

# ЯКІСТЬ І БЕЗПЕКА ПРОМИСЛОВИХ ТОВАРІВ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, МЕТРОЛОГІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

УДК 579.672; 663.18

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2024-3-6>

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ МЕТОДАМИ PETRIFILM

**Т. В. БРОВЕНКО**, кандидат технічних наук, доцент;

**Г. А. ТОЛОК**, кандидат технічних наук, доцент;

**П. О. ПАЗУНКА**, магістрантка

(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

***Анотація.** Якість продукції залежить від сировини, умов виробництва, умов зберігання (пакування, температура повітря, освітлення), гігієни персоналу, умов транспортування тощо. Важливо дотримуватись вимог і правил виробничого контролю щодо використання сучасних методів, які дають змогу завчасно виявити мікробіологічні ризики та запобігти контамінації харчових продуктів мікроорганізмами. Сучасні засоби виявлення індикаторних мікроорганізмів у виробництві харчових продуктів дають змогу своєчасно організувати санітарні заходи і тим самим забезпечити якість харчових продуктів за мікробіологічними показниками. Під час моніторингу використовуються Petrifilm, що оптимізують мікробіологічні дослідження харчових продуктів; Зокрема, використання Petrifilm дозволяє скоротити витрати часу та ресурсів на мікробіологічні дослідження. Проведено аналіз основних сучасних харчових середовищ, які використовуються для транспортування, культивування, виділення, ідентифікації та розділення харчових мікроорганізмів. Аналіз м'ясних харчових продуктів проводили з використанням тест-плашетів, призначених для кількісного виявлення різних груп мікроорганізмів. Переконливий аналіз та оцінка якості та стабільності властивостей Petrifilm безсумнівно забезпечують достовірність та обґрунтованість результатів мікробіологічних досліджень м'ясних харчових продуктів та виробничих поверхонь.*

***Ключові слова:** безпека, якість, харчові продукти, тест-системи Petrifilm.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Важливим елементом забезпечення якості харчових продуктів є тестування на кожному етапі виробництва. При цьому сам процес тестування повинен забезпечувати достовірність результатів.

Застосування вискоєфективних і недорогих засобів оперативного санітарно-мікробіологічного моніторингу є одним із важливих шляхів суттєвого підвищення якості та безпеки харчових продуктів. Традиційні методи якісного та кількісного виявлення мікроорганізмів є трудомісткими і не можуть бути використані для оперативного контролю. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку більш простих, об'єктивних і вискоєфективних засобів мікробіологічного контролю сировини і харчових продуктів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зазначеним науковим дослідженням присвячені роботи багатьох вчених: Хомич Г., Панасюк І., Даниленко С., Потемської О., Сукманова В., Закревської В., Кузьминського С., Белих І., Bohaychuk V., Shintani H., Smith A. Jasson V.

Наприкінці 19 століття тривав пошук надійних альтернатив існуючим поживним середовищам. Французький мікробіолог Луї Пастер (2019) використовував пивне сусло, вино, виноградний сік і бульйон як поживні середовища. Використовували м'ясний екстракт з додаванням желатину. Річард Петрі модифікував плоску скляну пластину та виготовив новий тип культуральної посудини для поживних середовищ. Варто зазначити, що лише в 1890-х роках були розроблені поживні середовища, які використовуються і сьогодні. У 1960-х роках антибіотики почали використовувати як селективні агенти в культуральних середовищах. Селективні базові середовища з додаванням хромогенних субстратів дозволили диференціювати та ідентифікувати групи мікроорганізмів. Нині доступна значна кількість хромогенних середовищ для таких різноманітних організмів, як *E.coli* та *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, коліформи, *Listeria monocytogenes*.

**Формування цілей статті.** Метою цієї статті є науково-практичне обґрунтування мікробіологічного моніторингу харчових продуктів

з використанням сучасних високоефективних живильних середовищ. Завданням статті є аналіз засобів мікробіологічного моніторингу, їх оцінка для виявлення індикаторних мікроорганізмів в харчових продуктах та поверхнях виробничого устаткування.

