

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЛЮБЧИК ОЛЬГА СЕРГІЇВНА

УДК 637.07:637.5.04/.07

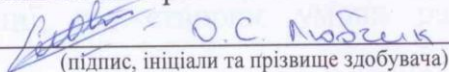
**РОЗВИТОК МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ
ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ**

05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення

05 «Технічні науки»
(галузь знань)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело


(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

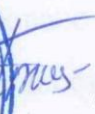
Науковий керівник –
доктор технічних наук, професор,
Микийчук М. М.

Ідентичність всіх примірників дисертації

ЗАСВІДЧУЮ:

Учений секретар спеціалізованої
вченої ради



 / Бубела Т. З./

Львів – 2017

АНОТАЦІЯ

Любчик О.С. Розвиток метрологічного забезпечення якості харчової продукції тваринного походження. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.02 – стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення. Робота виконана в Національному університеті «Львівська політехніка», Львів, 2017.

Зміст дисертації. Тема дослідження присвячена розвитку метрологічного забезпечення якості продукції. Показано, що удосконалення методів експрес-контролю якості м'ясної продукції доцільно здійснювати шляхом впровадження комбінованого оцінювання якості м'ясної продукції із застосуванням оптичних та органолептичних методів, що дозволить підвищити вірогідність та оперативність ідентифікації видів та рівня якості м'ясної продукції. Розроблено математичну модель оптичного методу контролю різних типів м'ясної продукції за кольірними та структурними параметрами, яка дозволяє формалізувати задачу розпізнавання якості за цифровими зображеннями досліджуваних зразків. Запропоновано шкалу кольорів різних видів м'ясної продукції, що створює умови раціонального застосування оперативного методу контролю якості м'ясної продукції. Сформовано рекомендації для створення системи збору інформації для кіберфізичних систем моніторингу виробництва та реалізації продукції тваринного походження.

У першому розділі *«Аналіз сучасного стану та пошук шляхів розвитку метрологічного забезпечення якості харчової продукції тваринного походження»* дисертації проаналізовано сучасне нормативне та законодавче забезпечення у сфері безпеки та якості харчової продукції з точки зору забезпечення захисту прав споживачів. Встановлено доцільність ефективності функціонування інформаційної системи моніторингу якості м'ясної продукції під час її продажу.

У підрозділі 1.1 «Аналіз сучасного стану нормативного забезпечення якості харчової продукції» проаналізовано нормативно-правове забезпечення якості харчової продукції. На основі порівняння міжнародного та українського законодавства у сфері безпеки та якості продукції встановлено доцільність розроблення національних стандартів у цій сфері та розвитку ефективних систем метрологічного забезпечення контролю якості харчової продукції на етапі її виготовлення та реалізації, що стане вагомим інструментом мінімізації ризиків як виробника та споживача від невідповідності харчової продукції, що в сукупності, дозволить підвищити безпечність та конкурентоспроможність вітчизняної харчової продукції.

У підрозділі 1.2 «Аналіз показників якості харчової продукції тваринного походження» за результатами проведеного аналітичного дослідження систематизовано найважливіші чинники, які впливають на якість харчових продуктів тваринного походження та запропоновано сукупність показників якості харчової продукції.

У підрозділі 1.3 «Аналіз методів контролю якості м'ясної продукції» здійснено аналіз існуючих методів контролю якості м'ясної продукції та доведено доцільність підвищення вірогідності контролю якості харчової продукції тваринного походження шляхом розроблення та впровадження оперативних методів контролю в місцях продажу.

У другому розділі «Розвиток метрологічного забезпечення для оперативного контролю якості м'ясної продукції» здійснено систематизацію вимог до метрологічного забезпечення оперативного контролю якості харчової продукції, сформульовано основні вимоги до системи контролю якості м'ясної продукції та встановлено, що засоби мають забезпечувати достатній рівень достовірності інформації про рівень якості м'ясної продукції та мати низьку ціну, що сприятиме масовості їх використання.

У підрозділі 2.1 «Систематизація вимог до системи оперативного контролю якості м'ясної продукції» здійснено систематизацію вимог до метрологічного забезпечення оперативного контролю якості харчової

продукції. Доведено, що засоби контролю мають забезпечувати достатній рівень вірогідності інформації про якість м'ясної продукції та мати низьку ціну, що сприятиме масовості їх використання.

У підрозділі 2.2 «Розроблення методу оптичного контролю якості м'яса на основі теорії розпізнавання образів» показано, що раціональним шляхом підвищення оперативності ідентифікації виду та оцінювання рівня якості м'яса є використання візуальних методів контролю.

У підрозділі 2.3 «Дослідження характерних класифікаційних ознак м'ясної продукції» досліджено органолептичні показники якості сирого м'яса (телятини, свинини та курки), що визначаються за допомогою органів чуття. На основі результатів експериментальних даних рекомендовано використовувати класифікаційні показники, а саме: кількість волокон, середній розмір волокон, колір, чіткість країв волокон. Запропоновано алгоритм для ідентифікації видів та рівня якості м'яса.

У підрозділі 2.4 «Математична модель оптичної ідентифікації м'ясної продукції» встановлено, що для підвищення вірогідності контролю якості м'яса необхідно використовувати розроблені математичні оптичну модель та критерії прийняття рішення, які дозволяють формалізувати задачу розпізнавання якості м'яса за цифровими фотографіями досліджуваних зразків.

У підрозділі 2.5 «Оцінювання вірогідності оптичного оперативного контролю якості м'ясної продукції» розроблено підхід до оцінювання точності вимірювання структурних елементів м'ясної продукції оптичною системою. Розроблено алгоритм пошуку регресійного зв'язку між виміряними характерними ознаками м'ясної продукції та їх нормованими значеннями.

У третьому розділі «Дослідження статистичних показників якості м'ясної продукції» проведено дослідження класифікаційних ознак для різних видів м'ясної продукції за результатами органолептичного та оптичного оцінювання якості м'ясної продукції за розробленим методом оперативного контролю.

У підрозділі 3.1 «Дослідження органолептичних показників якості сирого м'яса» здійснено дослідження органолептичних показників якості сирого м'яса. Розроблено таблицю відповідності свіжості м'яса у залежності від основних органолептичних показників, яка дозволяє формалізувати задачу розпізнавання якості м'яса із використанням розробленого методу оперативного контролю.

У підрозділі 3.2 «Дослідження показників якості м'яса за кольором» та у підрозділі 3.3 «Дослідження показників якості м'яса за структурою» досліджено показники якості м'яса за кольором та за структурою. Проведено дослідження впливу рівня освітленості зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості, а саме дослідження оптичних (візуальних) властивостей м'яса в залежності від рівня його освітленості та від співвідношення яскравостей фону. Рекомендовано реалізовувати запропонований метод контролю на світлому фоні об'єкта та при рівні освітленості, що не перевищуватиме 1600 лк.

У підрозділі 3.4 «Дослідження впливу рівня освітленості зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості» проведено дослідження впливу терміну зберігання зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості для різних температурних режимів. Виявлено, що абсолютні значення основних колірних параметрів ($R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $B_{\text{серед}}$) зменшуються з часом при одному і тому самому рівні освітленості та температурі зберігання.

У підрозділі 3.5 «Дослідження впливу терміну зберігання зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості для різних температурних режимів» побудовано математичну модель оптичної ідентифікації м'яса з врахуванням умов його зберігання (температурний режим) та терміну зберігання.

У четвертому розділі «Практична реалізація методів оперативного контролю якості м'ясної продукції» здійснено практичну апробацію розроблених методів, сформульовано рекомендації для створення кіберфізичних систем контролю якості м'ясної продукції.

У підрозділі 4.1 «Дослідження процесу ідентифікації видів м'ясної продукції» проаналізовано способи ідентифікації видів м'яса та запропоновано методику для оцінювання якості м'яса способом накладання зображень. Розроблено алгоритм візуального оцінювання якості м'яса.

У підрозділі 4.2 «Блок-схема алгоритму реалізація методу оцінювання якості м'ясної продукції» розроблено програмний додаток для смартфона фірми Apple моделі iPhone 6s, який призначений для оперативного контролю якості м'яса в місцях його продажу, що дозволяє мінімізувати ризик придбання споживачем неякісної м'ясної продукції. Практична цінність дослідження полягає у створенні програмного продукту, який пропонуватиметься для допомоги споживачу під час здійснення ситуативного вибору продукту, що дасть можливість виявляти фальсифікації та встановлювати ступінь свіжості м'яса.

У підрозділі 4.3 «Рекомендації для створення системи збору інформації для кіберфізичних систем моніторингу виробництва та реалізації продукції тваринного походження» сформовано рекомендації для створення системи збору інформації для кіберфізичних систем моніторингу виробництва та реалізації продукції тваринного походження, а саме структуровано показники та тип інформації, що необхідна для роботи такої кіберфізичної системи на кожному етапі, на основі опрацювання якої повинні прийматись відповідні рішення для підвищення якості м'ясної продукції.

Ключові слова: *фальсифікація м'яса, органолептичні показники м'яса, класифікаційні ознаки м'яса, оперативність контролю, система контролю якості, контрастність зображення, математична модель оптичної ідентифікації м'яса, модель вирішального правила.*

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Любчик О.С. Комп'ютеризована база даних нормативно-правового забезпечення якості харчової продукції / О.С. Любчик, М.М. Микійчук, Т.З.

Бубела // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Комп'ютерні системи та мережі». – Львів, Вид-во НУ «ЛП», 2014. – №773. – С. 68-74.

2. Любчик О.С. Аналіз шляхів удосконалення методів ідентифікації видів м'яса / О.С. Любчик, М.М. Микийчук, О.В. Гонсьор // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Вимірювальна техніка та метрологія». – Львів, 2014. – №75. – С. 63-69.

3. Любчик О.С. Аналіз основних напрямків удосконалення системи метрологічного забезпечення виробництва харчової продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // Віснику «Національного лісотехнічного університету України». – Львів, 2015. – Вип. 25.4. – С. 167-172.

4. Pokhodylo E. V. Means of identification of water-spirit solutions / E. V. Pokhodylo, V. Z. Yuzva, O. S. Lyubchuk // Redaktsiya Zhurnalu "Naukovyy Visnyk Nltu Ukrayiny". – Vol. 25.6. – 2015. – Pp. 225-229.

5. Любчик О.С. Дослідження оптичних властивостей м'яса з метою реалізації оперативного візуального методу його контролю / О.С. Любчик, М.М. Микийчук, Т.З. Бубела // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2017. – № 1.

Статті у наукових періодичних виданнях інших держави

1. Lyubchuk O. Mykujchuk Mykola, Vorobets Mariya. Development of operational quality control method for meat products / O. Lyubchuk, M. Mykujchuk, M. Vorobets // Journal of «Food and Environment Safety», Ștefan cel Mare University. – Vol. 14. – № 2/2015. – Pp. 212-217.

Тези конференцій

1. Любчик О.С. Перспективи розвитку метрологічного забезпечення якості харчової продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // Міжнародна науково-практична конференція «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи», 22-24 травня 2013р. – Львів: НУ «ЛП», 2013. – С. 238.

2. Любчик О.С. Аналіз шляхів удосконалення методів ідентифікації видів м'яса / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // IV Всеукраїнська науково-практичної

конференції молодих вчених, аспірантів та студентів за напрямком, 7-10 квітня 2014 р. – Донецьк: ДВНЗ, 2014. – С. 40-42.

3. Любчик О.С. Застосування теорії розпізнавання образів при контролі якості м'ясної продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // XII Міжнародній конференції «Контроль і управління в складних системах» 14-16 жовтня 2014 р. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – С. 164.

4. Любчик О.С. Покращення системи управління метрологічного забезпечення виробництва харчової продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // 69-ій науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів «Економіка, управління та філософія соціальної дії», 3-5 грудня 2014 р. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2014. – Частина IV. – С. 89-90.

5. Любчик О.С. Аналіз сучасного стану метрологічного забезпечення якості харчової продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // II Міжнародній науково-практичній конференції «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи», 28-30 травня 2015 р. – Львів: НУ «ЛП», 2015. – С. 238.

ANNOTATION

Lyubchik O.S. Development of metrological quality assurance of food products of animal origin. – Qualification scientific work on the rights of manuscripts.

The dissertation for obtaining the scientific degree of the candidate of technical sciences in the specialty 05.01.02 – standardization, certification and metrological support. The work was carried out at the Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2017.

The content of the dissertation. The research is devoted to the development of metrological quality assurance of products. It is shown that improving the methods of express quality control of meat products is expedient to implement by introducing a combined quality assessment of meat products using optical and organoleptic

methods, which will increase the probability and efficiency of identification of species and the level of quality of meat products. The mathematical model of the optical method of control of various types of meat products by color and structural parameters is developed, which allows to formalize the problem of quality recognition by digital images of the studied samples. The scale of colors of different kinds of meat products is proposed, which creates conditions for the rational use of the operational method of quality control of meat products. The recommendations for creating a system for collecting information for cyber-physics systems for monitoring the production and marketing of animal products have been formed.

In the first chapter "Analysis of the state of things and the search for ways to develop metrological assurance of the quality of food products of animal origin".

The thesis analyzes the modern normative and legislative provision in the field of food safety and quality in terms of ensuring the protection of consumer rights. The expediency of the effectiveness of the information system for monitoring the quality of meat products during its sale has been established.

In the section 1.1 "Analysis of the current state of standard food production quality assurance" analyzes regulatory legal framework for quality of food products. On the basis of comparison of international and Ukrainian legislation in the field of safety and quality of products, it was found that the development of national standards in this area and the development of effective metrological systems for ensuring quality control of food products at the stage of its manufacture and implementation, which will become a powerful tool for minimizing the risks of both the producer and the consumer from the inconsistency, has been established. of food products, which together will increase the safety and competitiveness of domestic food products.

In the section 1.2 "Analysis of quality indicators of animal origin food products", based on the results of the analytical research, systematized the most important factors influencing the quality of food products of animal origin and proposed a set of indicators of food quality.

In the section 1.3 "Analysis of quality methods control of meat products" the analysis of existing methods of quality control of meat products has been carried out and the expediency of increasing the probability of quality control of food products of animal origin has been proved by the development and introduction of operational methods of control in places of sale.

In the second chapter "Development of metrological support for operational quality control of meat products" systematization of requirements for metrological support of operational quality control of food products, formulated basic requirements for the system of quality control of meat products and established that the means should provide a sufficient level of reliability of information about the quality level meat products and have a low price that will promote the massive use of them.

In the section 2.1 "Systematization requirements for system operational quality control of meat products", the systematization of requirements for the metrological provision of operational quality control of food products has been made. It is proved that the means of control should provide a sufficient level of probability of information about the quality of meat products and have a low price that will promote the mass of their use.

In the section 2.2 "Development of the method for optical quality control meat based on the theory of pattern recognition" shows that the rational way to increase the efficiency of identification of the species and the assessment of the quality of meat is the use of visual control methods.

In the section 2.3 "Investigation of characteristic classification features of meat products", organoleptic indicators of quality of raw meat (beef, pork and chicken), which are determined by sensory organs, are investigated. Based on the results of experimental data, it is recommended to use the classification indices, namely: the number of fibers, the average fiber size, the color, the clarity of the edges of the fibers. An algorithm is proposed for identification of types and quality of meat.

In the section 2.4 "The mathematical model of optical identification meat products" established that in order to increase the probability of quality control of

meat, it is necessary to use the developed mathematical optical model and decision criteria that allow formalizing the problem of meat quality recognition by digital photographs of the studied samples.

In the section 2.5 "Estimation probability of optical operational control of meat products quality", an approach was developed to evaluate the accuracy of measurement of structural elements of meat production by an optical system. The algorithm of search of regression connection between the measured characteristic features of meat products and their normalized values is developed.

In the third chapter "Research of statistical indicators of meat products quality" conducted a study of classification characteristics for different types of meat products based on the results of organoleptic and optical quality assessment of meat products according to the developed method of operational control.

In the section 3.1 "Research of organoleptic indicators of raw meat quality" the study of organoleptic indicators of quality of raw meat. The table of correspondence of meat freshness depending on the basic organoleptic parameters is developed, which allows to formalize the problem of recognition of meat quality using the developed method of operational control.

In the section 3.2 "Research of meat quality indicators by color" and in the section 3.3 "Research of meat quality indicators by the structure", the quality of meat was measured by color and structure. The study of the influence of the level of illumination of samples of animal meat on its optical properties, namely the study of optical (visual) properties of meat, depending on its level of illumination and on the ratio of brightness of the background, was conducted. It is recommended to implement the proposed method of control on a light background of the object and at a level of illumination which will not exceed 1600 lux.

In the section 3.4 "Investigation of influence level illumination samples animal meat on its optical properties", a study was carried out on the effect of the storage period of samples of animal meat on its optical properties for different temperature regimes. It has been found that the absolute values of the main color parameters

(R_{among} , G_{among} , B_{among}) decrease over time at the same level of illumination and storage temperature.

In the section 3.5 "Investigation of influence storage period samples animal meat on its optical properties for different temperature regimes", the mathematical model of optical identification of meat was developed, taking into account the conditions of its storage (temperature regime) and the shelf life.

In the fourth chapter "Practical realization of operative control methods for meat products quality", the practical testing of the developed methods was carried out, recommendations for the creation of cyber-physiological systems for quality control of meat products were formulated.

In the section 4.1 "Investigation of the identification process meat products types" methods of identification of types of meat were analyzed and a method for estimating the quality of meat by way of image imposition was proposed. The algorithm of visual assessment of meat quality is developed.

In the section 4.2 "Block diagram of the algorithm implementation method for assessing meat products quality" developed a software application for the Apple iPhone smartphone model iPhone 6s, which is designed for operational quality control of meat in the places of sale, which minimizes the risk of poor consumer purchases of low-quality meat products. The practical value of the study is to create a software product that will be offered to assist the consumer in case of a situational product selection that will enable them to detect falsifications and establish the degree of freshness of the meat.

In the section 4.3. "Recommendations for the creation system collecting information for cyber-physics systems monitoring the production and marketing of animal origin products", formed recommendations for the creation of a system for collecting information for cyber-physics systems for monitoring the production and marketing of products of animal origin, namely, the indicators and type of information necessary for the work of such a cyberphysical systems at each stage, on the basis of which processing should be made appropriate solutions for improving the quality of meat products.

Keywords: falsification of meat, organoleptic indicators of meat, classification of meat, promptness of control, quality control system, image contrast, mathematical model of optical identification of meat, model of the governing.

LIST OF PUBLICATIONS BY THE SUBJECT OF DISSERTATION

Articles in scientific professional editions of Ukraine

1. Lyubchyk O.S. Komp'uteryzovana baza danykh normatyvno-pravovoho zabezpechennia yakosti kharchovoi produktsii / O.S. Lyubchyk, M.M. Mykyjchuk, T.Z. Bubela // Visnyk NU «Lvivska politekhnik» «Kompiuterni systemy ta merezhi». – Lviv, Vyd-vo NU «LP», 2014. – №773. – S. 68-74.

2. Lyubchyk O.S. Analiz shliakhiv udoskonalennia metodiv identyfikatsii vydiv m'iasa / O.S. Lyubchyk, M.M. Mykyjchuk, O.V. Honsor // Visnyk NU «Lvivska politekhnik» «Vymiriuvalna tekhnika ta metrolohii». – Lviv, 2014. – №75. – S. 63-69.

3. Lyubchyk O.S. Analiz osnovnykh napriamkiv udoskonalennia systemy metrolohichnoho zabezpechennia vyrobnytstva kharchovoi produktsii / O.S. Lyubchyk, M.M. Mykyjchuk // Visnyku «Natsionalnoho lisotekhnichnoho universytetu Ukrainy». – Lviv, 2015. – Vyp. 25.4. – S. 167-172

4. Pokhodylo E. V. Means of identification of water-spirit solutions / E. V. Pokhodylo, V. Z. Yuzva, O. S. Lyubchyk // Redaktsiya Zhurnalu "Naukovyy Visnyk Nltu Ukrayiny". – Vol. 25.6. – 2015. – Pp. 225-229.

5. Lyubchyk O.S. Doslidzhennia optychnykh vlastyvostei miasa z metoiu realizatsii operatyvnoho vizualnoho metodu yoho kontroliu / O.S. Lyubchyk, M.M. Mykyjchuk, T.Z. Bubela // Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. – 2017. – № 1.

Articles in scientific periodicals of other states

1. Lyubchyk Olga Development of operational quality control method for meat products / O. Lyubchyk, M. Mykyjchuk, M. Vorobets // Journal of «Food and

Environment Safety», Ștefan cel Mare University. – Vol. 14. – № 2/2015. – Pp. 212-217.

Abstracts of conferences

1. Lyubchyk O.S. Perspektyvy rozvytku metrolohichnoho zabezpechennia yakosti kharchovoi produktsii / O.S. Lyubchyk, M.M. Mykyjchuk // Mizhnarodna naukova-praktychna konferentsiia «Upravlinnia yakistiu v osviti ta promyslovosti: dosvid, problemy ta perspektyvy», 22-24 travnia 2013r. – Lviv: NU «LP», 2013. – S. 238.

2. Lyubchyk O.S. Analiz shliakhiv udoskonalennia metodiv identyfikatsii vydiv m'iasa / O.S. Lyubchyk, M.M. Mykyjchuk // IV Vseukrainska naukovopraktychnoi konferentsii molodykh vchenykh, aspirantiv ta studentiv za napriamkom, 7-10 kvitnia 2014 r. – Donetsk: DVNZ, 2014. – S. 40-42.

3. Lyubchyk O.S. Zastosuvannia teorii rozpoznavannia obraziv pry kontroli yakosti m'iasnoi produktsii / O.S. Lyubchyk, M.M. Mykyjchuk // XII Mizhnarodnii konferentsii «Kontrol i upravlinnia v skladnykh systemakh» 14-16 zhovtnia 2014 r. – Vinnytsia: VNTU, 2014. – S. 164.

4. Lyubchyk O.S. Pokrashchennia systemy upravlinnia metrolohichnoho zabezpechennia vyrobnytstva kharchovoi produktsii / O.S. Lyubchyk, M.M. Mykyjchuk // 69-ii naukovotekhnichnii konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu, naukovtsiv, aspirantiv ta studentiv «Ekonomika, upravlinnia ta filosofiiia sotsialnoi dii», 3-5 hrudnia 2014 r. – Odesa: ONAZ im. O.S.Popova, 2014. – Chastyna IV. – S. 89-90.

5. Lyubchyk O.S. Analiz suchasnoho stanu metrolohichnoho zabezpechennia yakosti kharchovoi produktsii / O.S. Lyubchyk, M.M. Mykyjchuk // II Mizhnarodnii naukovopraktychnii konferentsii «Upravlinnia yakistiu v osviti ta promyslovosti: dosvid, problemy ta perspektyvy», 28-30 travnia 2015 r. – Lviv: NU «LP», 2015. – S. 238.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	17
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПОШУК ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННОГО ПОГОДЖЕННЯ.....	23
1.1. Аналіз сучасного стану нормативного забезпечення якості харчової продукції.....	23
1.2. Аналіз показників якості харчової продукції тваринного походження...	32
1.3. Аналіз методів контролю якості м'ясної продукції.....	37
Висновки по розділу 1.....	45
РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ М'ЯСНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	47
2.1. Систематизація вимог до системи оперативного контролю якості м'ясної продукції.....	47
2.2. Розроблення методу оптичного контролю якості м'яса на основі теорії розпізнавання образів.....	55
2.3. Дослідження характерних класифікаційних ознак м'ясної продукції...	61
2.4. Математична модель оптичної ідентифікації м'ясної продукції.....	73
2.5. Оцінювання вірогідності оптичного оперативного контролю якості м'ясної продукції.....	80
Висновки по розділу 2.....	84
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ М'ЯСНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	86
3.1. Дослідження органолептичних показників якості сирого м'яса.....	86
3.2. Дослідження показників якості м'яса за кольором.....	89
3.3. Дослідження показників якості м'яса за структурою.....	92
3.4. Дослідження впливу рівня освітленості зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості.....	95
3.5. Дослідження впливу терміну зберігання зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості для різних температурних режимів.....	101
3.5.1. Дослідження курячого м'яса.....	101

3.5.2. Дослідження свинного м'яса.....	108
Висновки по розділу 3.....	114
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ М'ЯСНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	115
4.1. Дослідження процесу ідентифікації видів м'ясної продукції.....	115
4.2. Блок-схема алгоритму реалізація методу оцінювання якості м'ясної продукції.....	118
4.3. Рекомендації для створення системи збору інформації для кіберфізичних систем моніторингу виробництва та реалізації продукції тваринного походження.....	125
Висновки по розділу 4.....	131
ВИСНОВКИ.....	132
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	134
Додаток А Метод контролю якості свіжого м'яса за візуальними показниками.....	148
Додаток Б Дослідження оптичних (візуальних) властивостей м'яса в залежності від рівня його освітлення (L).....	158
Додаток В Дослідження оптичних (візуальних) властивостей м'яса в залежності від співвідношення яскравостей фону і об'єкта дослідження.....	164
Додаток Г Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи.....	171

ВСТУП

Актуальність теми. Безпека харчової продукції і продовольчої сировини є однією з вирішальних складових економічної безпеки кожної держави й визначається спроможністю країни ефективно контролювати виробництво та ввезення безпечного та якісного продовольства на загальновизнаних у світі засадах. Ця сфера діяльності у людському суспільстві має надзвичайно важливі гуманітарний, соціальний, економічний та політичний аспекти, регулювання якого доцільно здійснювати з використанням сучасних інформаційно-вимірювальних технологій.

М'ясна продукція належить до найважливіших продуктів харчування, як джерело повноцінних білків, а також жирів, мінеральних, екстрактивних речовин і деяких вітамінів [1]. Сьогодні споживач має можливість вибирати м'ясний продукт із великого асортименту товарів з однаковими (або близькими) споживчими властивостями, що ставить його перед іншою проблемою – як серед цього асортименту обрати якісний товар з оптимальними властивостями. За умов товарного достатку споживачу необхідно надати якомога більше об'єктивної інформації, щоб він міг правильно ідентифікувати товар і купити саме той якісний продукт, який найбільшою мірою задовільнить його потреби.

Зростання конкуренції на ринку, впровадження сучасних норм із захисту прав споживачів, розвиток законодавства про відповідність продукції потребують нового підходу до процесів створення продукції гарантованої якості. Рівень якості продукції став критерієм і показником культури суспільства, економічного розвитку держави. Якість в значній мірі визначається рівнем метрологічного забезпечення виробництва, зберігання та розповсюдження харчової продукції. Метрологічне забезпечення, як основне джерело об'єктивної інформації, стає важливим елементом забезпечення довіри споживачів до якості харчової продукції.

Актуальним завданням розвитку метрологічного забезпечення якості харчової продукції є впровадження комбінованого оцінювання якості м'ясної продукції із застосуванням оптичних та органолептичних методів, що дозволить підвищити вірогідність та оперативність ідентифікації видів та рівня якості м'ясної продукції. Реалізація такого підходу сприятиме підвищенню ефективності функціонування інформаційної системи моніторингу якості м'ясної продукції під час її продажу, дозволить оперативно впливати на процес виготовлення та розповсюдження м'яса і м'ясної продукції та забезпечить мінімізацію ризиків придбання споживачем бракованої м'ясної продукції.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри інформаційно-вимірювальні технології Національного університету «Львівська політехніка», а саме: «Розвиток теоретичних і методичних засад нормування характеристик якості продукції і послуг та створення метрологічного забезпечення для їх вимірювання та контролю при сертифікації і її підтвердженні відповідності». Дисертація виконана в межах науково-дослідних робіт: «Розроблення та дослідження нових методів і засобів експрес-контролю характеристик якості та безпеки продукції (речовин)» (№01107U001097), «Дослідження властивостей та показників якості процесів, матеріалів і продукції оптичними, електромагнітними (безконтактними) методами» (№0107U006223).

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності метрологічного забезпечення контролю якості шляхом розвитку теорії та методів комбінованої оцінки якості харчової продукції тваринного походження із застосуванням оптичних та органолептичних методів, що дозволить підвищити вірогідність ідентифікації видів та рівня якості м'ясної продукції в місцях його продажу.

Для досягнення поставленої в роботі мети необхідно було вирішити наступні завдання:

1. Систематизувати вимоги до метрологічного забезпечення оперативного контролю якості харчової продукції.

2. Створити математичну модель оптичного контролю якості продукції тваринного походження.

3. Дослідити органолептичні та оптичні властивості м'яса та розробити спосіб ідентифікації та оцінювання якості м'ясної продукції в місцях її продажу.

4. Розробити алгоритм прийняття рішення під час ідентифікації та оцінювання рівня якості в місцях її продажу.

5. Розробити алгоритми ідентифікації та оцінювання рівня якості м'яса, які будуть сумісними із сучасними інформаційними пристроями та придатними для масового застосування.

Об'єктом дослідження є якість харчової продукції тваринного походження в місцях її продажу.

Предметом дослідження є методи контролю якості харчової продукції тваринного походження.

Методи дослідження базуються на використанні основних положень системного аналізу, теорії розпізнавання образів, теорії ймовірності та математичної статистики, сучасних підходів до оцінювання якості продукції.

Наукова новизна одержаних результатів. У роботі отримані такі наукові результати:

1. Вперше запропоновано здійснювати комбіновану оцінку якості із застосуванням оптичних та органолептичних методів із використанням розробленої математичної моделі контролю різних типів м'ясної продукції за кольорними параметрами, в якій, на відміну від існуючих на сьогоднішній день, аргументами є фізико-хімічні показники якості, що дозволить підвищити вірогідність ідентифікації видів та рівня якості м'ясної продукції в місцях її продажу.

2. Подальший розвиток отримав експрес-метод контролю якості м'яса, який ґрунтується на аналізуванні його параметрів (R, G, B) кольорних характеристик, зокрема їхніх змін від показників якості м'ясної продукції та її зберігання, а також умов (освітленості, фону тощо) реалізації методу, що

дозволяє підвищити оперативність ідентифікації виду та оцінювання рівня якості м'яса а також створює умови мінімізації ризиків придбання бракованої продукції.

3. На основі аналізу результатів експериментальних досліджень виявлено не значні зміни колірних параметрів (R, G, B) м'ясної продукції від освітленості, що зменшує вимоги щодо стабільності джерела освітлення технічного засобу та встановлено закономірну залежність параметрів колірних характеристик від термінів зберігання м'яса різних типів за різних температурних умов зберігання (охолоджене, неохолоджене) лише для світлого фону.

4. Розроблено математичну модель оптичного методу контролю різних типів м'ясної продукції за колірними та структурними параметрами, яка дозволяє формалізувати задачу розпізнавання якості за цифровими зображеннями досліджуваних зразків, застосування якої сприяє підвищенню ефективності функціонування інформаційної системи моніторингу якості м'ясної продукції під час її продажу.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Проведені експериментальні дослідження підтверджують ефективність застосування візуальних методів для оперативної ідентифікації виду та контролю рівня якості м'ясної продукції в місцях її продажу.

2. Розроблено програмний додаток для оперативного контролю якості м'яса в місцях його продажу з використанням сучасних інформаційних пристроїв (смартфони, планшети, тощо), що дозволить мінімізувати ризик споживача під час придбання неякісного м'яса.

2. Запропоновано шкалу кольорів різних видів м'ясної продукції, що створює умови раціонального застосування оперативного методу контролю якості м'ясної продукції.

3. На основі проведених статистичних досліджень м'яса створено базу даних про значення усереднених характерних ознак для різних видів м'яса за кольором.

4. Результати дисертаційної роботи мають вагомe прикладне значення та можуть бути використані у навчальному процесі кафедри «Інформаційно-вимірювальні технології» Національного університету «Львівська політехніка» для підготовки фахівців за спеціалізацією «Метрологічне забезпечення випробувань та якості продукції» і «Якість, стандартизація та сертифікація», а саме при вивченні дисциплін «Вимірювання в промисловості», «Метрологія, стандартизація та сертифікація», «Фізико-хімічні вимірювання».

