

УДК 664.0 637.52

**Л. В. БАЛЬ-ПРИЛИПКО**, д-р. техн. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ;

**Б. І. ЛЕОНОВА**, аспірант, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

### **АНАЛІЗ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ПРИНЦИПІВ «БАР'ЄРНИХ» ТЕХНОЛОГІЙ**

В статті представлено аналітичний огляд концептуальних принципів «бар'єрних» технологій, проведено оцінку перспективності їх практичної реалізації, висвітлено основні принципи оптимальної комбінації «бар'єрів» для створення синергетичного ефекту, з метою використання фундаментальних основ при розробці сучасних інноваційних технологій якісних та безпечних м'ясних продуктів, констатовано, що основні принципи «бар'єрів» можуть бути легко впроваджені в уже існуючі технологічні процеси виробництва м'ясних продуктів.

**Ключові слова:** якість, безпечність, «бар'єри», технологія, м'ясні продукти, фактори, принципи, теорія, консервація, контамінація.

**Вступ та постановка проблеми.** Гарантія якості і безпечності продовольчої сировини та харчових продуктів є найважливішим державним і науковим пріоритетом, що визначає здоров'я нації, збереження генофонду країни. Актуальність виробництва високоякісних м'ясних продуктів визначається стратегією формування здорового способу життя та раціонального харчування відповідно до стратегії державної політики в цій галузі [1] Виробництво м'ясних продуктів – це складний процес, який вимагає ретельного контролю відповідно до сучасної концепції «від лану до столу», («*from farm to fork*») що передбачає гарантію безпечності на всіх етапах [2]. В межах реалізації зазначеної концепції та забезпечення високої якості продукції в сучасній практиці м'ясопереробки застосовуються спеціалізовані системи контролю *Hazard Analysis and Critical Control Points* (НАССР), *International Food Standard* (IFS), *Food Safety Certification 22000* (FSSC 22000) та інші. Однак, жодна із зазначених систем контролю не може гарантувати 100 % безпечність продукції, тому для попередження ризиків на практиці застосовують різні види консервації. До контамінантів м'ясних продуктів відноситься досить великий спектр речовин хімічної (токсичні елементи, пестициди, нітрозозаміни, поліхлорованібіфеніли і т. д.), біологічної (цвілеві мікроскопічні гриби і мікотоксини, бактерії та бактеріальні токсини, дріжджі і т.д.) і фізичної природи, при цьому найбільшу небезпеку становлять мікробіологічні ризики [3] Між цими видами існує деяка кореляція, так часто псування, викликане протіканням процесів певного типу, може сприяти розвитку псування іншого типу [4]. Особливе занепокоєння на сучасному етапі викликає зростаюча токсигенність, швидка адаптація і пристосовуваність до умов існування, стійкість до різних параметрів умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів, які разом з сировиною або з інших джерел можуть потрапляти на підприємства м'ясопереробної галузі [5].

© Л. В. БАЛЬ-ПРИЛИПКО, Б. І. ЛЕОНОВА 2014

На думку вчених це відбувається внаслідок мутацій під дією систематичних зовнішніх факторів шоку (наприклад при збільшенні термінів придатності харчових продуктів), що призводять до перебудов в генетичному апараті бактеріальних клітин. Саме з такими формами патогенних бактерій пов'язують постійно зростаючу кількість харчових отруєнь. У зв'язку з цим, при розробці сучасних технологій м'ясних продуктів особливу увагу слід приділяти комбінації специфічних параметрів, які б формували найбільшу кількість стримуючих чинників для патогенної мікрофлори, у цьому аспекті актуальними є принципи бар'єрної технології.

**Мета дослідження.** Метою етапу комплексних досліджень був аналітичний огляд концептуальних принципів «бар'єрних» технологій для оцінки перспективності їх практичної реалізації та використання фундаментальних основ при розробці сучасних інноваційних технологій якісних та безпечних м'ясних продуктів.

