатих кальцієм, передбачають використання переважно неорганічних та низькомолекулярних органічних його форм, що важко засвоюються організмом людини. Ефективним способом збагачення харчової продукції засвоюваним кальцієм є використання продуктів переробки харчової кістки, але такі технології є дещо ускладненими через коливання вмісту кальцію у харчовій кістці залежно від сезону року, статі, віку, породи забійної тварини [10, 11].

Зважаючи на стан проблеми, актуальним є розробка білково-мінеральної добавки та її використання у технології м'ясних виробів, що забезпечить оптимальний хімічний склад та максимально засвоювану білокзв'язану форму кальцію у кінцевому продукті.

3. Мета та задачі дослідження

Мета та завдання роботи орієнтовані на детальне вивчення та встановлення закономірностей впливу напівфабрикату білково-мінерального (НБМ) на структурно-механічні властивості м'ясних систем. Для досягнення мети необхідно провести аналіз літературних джерел щодо проблеми дефіциту засвоюваних сполук кальцію у харчуванні, розглянути можливість та доцільність використання НБМ у технології м'ясних посічених та ковбасних виробів, науково обґрунтувати результати реологічних досліджень м'ясних систем з використанням НБМ.

4. Вивчення впливу напівфабрикату білково-мінерального на реологічні характеристики м'ясних систем

Враховуючи проблеми дефіциту кальцію у харчуванні, нами запропоновано технологію НБМ, продукт представляє собою стійкий хелатний комплекс кальцію з колагеном свинячої шкіри та є метаболічно активною формою мінеральних речовин – кальцію та магнію. НБМ виробляється у двох варіантах: сухому порошкоподібному з вологістю не більше 10 % та вологому у вигляді однорідної пастоподібної маси з во-

логістю до 75 %. Результати досліджень показали, що НБМ характеризується вираженими функціонально-технологічними властивостями. Тому НБМ доцільно використовувати в технології м'ясних виробів з точки зору високої спорідненості до м'ясної сировини, технологічності, зручності введення добавки до м'ясних систем, потенційної можливості забезпечення фізіологічних потреб організму людини у біоорганічних сполуках кальцію.

Особливе значення у практичній реалізації технології м'ясних виробів із НБМ займає вивчення та урахування структурно-механічних характеристик м'ясних фаршів та готових виробів під час механічного навантаження. Вивчення реологічних властивостей дає змогу передбачити процеси плинності м'ясних фаршів у робочих органах обладнання, мати найбільш повну уяву про стан структури продукту (хімічний склад, вологість, жирність), ступінь механічної обробки та якість готових виробів, зокрема про текстурні характеристики готової продукції.

Досліджували зразки м'ясних фаршів з використанням 2,5; 5; 7,5 та 10 % НБМ (сухого) від маси м'ясної сировини, контролем служив зразок м'ясного фаршу, у склад якого не вносили НБМ. Результати досліджень представлено на рис. 1 та у табл. 1. На основі отриманих даних можна зробити ряд висновків щодо характеру впливу добавки НБМ на зміни характеристик модельних фаршевих систем.

Напруження зсуву у період проведення досліду для всіх зразків м'ясного фаршу залишається постійним.

Зареєстровано зростання показника податливості модельних м'ясних фаршів на 23...91,5 % при додаванні 2,5...10 % НБМ, що свідчить про підвищення здатності фаршевих систем до деформації під дією прикладеного навантаження. Тому спостерігається підвищення зворотної, незворотної і, як наслідок, загальної деформації при використанні НБМ у складі м'ясних фаршів.

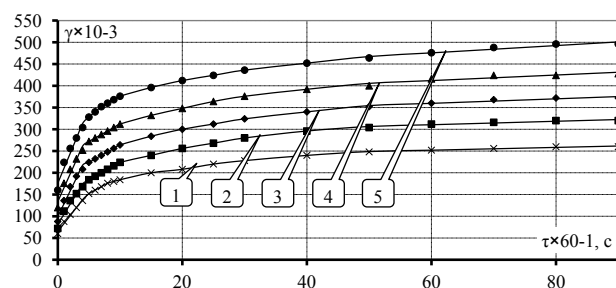


Рис. 1. Залежність відносної деформації (γ) м'ясних фаршів від часу дії напруги (τ): 1 – контроль; 2 – 2,5 % НБМ; 3 – 5 % НБМ; 4 – 7,5 % НБМ; 5 – 10 % НБМ

Використання НБМ призводить до зниження здатності м'ясного фаршу чинити опір пропорційно його деформації (підвищується відносна умовно-миттєва деформація), знижується умовно миттєвий модуль пружності).