Особистий внесок здобувача. У дисертації використані розробки, ідеї, результати теоретичних і практичних досліджень, що відображені в наукових працях і представлені на конференціях, у роботі яких автор брала безпосередню участь. Зокрема у друкованих працях, написаних у співавторстві, здобувачу належить: [5] – запропоновано задачі для вирішення тісного інформаційного зв'язку між якістю технологічних процесів та якістю вимірювань в процесі виготовлення харчової продукції, [25] – проведення аналізу нормативно-правового забезпечення якості харчової продукції, [28] – визначення основних пріоритетів щодо якості та безпеки продуктів харчування, мета яких полягає в забезпеченні умов створення та споживання в Україні екологічно чистої харчової продукції, [41] – проаналізовано існуючі методи контролю показників якості м'ясної продукції та запропоновано шляхи оперативної ідентифікації її видів, [48] – розроблення узагальненої структури вимірювального засобу для побудови засобів ідентифікації водно-спиртових розчинів, [61] – підхід до визначення узагальненого показника оперативності метрологічного забезпечення, вірогідності контролю та розрахунку коефіцієнта доступності харчової продукції, [65] – формулювання основних вимог до методів контролю якості м'ясної продукції в точках продажу, [75] – проведення аналізу існуючих методів контролю показників якості м'ясної продукції та запропоновано шляхи оперативної ідентифікації її видів, [97] – здійснення аналізу запропонованого методу реалізації оптичного методу оперативної ідентифікації виду м'яса, [112] – розроблення алгоритму оперативного контролю якості м'ясної продукції, [125] – розроблення математичної моделі та моделі вирішального правила для

реалізації запропонованого оперативного візуального методу контролю якості м'яса. За результатами експериментів встановлено оптимальний діапазон значень освітленості та фон об'єкта дослідження.

Апробація результатів роботи. Основні теоретичні положення та результати дисертаційної роботи висвітлено і обговорено на 5 міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях і семінарах: Міжнародній науково-практичній конференції «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи» (Львів, 2013); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів та студентів за напрямком (Донецьк, 2014); XII Міжнародній конференції "Контроль і управління в складних системах" (Вінниця, 2014); 69-ій науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів «Економіка, управління та філософія соціальної дії» (Одеса, 2014); II Міжнародній науково-практичній конференції «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи» (Львів, 2015).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 11 наукових праць, серед них: 6 статей, з них 5 у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави, 5 тез доповідей на міжнародних, всеукраїнських та студентських науково-технічних та науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел зі 134 найменувань та 4 додатків, містить 132 сторінки друкованого тексту, включає 32 рисунки та 41 таблицю.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПОШУК ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

1.1. Аналіз сучасного стану нормативного забезпечення якості харчової продукції

Безпека харчової продукції є одним із важливих елементів, що визначають стан здоров'я громадян держави.

У сучасних умовах особливої актуальності набули проблеми продовольчої безпеки країни, серед яких однією із найважливіших є виробництво продуктів харчування, які б задовольняли вимогам показників якості й безпеки. Проведені в останні роки наукові й лабораторні дослідження та перевірки Держспоживстандартом України харчової продукції, що реалізується на вітчизняних продовольчих ринках, засвідчили, що тут виникла велика кількість проблем, пов'язаних із її якістю та безпечністю [2]. Узагальнюючи результати проведених перевірок, необхідно звернути увагу на найбільш типові з них, зокрема [1, 3, 4]:

- від третини до половини і навіть більше обсягу перевіреної харчової продукції вилучалося з реалізації в торговій мережі в останні роки внаслідок виявлення різних порушень на передостанньому етапі ланцюга «виробництво сировини → її переробка та випуск готової продукції → зберігання на складах → поставка в торгову мережу → реалізація → споживання»;

- найбільш поширеним фактором (близько 60% від обсягів перевірених випадків), що спричиняє погану якість м'ясної продукції виявилось недотримання вимог нормативних документів щодо рецептури виробів, заміни натуральної м'ясо сировини іншими супутніми матеріалами (емульсія, соєвий білок, борошно, субпродукти) та складниками штучного походження, різноманітними харчовими добавками, а в останні роки нерідко також генетично модифікованою соєю тощо.

Якість харчової продукції в значній мірі визначається якістю її виготовлення, яка залежить від якості вхідної сировини та точності [5]. Важлива

особливість чинної вітчизняної системи моніторингу якості й безпеки аграрної сировини і харчової продукції, на відміну від європейських країн, полягає в наявності кількох державних установ, відповідальних за цей напрям діяльності, зокрема [1, 4, 6]:

- Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики;
- Державного комітету ветеринарної медицини України;
- Департаменту організації санітарно-епідеміологічного нагляду Міністерства охорони здоров'я України, а також низки громадських організацій із захисту прав споживачів та тестуючих лабораторій різного функціонального призначення.

У Європейському Союзі ефективно діють не тільки загальні нормативні і правові акти, але й широкий перелік специфічних вимог і норм, метою яких є забезпечення безпеки харчових продуктів [7]. В Україні наглядом за безпекою харчової продукції займаються три державні структури: Міністерство сільського господарства України, Міністерство соціальних справ України і Міністерство економіки та комунікацій України. Постановою КМУ від 02.09.2015р. № 667 було затверджено Положення про Державну службу України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів.

Згідно цього Положення Державна служба України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів (Держпродспоживслужба) є центральним органом виконавчої влади, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України.

Система гарантування безпеки харчових продуктів в Україні включає чотири міністерства (Міністерство охорони здоров'я України, Міністерство аграрної політики та продовольства України, Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, Міністерство екології та природних ресурсів України) та сім комітетів і служб (Державна санітарно-епідеміологічна служба України, Державна служба з карантину рослин України, Державний комітет ветеринарної медицини України, України Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, Державна митна служба

України, Державна екологічна інспекція України, Національне агентство з акредитації України). Ця система, яка забезпечує контроль якості й безпеки на основі аналізу виробленої продукції, є недостатньо ефективною і не відповідає вимогам часу. Однією із проблем, що зумовлює такий стан, є відсутність єдиної інтегрованої інформаційної мережі про поточний стан безпеки харчової продукції в Україні [8]. Про це свідчить відсутність тенденції до зниження ризиків, пов'язаних із харчовими токсикоінфекціями та іншими негативними наслідками інтенсифікації сільського господарства, порушеннями під час виробництва, транспортування та реалізації харчових продуктів [2].

Результати лабораторних досліджень готової харчової продукції, а також продовольчої сировини публікуються, як правило, в науковій літературі, відображаються у звітах науково-дослідних установ за результатами проведених досліджень, а в останні роки отримали значне поширення на телебаченні та сторінках популярних газет [9]. Цю ситуацію можна пояснити тим, що фальсифікація харчової продукції тваринного походження набула масового характеру, про неї знають як виробники, так і споживачі. Однак реальні кроки з боку держави націлені на вирішення даної проблеми не здійснюються. Тому створюються нові громадські організації й тестувальні лабораторії, які проводять незалежну експертизу харчової продукції, й, у разі виявлення значних відхилень від нормативних вимог, з одного боку, намагаються поінформувати про це якнайширше коло споживачів з метою не допустити придбання ними неякісної та небезпечної продукції, а з іншого – доводять до відома органів Держспоживстандарту України встановлені факти з метою припинення випуску такої продукції або ж закриття виробництва взагалі.

Основні засади регулювання містяться в законі України «Про харчові продукти», Постанові Європейського парламенту і Ради ЄС № 178/2002/ЄС, в яких встановлюються загальні принципи і вимоги правових норм у галузі харчових продуктів. Усі постанови діють в країнах-членах напряму, тобто без їх обговорення в законодавстві кожної окремої країни. Однак вимоги директив повинні вноситися до внутрішніх нормативно-правових актів [2, 4].

Закон України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» №44 (371) від 5 листопада 2002 року регулює відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками) і споживачами під час розробки, виробництва, ввезення харчових продуктів на митну територію України, їх закупівлю, використання, споживання та утилізацію [10, 11]. Згідно закону, основними засадами державної політики є:

- пріоритетність збереження і зміцнення здоров'я людини та визнання її прав на належну якість і безпеку харчових продуктів і харчової сировини;
- створення гарантій безпеки для здоров'я людини під час виготовлення, ввезення, транспортування, зберігання, реалізації, використання, споживання, утилізації або знищення харчових продуктів та продовольчої сировини;
- державний контроль і нагляд за їх виробництвом, переробкою, транспортуванням, зберіганням, реалізацією, використанням, утилізацією або знищенням, які забезпечують збереження навколишнього природного середовища, ввезенням в Україну, а також наданням послуг у сфері громадського харчування;
- стимулювання впровадження нових безпечних науково обґрунтованих технологій виготовлення (обробки, переробки) харчових продуктів, продовольчої сировини і супутніх матеріалів;
- підтримка контролю якості харчових продуктів з боку громадських організацій;
- координація дій органів виконавчої влади в ході розробки і реалізації політики щодо забезпечення належної якості та безпеки харчових продуктів і продовольчої сировини;
- встановлення відповідальності виробників, продавців (постачальників) харчових продуктів, продовольчої сировини і супутніх матеріалів та забезпечення їхньої належної якості та безпеки для здоров'я людини під час виготовлення, транспортування, зберігання та реалізації, а також за реалізацію цієї продукції у разі її невідповідності стандартам, санітарним, ветеринарним та фітосанітарним нормам законодавства у сфері безпеки та якості продукції [12-

15]. Абсолютно безпечних продуктів не існує, оскільки фактично не існує жодного їхнього компонента, який не був би безпечним для тієї чи іншої категорії населення. У свою чергу, це дало змогу перевірити рівні ризику і встановити інші допустимі концентрації забруднювальних речовин [10].

Порівняльні дослідження міжнародного та українського законодавства у сфері безпеки та якості продукції [16], нормативно-правових актів, діючих на сьогоднішній день, наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння міжнародного та українського законодавства у сфері безпеки та якості продукції

Міжнародне законодавство	Українське законодавство
1	2
ПОСТАНОВА (ЕС) №178/2002 ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ І РАДИ Загальні принципи і вимоги закону про продукти харчування та процедури щодо безпеки продуктів харчування	Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів»
ПОСТАНОВА ЕС № 882/2004 Про офіційний контроль для забезпечення підтвердження відповідності закону про продукти харчування і корми правилам стосовно здоров'я і забезпечення тварин	Закон України «Про захист прав споживачів «
ПОСТАНОВА (ЕС) №853/2004 від 29 квітня 2004 року Встановлює особливі правила з гігієни продуктів харчування тваринного походження	Закон України «Про відповідальність постачальника за випуск і реалізацію неякісної і небезпечної продукції»
ПОСТАНОВА (ЕС) №854/2004 від 29 квітня 2004 року Встановлює особливі правила з організації офіційного контролю продуктів тваринного походження, призначених для вживання людиною	Закон України «Про стандартизацію»

Продовження Таблиці 1.1

1	2
<p>ДИРЕКТИВА РАДИ 2002/99/ЕС 16 грудня 2002 року Встановлює правила щодо забезпечення здоров'я тварин, якими користуються при управлінні виробництвом, переробкою, поширенням продуктів тваринного походження</p>	<p>Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення»</p>
<p>ДИРЕКТИВА 2000/13/ЕС ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ І РАДИ від 20 березня 2000 року Про наближення законів країн-членів стосовно маркування, презентації і реклами продуктів харчування</p>	<p>Закон України «Про підтвердження відповідності»</p>

Порівнюючи актуальні аспекти міжнародної та української нормотворчості, можна відзначити основні групи проблем при дотриманні вимог ЄС в Україні [11, 12, 16-19]:

- на державному рівні:
 - структурні та організаційні труднощі у сфері офіційного контролю;
 - відсутність або формальна наявність низки важливих складових системи контролю, прийнятої в ЄС;
 - брак гармонізації та прозорості;
 - брак компетентності та ресурсів;
 - координаційні та комунікаційні/інформаційні проблеми;
- на виробничому рівні:
 - неналежний стан матеріальної бази;
 - низька якість та невідоме походження сировини та інгредієнтів;
 - брак компетентності та ресурсів;
 - відсутність сталої методологічної допомоги;
 - людський фактор.

Крім цього, в Україні:

- відсутні ефективні механізми впровадження ринкового нагляду за дотриманням вимог щодо безпеки продукції;
- не запроваджені положення, стандарти Комісії «Кодекс Аліментаріус», застосування яких передбачене законом України «Про безпечність і якість харчових продуктів».

Основною розбіжністю у вітчизняному та європейському законодавствах є ставлення до таких категорій, як якість та безпека продукту. У країнах ЄС якість – це категорія комерційна, яка не підлягає контролю з боку держави. В Україні якість та безпека харчових продуктів є єдиним цілим.

Адаптація до міжнародних вимог повинна відбуватись з урахуванням національних особливостей України, щоб не втрачались українські звичаї та не порушувались смакові та технологічні традиції [20].

Проблема якості та безпеки продуктів харчування останнім часом набула особливої важливості у міжнародній торгівлі [21-23]. Ці показники також виступають істотним елементом конкурентоспроможності держави на міжнародному ринку.

В Україні питання якості та безпеки продуктів харчування дуже актуальне [5], особливо з огляду на те, що смертність від отруєння небезпечними продуктами харчування перевищує смертність від нещасних випадків на виробництві, а за показником «якість життя», представленого в доповіді ООН, який враховує тривалість життя, екологічний стан та інші показники, Україна в 2009 р. посідає 85 місце. Тому можна зробити висновок, що висока якість життя без дотримання безпеки харчових продуктів та гарантування їх якості неможлива [24]. Основними пріоритетами щодо якості та безпеки продуктів харчування є [25]:

- 1) контроль за якістю та безпекою продовольчої сировини і супутніх матеріалів, харчових продуктів, особливо дитячих;
- 2) контроль за безпекою імпортової продукції, особливо виготовленої на основі генетично модифікованих організмів (обов'язкове маркування такої продукції);

3) подальше удосконалення нормативно-правової бази, зокрема, розроблення національних медико-біологічних вимог і санітарних норм якості продовольчої сировини та харчових продуктів;

4) надання громадянам юридичної підтримки у відшкодуванні їм матеріальних і моральних збитків у разі заподіяння шкоди здоров'ю від вживання небезпечних продуктів харчування;

5) організація санітарної просвіти населення щодо профілактики харчових отруень та аліментарної профілактики негативного впливу дії чинників довкілля.

Основна мета впровадження вказаних пріоритетів полягає у забезпеченні умов створення та споживання в Україні екологічно чистої харчової продукції.

Якщо досліджувати проблему створення системи екологічної сертифікації в Україні сьогодні, то сучасний напрямок створення і розвитку даної системи визначений у ст. 48 «Співпраця в галузі оцінювання стандартів та оцінювання відповідності» Угоди про партнерство та співпрацю між Європейським Союзом і Україною. У цій Угоді сторони, зокрема, намагаються сприяти застосуванню технічних правил Співтовариства та європейських стандартів і процедур оцінювання відповідності через створення системи екологічної сертифікації України. Завдання цієї системи, її функції та організаційні засади розглядаються крізь призму досягнення балансу в економічному розвитку та стані екологічної та продовольчої безпеки. Останнім часом також розроблені Концепція національної екологічної політики України на період до 2020 року та Стратегія економічного та соціального розвитку України «Шляхом європейської інтеграції» на 2005–2015 рр., в яких декларується утвердження європейських стандартів соціально-економічного розвитку, відповідного рівня та якості життя населення з координацією на збереження навколишнього природного середовища та підвищення рівня якості та безпеки харчових продуктів [10, 18, 25].

Згідно з законом України «Про безпеку та якість харчових продуктів», безпечним є такий харчовий продукт, який не створює шкідливого впливу на

здоров'я людини безпосередньо чи опосередковано за умов його виробництва та обігу з дотриманням вимог санітарних заходів та споживання (використання) його за призначенням. Особам, які займаються виробництвом або введенням в обіг харчових продуктів, забороняється виробляти та/або вводити в обіг небезпечні, непридатні до споживання або неправильно марковані харчові продукти. Даний Закон також вимагає, щоб особи, які займаються виробництвом або введенням в обіг харчових продуктів, застосовували санітарні заходи та належну практику виробництва, системи НАССР та/або інші системи забезпечення безпеки та якості під час виробництва та обігу харчових продуктів [26].

Однак реалізація завдань ускладнена значним відставанням методів контролю якості харчової продукції [24, 25]. Ці методи можна розділити на:

- 1) фізичні методи визначення фізичних властивостей продукту за допомогою фізичних приладів;
- 2) хімічні методи, які визначають хімічний склад і хімічні властивості компонентів харчових продуктів;
- 3) фізико-хімічні методи, які дають можливість визначити хімічний склад продукту за допомогою фізичних приладів;
- 4) біохімічні методи, які встановлюють активність і характер біохімічних процесів, що можуть відбуватися під час вироблення, зберігання або використання харчової продукції;
- 5) біологічні, які в свою чергу поділяються на:
 - фізіологічні методи, що допомагають виявити ступінь засвоєння їжі, її окремих речовин, реальну енергетичну цінність продуктів;
 - мікробіологічні методи, які визначають ступінь забруднення харчових продуктів мікроорганізмами, наявність у продуктах бактерій.

Тому важливим завданням організації сучасних технологічних процесів виготовлення харчової продукції є вдосконалення систем вимірювань та контролю, основою ціллю яких буде оперативний вплив на процес

виготовлення харчової продукції з метою мінімізації ризиків для споживачів та навколишнього середовища [27, 28].

Ефективним шляхом вдосконалення систем моніторингу якості харчової продукції є підвищення ступеня інформатизації процесів контролю технологічних режимів виготовлення продукції та інтегрування сучасних інформаційних технологій у процеси забезпечення необхідного рівня якості харчової продукції. Важливим чинником забезпечення якості харчової продукції є створення умов для залучення споживача в процес контролю.

1.2. Аналіз показників якості харчової продукції тваринного походження

Якість м'яса і його біологічна цінність залежить не лише від хімічного, а й від морфологічного складу. За своїм морфологічним складом м'ясо не однорідне: до нього входять м'язова, сполучна, жирова і кісткова тканина, кров, лімфатичні вузли та елементи нервової тканини [29].

Частка окремих тканин залежить від виду й породи тварин, статі, віку, вгодованості, частини туші (таблиця 1.2) [30].

Таблиця 1.2 – Частка окремих тканин, % до розробленої туші

Тканини	Яловичина	Свинина	Баранина
М'язова	57...62	39...58	49...56
Сполучна	9...12	6...8	7...11
Жирова	3...16	15...45	4...18
Кісткова і хрящова	17...29	10...18	20...35
Кров	0,8...1	0,6...0,8	0,8...1

М'язова тканина є основною частиною м'яса. Вона є сукупністю м'язових волокон і сполучнотканинних оболонок, що кількісно переважають [30-32].

Сполучна тканина виконує в організмі опорно-механічну, захисну і трофічну функції. Основними структурними утвореннями сполучної тканини є колагенові і еластинові волокна, які зумовлюють жорсткість м'яса.

Жирова тканина – це різновид сполучної тканини, в якій жирові клітини утворюють великі скупчення. Жирова тканина відіграє важливу роль у

формуванні споживчих властивостей м'яса. Вміст та місце її відкладення залежать від виду, віку, породи, статі, вгодованості тварини, способу відгодівлі [32].

Кісткова і хрящові тканини є різновидами сполучної тканини. Кісткова тканина відрізняється сильно розвиненою міжклітинною речовиною, що складається з органічної і неорганічної частин і води. В міжклітинній речовині розташовані кісткові клітини і проходять кровоносні судини [33]. Хрящова тканина складається із дуже розвиненої аморфної (основної) щільної речовини, в якій містяться клітини, найтонші волоконця, краплини жиру і гліцерину [34].

Кров. Частка її коливається від 4,5 до 8,3 до живої маси тварин. Під час забою виділяється до 60 % крові із тіла тварин [35].

Співвідношення тканин, що входять до складу м'яса, обумовлює його хімічний склад і харчову цінність. Чим більше в м'ясі м'язової тканини, тим більшу поживну цінність воно має як білковий продукт тваринного походження [29].

Зі збільшенням у м'ясі сполучної тканини у нього зменшується вміст незамінних амінокислот і знижується біологічна цінність.

М'ясо різних тварин відповідно до особливостей морфологічного складу відрізняється за вмістом води, білка і жиру, а також за енергетичною цінністю (таблиця 1.3) [36]. Цінність м'яса як білкового продукту обумовлена загальною кількістю повноцінних та неповноцінних білків. За білковою цінністю яловичина, баранина та свинина практично однакові [37].

Таблиця 1.3 – Масова частка хімічних речовин в основних видах м'яса

М'ясо	Вміст, г на 100г їстівної частини				Енергетична цінність, кДж
	води	білка	жиру	золи	
1	2	3	4	5	6
Яловичина	67,7	18,9	12,4	1,0	782
Баранина	67,7	16,3	15,3	0,8	849
Свинина	51,6	14,6	33,0	0,8	1485
Кури	61,9	18,2	18,4	0,8	1008
Гуси	45,0	15,2	39,0	0,8	1724
Качки	45,6	15,8	38,0	0,6	1695

Аналіз біологічної цінності передбачає розрахунок збалансованості незамінних амінокислот, коефіцієнта використання білка (КВБ) – процентне співвідношення засвоєного білка до прийнятого, коефіцієнта ефективності білка (КЕБ) – відношення приросту дослідних тварин до 1 г використаного білка. У порівнянні з «ідеальним білком» КВБ окремих видів продуктів складає, %: яловичини – 88,3; свинини – 86,2; молока 69,2; ізоляту соєвого білка – 62,6; гороху, квасолі – 57,9 [35, 37].

Амінокислотний склад м'яса різних видів тварин неоднаковий і залежить від багатьох факторів, але в одного виду тварин він відносно постійний (таблиця 1.4) [29].

Таблиця 1.4 – Вміст амінокислот у м'ясі (% до загального білка)

Амінокислоти	М'ясо		
	яловичина	свинина	Баранина
Незамінні			
Аргінін	6,6	6,4	6,9
Валін	5,7	5,0	5,0
Гістидин	2,3	3,2	2,7
Ізолейцин	5,1	4,9	4,8
Лейцин	8,4	7,5	7,4
Лізин	8,4	7,8	7,6
Метіонин	2,3	2,5	2,3
Треонін	4,0	5,1	4,9
Фенілаланін	4,0	4,1	3,9
Триптофан	1,1	1,4	1,3
Замінні			
Аланін	6,4	6,3	6,3
Аспарагінова кислота	8,8	8,9	8,5
Гліцин	7,1	6,1	6,7
Глютамінова кислота	14,4	14,5	14,4
Пролін	5,4	4,6	4,8
Серин	3,8	4,0	3,9
Тирозин	3,2	3,0	3,2
Цистин	1,4	1,3	1,3

Різні види м'яса відрізняються за складом ліпідів і вмістом жирних кислот (таблиця 1.5), а також за кількістю вітамінів [36]. Наявність у м'ясі жирів поліпшує його органолептичні якості, однак кращим за смаковими та

харчовими якостями вважається м'ясо, в якому міститься рівна кількість білкових та жирових сполук [37].

Таблиця 1.5 – Масова частка ліпідів і жирних кислот у м'ясі тварин

Ліпіди і жирні кислоти	Вміст, г на 100г їстівної частини		
	Яловичина	Свинина	Баранина
Тригліцериди	13,10	15,30	32,00
Фосфоліпіди	0,80	0,88	0,84
Холестерін	0,07	0,07	0,07
Есенціальні поліненасичені жирні кислоти:			
- лінолева	0,35	0,33	3,28
- ліноленова	0,12	0,14	0,22
- арахідонова	0,017	0,016	0,14

Вітаміни. М'ясо є добрим джерелом вітамінів: у ньому містяться майже всі вітаміни: А, С, D, Е, В. Проте, в практичному відношенні, м'ясо є цінним як джерело вітамінів групи В. Більшість вітамінів групи В стійка до високих температур і не руйнується внаслідок технологічної та кулінарної обробки м'яса [29].

Запах і смак м'яса залежать від кількості і складу екстрактивних речовин (азотисті і безазотисті), які не мають харчової цінності, але позитивно впливають на смакові властивості та стимулюють дію секретії травних залоз [38]. На формування смакоароматичних характеристик м'яса впливають глютаміон, карнозин, ансерин, глютамінова кислота, треонін, сірковмісні амінокислоти, продукти розпаду нуклеотидів, креатин, креатинін, широкий спектр легких компонентів (сірковмісні, азотовмісні, карбонільні сполуки, жирні кислоти, кетокислоти, продукти реакції меланоїдіноутворення), які під час теплової обробки легко переходять в екстракт [37].

Мінеральні речовини знаходяться в м'язовій і кістковій тканинах в розчиненому в саркоплазмі стані і в зв'язаній формі з білком, вони легко засвоюються організмом людини, впливають на синтез білка, обмін речовин, є активаторами ферментів [32]. Залежно від кількості, в якій мінеральні речовини містяться у м'ясі, їх прийнято поділяти на макроелементи і мікроелементи. До

макроелементів належать мінеральні речовини, вміст яких у тканинах вимірюється десятими відсотка (таблиця 1.6) [29].

Таблиця 1.6 – Вміст макроелементів у м'язовій тканині тварин (мг %)

Макроелементи	Вид м'яса		
	яловичина	свинина	баранина
Фосфор	180-220	180-220	180-210
Калій	370-370	270-300	270-320
Натрій	50-80	40-70	60
Кальцій	7-12	8-12	10-12
Магній	15-24	20-24	22-23
Залізо	2,4-3,0	1,7-2,5	1,7-2,7
Цинк	1,7-5,0	1,4-5,0	3-5
Хлор	76	60	-
Сірка	130-230	215	130-140

Мікроелементами називають мінеральні речовини, вміст яких у тканинах менший, ніж 0,01 % (таблиця 1.7) [29].

Таблиця 1.7 – Вміст мікроелементів у м'язовій тканині тварин (мг %)

Мікроелементи	Вид м'яса		
	яловичина	свинина	баранина
Мідь	0,01-0,018	0,03-0,17	0,09
Марганець	0,009-0,010	0,01-0,04	0,03
Кобальт	0,003-0,005	0,004-0,005	0,003-0,006
Молібден	0,005-0,010	0,007-0,012	0,009-0,012
Нікель	0,007-0,008	0,006-0,007	0,009
Олово	-	0,004	0,004
Алюміній	0,50	0,44	0,43
Свинець	0,008	0,008	0,004
Хром	0,001-0,02	0,002-0,02	0,002-0,01
Барій	0,004	0,04	-
Ванадій	0,05	0,007	-
Фтор	0,02-0,6	-	-
Йод	0,014	0,013	-

Таким чином, можна відзначити, що харчова продукція тваринного походження характеризується значним різноманіттям показників, які впливають на їх якість, що утруднює процес оцінки її відповідності потребам споживача. Для більш детального виявлення проблематики процесу контролю

якості м'ясної продукції доцільно здійснити аналіз існуючих методів її контролю.

1.3. Аналіз методів контролю якості м'ясної продукції

М'ясна продукція належить до найважливіших продуктів харчування як джерело повноцінних білків, а також жирів, мінеральних, екстрактивних речовин і деяких вітамінів [39]. М'ясо являє собою харчовий продукт, що складається з м'язової тканини теплокровних травоядних тварин і птиці, що пройшов певну технологічну обробку і готовий для реалізації та використання в їжу.

Класифікують м'ясо за видом, статтю, віком, вгодованістю та термічною обробкою.

Залежно від виду забійної травоядної тварини, розрізняють такі види м'яса: яловичину, свинину, баранину, козлятину, конину та кролятину [41].

Для ідентифікації видів м'ясної продукції використовують шляхи наведені на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Основні шляхи ідентифікації м'ясної продукції

При фальсифікації м'яса і м'ясних продуктів підробляють одну або декілька характеристик товару, що дозволяє виділити такі види фальсифікації:

асортиментну і якісну (дивитися рисунок 1.2). Кожний вид фальсифікації має свої засоби підробки товару [41].

Асортиментна фальсифікація – підробка здійснюється шляхом повної або часткової заміни товару його заміниками зі збереженням типових ознак. Такі заміники дешеві, схожі за більшістю характерних ознак. Фальсифікація може здійснюватись шляхом часткової заміни продукту водою, додавання в продукт заміника зниженої цінності, який імітує натуральний продукт, заміни натурального продукту імітаторами. Всі заміники поділяються на харчові та нехарчові [42].

Якісна фальсифікація – підробка товарів за допомогою харчових і нехарчових добавок для покращення органолептичних властивостей при збереженні інших властивостей або заміна товаром нижчої якості. При якісній фальсифікації використовують різні добавки та ідентичні товари низького рівня якості. Фальсифікація здійснюється за допомогою використання добавок, здатних імітувати поліпшення якості товару, шляхом пересортиці [42].

Фальсифікація найбільш розповсюджених видів м'ясної продукції (курятини, свинини, баранини) зустрічається не дуже часто тому, що більшість споживачів достатньою мірою обізнані зі споживними властивостями та ідентифікаційними ознаками цих видів м'яса. Але, інколи, можна зустрітися з випадками заміни більш цінного виду м'яса менш цінним. Наприклад, у процесі реалізації яловичину можуть замінити молодою кониною, свинину – собачим м'ясом, кролятину чи зайчатину – котячим м'ясом. У деяких випадках розпізнати таку фальсифікацію можна легко. Це стосується тих випадків, коли ідентифікується м'ясо у тушках або у великих відрубках [43-46]. У цьому випадку важливою ідентифікаційною ознакою є анатомічні особливості кісток скелета, на основі яких досить легко і з великою імовірністю можна визначити, якому виду тварин належить дане м'ясо.



Рисунок 1.2 – Види фальсифікації м'ясної продукції та існуючі методи її розпізнавання

Порівнюючи способи асортиментної фальсифікації і фальсифікації якості, ми бачимо, що деякі з них (розведення продуктів водою, введення більш дешевих компонентів сировини за рахунок більш дорогіших) пов'язані одночасно з обома видами фальсифікації. Вони були розглянуті в асортиментній фальсифікації [39, 41]. Найчастіше асортиментна фальсифікація м'яса спостерігається на ринках та місцях стихійної торгівлі, а також, коли м'ясо піддається подальшій технологічній переробці. Цьому сприяє реалізація м'яса дрібними шматками, коли зовсім неможливо визначити біологічну та морфологічну належність виду м'яса.

На жаль, стандарт України не зобов'язує друкувати перелік речовин, які входять до складу продуктів. Хоча, в Законі України «Про якість та безпеку

харчових продуктів і продовольчої сировини» вказано, що на маркуванні повинна бути «інформація про склад харчового продукту, якщо він виготовлений з кількох складників, із зазначенням переліку назв використаних у процесі виготовлення інших продуктів харчування, харчових добавок, барвників, інших хімічних речовин або сполук» [47]. Споживач може тільки бути вдячний виробникам, які перелічують всі речовини, що входять до складу продукту.

На сучасному етапі формування вільного ринку в Україні актуальною проблемою є вивчення властивостей товарів, встановлення їх натуральності та виявлення підробок [39]. Ідентифікація товарів є важливою дією при оцінці якості та встановленні їх відповідності еталоном або вимогам. Складність такої ідентифікації полягає в тому, що в більшості випадків відсутня інформація про реальні значення показників якості конкретної партії харчових продуктів.