Методологія дослідження ґрунтується на сучасних експериментальних методах мікробіологічного аналізу. Основну експериментальну частину дослідження проведено в лабораторії кафедри стандартизації та сертифікації продукції АПК, Національного університету біоресурсів і природокористування України, з використанням нових методів та засобів санітарно-мікробіологічного контролю сировини, продуктів харчування. Метод базується на визначанні мікроорганізмів за специфічними ферментами з використанням спеціальних хромогенних субстратів.

#### Виклад основного матеріалу дослідження.

Запорукою якості харчових продуктів є якість поживних середовищ і стабільність їх культуральних властивостей, що безпосередньо впливає на достовірність мікробіологічних досліджень сировини, напівфабрикатів, кулінарних виробів. В експериментальних дослідженнях мікроорганізмів використовують різні поживні середовища. Для культивування більшості патогенних мікроорганізмів використовують прості середовища загального призначення, якими можуть бути живильний желатин, пептонна вода. Для культивування окремих видів мікроорганізмів використовують спеціальні середовища, які погано ростуть на інших середовищах.

Тест-системи у вигляді пластин (підкладок) набувають широкого застосування. Найпоширенішими серед них є тест-системи Petrifilm, Rida Count, Compact Dry. В залежності від виявлення окремих видів мікроорганізмів, при виготовленні тест-пластини, формується певний склад поживного середовища. Спеціальна речовина, при додаванні рідкої фази (розведень) продукту перетворюється на гель, а також індикаторна речовина, що фарбує колонії у визначений колір. Хромогенні пластини складаються з субстратів, здатних змінювати колір культурального середовища під впливом ферментів, з яких складаються певні види мікроорганізмів. Наприклад, для виділення сальмонел в поживне середовище додають лізин, який декарбоксілюється до кадаверина. При цьому підвищується рН та утворюється сірководень, який утворює сульфід заліза, що в свою чергу забарвлює колонії в *чорний* колір. Для виділення коліформних бактерій входить хромогенний субстрат, що розкладається під дією фермента  $\beta$ -галактозидази з утворенням *голубих* колоній. Для виявлення *E. Coli* входить речовина, при розщепленні якої ферментом глюконідазою, що міститься в клітинах *E. Coli* колонії забарвлюються в *синій* колір.

Petrifilm – це тест-пластини з культуральним середовищем на підкладці для кількісного визначення різних груп мікроорганізмів. Вони мають багатшарову структуру і складаються з підкладки з середовищем, покритої прозорою плівкою для

збереження стерильності. До складу хромогенного живильного середовища входять модифіковані субстрати, що дозволяє визначити наявність специфічних біохімічних властивостей мікроорганізмів. Розглянемо більш детально характеристики та різновиди тест-пластин Petrifilm для визначення різних груп мікроорганізмів.

На рис. 1. та рис. 2 наведено результати експрес-визначення кількості дріжджових та пліснявих грибів (інкубація протягом 48-60 годин).

Дріжджові гриби: 48 годин Дріжджові гриби: 60 годин

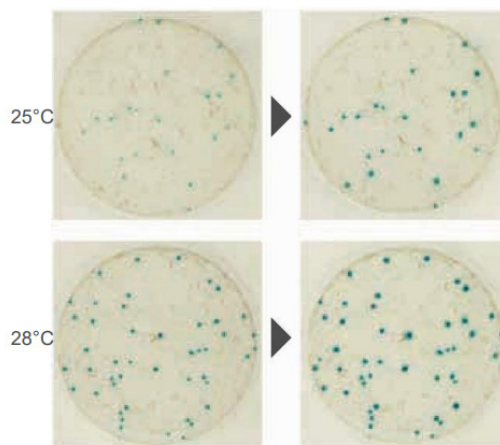


Рис. 1. Експрес-визначення кількості дріжджових грибів інкубують за температури 25 °С та 28 °С протягом 48 та 60 годин (тест-система розташовувалась в горизонтальному положенні)

Тест – пластини Petrifilm (RYM) для експрес-визначення кількості дріжджових та пліснявих грибів інкубують за температури 25-28°C протягом 48±2 годин, прозорою плівкою догори, в кількості не більше 40 штук.