Зменшення відносної еластичності на 1,1...22,5 %, зниження високоеластичного модулю у фаршів при додаванні 2,5...10 % НБМ відповідно вказує на зниження здатності фаршів з НБМ до значної післядії за умов постійного напруження, зникнення деформації (повернення до початкового стану) після зняття напру-

ження. Такі зміни підтверджує тенденція зниження в'язкості пружної післядії, що говорить про зниження внутрішнього тертя з градієнтом швидкості в області пружної деформації.

Результати реологічних показників м'ясних фаршів із НБМ наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Реологічні характеристики м'ясних фаршів

Найменування показника	контроль	2,5 % НБМ	5 % НБМ	7,5 % НБМ	10 % НБМ
Зворотна деформація, 10^{-3}	232,80	286,40	328,40	373,60	425,20
Незворотна деформація, 10^{-3}	28,80	36,00	46,80	57,60	75,60
Загальна деформація, 10^{-3}	261,60	322,40	375,20	431,20	500,80
Напруження зсуву, Па	130,80	130,80	130,80	130,80	130,80
Податливість, Па^{-1}	$2,0 \times 10^{-3}$	$2,46 \times 10^{-3}$	$2,87 \times 10^{-3}$	$3,3 \times 10^{-3}$	$3,83 \times 10^{-3}$
Умовно миттєвий модуль пружності, Па	2018,52	1602,94	1318,55	979,04	743,18
Високоеластичний модуль (Па)	778,57	638,67	570,68	545,00	524,88
Пластична в'язкість, Па·с	$24,53 \times 10^6$	$19,62 \times 10^6$	$15,09 \times 10^6$	$12,26 \times 10^6$	$9,34 \times 10^6$
Відношення деформації зворотної до загальної	0,89	0,89	0,88	0,87	0,85
В'язкість пружної післядії, Па·с	$42,65 \times 10^4$	$33,83 \times 10^4$	$26,51 \times 10^4$	$24,53 \times 10^4$	$22,81 \times 10^4$
Відносна пружність, %	24,77	25,31	26,44	30,98	35,14
Відносна пластичність, %	11,01	11,17	12,47	13,36	15,10
Відносна еластичність, %	64,22	63,52	61,09	55,66	49,76

Зі збільшенням кількості внесеного НБМ у інтервалі 2,5...10 % спостерігається збільшення відносної пластичності фаршів на 1,5...37,1 %, що свідчить про підвищення здатності до зміни форми без руйнування структури під дією напруження. Але виходячи з того, що максимальна відносна пластичність спостерігається у фарші з 10 % НБМ і складає 15,1 %, розроблені модельні фарші з НБМ є непластичними тілами – їх відносна пластичність не перевищує 50 %.

Разом з цим відбувається зниження пластичної в'язкості, що, вірогідно, пов'язано із дослідженням саме незруйнованої структури фаршів, для якої нижча пластична в'язкість ніж у зруйнованої є характерною ознакою [12]. Разом з цим, з підвищенням вмісту добавки НБМ у фарші його структура довше не руйнується, що доведено наступними дослідженнями.

Розглянуті тенденції зміни реологічних властивостей м'ясних фаршів з використанням 2,5...10 % НБМ

зумовлені високою вологозв'язуючою та вологоутримуючою здатністю НБМ, зокрема велике значення має форма зв'язку вологи у фарші із НБМ (адсорбційно та капілярно зв'язана волога), чим зумовлено зниження відносної еластичності та підвищення незворотної деформації. Разом з цим, реологічні характеристики визначає взаємодія білків м'яса із НБМ. Такі реологічні властивості розроблених м'ясних фаршів позитивно впливають на органолептичні показники готових виробів: консистенція стає більш ніжною, м'якою, в міру пружною.