Сучасні методи досліджень дають змогу виявити такі мікродози забруднення продуктів харчування, про які раніше не підозрювали навіть науковці, а також зробити висновок про те, що абсолютно безпечних продуктів не існує, оскільки практично немає жодного їхнього компонента, який не був би небезпечним для тієї чи іншої категорії населення. Такі висновки є підставою для перегляду рівнів ризику і встановлення інших допустимих концентрацій забруднювальних речовин. Ще одним проблемним аспектом в цій галузі є фальсифікація продуктів харчування [43-46]. Складність фальсифікації товару за певними критеріями ідентифікації можуть бути гарантом надійності ідентифікації. Важливо в якості критеріїв ідентифікації вибирати такі характеристики, щоб при підробці фальсифікація не мала сенсу. Під час проведення експертизи використовують різні методи оцінювання якості харчових продуктів [48]. Фантазія фальсифікаторів безмежна, методи повинні постійно вдосконалюватися, це забезпечить своєчасне і достатньо повне визначення неякісних зразків. Усі відомі методи експертизи харчових продуктів поділяються на дві групи: об'єктивні й суб'єктивні (або евристичні) (таблиця 1.8).

Таблиця 1.8 – Методи оцінювання якості м'ясної продукції

Назва методу		Суть методу	Застосування методу
1		2	3
Об'єктивні	Вимірювальний	оснований на вимірюванні та аналізі показників якості за допомогою засобів вимірювань і виражається в кількісних показниках	визначення хімічного складу, придатності і технологічних якостей м'ясної продукції; визначення лабораторної і польової схожості, а також наявності в м'ясних продуктах токсичних речовин; встановлення справжності м'ясного продукту, наявності в м'ясних продуктах домішків та паразитів
	Реєстраційний	оснований на спостереженні і підрахунках кількості окремих випадків	відмовлень виробу при випробуваннях, підрахунку числа дефектних виробів в партії і т.ін.
	Розрахунковий	здійснюється на основі використання теоретичних і (або) емпіричних залежностей показників якості м'ясної продукції від її параметрів	показники якості м'ясної продукції визначають за допомогою розрахунків з використанням значень параметрів, одержаних іншими методами
Суб'єктивні або евристичні	Органолептичний	якість м'ясної продукції визначається за допомогою органів відчуттів людини (зору, слуху, дотику, смаку)	визначає зовнішній вигляд, смак, запах, колір, структуру, консистенцію, ступінь подрібнення

Продовження Таблиці 1.8

1	2	3	4
	Соціологічний	визначення показників якості м'ясної продукції здійснюється на основі збору і аналізу думок фактичних і можливих споживачів	збір думок споживачів проводять опитуванням або за допомогою розповсюдження спеціальних анкет, проведення конференцій, нарад, виставок, дегустацій
	Експертний	оснований на визначенні кількісних показників продукції на базі рішень, які приймає група спеціалістів-експертів	для визначення якості м'ясної продукції органолептичним методом, а також при атестації якості продукції. Застосовують коли неможливо або ускладнено використовувати більш об'єктивні методи

Порівняльний аналіз методів визначення показників якості м'ясної продукції дозволяє стверджувати, що в сучасних умовах найбільш об'єктивними та оперативними є вимірювальні методи. Ефективність застосування вимірювальних методів, в значній мірі, визначається можливістю їх застосування на всіх етапах життєвого циклу м'ясної продукції. Однак, враховуючи складність вимірювання показників м'яса відомими інструментальними методами, доцільно особливу увагу приділити розвитку методів оперативного контролю м'яса [49, 50]. Також, враховуючи, що якість м'яса визначає його ціну та рівень довіри споживача доцільно розробити методи контролю, які можна масово використовувати в точках продажу продукту.

М'ясо відноситься до категорії швидкопсувних продуктів, тому воно підлягає постійному санітарному контролю [51-53].

Одним з найпростіших методів визначення виду м'яса і ступеня псування є люмінесцентний. Люмінесцентним методом можна досліджувати як безпосередні проби м'яса, так і водні витяжки з нього.

За допомогою люмінесцентного методу можна визначити вид м'яса та до якого сорту воно належить. М'язова тканина м'яса тварин володіє власною флуоресценцією червонувато-коричневих тонів, причому для м'язів яловичини характерна оксамитові темно-червоні відтінки, для баранини – темно-коричневі, для свинини – світло-коричневі, для конини – темно-коричневий з помаранчевим відтінком [54].

При початковій стадії псування м'яса флуоресценція м'язових волокон втрачає характерну оксамитовість і набуває темнішого фону свічення. На загальному темному фоні свічення з'являються специфічні колонії гнильних бактерій, що світяться. Явно несвіже м'ясо має тьмяну флуоресценцію бордового кольору з суцільним нальотом зеленувато-жовтого або зеленувато-блакитного кольору. Цистицерки, що містяться в м'ясі при ультрафіолетовому освітленні дають інтенсивне рожево-помаранчеве світіння [53, 55].

Таблиця 1.9 – Показники свіжості яловичого м'яса

Ступінь свіжості м'яса	Колір люмінесценції м'язових тканин	Колір люмінесценції м'ясного екстракту
М'ясо свіжіше	Оксамитовий темно-червоний	Темний жовто-зелений
М'ясо з початковими ознаками псування	Темніший фон свічення з одиничними крапками, що світяться	Зеленувато-блакитний
М'ясо несвіжіше	Тьмянний бордовий нерівномірний з множинними зеленуватими плямами, що світяться	Блакитний

При визначенні виду м'яса необхідно використовувати свідомо свіжі зразки. Дослідження проводять за описаним вище методом [56, 57]. Дані для оцінки наведені в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Флюоресценція окремих видів м'яса і різних тканин

Вид м'яса	Колір флюоресценції
Яловичина	Темно-червоний або червонувато-фіолетовий з бархатистим і бурим відтінком
Баранина	Темно-коричневий
Свинина	Рожевий з коричневим відтінком
Телятина	Світло-коричневий
Конина	Темно-коричневий з іржавим відтінком
Кістки і сполучно-тканинні утворення (сухожилля, фасції, хрящі)	Ясно-блакитний
Жирова тканина	Ясно-жовтий

Люмінесцентний аналіз дозволяє виявляти псування продуктів харчування (наприклад, м'яса, риби) на ранніх стадіях, коли воно ще не може бути виявлене органолептичними методами [58, 59]. Люмінесценція дозволяє відрізнити чисту речовину від забрудненої при малій кількості домішок (1...2%).

Таким чином, за результатами проведеного аналізу визначимо основні напрямки подальших досліджень щодо вдосконалення метрологічного забезпечення якості харчової продукції тваринного походження, будемо вважати:

- визначення основних вимог до системи контролю якості м'ясної продукції;
- обґрунтування доцільності використання візуальних методів контролю для оперативної ідентифікації виду та оцінювання рівня якості м'ясної продукції;
- розробка оперативного методу ідентифікації та оцінювання якості харчової продукції тваринного походження в місцях її продажу на основі використання оптичного методу;

- розробки математичної оптичної моделі відповідності м'ясної продукції, використання якої дозволять формалізувати задачу контролю якості м'яса за цифровими зображеннями досліджуваних зразків;
- дослідження органолептичних показників якості сирого м'яса (телятини, свинини та курки) та на підставі результатів експериментальних досліджень визначення системи показників якості м'ясної продукції для здійснення візуальної ідентифікації видів та рівня якості м'яса;
- експериментальне дослідження оптичних властивостей м'яса під дією основних впливних факторів, а саме: різного рівня його освітлення, співвідношення яскравостей фону, температурних режимів та терміну зберігання;
- побудова математичних моделей оптичної ідентифікації м'ясної продукції з врахуванням його умов зберігання (температурний режим) та терміну зберігання;
- розробка алгоритму ідентифікації та оцінювання рівня якості м'яса та на його основі програмного додатку, яке буде сумісним із сучасними інформаційними пристроями та придатним для масового застосування;
- розробка рекомендацій для створення системи збору інформації для кіберфізичних систем моніторингу виробництва та реалізації продукції тваринного походження, а саме структурування показників та типу інформації, яка необхідна для роботи такої кіберфізичної системи на кожному етапі.

Висновки по розділу 1

1. Проаналізовано нормативно-правове забезпечення якості харчової продукції. На основі порівняння міжнародного та українського законодавства у сфері безпеки та якості продукції, встановлено доцільність розроблення національних стандартів у цій сфері та розвитку ефективних систем метрологічного забезпечення контролю якості харчової продукції на етапі її виготовлення та реалізації, що стане вагомим інструментом мінімізації ризиків як виробника та споживача від невідповідності харчової

продукції, що в сукупності, дозволить підвищити безпечність та конкурентоспроможність вітчизняної харчової продукції.

2. Доведено доцільність підвищення вірогідності контролю якості харчової продукції тваринного походження шляхом розроблення та впровадження оперативних методів контролю в місцях продажу.
3. За результатами проведеного аналітичного дослідження систематизовано найважливіші чинники, які впливають на якість харчових продуктів тваринного походження.
4. Здійснено аналіз основних аспектів розвитку метрологічного забезпечення якості харчової продукції тваринного походження, на основі якого сформовано проблематику та напрямки подальших досліджень.

РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ М'ЯСНОЇ ПРОДУКЦІЇ

2.1. Систематизація вимог до системи оперативного контролю якості м'ясної продукції

На сьогоднішній день існує гостра потреба в методах і засобах контролю якості м'ясної продукції в місцях її розповсюдження [60].

Існують різні погляди відомих науковців на відокремлення тих чи інших принципів удосконалення системи метрологічного забезпечення виробництва харчової продукції: Дейнеко Л.В., Заїнчковський А.О., Крисанов Д.Ф., Мармуль Л.О., Москалюк В.Є., Мостенська Т.Л., Орлов О.О., Прядко В.В., Саблук П.Т., Сичевський М.П. та інші [61].

Сьогодні метрологічне забезпечення є важливим елементом загальної системи забезпечення якості і забезпечує цю систему об'єктивною інформацією на кожному з етапів життєвого циклу продукції. Сучасні технологічні процеси є складними організаційно-технічними системами [40, 62] для забезпечення ефективного управління якими необхідно вимірювати значну кількість параметрів. Тому організація метрологічного забезпечення в значній мірі визначає ступінь керованості технологічного процесу, а отже і ступінь відповідності продукції встановленим вимогам. Оскільки м'ясна продукція є важливою складовою харчового раціону сучасної людини, то очевидно, що забезпечення якості м'ясної продукції є обов'язковою умовою збереження здоров'я нації.

Дослідження показують [63], що на сьогоднішній день відсутній системний підхід до аналізу та вдосконалення метрологічного забезпечення процесів виготовлення та розповсюдження продукції. Наприклад, якщо в межах окремих елементів метрологічного забезпечення ще існує певна систематизація вимог до їх розвитку, то взаємозв'язки між елементами є недостатньо визначеними і часто носять директивно-деклараційний характер, що стає вагомим стримуючим фактором для впровадження інновацій.

Аналіз процесів забезпечення та контролю якості продукції показує, що їх можна розглядати як результат функціонування різних підсистем з множиною відомих та невідомих причинно-наслідкових зв'язків та параметрів [26, 39, 63]. Світові тенденції розвитку виробництва вимагають впровадження систем управління якістю на підприємствах з метою підвищення конкурентоспроможності продукції, а це в свою чергу змушує організувати постійний метрологічний моніторинг за процесами забезпечення якості продукції. Однак, сьогодні відсутні методи та засоби, які дозволяють споживачу здійснити оперативну ідентифікацію виду та рівня якості м'ясної продукції в місцях їх продажу.

Встановлення зв'язку між рівнем якості м'ясної продукції та рівнем метрологічного забезпечення процесу її створення є важливою умовою дотримання виробником встановлених вимог до конкретного виду продукції [64]. Чим тісніше пересікаються сфери зацікавлення виробника та споживача тим більше зростає потреба в цьому виді продукції.

Оскільки м'ясна продукція реалізується у великій кількості точок, то для контролю її відповідності важливо використовувати методи контролю саме в точках розповсюдження. Причому результати контролю необхідно отримувати оперативно ще до здійснення факту купівлі, що забезпечить високий ступінь довіри споживача до якості продукції. Метрологічні вимоги споживача мають бути інформаційною основою процесів забезпечення необхідного рівня якості м'ясної продукції та сприяти отриманню споживачем своєчасної і достовірної інформації про якість конкретного виду продукції.

Однак, існуючі інструментальні методи контролю якості м'ясної продукції не дозволяють забезпечити такий підхід, що зумовлює потребу у розробленні нових засобів та методик контролю м'ясної продукції [61].

Основні вимоги до системи контролю якості м'ясної продукції сформулюємо наступним чином:

- оперативність – це властивість системи контролю, що характеризує швидкість та своєчасність отримання вимірювальної інформації про стан об'єкту контролю;
- вірогідність – властивість, що характеризує дані на точність, повноту та змістовність;
- доступність – властивість інформаційного ресурсу, яка полягає в тому, що користувач та/або процес, може використовувати цей ресурс відповідно до правил, встановлених ustalеною практикою не очікуючи довше заданого (прийняттого) інтервалу часу.

Застосування цих вимог при створенні системи контролю якості м'ясної продукції дозволить включити споживача в процес контролю, що сприятиме підвищенню відповідальності виробника за якість продукції. Такий підхід представлений на рисунку 2.1.

Розглянемо, більш детально окремі вимоги методів контролю якості м'ясної продукції.

Оперативність. Мета застосування цієї вимоги полягає в тому, щоб створити можливість реагувати на дії виробника в процесі виконання задачі забезпечення якості м'ясної продукції. Важливою характеристикою, яка впливає на якість процесів вимірювання, є оперативність контролю. Оперативність – це властивість метрологічне забезпечення, що характеризує швидкість та своєчасність отримання вимірювальної інформації про стан об'єкту контролю [61, 62, 65]. В багатьох випадках оперативність контролю характеризує «старіння» інформації, отриманої в процесі контролю, що може привести до пізнього введення коригувальних дій.

Визначення узагальненого показника оперативності є складною процедурою і потребує ретельного дослідження метрологічне забезпечення на основі моделювання реальних процесів вимірювання. Широке застосування експериментальних методів в промисловості стримується через потребу мінімізації витрат з метою підвищення конкурентоздатності продукції.

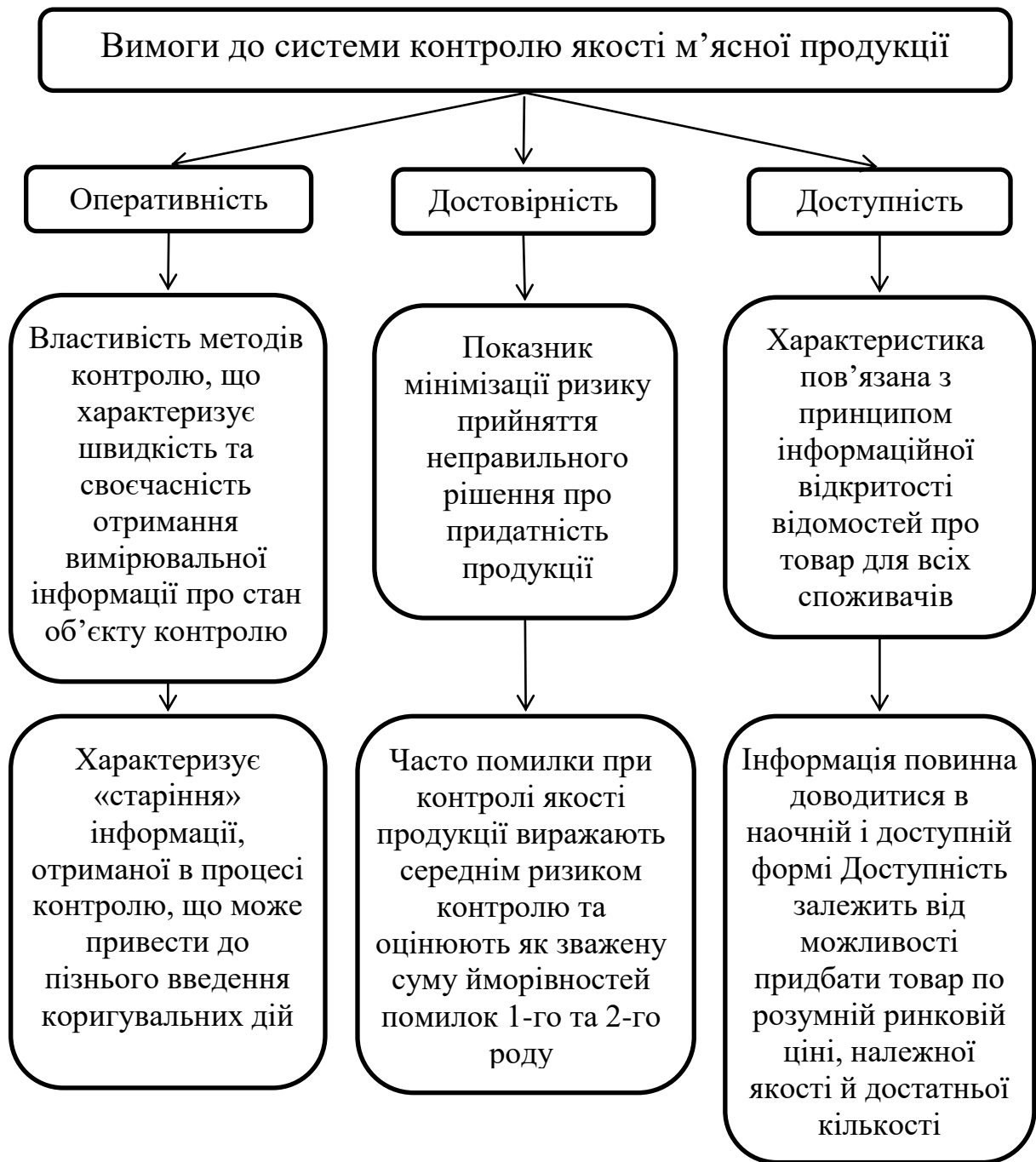


Рисунок 2.1 – Вимоги до методів контролю якості м'ясної продукції

Тому для вирішення більшості практичних задач узагальнений показник оперативності системи контролю якості оцінюють за наступним виразом [66]:

$$O = \frac{t_D}{t_P} \cdot K_B, \quad (2.1)$$

де t_D – допустимий час виконання вимірювального контролю; t_P – реальний час виконання вимірювального контролю; K_B – коефіцієнт відповідності системи оперативного контролю якості м'ясної продукції.

Коефіцієнт відповідності системи контролю якості м'ясної продукції K_B визначає ступінь відповідності (адекватності) отриманої інформації реальному об'єктивному стану рівня якості м'ясної продукції. Неадекватна інформація може утворюватися при створенні нової інформації на основі неповних або недостовірних даних. Проте і повні, і достовірні дані можуть приводити до створення неадекватної інформації у разі застосування до них неадекватних методів.

Допустимий час виконання вимірювального контролю, як правило регламентується вимогами нормативних документів на процеси здійснення контролю [67]. Однак часто виникають ситуації відсутності регламентованих вимог. Тому для оцінювання впливу оперативності контролю доцільно стандартизувати показники, які б однозначно визначали вплив оперативності контролю на якість контролю в цілому. З точки зору споживача вимога «оперативності» сприятиме отриманню ним об'єктивної інформації про рівень якості контрольованою ним продукції, що забезпечить високий ступінь довіри споживача до якості продукції.

Вірогідність. Якість процедури контролю, ступінь його правдоподібності характеризується вірогідністю контролю [67, 68]. Вірогідністю контролю є ступінь довіри до ухвалених рішень в процесі контролю і характеризується мірою їх визначеності після контролю об'єкту. Як показник якості контролю використовується ймовірність ухвалення правильного рішення за наслідками контролю. Кількісною оцінкою вірогідності є ймовірність того, що результат контролю відповідає дійсному стану об'єкту контролю. В ідеальному випадку контроль дає абсолютно вірний результат, і тоді ймовірність дорівнює 1. Однак для реальних процесів неможливо досягнути абсолютної вірогідності контролю [69, 90]. Основними причинами цього можуть бути:

- невідповідність об'єкта контролю приписаній йому моделі, що

звичайно пов'язано з необхідністю спрощення процедури контролю;

- наявність похибок вимірювання контрольованого параметра;
- невідповідністю алгоритму прийняття рішення про придатність (непридатність) продукції.

Тоді ймовірність прийняття правильного рішення при контролі, власне достовірність контролю, визначається виразом:

$$D = 1 - (\alpha + \beta), \quad (2.2)$$

де α – ризик споживача, який, як правило встановлюється на рівні (2...5) %; β – ризик виробника, який, як правило встановлюється на рівні (5...8) %

Дослідження [61, 66, 71] показують, що величина ризиків виробника та споживача є функціями сумісного розподілу ймовірності контрольованого параметра та похибки вимірювання, контрольного допуску, коефіцієнта асиметрії поля допуску, систематичної похибки та контрольних приростів поля допуску по нижній та верхній межах.

При контролі якості продукції все частіше використовують поняття ризиків. Будь-які ризики, які є наслідком прийняття неправильного рішення про придатність/непридатність продукції розділяють на ризики виробника та ризики споживача. Ризиком виробника називають частку неправильно забракованої продукції, яка насправді є придатною до використання. Ризиком споживача називають частку неправильно визнаної придатною насправді дефектної продукції. Для такого підходу – вірогідність контролю – це ризик прийняття неправильного рішення про придатність продукції [72-74].

Ухвалення рішення про ступінь відповідності результатів вимірювань допуску проводиться в умовах невизначеності, яка викликана похибками вимірювання параметра, і існує деяка ймовірність помилки. Для забезпечення якості вимірювань при контролі необхідно оцінити вплив похибок вимірювань на вірогідність контролю [72]. Тому контроль завжди проводиться з певною вірогідністю, що характеризує ступінь об'єктивності відображення результатами контролю дійсного стану досліджуваного об'єкту.

Часто помилки при контролі якості продукції виражають середнім ризиком контролю – \bar{R}_K та оцінюють як зважену суму ймовірностей помилок 1-го та 2-го роду:

$$\bar{R}_K = C_1\alpha + C_2\beta, \quad (2.3)$$

де C_1, C_2 – штрафи для помилок 1-го та 2-го роду. Відповідно, α і β – середні частки помилок 1-го та 2-го роду.

Середній ризик контролю часто називають втратою якості контролю [75, 76]. Якщо в формулі (2.3) штрафи визначати з умови $C_1 = C_2 = 1$, величина втрати якості контролю (середнього ризику) буде рівна втраті вірогідності контролю. Невирішеною проблемою в даний час є відсутність економічно обґрунтованих вимог до вірогідності помилок контролю (ризиків виробника і споживача).

Такі вимоги дозволили б мінімізувати витрати на організацію контролю і втрати від можливих помилок контролю, тобто оптимізувати методики виконання контролю.

Доступність. Вимога доступності інформації – пов'язана з принципом інформаційної відкритості відомостей про товар для всіх користувачів. Інформація повинна доводитися в наочній і доступній формі. Доступність залежить від можливості придбати товар по розумній ринковій ціні, належної якості й достатньої кількості. Фактором економічної доступності м'ясної продукції є рівень економічного та соціального розвитку суспільства країни. Від нього залежить можливість різних верств населення споживати у необхідному обсязі та асортименті продукти харчування, закупаючи їх за ринковими цінами, виробляючи у власних підсобних господарствах тощо [77].

Загальний коефіцієнт доступності визначається за формулою:

$$K_{\text{дн}} = D / C_{\text{нк}}, \quad (2.4)$$

де $K_{\text{дн}}$ – загальний коефіцієнт доступності м'ясної продукції; D – середньомісячний дохід на душу населення, грн.; $C_{\text{нк}}$ – вартість споживчої (продуктової) корзини по рекомендованих раціональних нормах, грн [77].

Формула коефіцієнта доступності з урахуванням введення кризових критичних значень показників прийме наступний вигляд:

$$K_{\text{дп.кр.}} = K_{\text{ф}} / K_{\text{кр}} , \quad (2.5)$$

де $K_{\text{дп.кр.}}$ – кризовий коефіцієнт доступності; $K_{\text{ф}}$ – сума кілокалорій (ккал) фактичного добового (місячного) раціону харчування; $K_{\text{кр}}$ – сума кілокалорій (ккал) критичного значення добового (місячного) раціону харчування.

Споживачі готові переплачувати за натуральний продукт без хімії і за ідею збереження природи в первозданному вигляді. Хоча в сучасній Україні це переважно захоплення для заможних людей і дань моді, але щороку собівартість виробництва екологічної продукції знижується і вона стає доступною все більшій кількості споживачів [78, 79].

Таким чином, на сьогоднішній день існує гостра потреба в методах і засобах контролю якості м'ясної продукції в місцях її розповсюдження.

Ці засоби мають відповідати двом основним вимогам:

- забезпечувати достатній рівень вірогідності інформації про рівень якості м'ясної продукції;
- мати низьку ціну, що сприятиме масовості їх використання.

Для оперативного контролю якості м'яса в точках його продажу найбільш раціональним є використання оптичних методів контролю та органів чуття людини.

Застосування запропонованих вимог в сукупності приведе до створення сучасних систем метрологічного забезпечення м'ясної продукції. Розповсюдження таких методів дозволить їх інтегрувати в системи управління якістю виробників, що дозволить зменшити витрати на метрологічного забезпечення м'ясної продукції, підвищити вплив вимірювальних процесів на рівень якості м'ясної продукції та в сукупності підвищити конкурентоздатність цієї продукції.

2.2. Розроблення методу оптичного контролю якості м'яса на основі теорії розпізнавання образів

Для оперативного контролю якості м'яса, потрібно виділити найбільш характерні ознаки конкретного виду м'яса для споживача та класифікувати їх, наприклад, із використанням теорії розпізнавання образів та сучасних програмних засобів.

Розпізнавання образів – це розділ теорії штучного інтелекту, що вивчає методи класифікації об'єктів. За традицією об'єкт, що піддається класифікації, називається образом [80]. Образом може бути цифрова фотографія (розпізнавання зображень), буква або цифра (розпізнавання символів), запис мови (розпізнавання мови) тощо [81]. Застосування методів розпізнавання образів у запропонованих оптичних методах контролю якості м'ясної продукції дозволить підвищити вірогідність та оперативність контролю, що сприятиме поширенню цих методів в практиці індивідуального оцінювання якості.

В межах теорії штучного інтелекту розпізнавання образів включається в більш широку наукову дисципліну – теорію машинного навчання, метою якої є розробка методів побудови алгоритмів, що здатні навчатися.

Існує два підходи до навчання: індуктивне і дедуктивне. Індуктивне навчання, або навчання за прецедентами, засноване на виявленні загальних властивостей об'єктів на підставі неповної інформації, отриманих емпіричним шляхом [82-84]. Дедуктивне навчання передбачає формалізацію знань експертів у вигляді баз знань (експертних систем тощо).

Слід зауважити, що, як кожна математична дисципліна, розпізнавання образів має власний математичний апарат, який включає математичну статистику, методи оптимізації, дискретну математику, алгебру і геометрію.

Розпізнавання образів має широке застосування і використовується при створенні усіх комп'ютерних систем, на які покладаються інтелектуальні функції, тобто функції, пов'язані із прийняттям рішень замість людини: медична діагностика, криміналістична експертиза, пошук інформації та інтелектуальний аналіз даних тощо [82, 85]. Тому застосування теорії

розпізнавання образів для оцінювання якості м'ясної продукції є обґрунтованим та перспективним шляхом забезпечення якості.

Образ – класифікаційне угруповання в системі класифікації, що об'єднує (виділяє) певну групу об'єктів за деякою ознакою. Образи володіють характерною властивістю, що виявляється в тому, що ознайомлення з кінцевим числом явищ з однієї і тієї ж безлічі дає можливість дізнаватися яке завгодно велике число його представників. Образи мають характерні об'єктивні властивості в тому сенсі, що різні люди, що навчаються на різному матеріалі спостережень, здебільшого однаково і незалежно один від одного класифікують одні й ті ж об'єкти. У класичній постановці завдання розпізнавання, універсальна безліч розбивається на частини-образи. Кожне відображення якого-небудь об'єкта на сприймаючі органи системи, що розпізнає, незалежно від його положення щодо цих органів, прийнято називати зображенням об'єкта, а безлічі таких зображень, об'єднані якими-небудь загальними властивостями, являють собою образи [86].

При застосуванні оптичних методів оцінювання якості м'ясної продукції образами можуть бути окремі структурні елементи даного виду м'ясної продукції, які характерні лише цьому виду м'ясної продукції. Також, образами можуть бути кольорові гами конкретного виду м'ясної продукції, що дозволить широко використовувати для ідентифікації м'яса сучасні інформаційно-комунікаційні пристрої (смартфони), які набули широкого розповсюдження у населення.

Очевидно, що розпізнавання окремих елементів продукції необхідно здійснювати за стандартизованою методикою. Ця методика віднесення елемента до якогось образу називається вирішальним правилом. Ще одне важливе поняття – метрика, спосіб визначення відстані між елементами універсальної множини. Метрика буде характеризувати ймовірність помилки при розпізнаванні елементів оцінюваного виду продукції. Чим менша ця відстань, тим більше схожими є об'єкти (символи, звуки та ін.) – те, що ми розпізнаємо. Звичайно елементи задаються у вигляді набору чисел, а метрика –

у виді функції. Від вибору представлення образів і реалізації метрики залежить ефективність програми, один алгоритм розпізнавання з різними метриками буде помилятися з різною частотою.

В цілому, можна виділити три методи розпізнавання образів:

1. Метод перебору. У цьому випадку проводиться порівняння з базою даних, де для кожного виду об'єктів представлені всілякі модифікації відображення. Наприклад, для оптичного розпізнавання образів можна застосувати метод перебору виду об'єкта під різними кутами, масштабами, зміщеннями, деформаціями і т. д. Для букв потрібно перебирати шрифт, властивості шрифту і т. д. У випадку розпізнавання звукових образів, відповідно, відбувається порівняння з деякими відомими шаблонами (наприклад, слово, вимовлене кількома людьми).

2. Проведення глибокого аналізу характеристик образу. У разі оптичного розпізнавання це може бути визначення різних геометричних характеристик. Звуковий зразок в цьому випадку піддається частотному, амплітудному аналізу і т. д.

3. Використання штучних нейронних мереж. Цей метод вимагає або великої кількості прикладів завдання розпізнавання при навчанні, або спеціальною структури нейронної мережі, що враховує специфіку даної задачі. Тим не менш, його відрізняє більш висока ефективність і продуктивність.

Загальну структуру системи розпізнавання структурних елементів м'ясної продукції і етапи в процесі її розробки показано на рисунку 2.2.

Завдання розпізнавання образів мають наступні характерні риси. Це інформаційні завдання, що складаються з двох етапів:

- перетворення вихідних даних до виду, зручному для розпізнавання;
- власне розпізнавання (вказівка приналежності об'єкта певного класу).