**Результати дослідження.** Теорія «бар'єрів» вперше була сформульована німецьким вченим проф. Л. Ляйтнером. Вона ґрунтується на спільному використанні сукупності «бар'єрних» факторів для збереження якості продукції, що гальмують розвиток мікроорганізмів [6]. «Бар'єрна» технологія повинна бути орієнтована на забезпечення загальної якості продукту, через контроль патогенної мікрофлори, який нерозривно пов'язаний із стабілізацією інших параметрів, що формують безпечність. Основним поняттям, з точки зору даної теорії, є «гомеостаз»- внутрішній рівноважний стан мікробної клітини, порушення якого блокує її розмноження. Правильно підібрана комбінація різних «бар'єрів» призводить до того, що мікробна клітина тривалий час знаходиться в стані порушення гомеостазу (у стані стресу), направляючи внутрішні сили на відновлення рівноваги, а не на розмноження, це викликає метаболічне виснаження, а в деяких випадках може призводити навіть до самостерилізації харчового продукту.

Л. Ляйтнер констатував, що вирішальним для мікробіологічної стабільності майже всіх харчових продуктів є саме поєднання «бар'єрних» факторів. На рисунку 1 представлена ілюстрація механізму дії «бар'єрів» на мікроорганізми. Так, представники небажаної мікрофлори, що присутня у продукті не можуть подолати ('перестрибувати') штучно створені перешкоди («бар'єри») для подальшого розвитку, тому готовий продукт залишається мікробіологічно стабільним і безпечним [6].

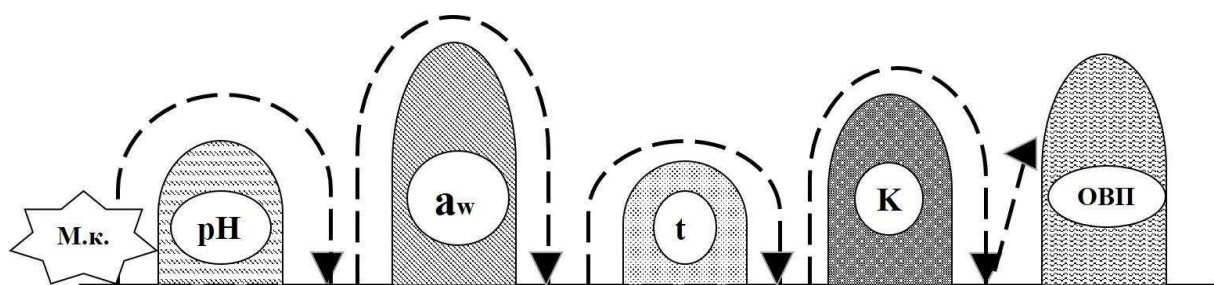


Рис. 1 – Принциповий механізм дії «бар'єрних» факторів на мікробну клітину (м.к.- мікробна клітина;  $a_w$ -активність води;  $t$  – температура;  $K$  – наявність консервантів; ОВП- окисно-відновний потенціал)