Для більш досконалого вивчення реологічних властивостей модельних зразків м'ясних фаршів дані характеристики визначали також шляхом використання «Реотест-2» – ротатійного реовіскозиметра. Результати досліджень представлено у вигляді зсувних характеристик котлетних фаршів (крива течії γ (Q)) та залежності ефективної (динамічної) в'язкості $\eta_{ef}(\dot{\gamma})$ фаршевих систем від швидкості зсуву і показано на рис. 2, 3.

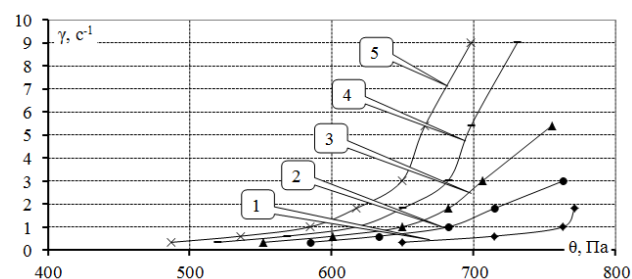


Рис. 2. Залежність швидкості зсуву ($\dot{\gamma}$) котлетних фаршів від дотичного напруження (θ): 1 – контроль; 2 – 2,5 % НБМ; 3 – 5 % НБМ; 4 – 7,5 % НБМ; 5 – 10 % НБМ

Дослідження зсувних характеристик (рис. 2) доводять, що для кривих зсуву зразків м'ясних фаршів характерною є наявність певної граничної напруги зсуву (ГНЗ), близької до границі повзучості зразків. Але модельні зразки починають текти не одразу після прикладення навантаження, що дозволяє їх відносити до неідеально-пластичних тіл.

Із рис. 3 видно, що початкова ефективна в'язкість в стані початку повзучості кожного із зразків є найбільш високою, бо у цьому діапазоні течія зразків відбувається практично без руйнування структури. Вірогідно, за рахунок сил взаємодії між частинами дисперсної фази фаршів утворюються довгі ланцюги у вигляді ниток, які при малих швидкостях зсуву рухаються цілісно, без руйнування. Подальше збільшення швидкості призводить до лавинного руйнування структури, в'язкість падає, при значеннях швидкості зсуву $\dot{\gamma}=(1...3) \text{ c}^{-1}$ спостерігається в'язко-пластична течія, крім фаршу без НБМ, структура якого повністю руйнується ще раніше (до $\dot{\gamma}=2 \text{ c}^{-1}$). В'язко-пластична течія супроводжується повільним руйнуванням структури. При значеннях понад $\dot{\gamma}=3 \text{ c}^{-1}$ фаршеві системи починають текти практично без зміни ефективної в'язкості (проявляють властивості ньютонівських рідин). Це пояснюється тим, що при збільшенні швидкості відбувається розрив ниток на дрібні частини, далі – їх повне руйнування, тому в'язкість залежить тільки від взаємодії між окремими частками фаршевої системи.

Здатність до збереження цілості структури і течії підвищується із підвищенням вмісту НБМ, що сприяє зростанню відносної пластичності фаршів. Крім того, зі збільшенням вмісту НБМ (2,5...10 %) зменшується ефективна в'язкість фаршів, що пояснює зниження щільності та взаємодії компонентів фаршу.

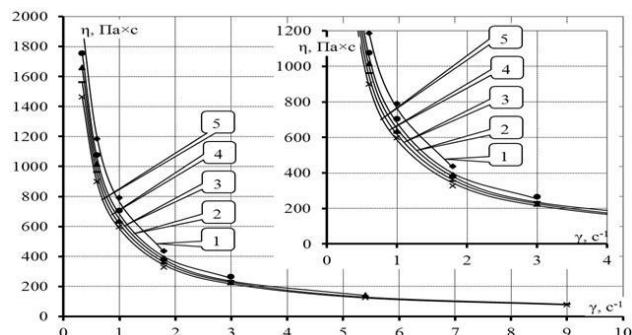


Рис. 3. Залежність динамічної в'язкості фаршевих систем (η) від швидкості зсуву (γ): 1 – контроль; 2 – 2,5 % НБМ; 3 – 5 % НБМ; 4 – 7,5 % НБМ; 5 – 10 % НБМ

Аналогічна тенденція простежується як на грубодисперсних м'ясних системах, що використовуються при виготовленні м'ясних посічених виробів та копчених ковбас (варено-копчених, сирокопчених, сиров'ялених), так і на дрібнодисперсних системах (емульсіях), що мають місце при виготовленні вареної ковбасної продукції.