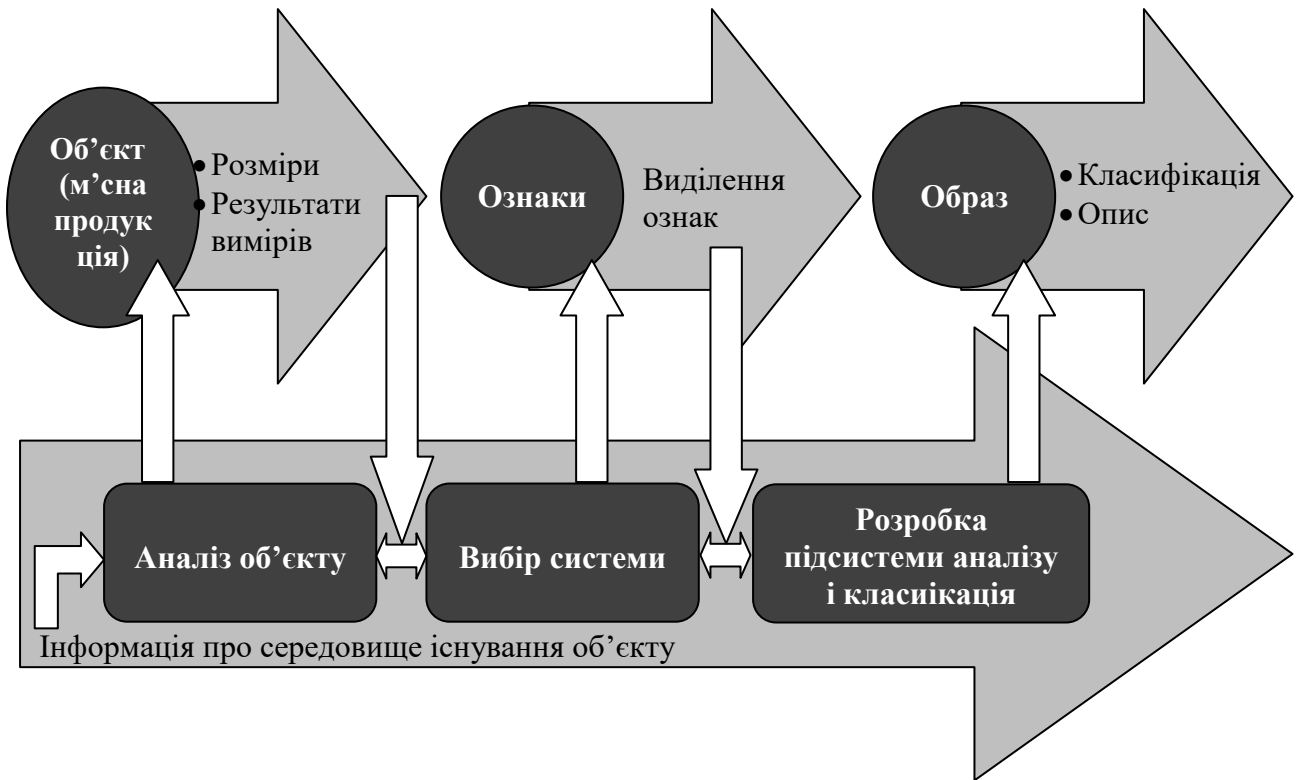


Рисунок 2.2 – Структура системи розпізнавання структурних елементів м'ясної продукції

У цих завданнях можна оперувати набором прецедентів – прикладів, класифікація яких відома і які у вигляді формалізованих описів можуть бути пред'явлені алгоритмом розпізнавання для настроювання на завдання в процесі навчання [87].

Для цих завдань, до яких відносяться завдання розпізнавання структурних елементів м'ясної продукції, важко будувати формальні теорії і застосовувати класичні математичні методи (часто недоступна інформація для точної математичної моделі або вираш від використання моделі та математичних методів непорівнянний з витратами) [88].

Для реалізації запропонованого вище підходу до оцінювання якості м'ясної продукції було розроблено метод оперативного контролю якості м'ясної продукції блок-схема якого зображена на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Метод оперативного контролю якості м'ясної продукції

Реалізація методу оперативного контролю якості м'ясної продукції відбувається у кілька етапів:

1) на першому етапі проводяться органолептичні дослідження зразка м'ясної продукції та здійснюється оцінювання його показників якості із використанням таблиць якості (наведені в п. 2.3).

2) на другому етапі проводиться підготовка зразка м'ясної продукції (поперечний зріз) та робиться цифровий знімок цього зрізу.

3) на третьому етапі відбувається порівняння характеристик м'ясної продукції за класифікаційними ознаками: за структурою (кількість волокон, середній розмір волокон, колір, чіткість країв волокон), кольором (згідно розроблених шкал якості м'ясної продукції) та за органолептичними оцінками.

Порівняння здійснюється із опорними значеннями відповідних показників якості, які знаходяться в базі даних опорних значень класифікаційних ознак для різних видів м'ясної продукції.

4) на четвертому етапі відбувається ідентифікація виду та рівня якості м'ясної продукції за обраними критеріями, оцінюється вірогідність ідентифікації та приймається рішення про придбання м'ясної продукції.

Реалізація запропонованого методу оперативного контролю якості м'ясної продукції неможлива без створення відповідних математичних моделей, які з достатнім рівнем вірогідності, дозволять формалізувати процес оцінювання якості.

Для забезпечення процесу оптичного контролю якості м'ясної продукції необхідно формалізувати три основні елементи цього процесу. Тому необхідно розробити такі математичні моделі:

- моделі оптичної ідентифікації м'яса;
- модель вирішального правила;
- критерії прийняття рішення при розпізнаванні структури та рівня якості м'яса.

Виходячи із наведеного вище аналізу застосування теорії розпізнавання образів для оцінювання якості м'ясної продукції можна стверджувати наступне:

1) для ефективного використання методів розпізнавання образів необхідно систематизувати класифікаційні ознаки м'ясної продукції, що дозволить формалізувати та алгоритмізувати процеси оцінювання із застосуванням сучасних інформаційно-комунікаційних пристроїв;

2) доцільно розробити раціональну систему шкал класифікаційних ознак м'ясної продукції, що дозволить оперативно визначати відмінності між досліджуваним зразком продукції і його еталонним образом та створить умови формалізованого застосування вирішального правила (вводити необхідні математичні обмеження);

3) необхідно створити оновлювану інформаційну базу еталонних образів класифікаційних ознак для різних видів м'ясної продукції, що створить умови

для застосування необхідних інформаційно-комунікаційних пристроїв та дозволить підвищити вірогідність оцінювання якості контрольованої продукції;

4) розробити математичну модель, що інтегрує в собі основні класифікаційні ознаки м'ясної продукції, шкали оцінювання цих ознак та критерії прийняття рішення про відповідність контрольованої продукції.

Таким чином, запропонований підхід до застосування теорії розпізнавання образів для оцінювання якості м'ясної продукції дозволить виконати основні вимоги, що ставляться до сучасних методів контролю якості м'ясної продукції (оперативність, вірогідність, доступність) та вирішить проблему наближення точки контролю якості до місця продажу цієї продукції.

2.3. Дослідження характерних класифікаційних ознак м'ясної продукції

Складність реалізації інструментальних методів контролю якості харчової продукції ставить вимогу детального аналізу існуючих методів контролю, розроблення нових методів об'єктивного контролю та ітераційне їх впровадження в метрологічну практику.

Існуючі методи контролю якості харчової продукції, як правило базуються на органолептичному аналізі відповідності харчової продукції встановленим вимогам та для забезпечення достатнього рівня вірогідності контролю вимагають значного досвіду від суб'єкта оцінювання (експерт).

Органолептичний аналіз харчових продуктів є важливою складовою оцінки їх якості. З розвитком асортименту продукції, використання нових видів сировини для виробництва багатьох видів продукції, внаслідок розробки оригінальних технологічних рішень і нових технологій виробництв багатьох видів продукції, виникла потреба в її систематичній оцінці за допомогою методів, які були б адекватні і близькі методам оцінки товару споживачем. За допомогою лише інструментальних методів визначення хімічного складу продукції фізичних показників, не можна оцінити такий показник якості як зовнішній вигляд, смак, запах, структуру, консистенцію тощо. Перелічені

показники якості можуть бути визначені й оцінені тільки за допомогою органів відчуття людини [89, 90]. Органолептичний аналіз відзначається простотою та швидкістю проведення доступності використання. Водночас результат сенсорної оцінки за точністю відтворення можуть бути рівноцінними результатам аналітичних методів.

На рисунку 2.4 наведено класифікацію органолептичних показників, що визначаються відповідними органами чуттів [91].

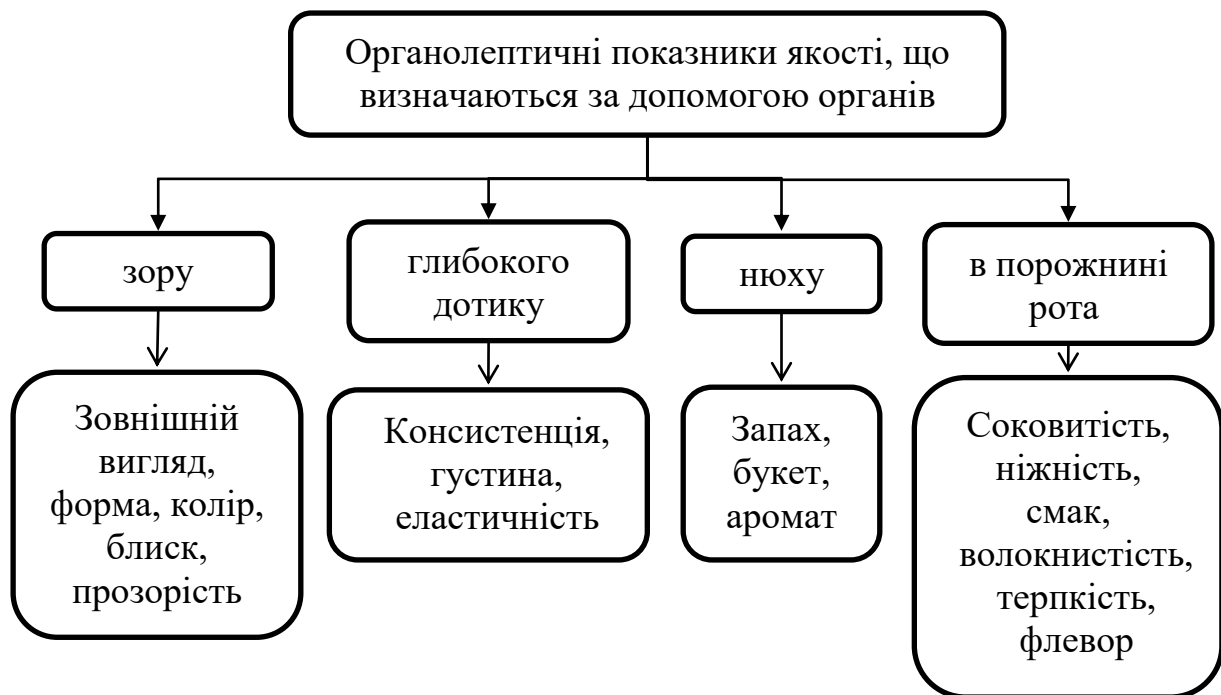


Рисунок 2.4 – Класифікація органолептичних показників якості продукції

Показники якості, що сприймаються за допомогою зору [92-96]:

- зовнішній вигляд – загальне зорове відчуття, яке товар викликає у споживача;
- форма – геометрична конфігурація/пропорція товару;
- колір – враження, викликане світловим імпульсом, яке визначається домінуючою довжиною та інтенсивністю світлової хвилі;
- блиск – здатність поверхні товару відбивати частину променів, які падають на його поверхню; залежить від того, наскільки ця поверхня гладенька;

- прозорість – властивість рідких товарів пропускати світловий потік через шар певної товщини;

Колір м'яса є одним із основних показників якості, що оцінюється споживачем, за яким судять про товарний вигляд продуктів, а також про деякі хімічні перетворення, які можуть відбуватися у м'ясі [97].

Колір м'ясопродуктів – важливий показник їхньої свіжості. Природний колір м'язової тканини м'яса обумовлений міоглобіном (на 90 %) і гемоглобіном (на 10 %). Міоглобін має пурпурно-червоний колір. Чим його більше у тканинах м'яса, тим яскравіше забарвлення свіжого м'яса. Під дією кисню відбувається окислення міоглобіну з утворенням оксиміоглобіну, який забезпечує світло-червоне забарвлення м'яса на протязі 2-3 тижнів зберігання його у холодильнику [98]. Потемніння м'язової тканини на поверхні туші обумовлене утворенням метміоглобіну, в якому залізо із двохвалентного переходить у трьохвалентне.

Більш світле забарвлення м'язової тканини свинини у порівнянні з телятиною зумовлене меншою (у 2-5 разів) кількістю міоглобіна. М'ясо молодих тварин світліше, ніж старих, самців – темніше, ніж самок.

При взаємодії міоглобіну з сірководнем у присутності кисню утворюється сульфоміоглобін жовто-зеленого кольору, який є ознакою псування м'яса, особливо курей, гусей і качок.

Світіння м'яса. Світіння, або фосфоресценція м'яса, пов'язане з розвитком на ньому аблігатних аеробів – фотобактерій, які широко розповсюджені в навколишньому середовищі (*Photobacterium fischeri*, *Ph. ponticum*, *Ph. cyanophos phoresencens*) [94].

Обсіменіння м'яса фотобактеріями частіше відбувається в камерах остигання та холодильниках при зберіганні м'яса з порушеннями температурно-вологісного режиму. Фотобактерії розвиваються при температурі від 5 до 30°C, підвищеній вологості та рН м'яса вище 5,6. Фосфоресценція триває до появи на м'ясі гнільних протеолітичних бактерій, які пригнічують фосфоресценцію мікрофлори. Тому можна вважати, що наявність

флуоресцентної мікрофлори – один з показників відсутності гнильних мікроорганізмів.

М'ясо, яке обсіменіння фотобактеріями, в темряві випромінює голубувате, зелено-жовтувате або блакитно-біле світло. Світіння може бути крапковим, осередковим або суцільним.

Показники якості, що визначаються за допомогою глибокого дотику [94, 97-99]:

- консистенція – властивість товару, що обумовлена його структурою і визначається ступенем деформації цієї структури під впливом зовнішніх сил;
- щільність – здатність товару протистояти натисканню;
- еластичність – здатність товару відновлювати свою початкову форму після припинення зовнішнього впливу (якщо цей вплив не перевищив критичну величину).

В основі процесу дотику лежить подразнення різних рецепторів, що сприймають дотик, тиск, розтягування, холод, тепло, біль, і подальше перетворення інформації, що надійшла, у різні відділи центральної нервової системи. Відчуття дотику може бути дуже різноманітним, тому що воно виникає внаслідок комплексного сприйняття різних властивостей подразника, який діє на шкіру і підшкірні тканини. За допомогою відчуття ми сприймаємо форму і розмір предмета, властивості поверхні, консистенцію, температуру, сухість, вологість і багато чого іншого. Навіть із закритими очима ми можемо визначити форму предмета, його поверхню (гладенька чи шорстка), з якого матеріалу зроблений предмет (метал, дерево, скло), холодний він чи теплий.

Процес дотику може бути активним і пасивним. Пасивний дотик виникає під впливом різних подразників, що діють на поверхню тіла за відсутності з боку організму активних дій, спрямованих на сприйняття властивостей діючого об'єкта. Основну сприймаючу функцію в таких процесах виконують рецептори, розташовані в шкірі і слизових оболонках [100].

При активному дотику велику роль відіграють різні рухи, спрямовані на краще сприйняття тих чи інших характеристик предмета (наприклад

обмацування). Виділяють 4 типи відчуттів дотику – тактильне, теплове, холодове і больове.

Найчастіше під час дегустації за допомогою тактильного аналізатора визначають консистенцію товару, її параметри і характеристику.

Консистенція – це поняття, яке характеризує структурно-механічні властивості товару. Для характеристики консистенції твердих продуктів використовують такі терміни, як тверда, крихка, груба, хрумка, борошниста, суха; для характеристики консистенції м'яких товарів – ніжна, пластична, еластична, піниста, однорідна, зерниста; а для товарів, консистенція яких характеризується як напіврідка, – густа, пастоподібна, згусла, однорідна.

Твердою вважається консистенція, якщо після натискання пальцями на товар його форма не змінюється, при постукуванні відчувається дзвінкий звук, продукт важко розжовується. Товари, що мають м'яку консистенцію, легко деформуються та розжовуються. Якщо продукт не потребує розжовування, легко роздавлюється у ротовій порожнині язиком, у ньому не відчувається грубих і неоднакових за розміром частинок, то консистенцію такого товару можна характеризувати як ніжну [94, 101].

Параметри консистенції поділяють на три групи: механічні, геометричні та інші.

Під механічними розуміють такі параметри, що характеризують реакцію продукту на зовнішні силові дії. Вони визначаються за допомогою тиску, який необхідно надати зубами, язиком, піднебінням при пережовуванні їжі.

Геометричні параметри залежать від макроструктури продукту, їх поділяють на дві підгрупи. Перша – охоплює параметри, що визначаються формою і розмірами частинок і характеризується термінами: однорідна, борошниста, порошкоподібна, розсипчаста, піщаниста. Друга підгрупа геометричних параметрів визначається формою і орієнтацією складових текстури продукту і характеризується термінами: пориста, волокниста, скловидна, шарувата.

Інші параметри залежать від наявності води або жирів і визначаються

термінами: суха, волога, водяниста, масляниста. Термінологія, що характеризує інші параметри, говорить не тільки про кількість води або жиру, а й про швидкість, з якою вони видаляються з продукту або всмоктуються ним.

Консистенція пов'язана не тільки зі смаковими властивостями продукту, але впливає на його засвоюваність і свіжість. Про свіжість м'яса можна безпомилково судити не тільки по запаху, але й по еластичності мускульної тканини [99-101].

Показники якості, що визначаються за допомогою органу нюху:

- запах – враження, що виникає при дії на рецептори нюху пахучих речовин. Він може бути приємним і неприємним, бажаним і небажаним;
- аромат – приємний запах, що формується у процесі природного утворення продукту (фруктовий, квітковий, молока, риби);
- букет – це приємний запах, що формується в тих продуктах, які піддаються процесам дозрівання. При дозріванні відбуваються складні хімічні й біохімічні процеси, внаслідок яких утворюються нові ароматичні речовини (букет вина, чаю, кави, сичужних сирів, м'яса тощо);

До небажаних запахів, що погіршують якість харчових продуктів, належать затхлий, пліснявий, земляний, гнильний запахи, запах старого жиру та ін. [95].

Затхлий і пліснявий запахи виникають при зберіганні харчових продуктів внаслідок розвитку в них гнильної та пліснявої мікрофлори.

Гнильний запах характерний для продуктів багатих білками, тому що причиною його появи є продукти гниття білків.

Запах старого жиру зустрічається в жирах та жировмісних продуктах і є результатом окисного псування жирів і нагромадження деяких вторинних продуктів окислювання.

Показники якості, що визначаються у порожнині рота [93, 94]:

- соковитість – враження, яке відтворюється соками продукту при його розжовуванні;

- ніжність – умовний термін, що може характеризувати ступінь опору, який чинить продукт під час розжовування;
- волокнистість – враження, що виникає при розжовуванні продукту багатого волокнами як рослинного, так і тваринного походження;
- смак – відчуття, що виникає при дії смакових речовин на рецептори смаку;
- терпкість – специфічне відчуття, що викликається внаслідок неглибокої денатурації білків слизової оболонки рота під впливом деяких органічних речовин (дубильних речовин, протопектину);
- смаковитість або флевор – це комплексне відчуття, що виникає при розподілі продукту в порожнині рота під впливом смакових, пахучих речовин і дотику.

Переваги органолептичного методу:

- швидкість визначення показників якості;
- малі економічні витрати на його проведення (у порівнянні з інструментальними);
- доступність.

Крім органолептичних методів для оцінювання показників якості м'ясної продукції використовують різні інструментальні методи: фізичні, хімічні, біологічні. Кожен з перерахованих методів дослідження має важливе значення для забезпечення здорового і повноцінного харчування [92, 95]. Так, хімічні методи дослідження дають нам можливість визначити харчову цінність товару, відсутність чи наявність у ньому шкідливих для організму людини речовин; мікробіологічні методи допомагають сировину дослідити для одержання нових видів продуктів, а також надають інформацію про наявність чи відсутність патогенної мікрофлори; фізіологічні методи допомагають визначити засвоюваність окремих компонентів і продукту в цілому.

Однак, всі існуючі методи вимірювання показників якості м'ясної продукції, з позиції споживача, мають значні недоліки: значний час для отримання результату та часто недопустиму ціну. Тому важливо залучати до

процесу оцінювання якості м'ясної продукції можливості самого споживача: свої органи чуття, тобто проводячи органолептичну оцінку якості та наявні сучасні інформаційно-комунікаційні пристрої (смартфони, планшети).

Для застосування такого підходу пропонуються шкали для органолептичного оцінювання споживачем рівня якості для найбільш розповсюджених видів м'ясної продукції (телятина, свинина, курятина). Розроблені шкали для органолептичного оцінювання для сирого м'яса зведені в таблиці, які наведені нижче (таблиця 2.1, таблиця 2.2, Таблиця 2.3).

Таблиця 2.1 – Шкала для оцінювання споживачем органолептичних показників якості сирого м'яса (телятина)

Показники	Характеристика показників при оцінці				
	5 балів	4 бали	3 бали	2 бали	1 бал
Зовнішній вигляд	поверхня насичено червоного кольору; липка, властива даному м'ясу	червоного кольору, злегка липка	місцями липка, потемніла, блідо-червоного кольору, при розрізі в деяких місцях виділення зеленкуватого кольору	покрита слизом, потемніла, сіро-коричневого кольору, підсохла	покрита слизом, коричнюватого кольору, сильно підсохла
Консистенція	м'язова тканина щільна, пружна	м'язова тканина ніжна, соковита	менш щільна і менш пружна	на розрізі м'ясо в'яле	тверда
Дотик	від натискання пальцем ямка, що утворюється, вирівнюється	від натискання пальцем ямка, що утворюється, швидко вирівнюється	від натискання пальцем ямка, що утворюється, повільно вирівнюється, жир м'який	від натискання пальцем ямка, що утворюється, не вирівнюється, жир м'який	від натискання пальцем ямка, що утворюється, не вирівнюється
Запах	запах сильно виражений/ специфічний для даного виду м'яса	запах дуже виражений	злегка тухлуватий	кислий, слабо гнильний	гнильний

Таблиця 2.2 – Шкала для оцінювання споживачем органолептичних показників якості сирого м'яса (свинина)

Показники	Характеристика показників при оцінці				
	5 балів	4 бали	3 бали	2 бали	1 бал
1	2	3	4	5	6
Зовнішній вигляд	рожевого-червоний колір, але злегка потемніле, тонка зернистість, мармуровість виражена, вологе. Сильно виражені жилки /рубці. Місцями, виділення червоних капілярів (кров)	колір по сторонах шматка червоніший, середина світла – яскравіша, вологе. Виражені жилки.	колір по сторонах шматка червоніший і сухий, середина блідо-рожевого кольору і достатньо волога	колір по сторонам коричнюватий і твердий, середина блідо-білого кольору	колір по сторонам коричнева-то-зелений, середина блідо-рожевого кольору з виявленням білого покриття
Консистенція	м'язова тканина щільна, пружна; жир щільний	м'язова тканина менш щільна і пружна	м'язова тканина ледь щільна і пружна; жир м'який, у розморожених тушок – злегка розпушений	м'язи в'ялі, жир м'який, із розморожених тушок – пухкий, осалений	м'язи сильно в'ялі
Дотик	від натискання пальцем ямка, що утворюється, швидко вирівнюється	від натискання пальцем ямка, що утворюється, вирівнюється поступово	ямка, що утворюється, вирівнюється повільно (протягом 1 хв.)	від натискання пальцем ямка, що утворюється, майже не вирівнюється. Спостерігається відчуття липкості, ледь відчутне	від натискання пальцем ямка, що утворюється, не вирівнюється. Присутня липкість при дотику, але не так сильно виражена

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
Запах	дуже приємний, добре виражений	запах легкий, не різучий	затхлий, найбільше виражений у черевній порожнині	сильно виражений запах закисання або різкий затхлий	гнильний, найбільше виражений у черевній порожнині

Таблиця 2.3 – Шкала для оцінювання споживачем органолептичних показників якості сирого м'яса (курка)

Показники	Характеристика показників при оцінці				
	5 балів	4 бали	3 бали	2 бали	1 бал
1	2	3	4	5	6
Зовнішній вигляд	блідо-рожевого кольору	блідо-рожевого кольору	світло рожевого	біло-рожевого кольору, наявність ослизнення	наявність невеликої кількості точкової білої плісняви
Консистенція	м'язи щільні, пружні	м'язи менш щільні і пружні, ніж у свіжих	м'язи ледь щільні й не пружні	м'язи в'ялі	м'язи сильно в'ялі
Дотик	від натискання пальцем ямка, що утворюється, швидко вирівнюється	від натискання пальцем ямка, що утворюється, вирівнюється поступово	від натискання пальцем ямка, що утворюється, вирівнюється повільно (проти-гом 1 хв.)	від натискання пальцем ямка, що утворюється, вирівнюється майже не вирівнюється	від натискання пальцем ямка, що утворюється, не вирівнюється
Запах	дуже приємний, добре виражений	легкий, кислуватий або затхлий запах	кислий, затхлий, або слабо-ароматний	сильно виражений запах закисання або різкий затхлий	гнильний, найбільш виражений в грудинно-черевній порожнині. Розвиток цвілі

Для підвищення вірогідності ідентифікації м'ясної продукції необхідно

дослідити його основні класифікаційні ознаки такі як колір та структура.

Колір м'яса є одним із основних показників якості, що оцінюється споживачем, за яким судять про товарний вигляд продуктів, а також про деякі хімічні перетворення, які можуть відбуватися у м'ясі [102]. Колір тканин м'яса у залежності від хімічної будови фарбуючих речовин, коливається від білого (свинячий жир) до різних відтінків жовтого, жовто-коричневого, коричнево-червоного та червоного.

М'ясо корів має яскраво-червоне забарвлення, молодняка великої рогатої худоби до 1,5 року – блідо-червоне, свиней – червоне і в залежності від віку тварини набуває більш насиченого кольору, м'ясо курей змінює свій колір від біло-рожевого до рожевого. На інтенсивність забарвлення м'яса впливають вид, порода, стать, вік тварини та спосіб годівлі. Колір м'яса залежить від рН. Підвищення рН м'яса мірою варіювання кольору м'яса від світлого до темного. Темне забарвлення м'язової тканини пов'язане з меншими втратами соку при наступному нагріві, тобто таке м'ясо володіє великою водозв'язувальною здатністю [93].

Діяльність мікроорганізмів може здійснити непрямий вплив на колір м'яса. Поява зеленого забарвлення несоленого м'яса обумовлено змінами порфіринового кільця або дією перекисів, які утворюються в жирі, а також сірководню у результаті утворення сульфміоглобіну [103, 104].

Для застосування методу оперативного контролю якості м'ясної продукції доцільно розробити шкалу контролю якості за кольором.

Оскільки важливим показником для візуального контролю м'яса є його структура, то для підвищення вірогідності ідентифікації виду та рівня якості доцільно здійснювати мікроструктурні дослідження із використанням оптичних методів вимірювань.

М'язова тканина – основна їстівна частина, яка складається з окремих довгих тонких волокон, вкритих тонкою напівпрозорою оболонкою. Основою

сполучної тканини є колагенові й еластинові волокна. Залежно від їхнього співвідношення і розміщення, розрізняють такі види сполучної тканини: пухку, щільну, еластичну і сітчасту.

Широкого поширення набуває мікроструктурний аналіз, який дозволяє оцінити санітарну якість використаної сировини, прогнозувати його технологічні властивості, встановлювати співвідношення компонентів рецептури, виявити в м'ясних продуктах малоцінні добавки, визначати ступінь подрібнення складових компонентів.

Проведений аналіз [105-108] показав, що найбільш придатними для мікроструктурного дослідження є поперечні зрізи зразків м'яса, оскільки такі зразки є найбільш інформативними для оптичної ідентифікації видів м'ясної продукції. Встановлено, що для оптичної ідентифікації м'яса доцільно використовувати наступні класифікаційні показники:

- кількість волокон на одиницю площі перерізу;
- середній розмір волокон;
- колір;
- чіткість країв волокон.

Для практичного застосування методу оперативного контролю якості м'ясної продукції необхідно за результатами експериментальних досліджень побудувати класифікатор видів м'яса, який містить базу даних зі статистичними характеристиками класифікацій ознак м'яса [109]. Цей класифікатор доцільно приставити у виді таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Класифікаційні ознаки м'яса

Ознаки	Свинина	Телятина	Курка
Кількість волокон	n_c	n_t	n_k
Середній розмір волокон	d_c	d_t	d_k
Колір	від блідо-рожевого до червоного	від блідо-рожевого до темно-червоного	від блідо-рожевого до рожевого
Чіткість країв волокон	η_c	η_t	η_k

Для використання цих показників для ідентифікації видів та рівня якості м'яса необхідно вирішити наступні задачі:

- провести статистичні дослідження для встановлення залежностей цих показників для кожного виду м'яса та їх змін у залежності від зміни якості м'яса;
- розробити математичну модель оптичної ідентифікації класифікаційних ознак м'яса, яка дозволить формалізувати процес оцінювання та буде основним елементом для побудови вирішального правила прийняття рішення при встановленні виду та рівня якості м'яса.

2.4. Математична модель оптичної ідентифікації м'ясної продукції

Прийняття рішень в умовах невизначеності засноване на тому, що ймовірності різних варіантів розвитку подій невідомі [110, 111]. Прийняття рішень в умовах ризику ґрунтується на тому, що кожній ситуації розвитку подій може бути задана ймовірність його здійснення [36, 84].

Також, залежно від ступеня невизначеності майбутньої поведінки вихідних параметрів прийняття рішень розрізняють умови ризику, в яких імовірність настання окремих подій, що впливають на кінцевий результат, може бути встановлена з тим або іншим ступенем точності в умовах невизначеності, в яких через відсутність необхідної інформації така ймовірність не може бути встановлена [84].

Прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності ґрунтується на наступних вихідних положеннях:

- 1) Об'єкт ухвалення рішення чітко визначений і по ньому відомі основні з можливих факторів ризику;
- 2) По об'єкту прийняття рішення обраний показник (критерій), який найкращим чином характеризує ефективність цього рішення;
- 3) По об'єкту прийняття рішення обраний показник (критерій), що характеризує рівень його ризику;
- 4) Встановлено обмежену кількість альтернатив прийняття рішення;

5) Вибір рішення здійснюється за найкращою з розглянутих альтернатив.

Таким чином, для того, щоб вирішити поставлені в роботі завдання контролю якості м'ясної продукції необхідно розробити математичну модель яка об'єднає в собі основні класифікаційні ознаки м'ясної продукції, шкали оцінювання цих ознак та критерії прийняття рішення про відповідність контрольованої продукції.

Розглянемо постановку завдання прийняття рішення про відповідність м'ясної продукції з позицій теорії прийняття рішення.

Кожен образ являє собою набір чисел, що описують його властивості і називаються ознаками. Упорядкований набір ознак об'єкта називається вектором ознак. Вектор ознак – це точка в просторі ознак. У випадку досліджуваного в даній роботі об'єкта – м'ясна продукція – вектором ознак можуть бути обрані класифікаційні ознаки м'ясної продукції за якими можна ідентифікувати вид м'яса та оцінити ступінь його відповідності еталонному образу.

Класифікатор або вирішальне правило – це функція, яка ставить у відповідність вектору ознак образу клас, до якого він належить. У випадку досліджуваного в даній роботі об'єкта – м'ясна продукція - вирішальним правилом може бути алгоритм порівняння оцінених статистичних показників класифікаційних ознак м'ясної продукції із віртуальними еталонними образами аналогічних класифікаційних ознак, які записані в базу даних класифікаційних ознак.

Задачу розпізнавання образів можна розділити на ряд під задач [112]:

1. Генерування ознак – вимірювання або обчислення числових ознак, що характеризують об'єкт;
2. Вибір ознак – визначення найбільш інформативних ознак для класифікації (в цей набір можуть входити не лише первинні ознаки, але й функції від них);
3. Побудова класифікатора – конструювання вирішального правила, на підставі якого здійснюється класифікація;

4. Оцінка якості класифікації – обчислення показників правильності класифікації (точність, чутливість, вірогідність).

Для систематизації процесу оцінювання якості м'ясної продукції та формалізації вимог до алгоритму прийняття рішення введемо позначення елементів прийняття рішення і сформулюємо математичну постановку задачі класифікації.

Будемо використовувати наступну модель задачі класифікації.

1) Ω – безліч об'єктів розпізнавання (простір образів) – зразок м'яса. Зразок м'яса це м'ясна продукція, яка передбачається для купівлі і має бути оцінена її якість;

2) ω : $\omega \in \Omega$ – об'єкт розпізнавання (образ – підготовані зрізи м'яса. $\omega = \{n, d, Кл, \eta\}$. Зрізи м'яса це підготовані зразки м'ясної продукції, які готуються в точці закупівлі продукції і мають стандартизовані розміри.