Відповідно до схеми рисунку 1 мікробна клітина намагається по черзі подолати створені «бар'єри», які поєднані в оптимальному співвідношенні, при цьому її ресурси витрачаються на боротьбу, і на певному етапі (на рисунку це «бар'єр» ОВП) клітина більше не в змозі функціонувати, наступає відмирання. До найважливіших «бар'єрних факторів» для м'ясних продуктів належить: низька початкова мікробна забрудненість сировини та матеріалів; активна кислотність (рН); окисно-відновний потенціал; активність води; наявність консервантів, бактеріостатиків; температурні режими зберігання та термічної обробки; наявність кисню (вакуумна упаковка, МГС тощо). *Початкова мікробна забрудненість сировини та матеріалів* – визначає рівень безпечності готової продукції. На початкову забрудненість м'ясної сировини в значній мірі впливає її температурний стан перед переробкою, а також способи обвалки. Доведено, що при температурі +5°C м'ясна сировина з рівнем початкового мікробного обсіменіння  $1 \times 10^2$  КУО/г може зберігатися протягом 12 діб, якщо цей рівень становить з  $1 \times 10^4$  КУО/г - ознаки псування (зміна кольору, неприємний запах, ослизнення поверхні і т.д.) з'являються вже на 5 -у добу, при мікробному обсіменінні  $1 \times 10^7$  КУО/г подальша переробка сировини не можлива. [7]. Чим менша вихідна кількість бактерій, здатних викликати псування, тим ефективніше дія комбінації «бар'єрів», що будуть застосовуватись, так як вона блокуватиме розмноження мікроорганізмів, які формують початкову мікрофлору. Якщо інтенсивність певного «бар'єра» занадто низька, її слід збільшити, проте, якщо вона може завдати шкоди загальній якості, її слід знизити. Прикладом може слугувати рівень рН ферментованих ковбас, так як він має бути достатньо низьким, щоб попередити розвиток небажаної мікрофлори, при цьому не надто зниженим, щоб не чинити негативного впливу на органолептичні характеристики. Ці умови справедливі і для кількісного вмісту NaCl - надлишок погіршить смак, внаслідок чого продукт буде занадто солоним. Тому всі «бар'єри» в продукті повинні перебувати в оптимальній комбінації [19]. Доведено, що активна кислотність майже всіх мікробних клітин близька до 7. Ключові клітинні компоненти, як ДНК й АТФ, мають потребу саме в нейтральному середовищі, при якому біосистема знаходиться в стані рівноваги [8], однак деякі мікроорганізми здатні розвиватися при рН нижче 4,0 та вище 8,0, патогенні бактерії більш чутливі до рівня рН, ніж цвілі й дріжджі. Більшість м'ясних продуктів має рівень рН 5-7,5, що є оптимальним для розвитку патогенної мікрофлори. Величина рН впливає на функціонування ферментів і транспорт поживних речовин мікробної клітини. Саме тому, механізм пригнічення росту небажаної мікрофлори (консервантами, молочнокислою мікрофлорою тощо) обумовлений здатністю слабких харчових кислот проникати в мікробну клітину через мембрану, дисоціювати всередині клітини, змінюючи рН внутрішнього середовища в кислу сторону, тим самим створюючи стресовий стан. Несприятливий рівень рН, навіть у разі неповного пригнічення, робить мікробні клітини більш чутливими до дії речовин різної природи, якими можуть виступати інші «бар'єри». На сьогодні, активність води ( $a_w$ ) розглядається, як параметр, що характеризує доступну для живлення мікроорганізмів вільну вологу [8]. Водна активність корелює зі швидкістю багатьох руйнівних реакцій (в

т.ч Маяра) в продукті, та використовується для оцінки стану води і її участі у хімічних і біологічних змінах. Активність води визначається як відношення тиску водяної пари над поверхнею живильного субстрату до тиску водяної пари над поверхнею чистої води при певній температурі. Доведено, що жоден з видів мікроорганізмів не може розмножуватися, якщо  $a_w$  нижче 0,6. З іншого боку, майже всі види мікроорганізмів розвиваються, якщо  $a_w$  вище 0,95. Різні види м'ясопродуктів характеризуються неоднаковими числовими значеннями  $a_w$ , що визначає різницю в ступені їх стійкості при зберіганні. Вміст біологічно доступної води у сировині залежить від породи худоби, її віку та кормового раціону [8].