Плісняві гриби: 48 годин Плісняві гриби: 60 годин

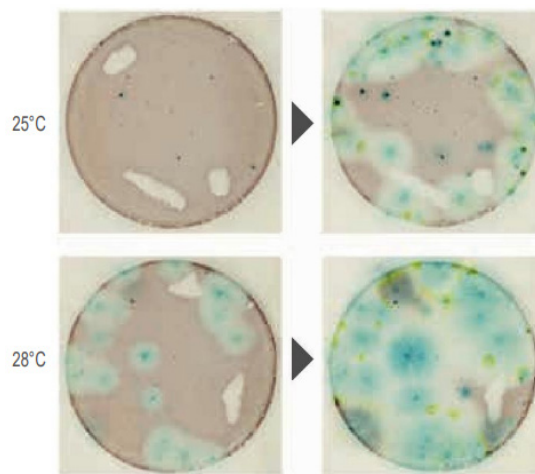


Рис. 2. Експрес-визначення кількості пліснявих грибів інкубують за температури 25 °С та 28 °С протягом 48 та 60 годин (тест-система розташовувалась в горизонтальному положенні)

При аналізі деяких типів харчових продуктів можна отримати ріст дріжджових та пліснявих грибів при температурі інкубації 28°C. Якщо ріст слабо виражений, рекомендовано подовжити час інкубації ще на 12 годин. Після інкубації здійснюють підрахунок забарвлених колоній з урахуванням розведень і початкового об'єму середовища.

Тест-пластина Petrifilm для підрахунку *Escherichia coli* (SEC) – це готове поживне середовище, що містить селективні агенти, поживні речовини, розчинний у холодній воді гелеутворюючий агент та індикатор глюкуронідази BCIG, що полегшує підрахунок колоній. Тест-пластини Petrifilm SEC призначені для підрахунку *Escherichia coli* (*E. coli*) при виробництві харчових продуктів та напоїв. Більшість штамів *E. coli* є термотолерантними і виділяють бета-глюкуронідазу – ензим, котрий вступає в реакцію з індикатором BCIG тест-пластин 3М Petrifilm SEC, утворюючи темно-зелену або синьо-зелену речовину, яка зафарбовує колонії.

Petrifilm Rapid Coliform Count Plate (RCC) – тест-пластини для експрес-визначення кількості колиформних бактерій. Тест-система має сертифікат офіційних методів аналізу для всіх харчових продуктів для людей (крім продуктів переробленої свинини). Колонії кишкової палички (жовті зони закислення) можуть почати з'являтися через 6 годин інкубації

Petrifilm Enterobacteriaceae Count Plate (EB) містить готове поживне середовище (VRBG – кристалічний фіолетовий з жовцю та глюкозою), гель, розчинний у холодній воді, який застигає при кімнатній температурі, сульфонфталеїновий барвник індикатор, який полегшує підрахунок колоній ентеробактерій у зразках харчових продуктів. Enterobacteriaceae є мікробіологічними індикаторами якості та індексом безпечності харчових продуктів. Наявність Enterobacteriaceae зазвичай вказує на проблеми з гігієною, зокрема недостатність термічної обробки або перехресне забруднення після обробки харчових продуктів, сировини; забруднення поверхонь виробничого транспортного устаткування.

Проведено мікробіологічні дослідження за допомогою тест-пластин Petrifilm сосисок та обладнання. Результати досліджень наведено в таблицях 1, 2, 3.

Змив з сосиски (дата виготовлення – 18.06.24 р; вжити до – 02.07.24 р). До сосиски додали 100 мл 0,9% розчину NaCl і після того провели десятикратні розведення.

Наявність великої кількості молочнокислих бактерій у зразку вказує на завищену кількість їх на виробничій лінії (рис. 3.). Молочнокислі бактерії виявлено на поверхні транспортних візків.

Тривалість інкубації для визначення молочнокислих бактерій склала 48 год ± 3 год за

температури 28–37°C. Кількість колоній на тест-пластинах Petrifilm для визначення молочнокислих бактерій обчислювались з використанням стандартного лічильника колоній.