3) $g(\omega)$: $\Omega \rightarrow M$, $M = \{1, 2, \dots, m\}$ – індикаторна функція, що розбиває простір образів на Ω на m непересічних класів $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_m$. Встановлена функція, яка об'єднує класифікаційні ознаки м'ясної продукції і дозволяє здійснювати ідентифікацію виду та рівня якості обраних зразків м'яса. Для випадку контролю м'ясної продукції це може бути регресійна залежність елементи якої встановлюються експериментально.

4) $M = M_c + M_k$, узагальнююча функція характерних ознак м'ясної продукції.

де M_c – характерні ознаки м'яса за структурою, M_k – характерні ознаки м'яса за кольором.

Визначити індикаторну функцію $g(\omega)$ важко та економічно недоцільно, тому необхідно ввести обмеження та простір об'єктів розпізнавання:

X – простір спостережень, які сприймаються спостерігачем (простір ознак).

$x(\omega)$: $\Omega \rightarrow X$ – функція, яка ставить у відповідність кожному об'єкту ω точку $x(\omega)$ в просторі ознак. Вектор $x(\omega)$ – це образ об'єкта, що сприймається спостерігачем (зразки м'яса).

$\hat{g}(x): X \rightarrow M$ – вирішальне правило – оцінка для $g(\omega)$ на підставі $x(\omega)$, тобто $\hat{g}(x) = \hat{g}(x(\omega))$.

Внаслідок значної неоднорідності м'яса та обмеженості доступної спостерігачеві інформації про функції $g(\omega)$ і $x(\omega)$ кількість варіантів співвідношень:

$$(g_j, x_j), j = (1, 2, \dots, N) \rightarrow \infty.$$

При створенні математичної моделі для реалізації оптичного методу оперативної ідентифікації виду м'яса необхідно враховувати оптичні властивості досліджуваних зразків м'ясної продукції та умови проведення вимірювань. Людина найкраще сприймає світлове випромінювання у видимій частині спектру, до якої належать хвилі довжиною 350...780 нм. Око людини реагує на світловий потік, при цьому реагує на три основні характеристики відчуття світла: світлість (фон), колірність (колірний тон) і насиченість (контрастність).

Світлість зображення можна оцінювати яскравістю – світлова характеристика тіл, які є джерелами світла. Відношення сили світла, що випромінюється поверхнею в одиницю тілесного кута до площі її проекції в площині, перпендикулярній напрямку спостереження.

Фотометрична яскравість визначається, як:

$$L = \frac{d^2 F}{dS \cdot d\Omega \cdot \cos \Theta}, \quad (2.6)$$

де F – світловий потік, dS – елемент площі поверхні, $d\Omega$ – елемент тілесного кута, Θ – кут між напрямом до спостерігача й нормаллю до поверхні.

Для того, щоб визначити яскравість, яка сприймається оком людини, необхідно врахувати чутливість людського ока до світла різного кольору.

Контраст – міра виявлення (і, отже, розпізнавання) об'єкта на якому-небудь тлі. Розрахувати контраст можна, якщо відома яскравість об'єкта і фону, на якому ми спостерігаємо об'єкт.

$$C = \frac{L_0 - L_\phi}{L_\phi}, \quad (2.7)$$

де L_0 – яскравість об'єкта, L_ϕ – яскравість фону.

Правильний розрахунок контрасту необхідний для отримання гармонійного розподілу яскравості. Це дуже важливо, оскільки баланс яскравостей справляє сильний вплив на сприйняття освітлюваного об'єкта. В ідеалі контраст між освітлюваним об'єктом і його найближчим оточенням не повинен перевищувати 3, а контраст між об'єктом і загальним фоном – 10.

Роздільна здатність або роздільність – величина, що визначає кількість пікселів на одиницю площі (або одиницю довжини). Термін зазвичай застосовується до цифрових зображень хоча його можна застосувати, наприклад, для опису рівня грануляції фотоплівки, фотопаперу чи іншого фізичного носія зображення. Вища роздільна здатність означає більш деталізоване зображення. Роздільність цифрових зображень вимірюється у точках на дюйм (dpi – dots per inch) і залежить від вимог до якості зображення та розміру файлу, способу оцифрування або методу створення готового зображення, вибраного формату файлу та інших параметрів. Зрештою, чим вищі вимоги до якості зображення, тим більшою має бути роздільна здатність зображення.

Роздільна здатність характеризується роздільною відстанню z , під якою розуміють найменшу відстань між двома точками; предмета, при якому їх зображення видно роздільно. Чим менша роздільна відстань, тим вища роздільна здатність мікроскопа.

Відповідно до теорії Аббе гранична роздільна відстань визначається за формулою:

$$z = \frac{\lambda}{2n \sin \varphi}, \quad (2.8)$$

де λ – довжина хвилі світла, яким освітлюється препарат, n – показник заломлення середовища між препаратом і об'єктивом мікроскопа, φ – апертурний кут об'єктива мікроскопа – кут між оптичною віссю об'єктива і променем, який проведений із центру розглядуваного предмета до краю отвору об'єктива

Таким чином, пропонується математична модель оптичної ідентифікації

зображення, яка інтегрує в собі основні елементи ідентифікації м'ясної продукції та вводити необхідні обмеження на характеристики вимірювання досліджуваного зразка.

$$S_{OPT} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 0 < I(x, y, \lambda) \leq I_{max} - \text{яскравість зображення} \\ x_1 \leq x \leq x_2, y_1 \leq y \leq y_2 - \text{розміри зображення} \\ L(x, y) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I(x, y, \lambda) \cdot s(\lambda) \cdot d\lambda - \text{зображення} \\ 350\text{нм} \leq \lambda \leq 780\text{нм} - \text{оптичний діапазон} \\ C = \int_0^1 (I - \bar{I})^2 \cdot p(I) \cdot dI = \frac{I_0 - I_\phi}{I_\phi} - \text{контрастність зображення} \\ z = \frac{\lambda}{2m \cdot \sin\varphi} - \text{роздільна здатність} \\ y_{RED} = ax^2 + bx + c - \text{показникии червоного спектру зображення} \\ y_{GREEN} = ax^2 + bx + c - \text{показник зеленого спектру зображення} \\ y_{BLUE} = ax^2 + bx + c - \text{показник синього спектру зображення} \\ R^2 - \text{коефіцієнт детермінації моделі} \end{array} \right. , (2.9)$$

де \bar{I} – усереднена яскравість зображення; $p(I)$ – функція густини ймовірності рівнів сірого; I_0 – яскравість досліджуваного зображення; I_ϕ – яскравість фону; $2m \cdot \sin\varphi$ – числова апертура оптичної системи; x^2 та x – може бути часом, ступенем освітленості, терміном зберігання – все залежить від умови поставленої задачі; a, b, c – коефіцієнт моделі, які розраховуються; R^2 – коефіцієнт детермінації моделі, який характеризує ступінь її адекватності.

Важливим моментом реалізації методу оперативного оптичного контролю є прийняття рішення про рівень якості м'ясної продукції. Аналіз можливих варіантів для вибору критеріїв прийняття рішень [110] для побудови вирішального правила при розпізнаванні структури та рівня якості м'яса доцільно використовувати наступні:

- 1) Середньоквадратична відстань між даним об'єктом та сукупністю об'єктів;
- 2) Ризик, пов'язаний з рішенням про належність об'єкту, що

розпізнається, до визначеного класу.

Середньоквадратична відстань між даним об'єктом ω та сукупністю об'єктів $\{\omega_{g1}, \dots, \omega_{gK_g}\}$, які представляють собою g -й клас A_g :

$$L(\omega, A_g) = \sqrt{\frac{1}{K_g} \sum_{s=1}^{K_g} d^2(\omega, \omega_{gs})} \quad (2.10)$$

причому метод вимірювання відстані між об'єктами $d(\omega, \omega_{gs})$ довільний для вибору [111].

У випадку, якщо необхідно враховувати вагомість ознак W_j ознак x_j , $j=1, \dots, N$, об'єкту ω та ознак x_{gsj} об'єктів ω_{gs} класу A_g , то може бути застосована метрика наступного вигляду:

$$L(\omega, A_g) = \sqrt{\frac{1}{K_g} \sum_{s=1}^{K_g} \sum_{j=1}^N W_j (x_j - x_{gsj})^2} \quad (2.11)$$

Ризик, пов'язаний з рішенням про належність об'єкту, що розпізнається, до класу A_i , $i = 1, \dots, m$. Нехай задані описи класів

$$\{f_i(x), P(A_i)\}, x = \{x_1, \dots, x_N\} \quad (2.12)$$

і ризики правильних та помилкових рішень, що представляють собою елементи платіжної матриці виду

$$\|C\| = \begin{vmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ C_{m1} & C_{m2} & \dots & C_{mm} \end{vmatrix} \quad (2.13)$$

По головній діагоналі матриці розміщені втрати при правильних рішеннях, а по обох сторонах від неї – втрати при помилкових рішеннях. Якщо $C_{ii} < 0$, $i = 1, \dots, m$, то такі від'ємні втрати можна розглядати як виграш при правильних рішеннях.

Нехай в результаті експериментів встановлено, що значення ознак у об'єкту ω складає $x_1 = x_{01}, x_2 = x_{02}, \dots, x_N = x_{0N}$.

Позначимо цю подію через a_N . Тоді величина умовного ризику, пов'язана

з рішенням виду $\omega \in A_g$ при умові, що має місце подія a_N , буде

$$R(\omega \in A_g / a_N) = R(A_g / a_N) = \sum_{i=1}^m C_{ig} P(A_i / a_N) \quad (2.14)$$

де умовна апостеріорна ймовірність того, що $\omega \in A_i$, у відповідності з теоремою гіпотез або формулою Байеса

$$P(A_i / a_N) = \frac{P(A_i) f_i(x_1 = x_1^0, \dots, x_N = x_N^0)}{\sum_{i=1}^m P(A_i) f_i(x_1 = x_1^0, \dots, x_N = x_N^0)} \quad (2.15)$$

Розв'язок виду $\omega \in A_g$ приймаються у випадку, якщо

$$R(A_g / a_N) = \min_i R(A_i / a_N) \quad (2.16)$$

Таким чином, запропонована математична модель для оптичної ідентифікації дозволяють формалізувати процес вимірювання показників якості м'ясної продукції, вводить необхідні обмеження на характеристики вимірювання та створюють необхідні умови для розвитку інструментальних методів оперативного контролю якості м'ясної продукції.

2.5. Оцінювання вірогідності оптичного оперативного контролю якості м'ясної продукції

Очевидно, що вірогідність контролю якості м'ясної продукції, в значній мірі, визначається точністю вимірювання його оптичних характеристик. Фактично, процес вимірювання оптичною системою це вимірювання площі проекції зразка м'ясної продукції, яка зафіксована на цифровому зображенні [63]. При вимірюванні площі проекції зразка м'ясної продукції за допомогою оптичної системи основним джерелом похибки вимірювання є похибка квантування зображення, тобто розділення безперервного зображення на дискретні області – пікселі, для яких вважається, що вони або належать до об'єкту, або не належать. Площу, яку необхідно знайти вважають пропорційною кількості пікселів, що належать до об'єкту.

Якщо піксель належить до вимірюваного об'єкту тільки частково (через нього проходить межа об'єкту), то, у разі бінаризації зображення, піксель може бути або помилково повністю віднесений до об'єкту, тоді як до об'єкту належить тільки частина його площі (помилка першого роду), або помилково віднесений повністю до фону, тоді як до частини його площі належить об'єкт (помилка другого роду). Оскільки передбачено тільки бінарне рішення, то $p_\alpha + p_\beta = 1$, а отже:

$$S = S_k \frac{n_0 + n_{ep} p_\alpha - n_{ep} p_\beta}{n}, \quad (2.17)$$

де n – загальна кількість пікселів зображення; n_0 – кількість пікселів, що належать до структурного елемента на зображенні; n_{ep} – кількість пікселів, що формують контур структурного елемента об'єкта; S_k – загальна площа кадру; p_α – вірогідність помилкової ідентифікації структурного елемента об'єкту; p_β – вірогідність пропуску ідентифікації.

Відхилення вимірювання площі зображення від реального значення є безперервною випадковою величиною, яка має систематичну складову (математичне очікування), обумовлену відсутністю у формулі доданку для обліку частково перекритих пікселів. Останні два доданки в чисельнику визначають дисперсію відхилення. У разі відсутності бінаризації, що частково належать до вимірюваного об'єкта, пікселі мають сірий колір, інтенсивність якого залежить від співвідношення перекритої об'єктом площі пікселя до не перекритої. В цьому випадку шукана площа знаходиться як сума площ всіх пікселів, помножених на їх рівень яскравості, приведений до рівня від 0 до 1. Рівню 0 відповідає яскравість пікселя того, що належить до фону (чорний колір), рівню 1 відповідає яскравість пікселя, що належить до об'єкту [63].

Оскільки відхилення для кожного граничного пікселя незалежні і мають однаковий розкид значень, то до них застосована центральна гранична теорема, тобто сума таких відхилень є безперервною випадковою величиною з математичним очікуванням рівним сумі математичних очікувань відхилень

окремих пікселів (тобто 0) і середньоквадратичним відхиленням. і для рівномірного закону розподілу середньоквадратичне відхилення результату вимірювання доцільно визначати за виразом:

$$\sigma = \frac{\Delta}{2} \sqrt{\frac{n_{cp}}{\sqrt{3}}}, \quad (2.18)$$

Оскільки цифрове зображення складається з прямокутних елементів (пікселів), то шукана площа апроксимується площею цих прямокутників [63]. Площа одного пікселя визначається на етапі калібрування оптичної системи через коефіцієнт масштабування. На рис. 2.5 схематично приведено процес апроксимації площі кола елементами цифрового зображення – пікселями.

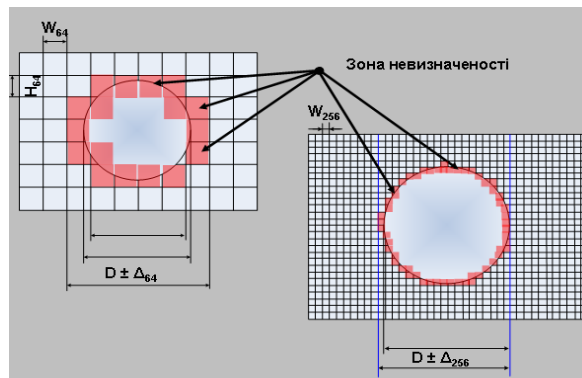


Рис. 2.5 Вимірювання площі проекції структурного елемента зразка методом апроксимації

Для оцінки точності вимірювання площі структурного елемента, який має форму кола показано, при якому модель абсолютної похибки Δ є функцією площі кола і сумарною площею, суміжних з ним, апроксимуючих елементів:

$$\Delta_s = \pi R^2 - \frac{\sum_x \sum_y P_{xy}}{W \cdot H}, \% \quad (2.19)$$

де R – радіус кола, що є проекцією парової фази, що приймається за еталон, W – ширина цифрового зображення, H – висота цифрового зображення, P_{xy} – піксель, яскравість зображення якого вища за яскравість фону.

Проблема підвищення вірогідності контролю є багатоплановою і складною [63]. Ця проблема характеризується сукупністю оптимізаційних завдань:

- оптимізація співвідношення між ризиком виробника та споживача шляхом встановлення обґрунтованих вимог до вірогідності системи контролю;
- оптимізація вимог до точності ЗВТ, які використовуються для контролю;
- оптимізація повноти та глибини контролю при оцінюванні якості м'ясної продукції.

Традиційно якість продукції представляється як функція контрольованих показників якості [63]. При цьому не враховується кореляційного зв'язку між нормованими значеннями показників якості м'ясної продукції – Y та реальними значеннями показників якості м'ясної продукції – X . В роботі запропоновано алгоритм пошуку регресійного зв'язку між вимірними характерними ознаками м'ясної продукції та їх нормованими значеннями (рисунок 2.6).

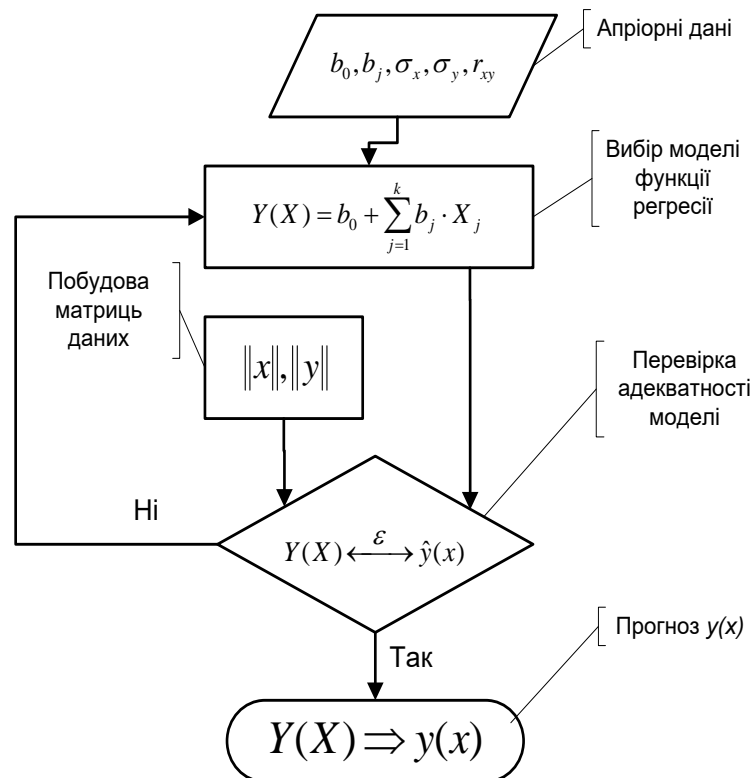


Рисунок 2.6 Алгоритм пошук регресійного зв'язку між показниками якості та їх нормативними значеннями

Для застосування запропонованого алгоритму необхідно обрати регресійну модель, яка наближено описує функціональну залежність випадкової величини – виміряні характерні ознаками м'ясної продукції, що досліджується, від їх нормованих значень – значення цих показників, які записані в базі даних.

Другий етап – використання регресійної моделі для прогнозу значень випадкової величини – показників якості м'ясної продукції – $y(x)$, за отриманими реальними значеннями показників якості м'ясної продукції – x .

Для практичного застосування адекватною оцінкою помилки прогнозу можна використати формулу для визначення залишкової дисперсії ε_0 лінійної регресії:

$$\varepsilon_0 = \sigma_x^2 (1 - r_{xy}^2) , \quad (2.20)$$

де $\sigma_x, \sigma_y, r_{xy}$ відповідно, похибки вимірювання контрольованих показників якості м'ясної продукції і похибка значення цих показників, які записані в базу даних та коефіцієнт кореляції між ними.

У разі застосування для ідентифікації якості м'ясної продукції розповсюджених систем розпізнавання кольорів, які мають 256 рівнів квантування яскравості та за умови забезпечення необхідних умов освітлення та фону можна забезпечити похибку ідентифікації якості на рівні 10 %.

Запропонований алгоритм пошуку регресійного зв'язку між показниками якості м'ясної продукції та їх нормативними значеннями дозволить підвищити достовірність оцінювання рівня якості м'ясної продукції, підвищити оперативність реагування на зміну якості продукції, а також створить можливості ефективного управління ризиками споживача під час придбання продукції.

Висновки по розділу 2

1. Сформульовано основні вимоги до системи контролю якості м'ясної продукції та встановлено, що засоби мають забезпечувати достатній рівень

вірогідності інформації про рівень якості м'ясної продукції та мати низьку ціну, що сприятиме масовості їх використання.

2. Показано, що раціональним шляхом підвищення оперативності ідентифікації виду та оцінювання рівня якості м'яса є використання візуальних методів контролю.
3. Досліджено органолептичні показники якості сирого м'яса (телятини, свинини та курки), що визначаються за допомогою органів чуття. На основі результатів експериментальних даних рекомендовано використовувати класифікаційні показники, а саме: кількість волокон, середній розмір волокон, колір, чіткість країв волокон. Запропоновані задачі для ідентифікації видів та рівня якості м'яса.
4. Встановлено, що для підвищення вірогідності контролю якості м'яса необхідно використовувати розроблені математичні оптичну модель алгоритм, які дозволяють формалізувати задачу розпізнавання якості м'яса за цифровими фотографіями досліджуваних зразків.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ М'ЯСНОЇ ПРОДУКЦІЇ

3.1. Дослідження органолептичних показників якості сирого м'яса

Виходячи з завдань дисертаційної роботи, для реалізації візуальних методів контролю якості м'яса важливо дослідити його органолептичні та оптичні показниками. Тому подальші дослідження будуть стосуватись саме їх.

Асортимент готових виробів із м'яса на споживчому ринку України досить широкий, але значна кількість продукції дуже різноманітна за якістю. Як свідчать проведені дослідження [105], в багатьох випадках, при виробництві харчових продуктів із м'яса, виробники замінюють м'ясо сировиною рослинного походження, зокрема, соєвим білком, вводять малоцінні, непередбачені рецептурою добавки, а також часто використовують несвіже м'ясо або повторно використану сировину. Контроль якості м'яса і м'ясних продуктів – найактуальніше питання сьогодення. Існуючі в Україні методи контролю застарілі і не дозволяють встановити всіх сучасних фальсифікацій. З цією метою, в багатьох європейських країнах, наприклад, у Німеччині, Австрії, Росії, застосовується мікроструктурний аналіз для м'ясних продуктів, який засновано на принципах патолого-гістологічних та гістохімічних досліджень.

Метод мікроструктурного аналізу – методологічний підхід до вивчення короткочасних пізнавальних та виконавчих дій. Передбачається, що в кожен інтервал часу після отримання інструкції виконання дії – за рахунок включення в роботу певного функціонального блоку виконуються певні перетворення вхідної інформації [113].

Найважливіше завдання методу мікроструктурного аналізу – виділення компонентів (одиниць аналізу), що зберігають властивості цілого і складають між ними зв'язки. Набір (алфавіт) цих компонентів повинен бути достатньо широким для того, щоб охопити процес в цілому; кожен з компонентів повинен володіти не тільки якісною, але і кількісною визначеністю. Той чи інший компонент приписується до певного місця в структурі управління і його

характеристиками виступають інформаційна ємність, час зберігання і характер перетворення інформації, форма трансформованої інформації.

М'ясопродукти на різних стадіях технологічної обробки, а також у готовому вигляді, зберігають свої морфологічні особливості. Тому, за допомогою мікроструктурного аналізу сировини, напівфабрикатів чи готової продукції, можна визначити наявність тих чи інших видів тканин, органів, спецій, а також малоцінних добавок, непередбачених рецептурою, повторно використану сировину [105-108]. При цьому, мікроструктурний аналіз дає можливість проводити кількісний аналіз окремих складових частин продукту [109, 114]. Мікроструктурний аналіз дає можливість не тільки виявляти фальсифікації, а й контролювати відповідність складу м'ясопродуктів затвердженій рецептурі [115].

Властивості м'яса певною мірою залежать від співвідношення тканин, з урахуванням їх хімічного складу та будови, а стабільність властивостей зумовлює ступінь можливих змін харчової цінності й нешкідливості продукту. Склад і розмаїття властивостей м'яса і м'ясопродуктів визначають необхідність використання комплексу методів аналізу для об'єктивної і всебічної оцінки якості. Під час такої оцінки, головними критеріями свіжості м'яса будуть його ступінь свіжості і рівень дозрівання [116-118]. Саме ці показники будуть у першу чергу визначати смакоароматичні властивості готових м'ясних продуктів.

В результаті високого змісту вологи і білків, м'ясо є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, які викликають його псування. Розвиток мікробіологічних процесів, які впливають на стан білків, визначає, в першу чергу, ступінь свіжості м'яса [119]. За ступенем свіжості, м'ясні продукти можуть бути свіжими, сумнівної свіжості і несвіжими. При оцінці м'яса, велике значення надається органолептичним показникам. Органолептичні методи передбачають визначення зовнішнього вигляду і кольору, консистенції, запаху, стану жиру, стану сухожиль та прозорості. Після обстеження туш м'яса худоби всієї партії і, в разі виникнення сумнівів у його

свіжості, проводять відбір проб, органолептичну оцінку, використовуючи лабораторні методи хімічного і мікроструктурного аналізу [120].

За результатами випробувань роблять висновок про свіжість м'яса, відповідно до характерних ознак, представленими у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Органолептичні показники м'яса різного ступеня свіжості

Показник	Характерна ознака м'яса		
	Свіжого	Сумнівної свіжості	Несвіжого
1	2	3	4
Зовнішній колір і вид поверхні	Скоринка підсихання блідо-рожевого або блідо-червоного кольору	Місцями зволожений, злегка липкий, потемнілий	Сильно підсохла, покрита слизом сірувато-коричневого кольору або цвіллю
Стан жиру	Телятина – має білий, жовтуватий або жовтий колір; консистенція тверда, при роздавлюванні кришиться Свинячого – має білий або блідо-рожевий колір, м'який, еластичний Курка – блідо-жовтого або жовтого кольору	Має сірувато-матовий відтінок, злегка липне до пальців Курка – блідо жовтого або жовтого кольору	Має сірувато-матовий відтінок, при роздавлюванні мажеться. Свинячий жир може бути покритий невеликою кількістю цвілі. Запах згірклий (виражає гіркоту). Курячий жир блідо білого кольору з сірим відтінком
М'язи на розрізі	Злегка вологі, не залишають вологої плями на фільтрувальному папері; колір, властивий даному виду м'яса	Вологі, залишають вологу пляму на фільтрувальному папері, злегка липку; темно червоного кольору	Вологі, залишають вологу пляму на фільтрувальному папері, липкі; червоно-коричневого кольору
Консистенція	На розрізі м'ясо щільне та пружне; еластична, при натисканні пальцем, утворюється ямка, що швидко вирівнюється	На розрізі м'ясо менш щільне; при натисканні пальцем утворюється ямка, що вирівнюється поволі	На розрізі м'ясо в'яле; при натисканні пальцем утворюється ямка, яка не вирівнюється

Продовження Таблиці 3.1

1	2	3	4
Запах	Специфічний, властивий кожному виду свіжого м'ясо	Злегка кислуватий або з відтінком затхлості	Кислий або затхлий, або слабо-ароматний
Стан сухожилля	Сухожилля пружні, щільні, поверхня суглобів гладенька, блискуча	Сухожилля менш щільні, матово-білого кольору. Суглобові поверхні злегка покриті слизом	Сухожилля розм'якшені, сіруватого кольору. Суглобові поверхні покриті слизом

Зовнішній вигляд і колір туші визначають зовнішнім оглядом. Визначають на свіжому розрізі м'яса, встановлюючи наявність липкості шляхом дотикання і зволоженості поверхні м'яса.

Консистенцію визначають на свіжому розрізі зразка легким натисканням пальця і вирівнюванням утвореної ямки.

Запах зразка визначають зробивши розріз в глибинних шарах, у цьому особливу увагу привертають до себе запах м'язової тканини, що прилягає до кістки.

Стан жиру в зразку визначають у момент відбору зразків, встановлюючи колір, запах і консистенцію жиру.

Стан сухожиль визначають в останній момент відбору зразків. Пружність, щільність й стан поверхонь сухожиль встановлюють дотиканням.

Вибір характерних ознак здійснювався виходячи із результатів досліджень, наведених в [120, 121] та із доступності їх контролю за допомогою простих оптичних засобів (цифрових фотокамер).

3.2. Дослідження показників якості м'яса за кольором

Колір м'яса є одним із основних показників якості, що оцінюється споживачем, за яким судять про товарний вигляд продуктів, а також про деякі хімічні перетворення, які можуть відбуватися у м'ясі [102]. Колір тканин м'яса у залежності від хімічної будови фарбуючих речовин, коливається від білого

(свинячий жир) до різних відтінків жовтого, жовто-коричневого, коричнево-червоного та червоного.

М'ясо корів має яскраво-червоне забарвлення, молодняка великої рогатої худоби до 1,5 року – блідо-червоне, свиней – червоне. На інтенсивність забарвлення м'яса впливають вид, порода, стать, вік тварини та спосіб годівлі. Колір м'яса залежить від рН. Підвищення рН м'яса мірою варіювання кольору м'яса від світлого до темного. Темне забарвлення м'язової тканини пов'язане з меншими втратами соку при наступному нагріві, тобто таке м'ясо володіє великою водозв'язувальною здатністю [98].

Діяльність мікроорганізмів може здійснити непрямий вплив на колір м'яса. Поява зеленого забарвлення несоленого м'яса обумовлено змінами порфіринового кільця або дією перекисів, які утворюються в жирі, а також сірководню у результаті утворення сульфміоглобіну [103, 104].

Нижче представлена база шкали кольорів для певного типу м'яса, яка використовується в алгоритмі додатку.

Показники кольорів курячого м'яса зображено в рисунку 3.1 та в колірній моделі (RGB), що описує спосіб синтезу кольору, за якою червоне, зелене та синє світло накладаються разом, змішуючись у різноманітні кольори (таблиці 3.2).

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Рисунок 3.1 – Шкала кольорів для курячого м'яса

Таблиця 3.2 – Колірна модель (RGB) курячого м'яса

№	Колірна модель		
	R	G	B
1	2	3	4
1	254	190	180
2	254	198	188
3	254	206	196
4	254	214	204

Продовження Таблиці 3.2

1	2	3	4
5	254	222	212
6	254	230	220
7	254	238	228
8	254	244	226
9	254	244	226

Показники кольорів свиного м'яса зображено в рисунку 3.2 та в колірній моделі (RGB) (таблиці 3.3).

1	2	3
4	5	6
1	8	9

Рисунок 3.2 – Шкала кольорів для свинячого м'яса

Таблиця 3.3 – Колірна модель (RGB) свиного м'яса

№	Колірна модель		
	R	G	B
1	207	65	82
2	207	75	92
3	207	85	102
4	207	95	112
5	207	105	122
6	207	115	132
7	209	98	82
8	183	87	53
9	146	87	53

Показники кольорів телячого м'яса зображено в рисунку 3.3 та в колірній моделі (RGB) (таблиці 3.4).

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Рисунок 3.3 – Шкала кольорів для телячого м'яса

Таблиця 3.4 – Колірна модель (RGB) телячого м'яса

№	Колірна модель		
	R	G	B
1	136	41	47
2	128	41	47
3	120	41	47
4	91	31	35
5	87	31	35
6	83	31	35
7	72	31	27
8	72	35	27
9	72	39	27

Таким чином розроблені шкали кольорів різних видів мяса (курятина, свинина, телятина) дозволяють формулізувати процес ідентифікації спочивачем м'ясної продукції в момент її придбання.

3.3. Дослідження показників якості м'яса за структурою

Широкого поширення набуває мікроструктурний аналіз, який дозволяє оцінити санітарну якість використаної сировини, прогнозувати його технологічні властивості, встановлювати співвідношення компонентів рецептури, виявити в м'ясних продуктах малоцінні добавки, визначати ступінь подрібнення складових компонентів.

Значний внесок у розробку методичних і теоретичних основ оцінки якості м'ясної продукції зробили вчені Радянського Союзу Г.Г. Тиняков, В.М. Макаєв, В.М. Горбатов, А.А. Соколов. Наразі в Російській Федерації цим питанням займаються дослідники С.І. Хвиля, В.В. Авілов, Т.Г. Кузнєцова, Л.В. Прошкін; у далекому зарубіжжі – Бем Р., Плева В., Prandl O., Katsaras K., Danchev S., Horn D., Kuschfeld R., Hofmann K.R. Katsarasta інші, в Україні – І.Я. Коцюмбас, Г.І. Коцюмбас, О.М. Щербентовська, Е.В. Єсіна, О.В. Ложкіна, О.Т. Марчук, Н.І. Теплих, Н.І. Меженська, І.Г. Калиновська [106, 117, 124].

Оскільки важливим показником для візуального контролю м'яса є його структура, то далі будуть представлені результати досліджень саме цієї властивості.