Регулювання активності води може бути надійним «бар'єрним фактором» для гарантії безпечності м'ясних продуктів. Для кожного виду мікроорганізмів існують максимальне, мінімальне та оптимальне значення активності води. Відхилення значення від оптимального призводить до гальмування процесів життєдіяльності мікроорганізмів. При досягненні максимальної або мінімальної величини  $a_w$ , життєдіяльність припиняється, але клітини ще гинуть. Відомо, що при зниженні активності води нижче оптимального рівня (0,95) відбувається пролонгування лаг-фази росту мікроорганізмів (періоду, коли клітини не здатні розмножуватися) та зниження чисельності кінцевої популяції за рахунок несприятливого впливу низького значення доступної (активної) вологи на всі метаболічні процеси мікробної клітини [9]. При  $a_w$  продукту нижче 0,6 мікроорганізми не розвиваються. В таблиці 1. наведено числові значення «бар'єрних» умов для розвитку мікроорганізмів, що викликають псування продуктів та харчові отруєння.

Таблиця 1-Числові значення «бар'єрних» умов для розвитку мікроорганізмів, що викликають псування продуктів та харчові отруєння [7]

Мікроорганізми	Порогові («бар'єрні») умови росту			Продукти, для яких характерне псування
	Температура, °C	Активність води	pH	
Мікроорганізми, що спричиняють псування продуктів				
Молочнокислі бактерії	4	0,94	3,5	Молоко, м'ясо у вакуумній упаковці
Мікрококи	4	0,90	5,0	Свіже і в'ялене м'ясо
<i>Acinetobacter spp.</i>	1	0,96	5,5	Свіже м'ясо, птиця, молоко
<i>Aspergillus niger</i>	0	0,80	1,2	М'ясні продукти
<i>Bacillus subtilis</i>	5	0,95	4,2-5,0	Свіже м'ясо і птиця, молоко
<i>Botrytis cinerea</i>	-2	0,93	2,5	М'ясні продукти
<i>Candida spp</i>	0	0,70	1,3	М'ясо, птиця, молочні та морепродукти

Продовження таблиці 1

<i>Enterobacter aerogenes</i>	2	0,95	4,4	Свіже м'ясо і птиця
<i>Penicillium spp</i>	-6	0,78-0,9	1,9	М'ясо, фрукти, овочі, крупи
<i>Pseudomonas spp.</i>	<0	0,97	5,5	Овочі, м'ясо, птиця, яйця
<i>Rhizopus stolonifer</i>	5	0,93	2,5	Свіже м'ясо
<i>Trichosporon spp.</i>	0	0,87	2,0	М'ясні, молочні та морепродукти
Мікроорганізми, що викликають отруєння				
<i>Bacils cereus</i>	10	0,92	4,9	Риба, свіже м'ясо, вода
<i>Campylobacter jejuni</i>	25	0,95	4,9	М'ясо, молоко
<i>Clostridium botulinum</i>	3,3	0,93	4,6	Консервовані м'ясні продукти
<i>Escherichia coli 0157:H7</i>	15	0,95	4,0	Овочі, м'ясо, птиця, молоко
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0,92	4,3	Птиця, молочні продукти, м'ясо
<i>Staphylococcus aureus</i>	6	0,86 (0,9 – утворення токсину)	4,0 (4,5 – утворення токсину)	М'ясо, птиця
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-2	0,96	4,2	Свіже м'ясо, молоко, морепродукти
<i>Salmonella spp.</i>	7	0,94	4,0	Птиця, молочні продукти
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-2	0,96	4,2	Свіже м'ясо, молоко, морепродукти

Численними дослідженнями доведено взаємозв'язок між показником активності води, температурою, наявністю поживних речовин. Так, при будь-якій температурі здатність мікроорганізмів рости знижується при зниженні значення активності води; діапазон активності води, вище якого відбувається ріст, найбільш високий при оптимальній температурі росту; а наявність поживних речовин розширює діапазон активності води, вище якого організми можуть вижити [6]. Температура є одним з важливих «бар'єрних» факторів, що впливає на розвиток мікрофлори. Бактерії, що найбільш інтенсивно розщеплюють білки, відносяться до мезофільних мікроорганізмів, тому даний вид псування швидше за все відбувається при температурі 25-40°C. Тому прискорене охолодження м'ясних туш після забою до 15 ° С гальмує ці процеси і використовується як