Таблиця 1

## Змив з сосиски

Група бактерій	КУО/мл	Допустимі межі
Ентеробактерії	>10 (Не виявлено)	25
Молочнокислі бактерії	2,7×10 <sup>7</sup>	Не нормовано
Дріжджі	>10 (не виявлено)	Не нормовано
Цвілеві гриби	>10 (не виявлено)	Не нормовано
КМАФАнМ	1×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>3</sup>

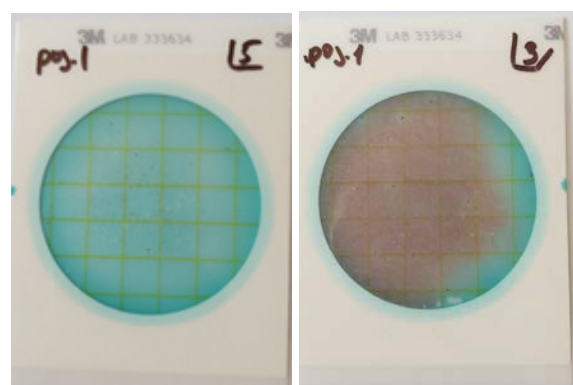


Рис. 3. Визначення молочнокислих бактерій на виробничому транспортному обладнанні

Таблиця 2

## Змив з сосиски (дата виготовлення – 18.06.24 р; вжити до – 02.07.24 р), глибинний метод згідно ДСТУ 4436:2005.

Група бактерій	КУО/г	Допустимі межі
Ентеробактерії	>10 (не виявлено)	25
Молочнокислі бактерії	2×10 <sup>4</sup>	Не нормовано
Дріжджі	>10 (не виявлено)	Не нормовано
Цвілеві гриби	>10 (не виявлено)	Не нормовано
КМАФАнМ	4,2×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>3</sup>

Для підрахунку цвілевих грибів тест-пластини інкубують протягом 5 днів при температурі 20–25 °C у горизонтальному положенні прозорою стороною вгору у стосах не більше ніж по 20 тест-пластин. Підрахунок мікроорганізмів на тест-пластинах Petrifilm виконано за допомогою стандартного лічильника колоній або збільшувача, що підсвічується, що полегшує орієнтовний підрахунок.

Якісний склад мікрофлори досліджуваних зразків дуже різноманітний і складається з різних умовно-патогенних мікроорганізмів: молочнокислих бактерій, ентеробактерій, цвілевих грибів, дріжджів тощо. Для зменшення ступеня

Таблиця 3

## Змиви з технологічного обладнання

Назва точки відбору	Засіб відбору	Назва групи мікроорганізмів	КУО/змиви	Допустимі рівні, КУО
Транспортний візок	Губка (15 мл)	Ентеробактерії	$6,6 \times 10^2$	норма до 100
		КМАФАнМ	$<1 \times 10^2$	
		Молочнокислі бактерії	$3,9 \times 10^2$ КУО	до 20 КУО
		Цвілеві гриби	$1,1 \times 10^3$	до 10
		Дріжджі	$4,5 \times 10^2$	до 10
Стрічка пакування	Губка (15 мл)	Ентеробактерії	$3,9 \times 10^2$	відсутні
		КМАФАнМ	$<1 \times 10^2$	до 10
		Молочнокислі	$>10$	бактерії відсутні
		Цвілеві гриби	$1,2 \times 10^2$	відсутні
		Дріжджі	$6 \times 10^3$	відсутні
Плівка пакувальна	Сваб (1 мл)	КМАФАнМ	$5 \times 10^2$	до 10
Лійка зсередини (для сосисок)	Сваб (1 мл)	Ентеробактерії	$>10$	відсутні
Дозатор (для сосиски)	Сваб (1 мл)	Ентеробактерії	$>10$	відсутні

мікробного забруднення харчових продуктів необхідно дотримуватись термінів технологічної обробки та виконувати підготовчі технологічні операції при зниженій температурі у виробничому цеху.

Таким чином варто відзначити, мікробіологічний аналіз при використанні тест-пластин Petrifilm має переваги над традиційними засобами, зокрема виключає етапи підготовки лабораторного посуду та приготування поживних середовищ, проведення перевірки його якості в незалежних лабораторіях на активність і селективність; оптимізує, стандартизує та спрощує процес тестування кількісних показників мікроорганізмів, покращує продуктивність і допомагає забезпечити найвищий рівень якості продукції. Тест-системи придатні до 2 років при зберіганні в стандартній упаковці в холодильнику (при температурі  $< 8^\circ\text{C}$ ), в той же час, термін зберігання готових поживних середовищ у чашках Петрі не перевищує 3 місяців. Суха форма тест-пластин забезпечує їх стабільний стан при використанні та зберіганні. Перевагами використання тест-систем