Для мікроскопічного дослідження відібраний матеріал м'ясопродуктів маркували і фіксували в 10 % нейтральному формаліні. Після фіксації вирізали шматочки, величиною 0,5x1 см, зневоднювали, ущільнювали. Виготовлені гістопрепарати досліджували за допомогою фотокамери OLYMPUS C 5050 та світлового мікроскопа OLYMPUS CX-41 при малому (об'єктив 10x), середньому (20x) та великому (40x) збільшеннях.

Мікроструктурні методи дослідження дають можливість оцінити структуру продукту в цілому, виявляти заміну якісної сировини малоцінними добавками, рослинними білками тощо. Крім того, можна диференціювати особливості різних тканинних елементів і клітинних структур. Слід відзначити, що робота з сировиною в харчових продуктах має свої особливості, оскільки, в цьому випадку, дослідженню підлягають матеріали після механічної, термічної та інших видів технологічної обробки [122-124]. Метод мікроструктурного аналізу дозволяє досить швидко отримати результати, оцінити якість та реальний склад більшості видів м'ясопродуктів.

Підготовка матеріалу для мікроструктурного дослідження методично включає в себе декілька етапів, які залежать від виду досліджуваного об'єкта, поставленої мети і може проводитись прискореним методом (використовуючи заморожуючий мікротом) і класичним. У залежності від мети досліджень, вибирають той чи інший метод фарбування.

Разом з якісною оцінкою досліджуваної сировини після проведення мікроструктурного дослідження можна проводити і кількісні підрахунки компонентів, які не вказані в рецептурі. Мікроструктурний аналіз оцінки стану та якості м'ясної сировини, а також складу м'ясних продуктів застосовується в багатьох країнах [124]. У Німеччині цей метод є офіційним і є юридичною основою для проведення досліджень для встановлення реальних складників м'ясних продуктів, що особливо важливо в арбітражних випадках. Проте у деяких країнах він не має законодавчої бази як інструмент проведення арбітражних і сертифікаційних досліджень. В Україні вже затверджений і введений в дію з 1 січня 2010 року ДСТУ 7063:2009 «Напівфабрикати м'ясні та

м'ясо-рослинні січені. Визначення складників мікроструктурним методом», за допомогою якого можна визначати у м'ясних фаршах, ковбасах та інших м'ясних напівфабрикатах вміст різних тканин, органів, спецій, добавок та встановити можливі фальсифікації м'ясопродуктів. Отримані результати досліджень можуть бути аргументом для бракування продукту, в зв'язку з наявністю недопустимих або не передбачених рецептурою компонентів, невідповідності технологічним регламентам тощо.

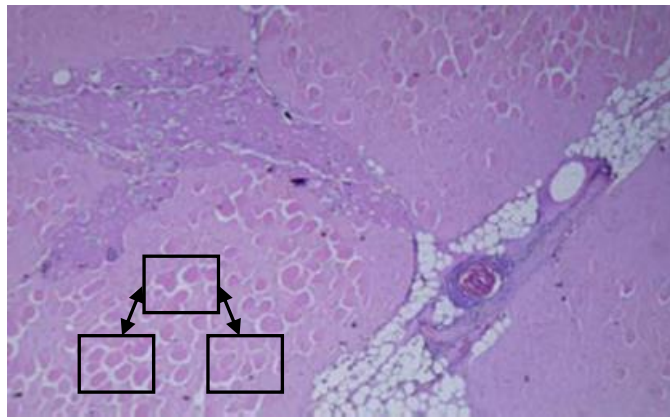


Рисунок 3.4 – Кількість волокон. Ок. 10, об. 20

Кількість волокон:

$$d_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{ij} \quad (3.1)$$

Середній розмір волокон:

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d} \quad (3.2)$$

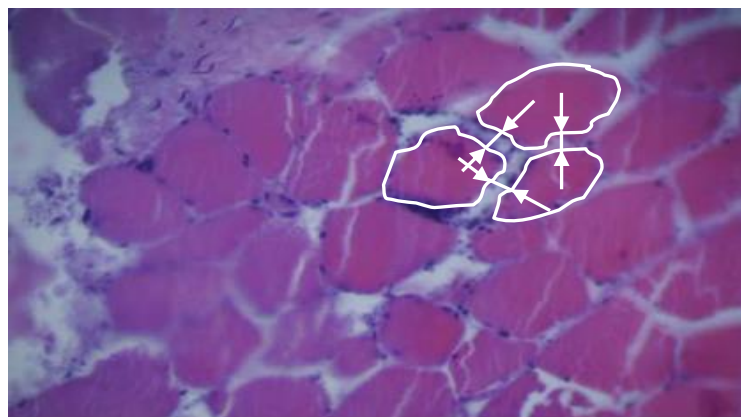


Рисунок 3.5 – Зображення чіткості країв волокон. Ок. 10, об. 40

Показник свіжості м'яса:

$$\Delta h = h_{12} - h_{11}, \quad (3.3)$$

де h – чіткість країв волокон; h_{11} – перший день заміру; h_{12} – п'ятий день заміру.

За результатами оцінювання класифікаційних ознак зразка м'яса визначаються його статистичні характеристики та здійснюється порівняння за ознаками, які знаходяться в класифікаторі. При порівнянні характеристик здійснюється ідентифікація досліджуваного м'яса та оцінка вірогідності за вирішальним правилом.

3.4. Дослідження впливу рівня освітленості зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості

Для реалізації запропонованого методу необхідно дослідити умови його застосування та створити математичну модель оптичної ідентифікації м'яса. З цією метою були визначені основні впливні фактори, а саме: фон (контрастність зображення) та рівень освітленості досліджуваного зразка.

В пункті наведені декілька зразків курячого м'яса, решта досліджень наведені в Додатках Б та В.

Дослідження оптичних (візуальних) властивостей м'яса в залежності від рівня його освітлення (L)

Об'єкт досліджень: 25 зразків курячого м'яса. Рівень освітлення склав в діапазоні від 730 лк до 1850 лк. Фон – світлий тон. Зображення здійснювали камерою Apple iPhone 6s, з характеристиками: роздільна здатність – 4032 x 3024 пікселів, 12 Мп [125].

На кожному зразку проводили по 5 експериментів в кожній точці. Кількість точок на зразку складала 16.

Ідентифікація зображення відбувалась шляхом аналізу червоного (RED) $R_{\text{серед}}$, зеленого (GREEN) $G_{\text{серед}}$ та синього (BLUE) $B_{\text{серед}}$ спектрів у отриманих фото зображеннях. З метою формування еталонної бази для визначення якості

курячого м'яса було здійснено дослідження на 25 зразках, результати яких представлено у вигляді таблиць 3.5.

Таблиця 3.5 – Дослідження Зразка 1 властивостей м'яса

Кількість зображень	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
	752	174	110	66	175	114	69	176	114	65	181	131	80
		169	108	64	181	114	71	179	122	63	179	120	64
		191	127	83	179	107	68	181	117	65	181	117	69
		180	118	77	178	103	61	181	109	61	185	121	73
2	1392	171	109	62	195	131	83	178	117	72	182	131	78
		171	107	63	190	126	80	176	113	71	180	119	65
		181	114	71	187	116	72	180	107	64	186	123	72
		187	130	87	196	123	80	177	100	56	198	132	80
3	1690	192	128	82	176	112	66	182	120	71	174	121	69
		181	117	73	175	108	66	188	122	74	183	126	73
		179	110	68	209	142	97	185	117	70	205	143	92
		193	126	83	184	109	67	183	106	62	206	140	90
4	1843	174	113	66	180	118	71	180	122	76	181	128	78
		163	99	61	171	106	64	179	112	69	183	128	74
		157	95	56	160	95	55	187	123	79	187	127	77
		168	117	78	164	99	57	160	92	47	168	110	64
5	1747	159	101	53	166	104	57	173	112	58	194	134	74
		170	109	64	183	120	69	182	111	57	193	124	67
		162	98	54	187	117	68	186	110	60	195	122	69
		199	138	91	193	116	70	188	106	56	103	132	70

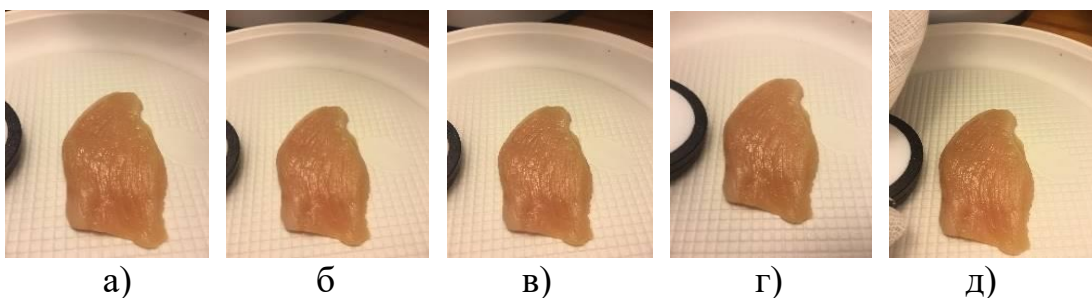


Рисунок 3.6 – Зображення зразка 1 при освітленості: а) 752лк; б) 1392лк; в) 1690лк; г) 1843лк; д) 1747лк

Усереднені значення результатів представлено в таблиці 3.6 та графічно (рисунок 3.7).

Таблиця 3.6 – Узагальнені результати дослідження зразків властивостей м'яса

Номер зображення	Освітленість (лк)	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	752	179,375	115,75	68,6875
2	1392	183,4375	118,625	72,25
3	1690	187,1875	121,6875	75,1875
4	1843	172,625	111,5	67
5	1747	177,0625	115,875	64,8125

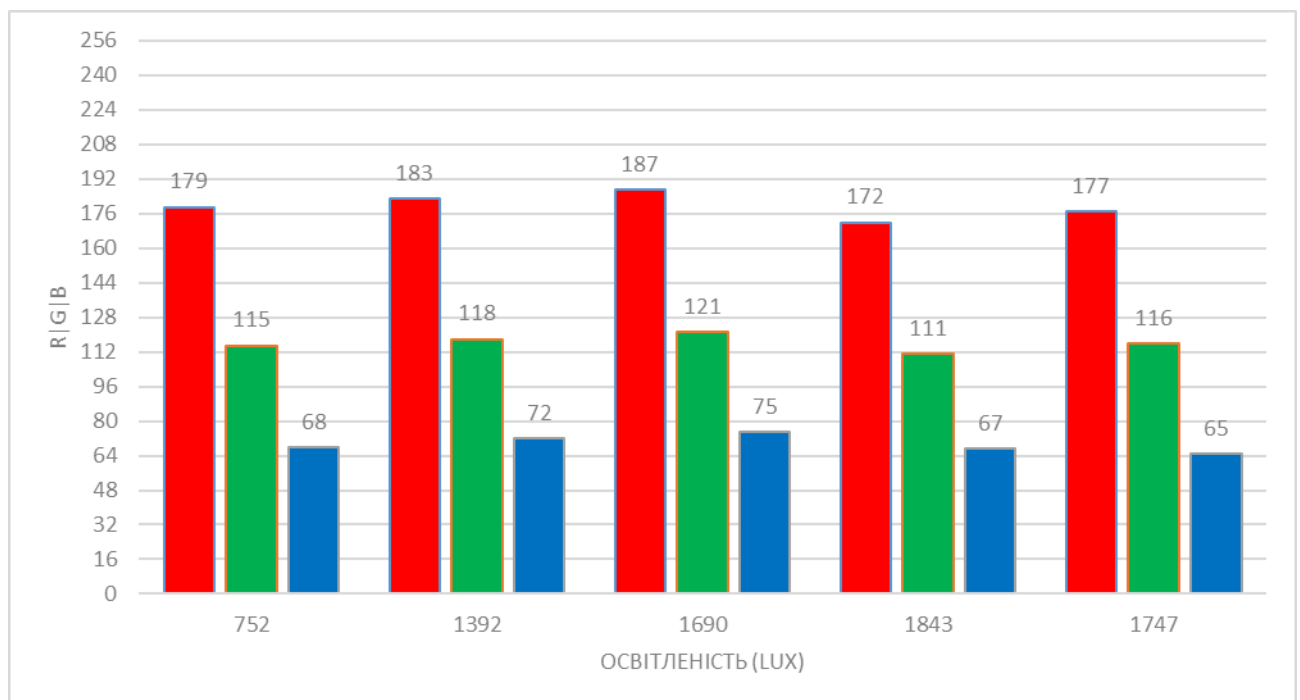


Рисунок 3.7 – Залежність $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $B_{\text{серед}}$ від освітленості L (лк)

Формалізація математичної моделі оптичної ідентифікації м'яса представлена нижче [125].

Оптична модель:

$$S_{\text{ОПТ}} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 0 < I(x, y, \lambda) \leq I_{\text{max}} - \text{яскравість зображення} \\ x_1 \leq x \leq x_2, y_1 \leq y \leq y_2 - \text{розміри зображення} \\ L(x, y) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I(x, y, \lambda) \cdot s(\lambda) \cdot d\lambda - \text{зображення} \\ 350 \text{ нм} \leq \lambda \leq 780 \text{ нм} - \text{оптичний діапазон} \\ C = \int_0^1 (I - \bar{I})^2 \cdot p(I) dI = \frac{I_0 - I_\phi}{I_\phi} - \text{контрастність зображення} \\ z = \frac{\lambda}{2m \cdot \sin \varphi} - \text{роздільна здатність} \\ y_{\text{RED}} = -4,75x^2 + 2205x + 16075 \\ R^2 = 0,853 \\ y_{\text{GREEN}} = -3,25x^2 + 1535x + 10225 \\ R^2 = 0,8457 \\ y_{\text{BLUE}} = -3x^2 + 15x + 55,5 \\ R^2 = 0,878 \end{array} \right. , \quad (3.4)$$

де \bar{I} – усереднена яскравість зображення; $p(I)$ – функція густини ймовірності рівнів сірого; I_0 – яскравість досліджуваного зображення; I_ϕ – яскравість фону; $2m \cdot \sin \varphi$ – числова апертура оптичної системи; y_{RED} , y_{GREEN} , y_{BLUE} – показники спектрів; R^2 – коефіцієнт детермінації моделі.

Виявлено, що при освітленості $L > 1600$ лк ця закономірність (рисунок 3.7) зникає, тому рекомендоване значення для освітленості L не повинно перевищувати 1600 лк під час реалізації запропонованого методу визначення якості м'яса [125].

Дослідження оптичних (візуальних) властивостей м'яса в залежності від співвідношення яскравостей фону

Об'єкт досліджень: 25 зразків курячого м'яса. Рівень освітлення склав в діапазоні від 540 лк до 1800 лк. Фон – темний тон. Зображення здійснювали камерою Apple iPhone 6s, з характеристиками: роздільна здатність - 4032 x 3024 пікселів, 12 Мп.

На кожному зразку проводили по 5 експериментів в кожній точці. Кількість точок на зразку складала 16.

З метою формування еталонної бази для визначення якості курячого м'яса було здійснено дослідження на 25 зразках, результати яких представлено у вигляді таблиць 3.7.

Таблиця 3.7 – Дослідження Зразка 1 властивостей м'яса

Кількість зображень	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	547	211	163	101	210	162	98	194	156	93	187	162	105
		202	152	93	204	150	90	214	161	93	175	143	82
		205	154	99	231	190	136	226	178	114	182	144	79
		199	162	109	171	131	79	159	119	68	144	128	76
2	1263	201	169	92	210	151	95	216	165	102	200	150	85
		193	138	84	224	167	112	222	167	110	203	155	89
		197	139	86	197	142	86	194	138	87	204	158	99
		196	150	98	191	143	94	187	139	90	178	147	93
3	1480	192	143	87	194	143	86	194	149	92	195	151	90
		188	138	89	203	150	96	201	145	91	200	149	86
		188	138	87	185	140	85	193	141	91	195	143	86
		170	120	90	169	127	79	167	125	77	161	133	85
4	1646	184	137	85	193	146	92	188	143	86	180	138	88
		206	164	114	217	170	124	200	145	91	196	141	85
		178	129	89	193	146	102	174	124	75	185	142	89
		178	137	93	169	126	83	146	107	64	145	126	83
5	1749	200	149	102	202	150	103	197	147	107	184	146	97
		192	138	94	200	143	98	223	162	117	187	142	90
		176	132	97	188	133	92	201	153	107	195	143	95
		228	186	151	198	146	108	165	116	75	161	128	83

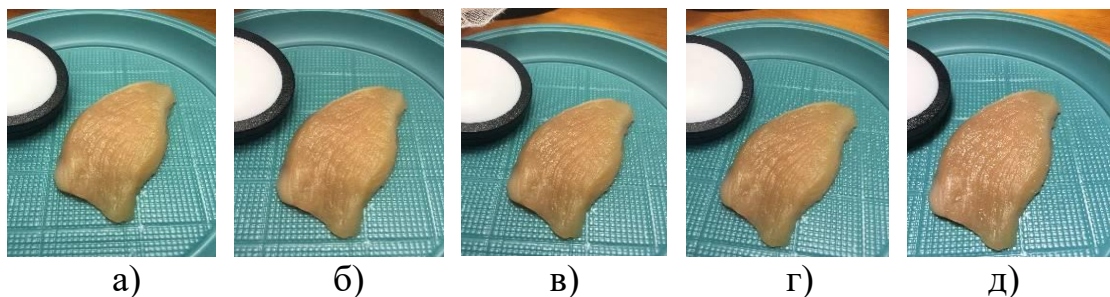


Рисунок 3.8 – Зображення зразка 1 при освітленості: а) 547лк; б) 1263лк; в) 1480лк; г) 1646 лк; д) 1749лк

Усереднені значення результатів представлено в таблиці 3.8 та графічно (рисунок 3.9).

Таблиця 3.8 – Узагальнені результати дослідження зразків властивостей м'яса

Номер зображення	Освітленість (лк)	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	547	194,625	153,4375	94,6875
2	1263	200,8125	151,125	93,875
3	1480	187,1875	139,6875	87,3125
4	1646	183,25	138,8125	90,1875
5	1749	193,5625	144,625	101

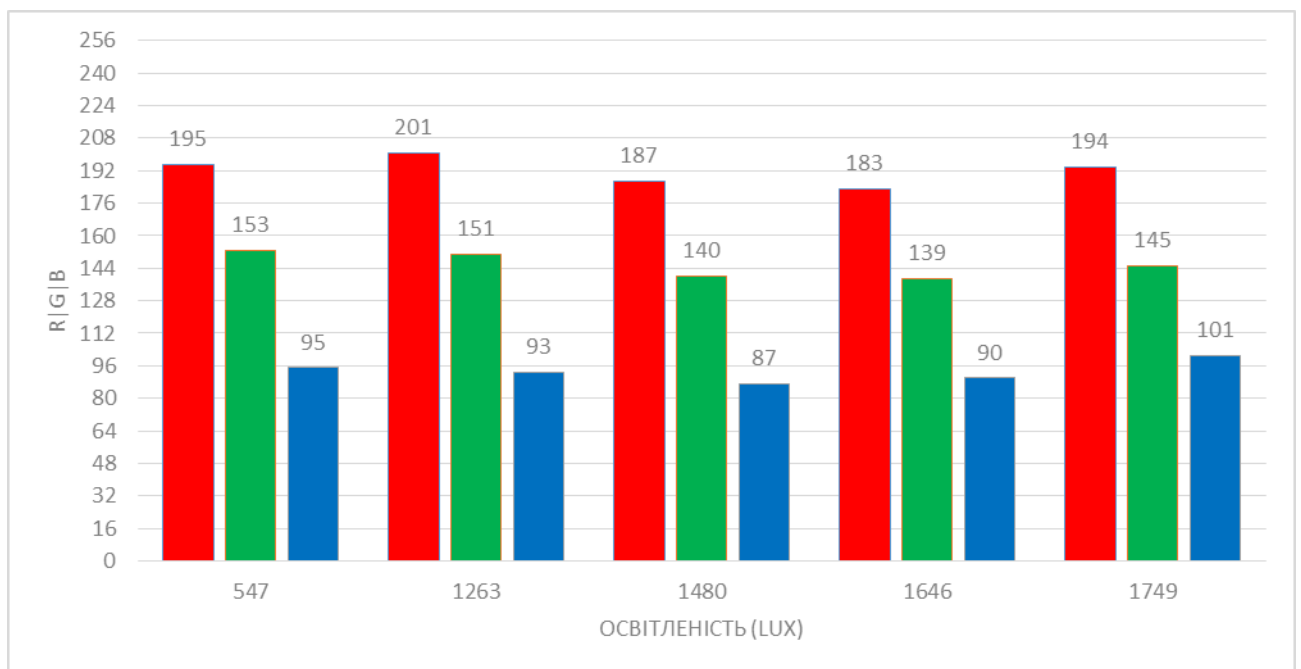


Рисунок 3.9 – Залежність $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $B_{\text{серед}}$ від освітленості L (лк)

Висновок:

- Експериментально встановлено, що математична модель є адекватною в діапазоні від 730 лк до 1850 лк.
- Дослідження досліджуваного об'єкта були здійснено на різних фонах (світлий і темний). Проте на темному фоні стабільних і закономірних залежностей не було виявлено. Тому, рекомендовано реалізовувати метод на світлий тоні об'єкта.

3.5. Дослідження впливу терміну зберігання зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості для різних температурних режимів

Для реалізації запропонованого методу необхідно дослідити умови його застосування та створити математичну модель оптичної ідентифікації м'яса. З цією метою були визначені основні впливні фактори, а саме, зберігання: в охолоджених умовах та при кімнатній температурі.

3.5.1. Дослідження курячого м'яса

Дослідження впливу терміну зберігання охолоджених зразків курячого м'яса на його оптичні властивості (світлий тон)

Об'єкт досліджень: 10 зразків курячого м'яса. Рівень освітлення склав в діапазоні від 1141 лк до 1773 лк. Фон – світлий тон. Температура зберігання – 8⁰С. Зображення здійснювали камерою Apple iPhone 6s, з характеристиками: роздільна здатність – 4032 x 3024 пікселів, 12 Мп.

Ідентифікація зображення відбувалась шляхом аналізу червоного (RED) $R_{\text{серед}}$, зеленого (GREEN) $G_{\text{серед}}$ та синього (BLUE) $B_{\text{серед}}$ спектрів у отриманих фото зображеннях. З метою формування еталонної бази для визначення якості курячого м'яса було здійснено дослідження на 10 зразках, результати яких представлено у вигляді таблиць 3.9.

Таблиця 3.9 – Дослідження зразка 1 властивостей м'яса протягом 5 днів

День зберігання	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1141	188	128	78	173	101	45	166	99	56	188	131	86
		161	98	54	164	97	54	162	88	53	178	97	51
		154	93	48	158	91	47	157	95	54	151	80	36
		145	88	45	141	82	42	143	75	38	135	83	44
2	1465	166	110	63	170	110	60	168	101	65	172	116	69
		158	100	52	163	96	52	162	98	54	162	105	58
		147	93	46	150	89	44	153	90	46	170	114	67
		129	76	34	138	77	33	138	76	35	150	97	53
3	1773	150	87	46	165	98	55	157	88	47	172	109	66
		148	87	43	150	87	44	148	80	43	153	89	51
		135	77	39	151	86	44	142	84	37	135	70	38
		119	63	30	118	57	26	121	60	31	136	71	39

Продовження Таблиця 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	1195	158	99	59	162	100	53	158	95	40	165	113	73
		149	96	52	153	92	47	149	87	46	150	92	52
		135	82	40	131	76	37	127	68	34	141	87	49
		119	67	30	111	57	29	118	63	33	120	67	36
5	1195	150	76	31	151	77	30	153	81	33	149	78	32
		141	70	24	145	74	30	139	66	23	133	66	23
		132	66	18	172	105	62	130	62	23	125	60	20
		107	47	13	102	45	15	102	43	13	116	54	17

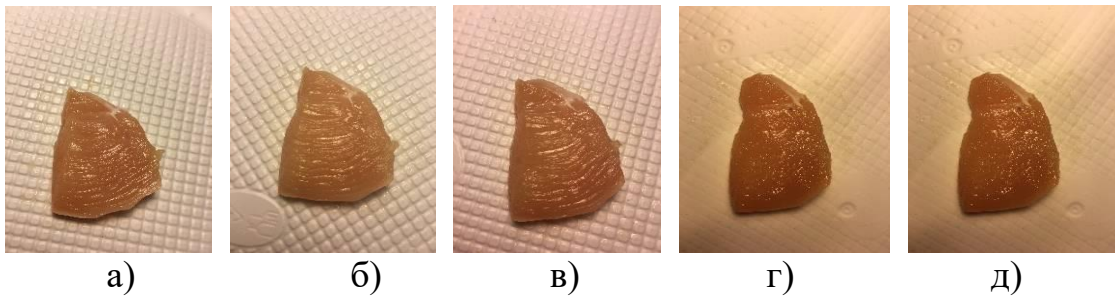


Рисунок 3.10 – Зображення зразків курячого м'яса в різні дні (на протязі п'яти днів) зберігання при освітленості: а) 1141лк; б) 1465лк; в) 1773лк; г) 1195лк; д) 1195лк

Усереднені значення результатів представлено в таблиці 3.10 та графічно (рисунок 3.11).

Таблиця 3.10 – Узагальнені результати дослідження впливу терміну зберігання охолоджених зразків курячого м'яса на його оптичні властивості (світлий тон)

День зберігання	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	160	95	52
2	156	97	52
3	144	81	42
4	140	84	44
5	134	67	25

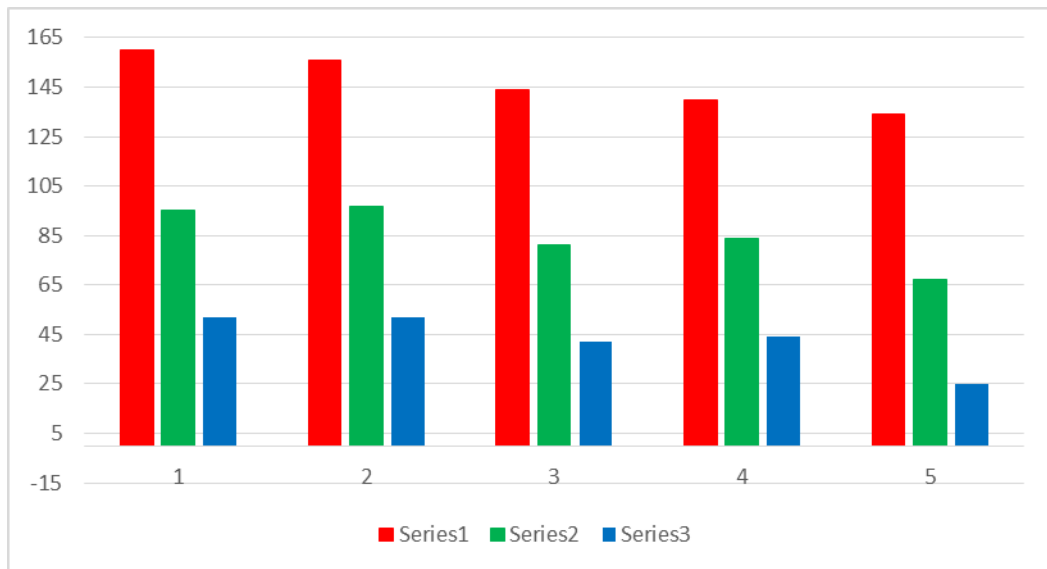


Рисунок 3.11 – Залежність $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $V_{\text{серед}}$ від терміну зберігання

Формалізація математичної моделі оптичної ідентифікації м'яса представлена нижче. Оптична модель:

$$\begin{aligned}
 & 0 < I(x, y, \lambda) \leq I_{\max} \text{ - яскравість зображення} \\
 & x_1 \leq x \leq x_2, y_1 \leq y \leq y_2 \text{ - розмір зображення} \\
 & L(x, y) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I(x, y, \lambda) \cdot s(\lambda) \cdot d\lambda \text{ - зображення} \\
 & 350 \text{ нм} \leq \lambda \leq 780 \text{ нм} \text{ - оптичний діапазон} \\
 & C = \int_0^1 (I - \bar{I})^2 \cdot p(I) dI = \frac{I_0 - I_\phi}{I_\phi} \text{ - контраст зображення} \\
 & S_{\text{ОПТ}} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} & z = \frac{\lambda}{2m \cdot \sin \varphi} \text{ - роздільна здатність} \\ & y_{\text{RED}} = 0,285x^2 - 8,514x + 1692 \\ & R^2 = 0,9722 \\ & y_{\text{GREEN}} = -1,357x^2 + 1,242x + 96 \\ & R^2 = 0,8582 \\ & y_{\text{BLUE}} = -1,857x^2 + 4,942x + 486 \\ & R^2 = 0,8867 \end{aligned} \right. , \quad (3.5)
 \end{aligned}$$

де \bar{I} – усереднена яскравість зображення; $p(I)$ – функція густини ймовірності рівнів сірого; I_0 – яскравість досліджуваного зображення; I_ϕ – яскравість фону; $2m \cdot \sin \varphi$ – числова апертура оптичної системи; y_{RED} , y_{GREEN} , y_{BLUE} – показники спектрів; R^2 – коефіцієнт детермінації моделі; x – термін зберігання (дні).

Отже, абсолютні значення $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $V_{\text{серед}}$ зменшуються з часом при

одному і тому самому рівні освітленості та температурі зберігання.

Дослідження впливу терміну зберігання охолоджених зразків курячого м'яса на його оптичні властивості (темний тон)

Об'єкт досліджень: 10 зразків курячого м'яса. Рівень освітлення склав в діапазоні від 1218 лк до 1875 лк. Фон – темний тон. Температура зберігання – 17⁰С. Зображення здійснювали камерою Apple iPhone 6s, з характеристиками: роздільна здатність – 4032 x 3024 пікселів, 12 Мп.

Ідентифікація зображення відбувалась шляхом аналізу червоного (RED) $R_{\text{серед}}$, зеленого (GREEN) $G_{\text{серед}}$ та синього (BLUE) $B_{\text{серед}}$ спектрів у отриманих фото зображеннях. З метою формування еталонної бази для визначення якості курячого м'яса було здійснено дослідження на 10 зразках, результати яких представлено у вигляді таблиць 3.11.

Таблиця 3.11 – Дослідження зразка 1 властивостей м'яса протягом 5 днів

День зберігання	Освітленість (Лух)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	1282	169	101	54	183	101	54	192	109	59	177	110	58
		177	101	49	204	116	66	200	115	61	190	108	61
		179	101	52	173	87	40	201	11	61	183	107	57
		155	84	42	171	79	43	194	108	57	190	106	60
2	1465	154	126	79	172	139	88	162	135	90	162	140	93
		159	121	72	173	130	77	175	135	84	148	120	73
		168	125	74	174	129	74	172	126	76	162	128	82
		131	97	51	152	109	56	156	112	65	153	125	78
3	1875	153	120	77	167	123	78	197	143	99	171	126	84
		163	122	76	183	131	83	186	127	83	158	110	70
		151	113	68	176	122	75	177	116	72	186	146	110
		136	92	53	134	82	45	163	110	75	139	94	63
4	1218	156	118	82	167	129	90	174	136	97	173	130	98
		154	112	72	185	133	86	188	134	96	176	124	84
		151	108	65	166	112	66	167	105	64	170	122	84
		137	91	55	165	106	64	138	85	53	140	93	63
5	1218	139	105	67	170	123	79	165	118	72	158	120	84
		156	115	69	174	123	76	192	136	87	160	114	78
		153	105	65	182	124	74	193	131	84	120	86	59
		133	87	54	153	99	61	132	79	48	140	95	64

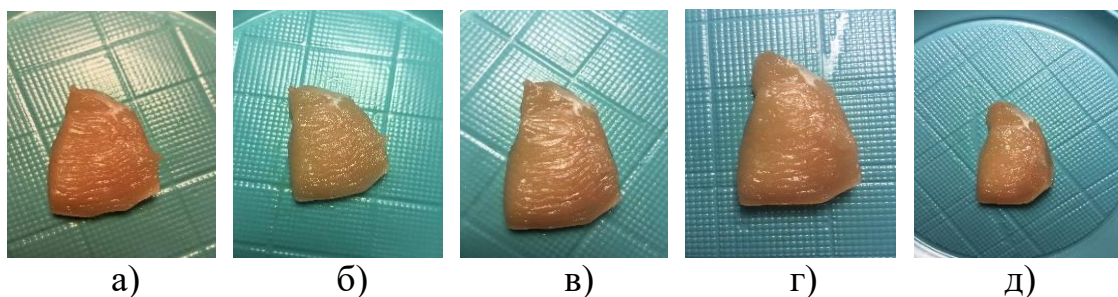


Рисунок 3.12 – Зображення зразків курячого м'яса в різні дні (протягом п'яти днів) зберігання при освітленості: а) 1282лк; б) 1465лк; в) 1875лк; г) 1218лк; д) 1218лк

Усереднені значення результатів представлено в таблиці 3.12 та графічно (рисунок 3.13).