способу консервування м'яса. Для виготовлення м'ясопродуктів оптимальною («бар'єрною») є температура зберігання і переробки 0-2°C [6]. Крім температури навколишнього середовища «бар'єром» виступає термічна обробка. Термічна обробка - це сукупність послідовних складних фізико-хімічних процесів у м'ясній системі, спрямованих на фіксування форми і структури продукту, знищення вегетативної мікрофлори, формування органолептичних характеристик і підвищення стійкості продукту при зберіганні. При варінні м'ясних виробів до температури в центрі батону 68-72 °С гине до 99% вегетативної умовно-патогенної мікрофлори. Кількість залишкової життєздатної мікрофлори в значній мірі залежить від початкового мікробного обсіменіння - основоположного «бар'єрного» фактору. Процес копчення також підвищує мікробіологічну стабільність, внаслідок проникнення в продукт фракцій диму, що володіють високою бактерицидною і бактериостатичною здатністю. [6]. Окислювально-відновний потенціал (ОВП, редокс потенціал, Eh) - є кількісною мірою можливості системи приєднувати вільні електрони. ОВП еквівалентний мірі вільної енергії біохімічних реакцій, необхідної для відриву електронів від донорних сполук з подальшим приєднанням їх до хімічного акцептору. Принципова схема протікання окисно-відновних реакцій представлена на рисунку 2. Так, коли дві молекули вступають в контакт між ними відбувається обмін енергією - донор віддає електрони акцептору, при цьому сам окислюється (Ox), а молекула, що забрала вільні електрони відновлюється (Red). У біологічних системах, втрата або приєднання електрона являє собою найбільш частий механізм окисно-відновних реакцій.

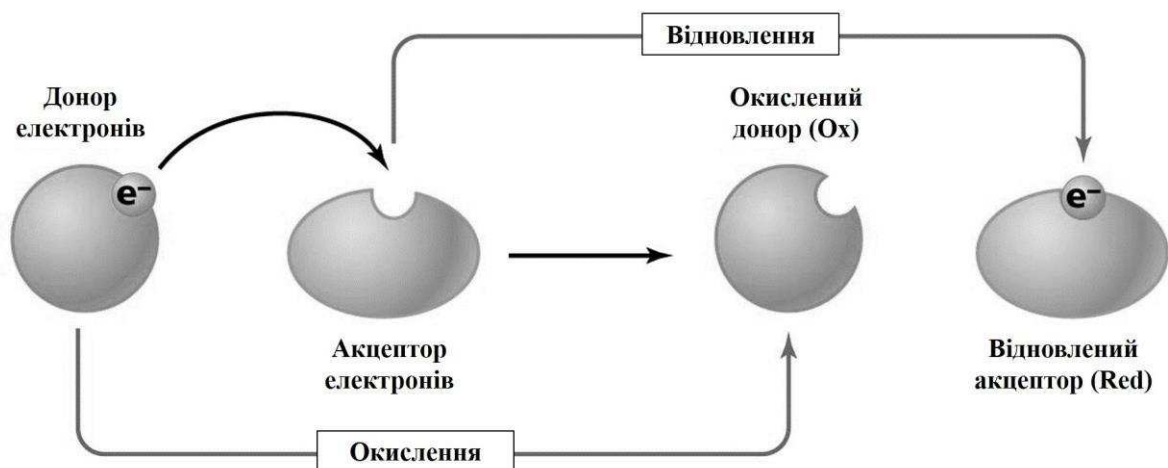


Рис.2- Принципова схема протікання окисно-відновних реакцій [6,7]