Також для повноти наукового обґрунтування структурно-механічних властивостей та вивчення їх зміни після термічної обробки фаршів було досліджено penetрацію та розраховано граничне напруження зсуву (ГНЗ) м'ясних фаршів, готових м'ясних посічених та ковбасних виробів, що містять НБМ.

Встановлено збільшення ступеня penetрації у напівфабрикатах та готових виробів із використанням НБМ порівняно із контрольними зразками.

На рис. 4, 5 зображено зміну граничного напруження зсуву напівфабрикатів та готових виробів із натуральної та котлетної маси. З'ясовано, що при збільшенні рівня вмісту НБМ у модельних фаршевих системах ГНЗ знижується. Зі збільшенням кількості внесеного НБМ у межах 2,5...10 % спостерігається зменшення граничного напруження зсуву на $(3,1...6,2) \times 10^3$ Па – для напівфабрикатів, на $(5,3...15,9) \times 10^3$ Па – для готових виробів при температурі подачі $t=75 \pm 5$ °С та на $(10,9...32,3) \times 10^3$ Па – для готових виробів остиглих ($t=25 \pm 5$ °С) із натуральних фаршів. Для напівфабрикатів із котлетної маси зменшення складає $(1,5...3,2) \times 10^3$ Па; $(4,9...12,5) \times 10^3$ Па – для готових виробів при температурі подачі $t=75 \pm 5$ °С; на $(4,2...14,1) \times 10^3$ Па – для готових виробів остиглих ($t=25 \pm 5$ °С). Зменшення ГНЗ при додаванні до м'ясних фаршів НБМ можна пояснити підвищенням здатності до вологозв'язування, вологотримання, що робить фарш та готові вироби піддатливими до механічного впливу, тобто більш ніжними, соковитими.

Наступним етапом було дослідження зсувних характеристик дрібнодисперсних та грубодисперсних м'ясних фаршевих систем, що характерні для різного виду ковбасної продукції. Результати досліджень наведені у рис. 6.

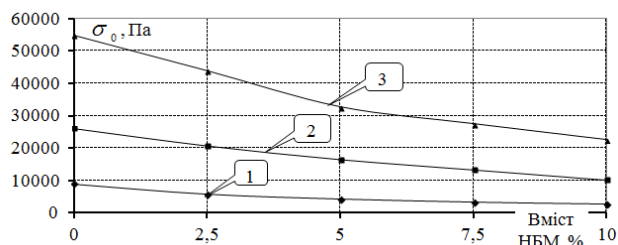


Рис. 4. Залежність ГНЗ (σ_0) м'ясних посічених виробів із натуральних фаршів від кількості внесеного НБМ: 1 – напівфабрикати; 2 – готові вироби ($t=75 \pm 5$ °С); 3 – готові вироби остиглі

Встановлено, що додавання НБМ зменшує ГНЗ систем на 5100...6500 Па. При цьому менш інтенсивне зменшення спостерігається у фаршевих системах, а більш інтенсивне у готовій продукції. Проте дане зменшення суттєво не відбивається на загальному текстурному та органолептичному сприйнятті продукту та лежить у припустимих межах. Більші значення ГНЗ дрібнодисперсних систем обумовлені більш щільним контактом компонентів фаршу, зокрема міофібрилярних, саркоплазматичних та сполучнотканинних білків, та його більш гомогенною структурою.

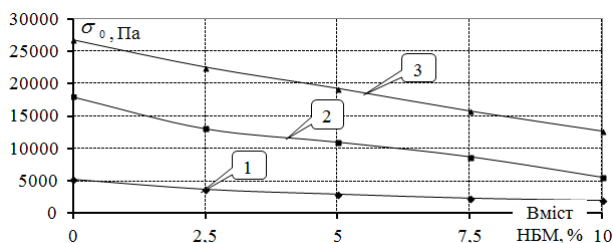


Рис. 5. Залежність ГНЗ (σ_0) м'ясних посічених виробів із котлетної маси від кількості внесеного НБМ: 1 – напівфабрикати; 2 – готові вироби ($t=75 \pm 5$ °С); 3 – готові вироби остиглі