також є зниження трудовитрат, частіший кількісний моніторинг мікроорганізмів у критичних контрольних точках харчових продуктів та їх виробництво.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** У сучасному середовищі підвищено увагу до безпеки харчових продуктів і вимоги до якості харчових продуктів стають дедалі суворішими. В продуктах харчування тваринного походження біологічні фактори є одними з головних причин виникнення захворювань харчового походження. Випробування харчової продукції є важливим елементом забезпечення та гарантування її якості. Проаналізовано сучасні засоби мікробіологічних досліджень харчових продуктів; вивчено тест-системи для проведення оперативного санітарно-мікробіологічного моніторингу харчових продуктів. Використання сучасних засобів мікробіологічних випробувань для контролю та гарантування безпеки продуктів харчування скорочують терміни виконання, підвищують точність та знижують енерговитрати таких досліджень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Bohaychuk V. Evaluation of detection methods for screening meat and poultry products for the presence of foodborne pathogens *J. Food Prot.* 2005. 68. 2637–2647.
- Castro M., Soares K., Ribeiro C., Esteves A. Evaluation of the Effects of Food Safety Training on the Microbiological Load Present in Equipment, Surfaces, Utensils, and Food Manipulator's Hands in Restaurants. *Microorganisms* 12. 2024. no. 4. 825. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12040825>
- Hartantyo SHP, Selvaraj R, Ho J, Oh JQ, Er JC, Li A, Aung KT. Food Safety Controls during Bulk Food Preparation – An Observational Analysis. *Foods*. 2023. 12(12). 2376. <https://doi.org/10.3390/foods12122376>
- Jasson V., Jacxsens L., Luning P., Rajkovic A., Uyttendaele M. Alternative microbial methods: An overview and selection criteria. *Food microbiology*. 2010. 27(6). 710–730. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.04.008>
- Joosten H., Marugg J., Stephan R., Klijn A., Jackson T., Iversen C. A rapid and reliable alternative to ISO 21528-1:2004 for detection of Enterobacteriaceae. *International journal of food microbiology*. 2008. 125(3). 344–346. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.04.003>

6. Mainardi P. H., Bidoia E. D. Food safety management: preventive strategies and control of pathogenic microorganisms in food. *European Journal of Biological Research*. 2024. 14(1). 13–32. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10724672>
7. Shintani H. Methods of rapid microbiological assay and their application to pharmaceutical and medical device fabrication. *Biochem Physiol*. 2014. 3(4), 1–7.
8. Гаркавенко Т.О. Порівняльна характеристика хромогенних середовищ одноетапного виділення та прямої ідентифікації Бактерій групи кишкової палички. *Ветеринарна медицина України*. 2012. 1 (191). 31–33.
9. Кузьминський С.М. Проблемні питання мікробіологічного контролю харчових продуктів. *Проблеми харчування*. 2006. Retrieved from [http://www.medved.kiev.ua/arh\\_nutr/art\\_2006/n06\\_1\\_6.htm](http://www.medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2006/n06_1_6.htm)
10. Панасюк І., Даниленко С., Потемська О., Закревська В. Аналіз мікробіологічних методів дослідження мікробіоти м'яса. *Продовольчі ресурси*. 2016. 4 (06), 131–139
11. Савельєва Е.Е., Булгакова Н.А., Лапкина Е.З., Баранкіна Т.А., Сукманов В.А. Антимікробна активність водних витяжок рослин роду *potentilla* L. *Медико-фармацевтичний журнал «Пульс»*. 2020. 22 (6). 99–105.
12. Флауменбаум Б. Л., Безусов А. Т., Сторожук В. М., Хомич Г. П. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва. 2006.