Поряд з активною кислотністю і активністю води, окисно-відновний потенціал може виступати перспективним «бар'єрним» фактором для м'ясних продуктів. Негативний редокс потенціал пригнічує аеробні мікроорганізми, що витримують присутність нітриту натрію, і створює позитивні умови для селекції молочнокислих бактерій. Анаеробним мікроорганізмам необхідно-негативне значення ОВП. Факультативні аероби можуть розмножуватися і при позитивних, і при негативних значеннях ОВП [6,7]. Тому регулювання величини редокс

потенціалу перспективно комбінувати зі іншими «бар'єрами» з урахуванням особливостей видового складу типової санітарно-показової мікрофлори м'ясних продуктів. Слід зазначити, що окисно-відновний потенціал м'ясних продуктів головним чином залежить від стану основної сировини, фізико-хімічних властивостей технологічної води, кількості повітря, що потрапило в м'ясну систему під час приготування фаршу (вакуумування значною мірою знижує окислювально-відновний потенціал) та умов подальшого технологічного процесу. Доведено, що ОВП м'ясних систем знижується під дією наступних факторів: внесення аскорбінової та ізоаскорбінової кислот, а також їх солей, при використанні в рецептурах активованих водних середовищ та певних видів амінокислот. Перераховані вище індекси чинять позитивний вплив на систему: інтенсифікують кольороутворення, сприяють швидкому і повному використанню нітриту натрію; запобігають утворенню канцерогенних нітрозамінів, покращують стійкість колірних характеристик, проявляють виражений антиоксидантний ефект, пролонгують терміни зберігання. Цукри та інші вуглеводи прямо чи опосередковано здатні понижувати редокс потенціал, так як забезпечують середовище життєдіяльності для корисних мікроорганізмів (наприклад молочнокислої мікрофлори).

**Висновки.** До найбільш ефективних додаткових «бар'єрів» можна віднести: ретельний вибір сировини, матеріалів, збалансованість рецептури (в т.ч. якість води для технологічних цілей); використання бактеріостатичних добавок і стартових культур, антиоксидантів і їх синергістів; вид оболонки; тривалість і комбінування режимів термообробки; вакуумну упаковку або модифіковану атмосферу; пастеризацію; обробку високим тиском. Отже, при розробці сучасних технологій м'ясних продуктів особливу увагу слід приділяти комбінації специфічних параметрів, які б формували найбільшу кількість стримуючих факторів для патогенної мікрофлори, у цьому аспекті перспективним є застосування принципів «бар'єрних» технологій.

**Список літератури:** 1. Про затвердження Концепції державної політики у сфері управління якістю продукції (товарів, робіт, послуг): Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.08.2002 р. № 447 [Текст] // Офіційний вісник України. – 2002. – № 34. – С. 238. 2. Food: from farm to fork statistics Luxembourg: Publications Office of the European Union 2011 [Text] – 164 p. 3. *Robinson, R. K.* Encyclopaedia of Food Microbiology. [Text] / *Robinson, R. K., Batt, C. A., Patel, P. D.* // Academic Press: NY, 2000. 4. *Стеле П.* Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание [Текст] / *П. Стеле* – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с. 5. *Gill, A. O.* Interactive inhibition of meat spoilage and pathogenic bacteria by lysozyme, nisin, and EDTA in the presence of nitrite and sodium chloride at 24 °C [Text] / *Gill, A. O., Holley, R. A.* // Int. J. of Food Microbiology. – 2003. – 80(3). – P. 251-259. 6. *Leistner, L.*, Combined methods for food preservation. [Text] / *Leistner, L.* // In: *Shafiur Rahman, M.* (Ed.), Handbook of Food Preservation, Marcel Dekker, New York-1999.-P 457-485. 7. *Gock, M. A.* Influence of temperature, water activity, and pH on growth of some xerophilic fungi [Text] / *Gock, M. A., Hocking, A. D., Pitt, J. L., Pulos, P. O.* // Int. J. of Food Microbiology. – 2003. – 81(1). – P.11-19. 8. *Chirife, J.* Water activity, water glass dynamics, and the control of microbial growth in foods [Text] / *Chirife, J., Buera, M. P.* // Critical Reviews in Food Science and Nutrition . – 1996. – 36(5). – P. 465-513 9. *Trailer, J.A.* Water relations of foodborne bacterial pathogens: an updated review. [Text] / *Trailer, J.A.* // J. Food Protect. -1986.-№49- P: 656-670.