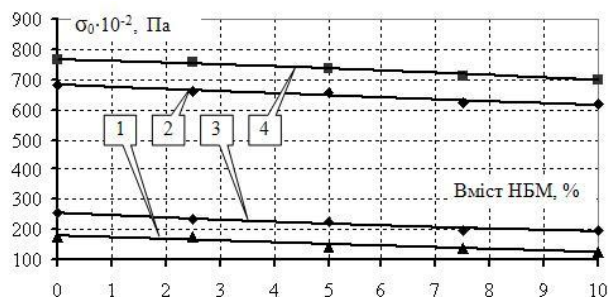


Рис. 6. Залежність ГНЗ (σ_0) ковбасних виробів від кількості внесеного НБМ: 1 – грубодисперсні фарші; 2 – грубодисперсні готові вироби (ковбаса варено-копчена); 3 – дрібнодисперсні фарші; 4 – дрібнодисперсні готові вироби (ковбаса варена)

Виходячи з вищенаведеного можна констатувати, що додавання НБМ до складу м'ясних систем забез-

печує комплексний вплив на структурно-механічні характеристики як напівфабрикатів, так і готових виробів.

вання НБМ забезпечує комплексний суттєвий вплив на їхні реологічні характеристики. Це є позитивним з погляду надання продуктам заданих функціонально-технологічних властивостей та покращення якісних характеристик готової продукції, а саме свідчить про підвищення здатності м'ясного фаршу з НБМ до вологов'язування, готові вироби стають більш соковитими, ніжніми, з однорідною, в міру пружною консистенцією.

5. Висновок

Таким чином, отримані результати досліджень структурно-механічних властивостей фаршевих систем та готових м'ясних виробів доводять, що дода-

Література

1. Burckhardt, P. Osteoporosis and nutrition [Text] / P. Burckhardt // Ther. Umsch. – 1998. – Vol. 55, № 11. – P. 712-716.
2. Murray, T. M. Calcium nutrition and osteoporosis [Text] / T. M. Murray // Can. Med. Assoc. J. – 2006. – Vol. 155, № 7. – P. 935-939.
3. Greine, T. Vitamins and minerals for women: recent programs and intervention trials [Text] / T. Greine // Nutr. Res. Pract. – 2011. – Vol. 5. – P. 3-10.
4. Alino, M. Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium [Text] / Alino Marta, Grau Raul, Toldra Fidel, Blesa Ester, Pagan M. Jesus, Barat Jose M. // Meat Sci. – 2010. – Vol. 85, № 3. – P. 580-588.
5. Wimalawansa, S. J. Vitamin D in the New Millennium [Text] / S. J. Wimalawansa // Curr. Osteoporos. Rep. – 2012. – Vol. 10 (1). – P. 4-15.
6. Сердюк, А. М. Нанотехнології мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів [Текст] / А. М. Сердюк, М. П. Гуліч, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов // Журн. АМН України. – 2010. – Т. 16, № 1. – С. 107-114.
7. Bordlon, P. Recognition and Managemant of vitamin D Deficiency [Text] / P. Bordlon, M. V. Ghetu // American Family Physician. – 2009. – 15 (8). – P. 841-846.
8. Mineral Enrichment of Food [Text] // Chemische Fabrik Budenheim Booklet. – 2001.
9. Cashman, K. D., Flynn, A. Optimal nutrition: calcium, magnesium and phosphorus [Text] / K. D. Cashman, A. Flynn // Proc. Nutr. Soc. – 2007. – Vol. 58, № 2. – P. 477-487.
10. Головка, М. П. Наукове обґрунтування та розробка технології продуктів харчування, збагачених на кальцій, з використанням продуктів переробки харчової кістки [Текст] : автореф. дис. ... д-р техн. наук : 05.18.16 / М. П. Головка. – Харків, 2008. – 36 с.
11. Серік, М. Л. Технологія композиції мінерально-білково-жирової та м'ясних січених виробів з її використанням [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / М. Л. Серік. – Харків, 2008. – 19 с.
12. Горбатов, А. В. Реология мясных и молочных продуктов [Текст] / А. В. Горбатов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 383 с.