Таблиця 3.12 – Узагальнені результати дослідження впливу терміну зберігання охолоджених зразків курячого м'яса на його оптичні властивості (темний тон)

День зберігання	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	184	97	55
2	161	125	76
3	165	117	76
4	163	115	76
5	158	110	70

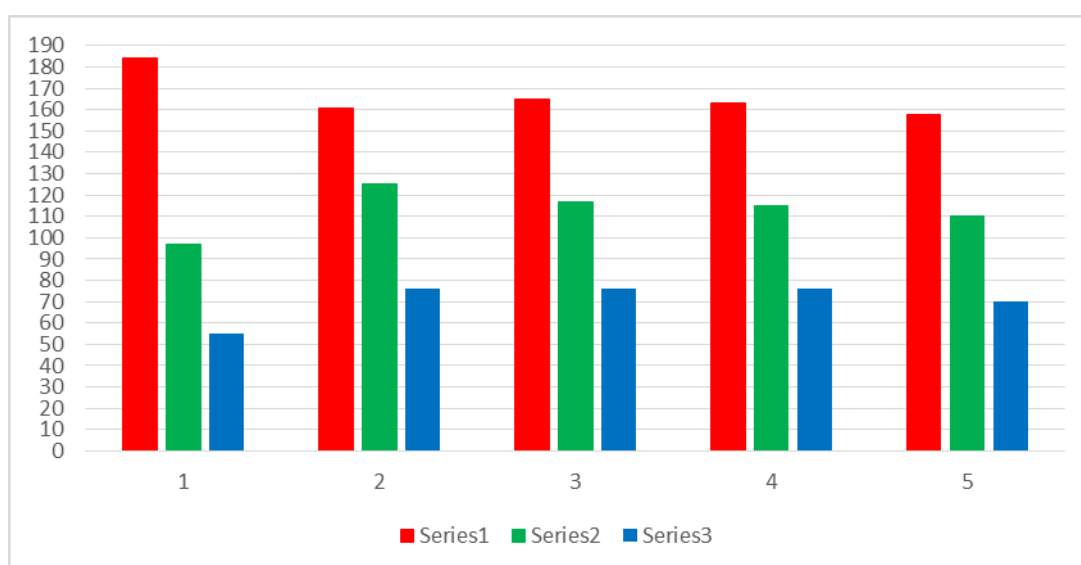


Рисунок 3.13 – Залежність $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $B_{\text{серед}}$ від терміну зберігання

Відсутність закономірності знову себе проявила для темного фону (рисунок 3.13). Отже, проводити дослідження необхідно виключно на світлому фоні.

Дослідження впливу терміну зберігання зразків курячого м'яса при кімнатній температурі на його оптичні властивості (світлий тон)

Об'єкт досліджень: 10 зразків курячого м'яса. Рівень освітлення склав в діапазоні від 1232 лк до 1778 лк. Фон – світлий тон. Температура зберігання – 17⁰С. Зображення здійснювали камерою Apple iPhone 6s, з характеристиками: роздільна здатність – 4032 x 3024 пікселів, 12 Мп.

Ідентифікація зображення відбувалась шляхом аналізу червоного (RED) $R_{\text{серед}}$, зеленого (GREEN) $G_{\text{серед}}$ та синього (BLUE) $B_{\text{серед}}$ спектрів у отриманих фото зображеннях. З метою формування еталонної бази для визначення якості курячого м'яса було здійснено дослідження на 10 зразках, результати яких представлено у вигляді таблиць 3.13.

Таблиця 3.13 – Дослідження зразка 1 властивостей м'яса протягом 3 днів

День зберігання	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	1232	167	113	66	172	112	60	168	98	49	173	120	66
		161	102	58	169	101	59	165	103	56	165	102	56
		197	146	101	147	86	42	150	91	48	163	97	48
		138	83	44	142	80	41	149	86	43	150	89	45
2	1778	173	114	56	180	112	49	184	116	51	185	127	63
		165	102	51	161	88	35	159	88	36	172	103	46
		138	75	32	157	91	39	154	84	33	159	94	40
		124	69	30	126	63	20	141	79	32	151	91	41
3	1721	154	98	49	165	103	46	157	95	34	162	107	42
		201	145	98	146	79	36	150	80	31	145	83	32
		131	69	28	172	109	58	142	75	30	148	82	34
		124	68	31	118	58	22	124	62	25	153	90	47

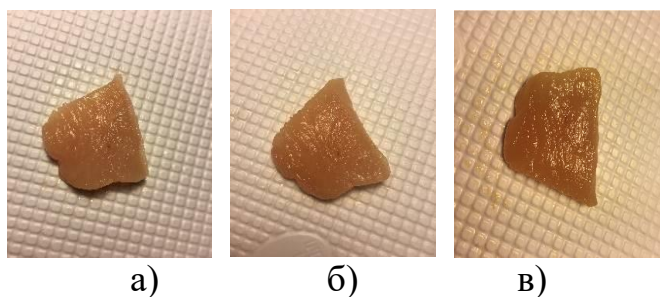


Рисунок 3.14 – Зображення зразків курячого м'яса в різні дні (на протязі трьох днів) зберігання при освітленості: а) 1232лк; б) 1778лк; в) 1721лк

Усереднені значення результатів представлено в таблиці 3.14 та графічно (рисунок 3.15).

Таблиця 3.14 – Узагальнені результати дослідження впливу терміну зберігання зразків в домашніх умовах курячого м'яса на його оптичні властивості (світлий тон)

День зберігання	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	161	101	55
2	158	94	41
3	150	88	40

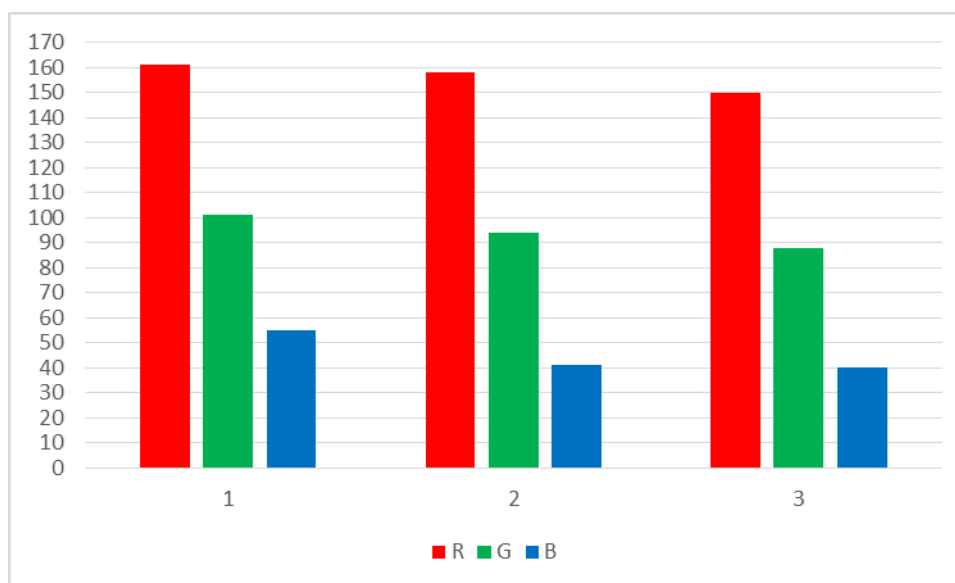


Рисунок 3.15 – Залежність $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $B_{\text{серед}}$ від терміну зберігання курячого м'яса при кімнатній температурі 17°C

Формалізація математичної моделі оптичної ідентифікації м'яса представлена нижче. Оптична модель:

$$S_{\text{ОПТ}} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 0 < I(x, y, \lambda) \leq I_{\text{max}} - \text{яскравість зображення} \\ x_1 \leq x \leq x_2, y_1 \leq y \leq y_2 - \text{розміри зображення} \\ L(x, y) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I(x, y, \lambda) \cdot s(\lambda) \cdot d\lambda - \text{зображення} \\ 350 \text{ нм} \leq \lambda \leq 780 \text{ нм} - \text{оптичний діапазон} \\ C = \int_0^1 (I - \bar{I})^2 \cdot p(I) dI = \frac{I_0 - I_\phi}{I_\phi} - \text{контраст зображення} \\ z = \frac{\lambda}{2m \cdot \sin \varphi} - \text{роздільна здатність} \\ y_{\text{RED}} = -2,5x^2 + 4,5x + 159 \\ R^2 = 1 \\ y_{\text{GREEN}} = 0,5x^2 - 8,5x + 109 \\ R^2 = 1 \\ y_{\text{BLUE}} = 6,5x^2 - 33,5x + 82 \\ R^2 = 1 \end{array} \right. , \quad (3.6)$$

де \bar{I} – усереднена яскравість зображення; $p(I)$ – функція густини ймовірності рівнів сірого; I_0 – яскравість досліджуваного зображення; I_ϕ – яскравість фону; $2m \cdot \sin \varphi$ – числова апертура оптичної системи; y_{RED} , y_{GREEN} , y_{BLUE} – показники спектрів; R^2 – коефіцієнт детермінації моделі; x – термін зберігання (дні).

Отже, абсолютні значення $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $B_{\text{серед}}$ зменшуються зі збільшенням терміну зберігання при одному і тому самому рівні освітленості та температурі зберігання.

3.5.2. Дослідження свинного м'яса

Дослідження впливу терміну зберігання охолоджених зразків свинного м'яса на його оптичні властивості (світлий тон)

Об'єкт досліджень: 10 зразків свинного м'яса. Рівень освітлення склав в діапазоні від 1138 лк до 1571 лк. Фон – світлий тон. Температура зберігання – 8⁰С. Зображення здійснювали камерою Apple iPhone 6s, з характеристиками: роздільна здатність - 4032 x 3024 пікселів, 12 Мп.

Ідентифікація зображення відбувалась шляхом аналізу червоного (RED) $R_{\text{серед}}$, зеленого (GREEN) $G_{\text{серед}}$ та синього (BLUE) $B_{\text{серед}}$ спектрів у отриманих фото зображеннях. З метою формування еталонної бази для визначення якості свинного м'яса було здійснено дослідження на 10 зразках, результати яких представлено у вигляді таблиць 3.15.

Таблиця 3.15 – Дослідження зразка 1 властивостей м'яса протягом 5 днів

День зберігання	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	1479	181	101	76	168	83	62	174	97	71	165	96	67
		203	119	91	164	73	54	172	80	65	181	97	73
		180	98	76	147	64	48	139	62	46	158	76	55
		124	52	40	127	53	40	135	64	46	128	62	48
2	1409	149	76	41	161	76	47	177	94	62	158	82	50
		162	78	50	175	49	55	163	67	41	165	80	49
		128	39	25	149	58	37	147	65	43	139	61	39
		113	45	26	122	44	22	126	49	31	121	56	34
3	1138	148	84	57	149	84	56	146	85	57	151	86	64
		135	70	48	132	71	43	140	80	54	137	80	53
		115	57	35	117	59	39	137	84	50	123	69	45
		106	50	33	118	66	44	122	66	41	121	66	45
4	1457	142	70	48	156	81	62	139	63	47	151	83	60
		124	59	39	130	64	42	127	61	39	125	65	41
		133	75	61	114	53	32	115	54	36	121	58	41
		91	34	23	109	55	31	113	54	36	113	58	38
5	1571	135	67	44	154	87	60	133	65	44	140	74	50
		109	48	29	110	49	31	110	48	37	120	66	40
		94	36	25	98	42	29	115	57	37	111	54	35
		93	40	26	100	47	31	110	53	36	130	75	55



а) б) в) г) д)

Рисунок 3.16 – Зображення зразків свинного м'яса в різні дні (на протязі п'яти днів) зберігання при освітленості: а) 1479лк; б) 1409лк; в) 1138лк; г) 1457лк; д) 1571лк

Усереднені значення результатів представлено в таблиці 3.16 та графічно (рисунок 3.17).

Таблиця 3.16 – Узагальнені результати дослідження впливу терміну зберігання охолоджених зразків свинного м'яса на його оптичні властивості (світлий тон)

День зберігання	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	159	80	60
2	147	64	41
3	131	72	48
4	125	62	42
5	116	57	38

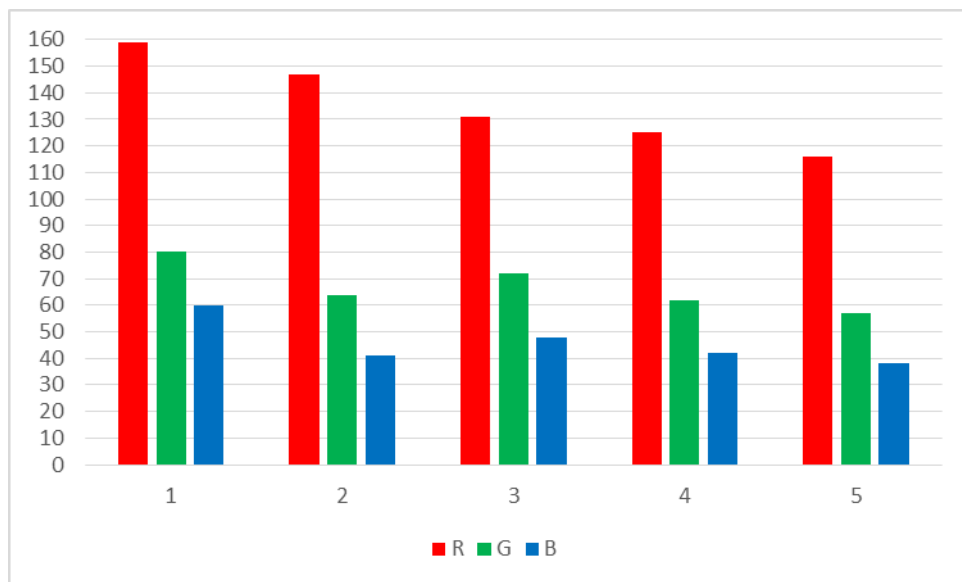


Рисунок 3.17 – Залежність $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $B_{\text{серед}}$ від терміну зберігання

Формалізація математичної моделі оптичної ідентифікації м'яса представлена нижче. Оптична модель:

$$S_{OPT} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 0 < I(x, y, \lambda) \leq I_{max} - \text{яскравість зображення} \\ x_1 \leq x \leq x_2, y_1 \leq y \leq y_2 - \text{розміри зображення} \\ L(x, y) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I(x, y, \lambda) \cdot s(\lambda) \cdot d\lambda - \text{зображення} \\ 350 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 780 \mu\text{m} - \text{оптичний діапазон} \\ C = \int_0^1 (I - \bar{I})^2 \cdot p(I) dI = \frac{I_0 - I_\phi}{I_\phi} - \text{контрастність зображення} \\ z = \frac{\lambda}{2m \cdot \sin \varphi} - \text{роздільна здатність} \\ y_{RED} = 1,142x^2 - 17,657x + 176 \\ R^2 = 0,9912 \\ y_{GREEN} = 0,2857x^2 - 6,5143x + 834 \\ R^2 = 0,7059 \\ y_{BLUE} = 1,214x^2 - 11,586x + 67,2 \\ R^2 = 0,6744 \end{array} \right. , \quad (3.7)$$

де \bar{I} – усереднена яскравість зображення; $p(I)$ – функція густини ймовірності рівнів сірого; I_0 – яскравість досліджуваного зображення; I_ϕ – яскравість фону; $2m \cdot \sin \varphi$ – числова апертура оптичної системи; y_{RED} , y_{GREEN} , y_{BLUE} – показники спектрів; R^2 – коефіцієнт детермінації моделі; x – термін зберігання (дні).

Отже, абсолютні значення $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $B_{\text{серед}}$ зменшуються з часом при одному і тому самому рівні освітленості та температурі зберігання. Крім того,

Дослідження впливу терміну зберігання зразків свинного м'яса при кімнатній температурі на його оптичні властивості (світлий тон)

Об'єкт досліджень: 10 зразків свинного м'яса. Рівень освітлення склав в діапазоні від 1519 лк до 1818 лк. Фон – світлий тон. Температура зберігання – 17⁰С. Зображення здійснювали камерою Apple iPhone 6s, з характеристиками: роздільна здатність – 4032 x 3024 пікселів, 12 Мп.

Ідентифікація зображення відбувалась шляхом аналізу червоного (RED) $R_{\text{серед}}$, зеленого (GREEN) $G_{\text{серед}}$ та синього (BLUE) $B_{\text{серед}}$ спектрів у отриманих фото зображеннях. З метою формування еталонної бази для визначення якості свинного м'яса було здійснено дослідження на 10 зразках, результати яких представлено у вигляді таблиць 3.17.

Таблиця 3.17 – Дослідження зразка 1 властивостей м'яса протягом 3 днів

День зберігання	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	1519	164	90	63	158	81	53	156	74	50	155	80	57
		150	74	48	154	79	58	189	119	100	139	66	47
		181	114	88	154	89	67	138	65	48	138	67	47
		171	104	77	124	61	43	123	60	43	133	68	46
2	1705	146	85	54	146	76	51	167	102	74	132	72	46
		132	71	43	154	94	66	143	77	51	126	64	43
		125	65	41	117	59	35	122	62	38	124	64	40
		135	77	55	113	55	35	117	59	37	113	52	33
3	1818	131	74	45	128	68	42	125	63	42	128	67	46
		120	59	38	126	61	43	140	75	55	138	77	56
		118	62	37	113	50	32	16	61	43	126	66	42
		104	47	28	107	50	31	115	53	32	125	69	44

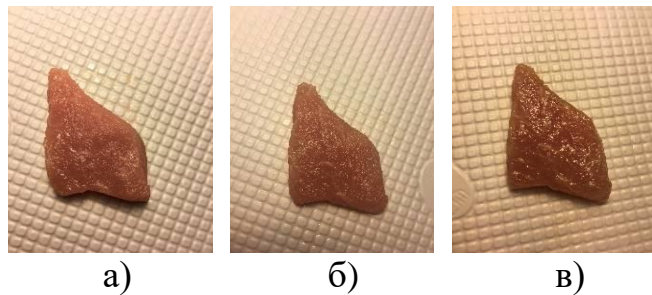


Рисунок 3.18 – Зображення зразків свинного м'яса в різні дні (на протязі трьох днів) зберігання при освітленості: а) 1519лк; б) 1705лк; в) 1818лк

Усереднені значення результатів представлено в таблиці 3.18 та графічно (рисунок 3.19).

Таблиця 3.18 – Узагальнені результати дослідження впливу терміну зберігання зразків в домашніх умовах свинного м'яса на його оптичні властивості (світлий тон)

День зберігання	R _{серед}	G _{серед}	B _{серед}
1	152	81	58
2	132	71	46
3	116	63	41

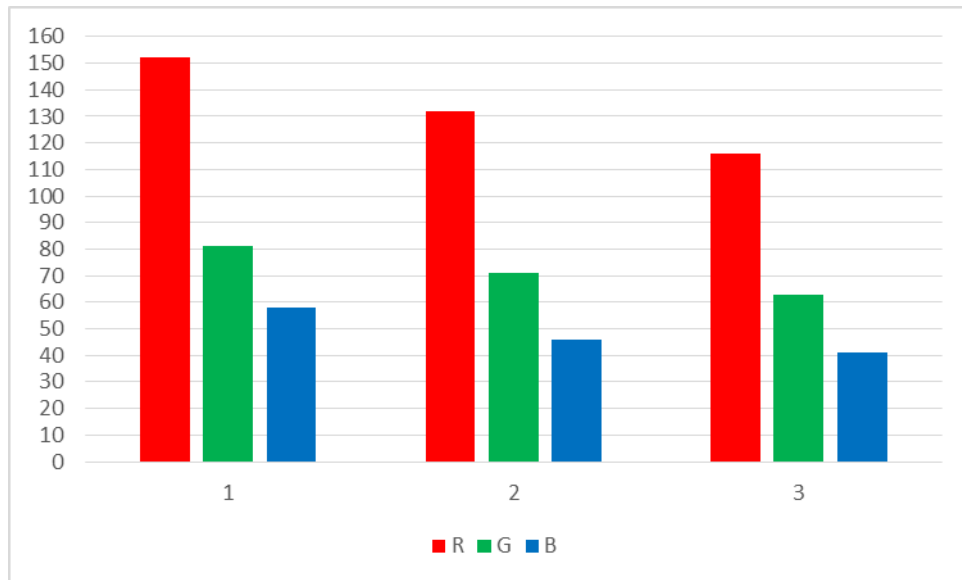


Рисунок 3.19 – Залежність $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $B_{\text{серед}}$ від терміну зберігання свинного м'яса при кімнатній температурі 170C

Формалізація математичної моделі оптичної ідентифікації м'яса представлена нижче, у формулі 1. Оптична модель:

$$\begin{aligned}
 & 0 < I(x, y, \lambda) \leq I_{\max} - \text{яскравість зображення} \\
 & x_1 \leq x \leq x_2, y_1 \leq y \leq y_2 - \text{розміри зображення} \\
 & L(x, y) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I(x, y, \lambda) \cdot s(\lambda) \cdot d\lambda - \text{зображення} \\
 & 350 \text{ нм} \leq \lambda \leq 780 \text{ нм} - \text{оптичний діапазон} \\
 & C = \int_0^1 (I - \bar{I})^2 \cdot p(I) dI = \frac{I_0 - I_\phi}{I_\phi} - \text{контраст зображення} \\
 S_{\text{ОПТ}} \Rightarrow & \left. \begin{aligned}
 & z = \frac{\lambda}{2m \cdot \sin \varphi} - \text{роздільна здатність} \\
 & y_{\text{RED}} = 2x^2 - 26x + 176 \\
 & R^2 = 1 \\
 & y_{\text{GREEN}} = 1x^2 - 13x + 93 \\
 & R^2 = 1 \\
 & y_{\text{BLUE}} = 3,5x^2 - 22,5x + 77 \\
 & R^2 = 1
 \end{aligned} \right\} , \quad (3.8)
 \end{aligned}$$

де \bar{I} – усереднена яскравість зображення; $p(I)$ – функція густини ймовірності рівнів сірого; I_0 – яскравість досліджуваного зображення; I_ϕ – яскравість фону; $2m \cdot \sin \varphi$ – числова апертура оптичної системи; y_{RED} , y_{GREEN} , y_{BLUE} – показники спектрів; R^2 – коефіцієнт детермінації моделі; x – термін зберігання (дні).

Отже, абсолютні значення $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $V_{\text{серед}}$ зменшуються зі збільшенням терміну зберігання при одному і тому самому рівні освітленості та температурі зберігання.

Висновки по розділу 3

1. Обґрунтовано доцільність комбінованого оцінювання якості м'яса в точках продажу шляхом формування комбінованої оцінки якості за результатами органолептичного та оптичного оцінювання якості м'яса за розробленими методиками.
2. Досліджено показники якості м'яса за кольором та м'яса за структурою.
3. Проведено дослідження впливу рівня освітленості зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості, а саме дослідження оптичних (візуальних) властивостей м'яса в залежності від рівня його освітлення та від співвідношення яскравостей фону. Рекомендовано реалізовувати запропонований метод контролю на світлому фоні об'єкта та при рівні освітленості, який не повинен перевищувати 1600 лк.
4. Проведено дослідження впливу терміну зберігання зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості для різних температурних режимів. Виявлено, що абсолютні значення $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $V_{\text{серед}}$ зменшуються з часом при одному і тому самому рівні освітленості та температурі зберігання. $R_{\text{серед}}$ є найчутливішим до зміни часу. Побудовано математичної моделі оптичної ідентифікації м'яса з врахуванням його умов зберігання (температурний режим) та терміну зберігання.

РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ М'ЯСНОЇ ПРОДУКЦІЇ

4.1. Дослідження процесу ідентифікації видів м'ясної продукції

Будь-якому виду ідентифікації властиві головні риси та основні прийоми встановлення тотожності, що і розглядає загальна методика ідентифікації.

Є дві основні стадії ідентифікації, процесу встановлення тотожності, які взаємозалежні: аналітичну і синтетичну [126].

Аналітична стадія розпочинається з дослідження загальних, а пізніше окремих, особистих ознак ідентифікованого об'єкта або ідентифікуючих об'єктів, походження яких очевидно, після яких опановують інші ідентифікуючі об'єкти. Аналіз ознак об'єктів ідентифікації починається з глибинного вивчення процесу встановлення тотожності.

Порівняння здійснюється після проведеного вивчення ознак. Цей елемент роботи – порівняльне дослідження – є найголовніший в ідентифікації. Оскільки порівняння, яке відділене від аналізу, не може дати детального порівняння властивостей і ознак зіставлення об'єктів.

За допомогою зіставлення ознак об'єкта, який ідентифікований за ознаками ідентифікуючого або ознак тільки ідентифікуючих об'єктів здійснюється порівняння, цей випадок означає [127]:

- відсутній ідентифікований об'єкт (два машинописних тексти);
- порівняння з ознаками ідентифікованого об'єкта неможливе (ознаки почерку), важке (папілярний візерунок), недоцільне через особливі умови слідоутворення (куля).

При порівнянні застосовуються не всі ознаки, коли кожний із об'єктів має множинність ознак. Ці ознаки іменуються, як ознаки, які призначаються для порівняння.

Таблиця 4.1 – Способи дослідження на аналітичній стадії

Назва	Суть
Спосіб зіставлення	Зводиться до розміщення порівняльних відображень в одне поле зору або на можливо більш близьку відстань одне від одного з тим, аби порівнювані об'єкти знаходилися на відстані найкращого сприйняття і при цьому був забезпечений ступінь збільшення, достатній для аналізу і порівняння ознак
Спосіб накладення відображень	Полягає в накладанні одного з порівнюваних прозорих відображень на інше з тим, щоб при суміщенні виявити як збіжні ознаки, так і ті, що різняться
Спосіб лінійного суміщення	Полягає в такому розміщенні двох відображень, при якому частина одного з них може розглядатися як продовження іншого

У способі зіставлення часто використовуються різноманітні оптичні прилади з метою створення найкращих умов. Використовуються фотографічні прийоми порівняння. При цьому способом часом виробляють допоміжні побудови.

В способі накладення відображень часто виробляють спеціальні прозорі відображення на плівці, склі (негатив – позитив).

Способі лінійного суміщення - розрізавши два зображення по якесь лінії, складаємо по ній різні частини цих зображень.

Синтетична стадія. Основною задачею аналітичної стадії є встановлення збігу і розбіжностей в ідентифікаційних ознаках, тоді перед синтетичною стадією основним завданням є науково пояснити виявлені збіги і розбіжності та вникнути висновку про тотожність або відмінність, іноді – подібність [125, 126].

Збіг низки ознак і розбіжність інших можуть бути встановлені у результаті порівняння. Даними конкретної науки експерт пояснює це в залежності від виду дослідження, але в усіх випадках потрібно:

1. при поясненні відмінностей враховувати:
 - зміни властивостей об'єктів ідентифікації;
 - зміни умов прояву властивостей;
 - зміни матеріально-фіксованого відображення;
2. при поясненні збігу враховувати:
 - стійкість ознак;
 - наскільки часто ознака трапляється в об'єктах ідентифікації (чим більш рідкісною є ознака, тим вона цінніша);
 - конкретні умови відображення об'єктів ідентифікації.

В ознаках істотне значення для наукового пояснення й збігу і відмінностей має механізм утворення ознак і вивчення умов.

На даних дослідженнях та обґрунтуваннях має будуватися висновок про тотожність, відмінність або групову належність, яким завершується ідентифікація. Ознаки мають розглядатися у взаємозв'язку і взаємозалежності, як один комплекс ознак об'єкта, при цьому висновок має бути результатом глибокої оцінки збігу і відмінності в ознаках. У висновку про присутність тотожності потрібним є збіг комплексу ознак, неповторних у цьому сполученні та ні в якому іншому об'єкті. У багатьох об'єктів можуть бути окремі ознаки, а збіг комплексу ознак є необхідним для тотожності. Збіг комплексу загальних і окремих ознак є необхідним для індивідуальної ідентифікації. Еталоном для ухвалення питання про достатність даного комплексу у висновку про тотожність є досвід, наукові положення [128].

До групи належать об'єкти, які мають збігатись по ознаках для конкретної групи (рід, вид, система, сорт тощо). Якщо відсутня хоч одна з ознак, об'єкт виключається з групи.

Результат ідентифікації може бути виражений:

- у позитивній формі – тотожність установлена;
- у негативній формі – установлена відмінність;
- у категоричній формі – інше вирішення даного питання за переконанням експерта неможливе;
- у ймовірній (передбачуваний) формі – існує велика можливість даного рішення, інше рішення хоча і мало ймовірне, але можливе, припустиме.

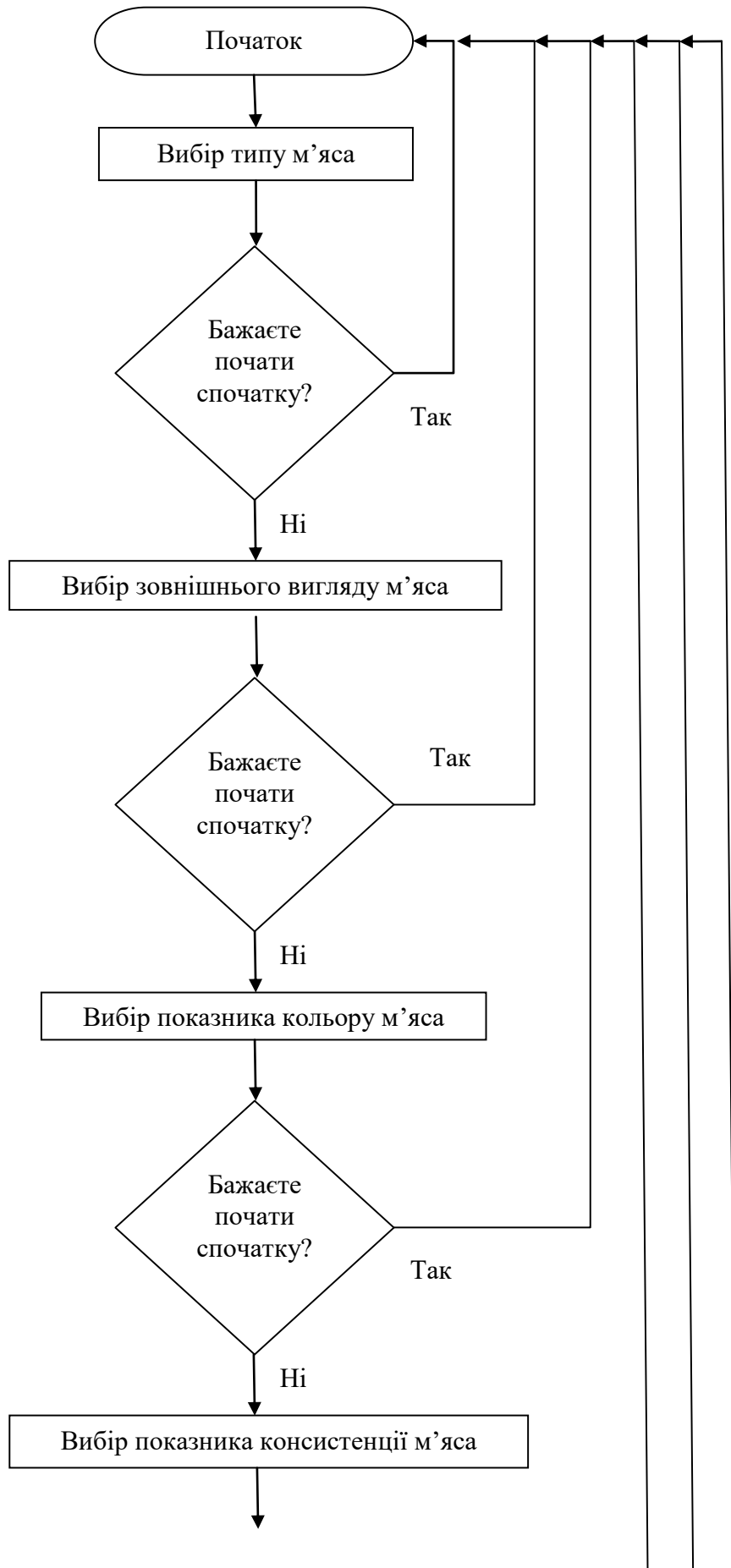
Наукова достовірність визначається в результаті вирішення таких основних питань:

- чи необхідні спеціальні знання для вирішення питання про тотожність і якщо так, то чи була призначена експертиза, чи достатньо кваліфікований експерт;
- чи були надані експерту необхідні об'єкти; чи мали вони потрібні властивості;
- у яких умовах провадилася ідентифікація;
- чи є науковими метод і засоби, які застосовувалися при порівняльному дослідженні;
- наскільки обґрунтований збіг комплексу ознак; чим мотивуються відмінності;
- чи немає логічних суперечностей.