## REFERENCES

1. Bohaychuk, V. (2005). Evaluation of detection methods for screening meat and poultry products for the presence of foodborne pathogens *J. Food Prot*, 68, 2637–2647.
2. Castro, M., Soares, K., Ribeiro, C., & Esteves, A. (2024). Evaluation of the Effects of Food Safety Training on the Microbiological Load Present in Equipment, Surfaces, Utensils, and Food Manipulator's Hands in Restaurants. *Microorganisms* 12, no. 4, 825. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12040825>
3. Hartantyo SHP, Selvaraj R, Ho J, Oh JQ, Er JC, Li A, Aung KT. (2023). Food Safety Controls during Bulk Food Preparation—An Observational Analysis. *Foods*. 12(12), 2376. <https://doi.org/10.3390/foods12122376>
4. Jasson, V., Jaccsens, L., Luning, P., Rajkovic, A., & Uyttendaele, M. (2010). Alternative microbial methods: An overview and selection criteria. *Food microbiology*, 27(6), 710–730. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.04.008>
5. Joosten, H., Marugg, J., Stephan, R., Klijn, A., Jackson, T., & Iversen, C. (2008). A rapid and reliable alternative to ISO 21528-1:2004 for detection of Enterobacteriaceae. *International journal of food microbiology*, 125(3), 344–346. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.04.003>
6. Mainardi, P. H., & Bidoia, E. D. (2024). Food safety management: preventive strategies and control of pathogenic microorganisms in food. *European Journal of Biological Research*, 14(1), 13–32. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10724672>
7. Shintani, H. (2014). Methods of rapid microbiological assay and their application to pharmaceutical and medical device fabrication. *Biochem Physiol*. 3(4), 1–7.
8. Harkavenko, T.O. (2012). Porivnialna kharakterystyka khromohennykh seredovyshch odnoetapnoho vydilennia ta priamoj identyfikatsii Bakterii hrupy kyshkovoi palychky [Comparative characteristics of chromogenic media for one-step isolation and direct identification of *Escherichia coli* bacteria]. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*. 1 (191), 31–33 [in Ukrainian].
9. Kuzmyskyi S.M. (2006). Problemni pytannia mikrobiolohichnoho kontroliu kharchovykh produktiv [Problematic issues of microbiological control of food products]. *Problemy kharchuvannia*. Retrieved from [http://www.medved.kiev.ua/arh\\_nutr/art\\_2006/n06\\_1\\_6.htm](http://www.medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2006/n06_1_6.htm) [in Ukrainian].
10. Panasiuk, I., Danylenko, S., Potemaska, O., & Zakrevska, V. (2016). Analiz mikrobiolohichnykh metodiv doslidzhennia mikrobioty miasa [Analysis of microbiological methods for studying the microbiota of meat]. *Prodovolchi resursy*. 4 (06), 131–139 [in Ukrainian].
11. Saveleva, E.E., Bulhakova, N.A., Lapkina, E.Z., Barankina, T.A., & Sukmanov, V.A. (2020). Antymikrobna aktyvnist vodnykh vytyazhok roslin rodu *potentilla* L. [Antimicrobial activity of aqueous extracts of plants of the genus *Potentilla* L.]. *Medyko-farmatsevticheskyi zhurnal «Puls»*, 22 (6), 99–105 [in Ukrainian].
12. Flaumenbaum, B. L., Bezusov, A. T., Storozhuk, V. M., & Khomych, H. P. (2006). Fyzyko-khimichni i biolohichni osnovy konservnoho vyrobnytstva [Physical, chemical and biological bases of canning production] [in Ukrainian].

**T. Brovenko**, PhD, Associate Professor; **H. Tolok**, PhD, Associate Professor; **P. Pazunka**, Master's Student (National university of life and environmental sciences of Ukraine). **Evaluation of the quality of food products by Petrifilm methods**

**Abstract.** Product quality depends on raw materials, production conditions, storage conditions (packaging, air temperature, lighting), personnel hygiene, transportation conditions, etc. It is important to comply with the requirements and rules of production control regarding the use of modern methods that make it possible to detect microbiological risks in advance and prevent contamination of food products with microorganisms. Modern means of detecting indicator microorganisms in the production of food products make it possible to organize sanitary measures in a timely manner and thereby ensure the quality of food products according to microbiological indicators. During monitoring, Petrifilm is used, which optimizes microbiological studies of food products; In particular, the use of Petrifilm allows to reduce the time and resources spent on microbiological research. An analysis of the main modern food environments used for transportation, cultivation, isolation, identification and separation of food microorganisms was carried out. The analysis of meat food products was carried out using test tablets designed for the quantitative detection of various groups of microorganisms. Convincing analysis and assessment of the quality and stability of Petrifilm properties undoubtedly ensure the reliability and validity of the results of microbiological studies of meat food products and production surfaces.

**Key words:** safety, quality, food products, Petrifilm test systems.