**Bibliography (transliterated):** 1 On approval of the Concept of State Policy in the field of quality of goods (works, services): Cabinet of Ministers of Ukraine of 17.08.2002, № 447 [Text]//Official Herald of Ukraine. - 2002. - № 34. - P. 238. 2. Food: from farm to fork statistics Luxembourg: Publications Office of the European Union 2011 [Text] — 164 p. 3. *Robinson, R. K.* Encyclopaedia of Food Microbiology. [Text]/ *Robinson, R. K., Batt, C. A., Patel, P. D.*// Academic Press: NY, 2000. 4. *R. Stele* Shelf life of food products: Calculation and test. . [Text]/ *R. Stele* -480 p. 5. *Gill, A. O.* Interactive inhibition of meat spoilage and pathogenic bacteria by lysozyme, nisin, and EDTA in the presence of nitrite and sodium chloride at 24 °C [Text]/ *Gill, A. O., Holley, R. A.* // Int. J. of Food Microbiology. – 2003. – 80(3). – P. 251-259. 6. *Leistner, L.*, Combined methods for food preservation. [Text]/ *Leistner, L.* // In: Shafiqur Rahman, M. (Ed.), Handbook of Food Preservation, Marcel Dekker, New York-1999.-P 457-485. 7. *Gock, M. A.* Influence of temperature, water activity, and pH on growth of some xerophilic fungi [Text]/ *Gock, M. A., Hocking, A. D., Pitt, J. L, Pulos, P. O.* // Int.J. of Food Microbiology. – 2003. – 81(1). – P.11-19. 8. *Chirife, J.* Water activity, water glass dynamics, and the control of microbial growth in foods [Text]/ *Chirife, J., Buera, M. P.* // Critical Reviews in Food Science and Nutrition . – 1996. – 36(5). – P. 465-513. 9. *Trailer, J.A.* Water relations of foodborne bacterial pathogens: an updated review. [Text]/ *Trailer, J.A.* //J. Food Protect. -1986.-№49- P: 656-670.

*Надійшла (received) 05.06.2014*

## **УДК 664.644.31**

**В. С. КАЛИНА**, соискатель, НТУ «ХПИ»;

**С. Ю. МЫКОЛЕНКО**, канд. техн наук, доц., Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара;

**М. В. ЛУЦЕНКО**, канд. техн наук, доц., Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ЖИРОВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

В статье приведены результаты исследований влияния жировых ингредиентов (нерафинированное и рафинированное жирное кориандровое масло) на качество хлебобулочных изделий, также описаны зависимости характеристик готовой продукции от различного процентного внесения исследуемых рецептурных компонентов. Установлено методом бальной оценки, что использование нерафинированного и рафинированного жирного кориандрового масла в технологии хлебобулочных изделий оказывает влияние на органолептические показатели готовых изделий и структурно-механические свойства мякиша. Стандартными методами определены физико-химические показатели хлебобулочных изделий (влажность, кислотность, пористость). Из.: 2. Библиогр.: 12.

**Ключевые слова:** хлебобулочные изделия, жирное кориандровое нерафинированное масло, жирное кориандровое рафинированное масло, жирные кислоты.

**Введение.** Одними из наиболее употребляемых населением пищевых продуктов являются хлебобулочные изделия. Несмотря на популярность этих продуктов повседневного употребления человека, они имеют достаточно несбалансированный химический состав и несовершенную пищевую и биологическую ценность. Известно, что переработка зерна в муку и дальнейшее ее использование для изготовления хлебобулочных изделий значительно