На основі аналізу способів ідентифікації видів м'яса було прийнято рішення про доцільність використання в пропонованій роботі методиці способу накладання зображень.

4.2. Блок-схема алгоритму реалізація методу оцінювання якості м'ясної продукції

Для реалізації запропонованого методу було створено програмний додаток, яке адаптоване для задачі оцінювання якості м'яса на прикладі фірми Apple моделі iPhone 6s, зображеного на рисунку 4.1.



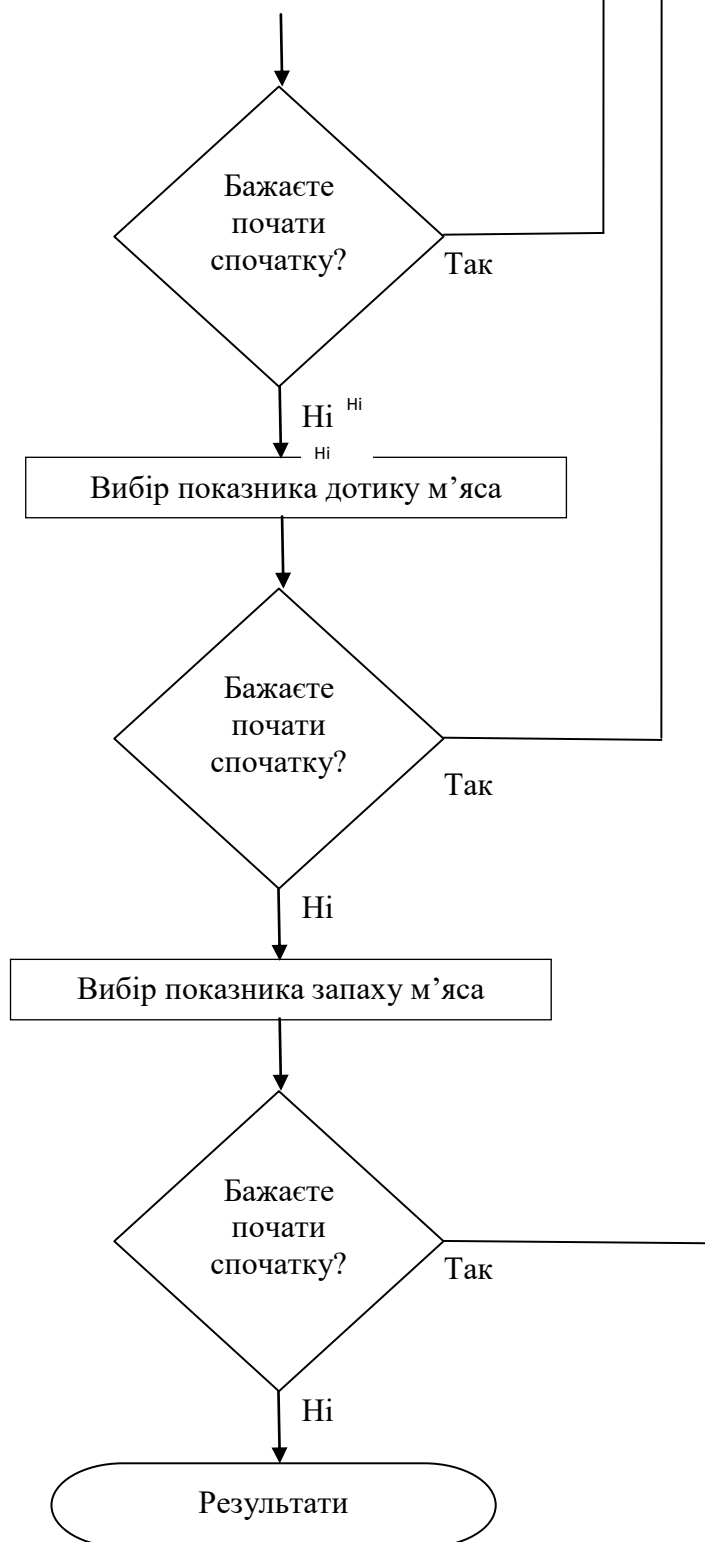


Рисунок 4.1 – Блок схема алгоритму реалізації додатку оцінювання якості м'яса

Перша частина додатку відповідає за оцінювання органолептичних показників м'яса. Перед споживачем з'являється вікно, в якому він вибирає тип м'яса, яке хоче придбати.

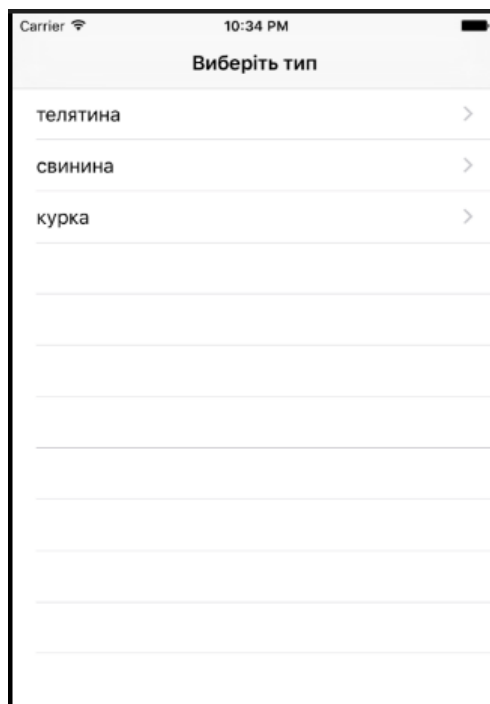
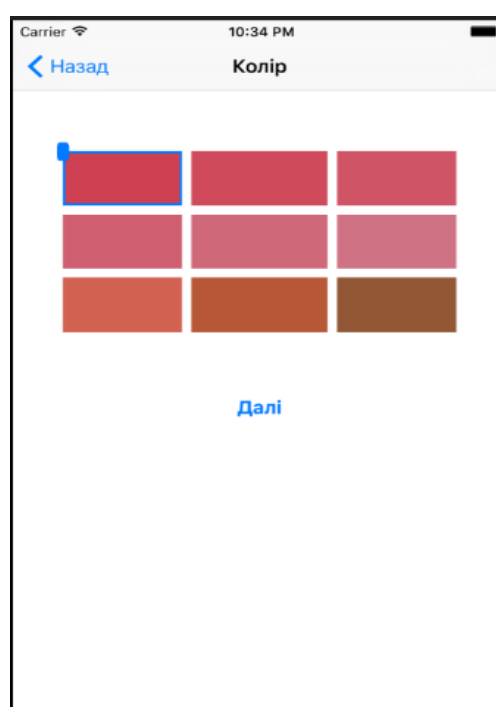


Рисунок 4.2 – Скріншот інтерфейсу розробленого додатку для оперативного оцінювання якості м'яса (варіанти типу м'яса)

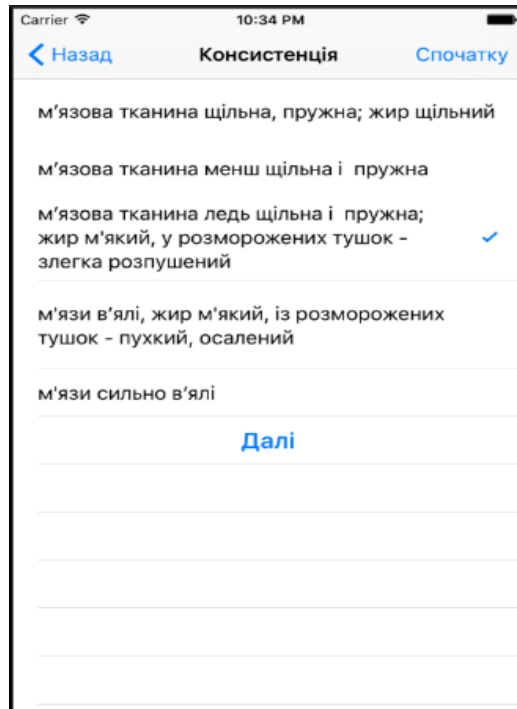
Після того як споживач обрав тип м'яса (наприклад, свинину), з'являється вікно «Зовнішній вигляд». У ньому наведені варіанти, з яких споживач має обрати саме той, який є наближений до зразка м'яса (рисунок 4.3 а). Наступним показником є колір (рисунок 4.3 б). Далі перед споживачем з'являється показник консистенції (рисунок 4.3 в).



а)



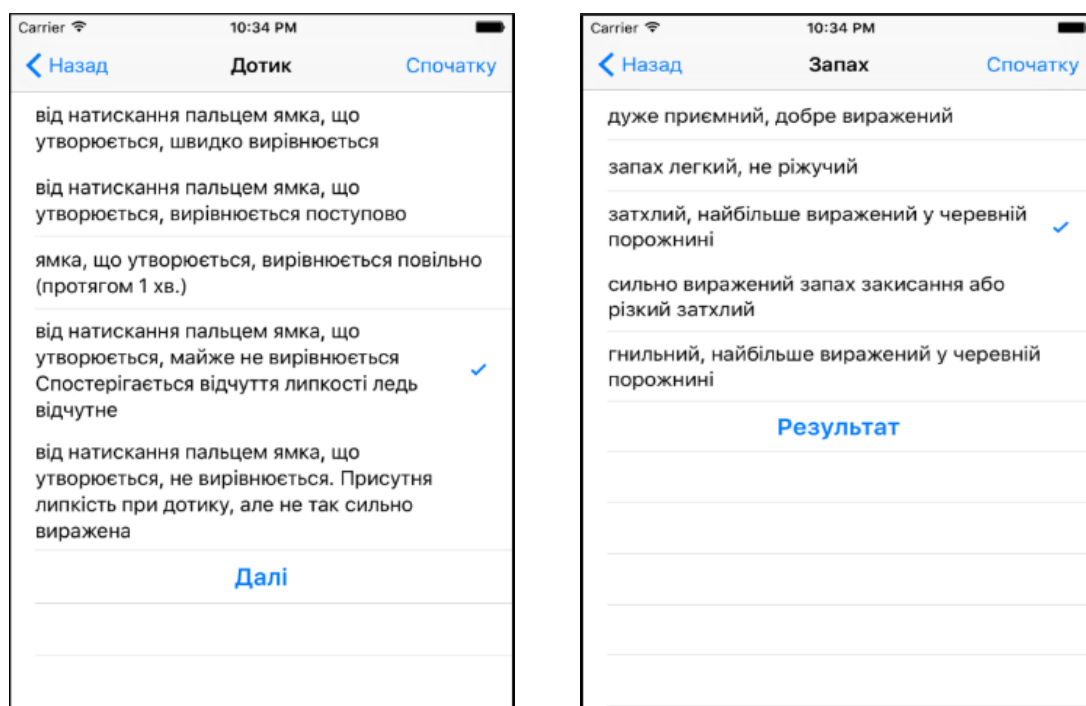
б)



в)

Рисунок 4.3 – Скріншот інтерфейсу додатку, який демонструє: а) різновиди зовнішнього вигляду свиного м'яса; б) варіанти кольору свиного м'яса; в) варіанти консистенції свиного м'яса

Вибравши об'єкт, який виявився до вподоби споживачеві, і клікнувши на нього, він зможе перейти на інші органолептичні показники, які відкриються у окремих вікнах. А саме: для дотику свиного м'яса (рисунок 4.4 а) та його запаху (рисунок 4.4 б).



а)

б)

Рисунок 4.4 – Скріншот інтерфейсу додатку, який демонструє: а) варіанти при дотику свиного м'яса; б) варіанти запаху свиного м'яса

Якщо споживач невпевнений в своєму виборі варіантів він може повернутися назад і вибрати інший або ж в любий час повернутися на початок додатку (рисунок 4.5)

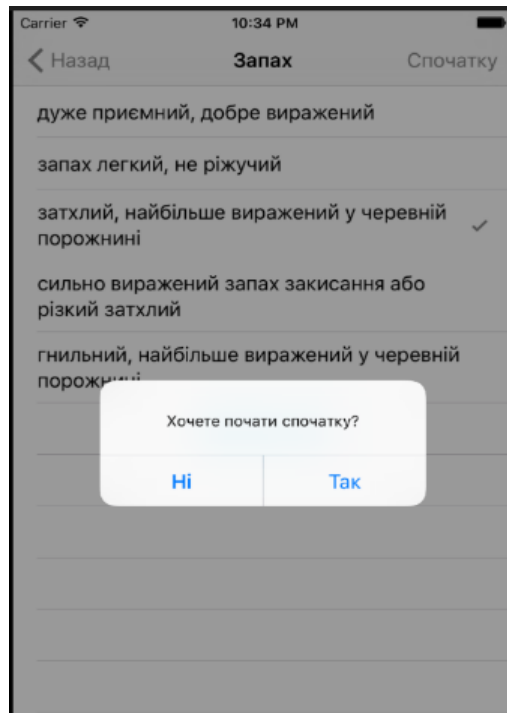


Рисунок 4.5 – Скріншот інтерфейсу додатку, який демонструє повернення на початок додатку

Після того, як споживач за допомогою додатку оцінив усі органолептичні показники, додаток видає результат оцінювання. В алгоритмі додатку враховані всі можливі комбінації органолептичних показників.

Новизна дослідження полягає у тому, що запропонований метод оперативного аналізу не вимагає проведення додаткових досліджень, щоб отримати характеристику досліджуваного зразка. Це дає можливість використання цього методу у різних умовах роботи й полегшує проведення аналізу. Практична цінність дослідження полягає у створенні програмного продукту, який пропонуватиметься в допомогу споживачеві під час здійснення ситуативного вибору продукту. Крім цього, подальший аналіз статистики результатів користування споживачами запропонованою додатком дасть можливість виявляти фальсифікацію та встановити ступінь свіжості м'яса.

4.3. Рекомендації для створення системи збору інформації для кіберфізичних систем моніторингу виробництва та реалізації продукції тваринного походження

Сьогодні кіберфізичні системи (КФС) активно починають впроваджуватись у різні галузі людської діяльності, пріоритетними напрямками їх застосування є виробництво, медицина, транспорт, енергетика, екологія [129-131]. Не підлягає сумніву, що домінуючою галуззю економіки нашої країни є агровиробництво, що теж належить до цього переліку, зокрема вирощування тварин. Тому важливим є забезпечення належної якості продуктів тваринництва, яка має контролюватись відповідно до вимог чинних нормативних документів та бути повністю керованою.

Модернізування подібних систем управління повинно здійснюватись шляхом впровадження інноваційних технологій на основі побудови кіберфізичних систем. Потенційними користувачами таких КФС можуть стати самі виробники, серед яких є закордонні інвестори, які зацікавлені у впровадженні таких систем в своїх господарствах. Крім того, це можуть бути контролюючі служби, тобто органи сертифікації та органи державної влади. Для кожного з них КФС мала би вирішувати свої задачі, а саме: починаючи від контролю виробництва, завершуючи моніторингом процесу реалізації готової м'ясної продукції. Архітектура КФС при цьому може містити кілька рівнів опрацювання отриманих даних, кожен з яких виконує власну функцію у роботі такої системи. Різні автори демонструють різні підходи до побудови КФС, проте, як впливає з огляду цих робіт, кожна система розробляється з урахуванням критеріїв конкретної прикладної задачі. Тому головним завданням є створення на базі універсальної інтелектуальної системи (рисунок 4.6) апарату для вироблення управлінських рішень в конкретній галузі, зокрема в нашому випадку, під час контролю моніторингу виробництва. Подальші дослідження стосуються формування засад для побудови КФС контролю та управління моніторингу виробництва, та реалізації продукції тваринного походження.

1. фізичний світ
2. засоби взаємодії з фізичним світом
3. засоби збирання та доставлення інформації
4. засоби опрацювання інформації
5. засоби прийняття рішень
6. засоби персонального сервісу

Рисунок 4.6 – Елементи узагальненої структури КФС

Отже, необхідно дослідити технологію тваринного виробництва з позицій створення кіберфізичної системи, за результатами чого структурувати показники та тип інформації, на основі якої встановлюватимуться значення цих показників і прийматимуться управлінські рішення КФС.

Засоби прийняття рішень № 5 (рисунок 4.6) призначені для формування оптимальних виконавчих дій, спрямованих на покращання об'єкта. Так, наприклад, для вирощування птиці (курки) на етапі А (рисунок 4.7) необхідно прийняти рішення про технології вирощування молодняку сільськогосподарської птиці, а саме у клітках, на підлозі або комбінованим методом [132–134].

А. Режим утримання молодняку
Б. Годування молодняку
В. Хвороби молодняку та ветеринарні технології захисту при вирощуванні молодняку курей
Г. Забій птахів
Д. Збут м'яса

Рисунок 4.7 – Основні етапи вирощування птиці (курки)

На етапі А (рисунок 4.7), а саме, утримання молодняку рішення про порядок проведення цього процесу будуть залежати від таких показників: температура повітря, повітрообмін, світловий режим (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2 – Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі А

Назва показника	Тип інформації
Температура повітря	Вимірювальна
Кратність повітрообміну	Вимірювальна і розрахункова
Вологість повітря	Вимірювальна
Тривалість освітлення	Вимірювальна

Температура взимку не повинна бути -16°C . Для курчат комфортним перебуванням є в температурі не -28°C , також залежно від зростання пташенят температура може знижуватися. Показник вологості повітря має досягати 60-80%, але при зниженні цього показника, через з'явлення хвороботворних бактерій, це може призвести до хвороби птиць.

За швидкістю повітряного потоку, яка не повинна перевищувати 0,5 м/с взимку, а влітку не більше 0,8 м/с, необхідно постійно стежити. Протяги погано впливають на птицю і можуть призвести до її хвороби, тому небажано, щоб цей показник підвищився.

Таблиця 4.3 – Параметри мікроклімату тваринницьких приміщень

Приміщення	Оптимальна температура в середині приміщення, 0C	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/сек	Освітленість, лк
1	2	3	4	5
Корівники	8	80	0,5	50-70
Приміщення для молодняку на відгодівлі	6	75	0,3	20-30
Свинарники – маточники	18	70	0,5	75
Свинарники – відгодівельники	16	75	0,3	50
Вівчарні	5	75	0,5	30

Продовження Таблиці 4.3

1	2	3	4	5
Пташники для курей – несучок:				
при напільному утриманні	12	70	0,3	15
при клітковому утриманні	16	70	0,3	20

Таблиця 4.4 – Гранично – допустимі концентрації шкідливо діючих газів в повітрі тваринницьких і птахівничих приміщень

Шкідливо діючий газ	Приміщення	
	для тварин	для птахів
Вуглекислий газ, л/м ³	2,5	2,0
Аміак, мг/л	0,02	0,01
Сірководень, мг/л	0,01	0,005

Розрахунок повітрообміну. Кратністю повітрообміну називається відношення об'єму видаленого забрудненого повітря $L_{\text{п.о.}}$ до об'єму приміщення, яка показує у скільки разів за годину повністю зміниться повітря у приміщенні.

Мінімально допустима кратність повітрообміну $k_{\text{п}}$ (год.-1) (визначається із виразу

$$k_{\text{п}} = \frac{L_{\text{п.о.}}}{V_{\text{п}}}, \quad (4.1)$$

де $V_{\text{п}}$ – корисний об'єм приміщення, м².

$k_{\text{п}} = 3 \dots 4$ приймають для тваринних приміщень. «Зони протягів» можуть створюватися з підвищенням інтенсивності повітряних потоків, тому кратність повітрообміну не має бути більше ніж у 5-6 разів на годину.

Світловий режим. Взимку в курнику повинно бути додаткове освітлення. Для цього встановлюють люмінесцентні лампи, оскільки звичайні не дають такого результату. Усі ці прилади розташовують так, щоб кури не могли їх дістати.

Оптимальний час освітлення:

- з 6 годин ранку до 9 годин ранку.
- з 5 годин вечора до 9 годин вечора (9:30).

Для курей м'ясних порід, починаючи з 6-місячного віку, тривалість освітлення щотижня повинно збільшуватися на 30 хвилин, а з пізніше через кожні 2 тижні до тривалості 18 годин. До кінця використання птиці тривалість освітлення підтримується на такому рівні.

На етапі Б (рисунок 4.7), а саме, годування молодняка важливим є годування повнораціонними кормами, використовують різні місцеві вітамінні та білкові корми (зелень, силос, молочні відходи та ін.). У відсотках і в розрахунку на 100 г кормової суміші мають бути розраховані норми годівлі молодняка в залежності від виду, віку і напрямку продуктивності. В показниках обмінної енергії і сирого протеїну нормують поживність кормової суміші.

Таблиця 4.5 – Зразкові норми обмінної енергії, сирого протеїну і мінеральних речовин для молодняка птиці

Вік (Днів)	Обмінна Енергія (Ккал у 100 корми)	Сирий протеїн (%)	Мінеральні речовини (%)		
			кальцій	фосфор	натрій
Молодняк курей яєчних ліній					
1-30	280	20,0	1,1	0,8	0,3
31-90	260	17,5	1,1	0,8	0,3
91-150	250	13,5	1,2	0,8	0,4
Молодняк курей м'ясних ліній					
1-30	290	20,0	1,2	0,8	0,3
31-90	275	17,5	1,2	0,8	0,3
91-180	255	13,5	1,3	0,8	0,4
Бройлер					
1-30	295	21,0	1,0	0,8	0,3
31 і старше	310	19,0	0,8	0,8	0,3

Таблиця 4.6 – Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі Б

Назва показника	Тип інформації
Вік	Довідкова та розрахункова

Етап В (рисунок 4.7) полягає в догляді за вирощуванням тварин (курей), а саме, вивчення хвороб молодняку та ветеринарна технологія захисту при вирощуванні молодняку курей.

Таблиця 4.7 – Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі В

Назва показника	Тип інформації
Інфекційні хвороби	Візуальна
Паразитарні хвороби	Візуальна
Вакцинація і антибіотикотерапія	Довідкова та розрахункова

За допомогою ветлікаря або ж із застосування спеціальних біологічних препаратів можна встановити достовірний діагноз при вірусних хворобах. Однак деякі загальні ознаки таких захворювань можна виявити візуально, що й повинна робити КФС. Наприклад, незалежно від хвороби у тварини спостерігаються наступні зовнішні її прояви:

- зниження або повне зникнення апетиту,
- пронос, забруднення пуху та пір'я,
- млявість і сонливість птиці, зумовлені підвищенням температури в її організмі (вона сидить, склавши крила і закривши очі – це вже явна ознака того, що з нею щось не так),
- почервонілі слизові оболонки,
- часті спроби прочистити дзьоб, хрип.

На етапі Г (рисунок 4.7), а саме, забою птахів важливим є контроль вихідного продукту, який виражається через показник маси. Отже, досліджуваним показником є м'ясо.

Таблиця 4.8 – Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі Г

Назва показника	Тип інформації
Маса м'яса	Вимірювальна

На етапі Д (рисунок 4.7), а саме, збуту м'яса доцільно застосувати спосіб, запропонований у роботі. При цьому інформативними показниками будуть оптичні властивості м'яса, про які йшла мова у попередньому підрозділі. За їх допомогою можна встановити колір, консистенцію, зовнішній вигляд. Окрім цього інформативним параметром може бути оптичний показник спектру у, який досліджувався у п. 3.4.

Таблиця 4.9 – Структурування типу інформації для роботи КФС на етапі Д

Назва показника	Тип інформації
Органолептичні властивості м'яса	Візуальна інформація
Оптичний показник спектру	Вимірювальна

Отже, КФС контролю м'яса може охоплювати як всі етапи вирощування птиці загалом, так і кожен зокрема.

Висновки по розділу 4

1. Проаналізовано способи ідентифікації видів м'яса та запропоновано методика для оцінювання якості м'яса способом накладання зображень.
2. Запропоновано алгоритм реалізації додатку оцінювання якості м'яса.
3. Розроблено програмний додаток оперативного контролю якості м'яса в місцях його продажу, що дозволяє мінімізувати ризик споживача під час придбання неякісної м'ясної продукції.
4. Сформовано рекомендації для створення системи збору інформації для кіберфізичних систем моніторингу виробництва та реалізації продукції тваринного походження, а саме структуровано показники та тип інформації, яка необхідна для роботи такої кіберфізичної системи на кожному етапі, на основі опрацювання якої повинні прийматись певні управлінські рішення.

ВИСНОВКИ

Результатом досліджень даної дисертаційної роботи є вирішення науково-технічного завдання щодо вдосконалення метрологічного забезпечення якості харчової продукції тваринного походження. Отримано такі висновки:

1. Проаналізовано нормативно-правове забезпечення якості харчової продукції. На основі порівняння міжнародного та українського законодавства у сфері безпеки та якості продукції встановлено доцільність розроблення національних стандартів у цій сфері та розвитку ефективних систем метрологічного забезпечення контролю якості харчової продукції на етапі її виготовлення та реалізації, що стане вагомим інструментом мінімізації ризиків як виробника та споживача від невідповідності харчової продукції, що в сукупності, дозволить підвищити безпечність та конкурентоспроможність вітчизняної харчової продукції.
2. За результатами проведеного аналітичного дослідження систематизовано найважливіші чинники, які впливають на якість харчових продуктів тваринного походження.
3. Сформульовано основні вимоги до системи контролю якості м'ясної продукції та встановлено, що засоби мають забезпечувати достатній рівень вірогідності інформації про рівень якості м'ясної продукції та мати низьку ціну, що сприятиме масовості їх використання.
4. Показано, що раціональним шляхом підвищення оперативності ідентифікації виду та оцінювання рівня якості м'яса є використання візуальних методів контролю.
5. Досліджено органолептичні показники якості сирого м'яса (телятини, свинини та курки), що визначаються за допомогою органів чуття. На основі результатів експериментальних даних рекомендовано використовувати класифікаційні показники, а саме: кількість волокон, середній розмір волокон, колір, чіткість країв

волокон. Запропоновані задачі для ідентифікації видів та рівня якості м'яса.

6. Розроблені математичні оптичну модель та модель вирішального правила, які дозволяють формалізувати задачу розпізнавання якості м'яса за цифровими фотографіями досліджуваних зразків.
7. Досліджено показники якості м'яса за кольором та за структурою.
8. Проведено дослідження впливу рівня освітленості зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості, а саме дослідження оптичних (візуальних) властивостей м'яса в залежності від рівня його освітлення та від співвідношення яскравостей фону. Рекомендовано реалізовувати запропонований метод контролю на світлому фоні об'єкта та при рівні освітленості, який не повинен перевищувати 1600 лк.
9. Проведено дослідження впливу терміну зберігання зразків тваринного м'яса на його оптичні властивості для різних температурних режимів. Виявлено, що абсолютні значення $R_{\text{серед}}$, $G_{\text{серед}}$, $V_{\text{серед}}$ зменшуються з часом при одному і тому самому рівні освітленості та температурі зберігання. $R_{\text{серед}}$ є найчутливішим до зміни часу. Побудовано математичної моделі оптичної ідентифікації м'яса з врахуванням його умов зберігання (температурний режим) та терміну зберігання.
10. Розроблено програмний додаток для оперативного контролю якості м'яса в місцях його продажу, що дозволяє мінімізувати ризик споживача під час придбання неякісної м'ясної продукції.
11. Сформовано рекомендації для створення системи збору інформації для кіберфізичних систем моніторингу виробництва та реалізації продукції тваринного походження, а саме структуровано показники та тип інформації, яка необхідна для роботи такої кіберфізичної системи на кожному етапі, на основі опрацювання якої повинні прийматись певні управлінські рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сирохман І.В. Товарознавство продовольчих товарів / І.В. Сирохман, І.М. Задорожний, П.Х. Пономарьов // Підручник. – 4-е вид, переробл. і доп. – Київ: Лібра, 2007. – 600 с.
2. Крисанов Д.Ф. Якість і безпечність харчової продукції / Д.Ф. Крисанов // Економіка прогнозування. – 2010. – №3. – С. 113.
3. Єгоров Б. Стан харчування населення України / Б. Єгоров, М. Мардар // Товари і ринки. – 2011. - № 1. – С. 140-147.
4. Смоляр В. І. Стан фактичного харчування населення незалежної України / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. – 2012. – № 1-2. – С. 5-9.
5. Любчик О.С. Перспективи розвитку метрологічного забезпечення якості харчової продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // Міжнародна наукова-практична конференція «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи», 22-24 травня 2013р. – Львів: НУ «ЛП», 2013. – С. 238.
6. Крисанов Д.Ф. Детермінанти якості й безпеки харчової продукції та мінімізація впливу факторів ризику // Продуктивні сили і регіональна економіка: зб. наук. праць: у 2 ч. / РВПС України НАН України. – К., 2008. – Ч. 1. – С. 249-261.
7. Баль-Прилипко Л. Сучасні концептуальні принципи інноваційних технологій виробництва якісних та безпечних м'ясних виробів. / Л. Баль-Прилипко, С. Мельничук // Продовольча індустрія АПК. – 2011. – № 4. – С. 10-13.
8. Белінська С., Орлова Н., Мотузка Ю. Товари і ринки. – 2011. – № 1. – С. 176-182.
9. Микийчук М.М. Метрологічне забезпечення якості продукції / М.М. Микийчук, П.Г. Столярчук // Вимірюв. техніка та метрологія: міжвід. наук.-техн. зб. / Нац.ун-т «Львів. політехніка»; відп. ред. Б. І. Стадник. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту«Львів. політехніка», 2009. – Вип. 70. – С. 160-164

10. Філіппов М. В. Сучасний стан та проблеми функціонування ринку м'ясної продукції в Україні / М. В. Філіппов // Вісник ОНУ імені І. І. Мечникова. – 2013. – Том 18, Вип. 2/1. – С. 183-187.
11. Маренич М.М. Контроль якості і безпека продуктів харчування в ЄС / М.М. Маренич, С.В. Аранчій, Н.С. Марюха // Міжнародне законодавство в галузі харчового ланцюжка і потенціал України відповідності даним стандартам. – К., 2001.
12. Давыдова Р. Рост потребления мяса птицы в странах ЕС и Германии / Римма Давыдова // Мясные технологии. – 2011. – № 7. – С. 47-51.
13. Toldra F. Innovations for healthier processed meats / F. Toldra, M. Reig // Trends in Food Science and Technology. – 2011. – Vol. 22, № 9. – P. 517-522.
14. Мелещеня А. В. Современное состояние и перспективы развития мирового рынка мяса / А.В. Мелещеня, М.Л. Климова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2009. – № 3. – С. 24-26
15. Закон України від 23.12.1997 р. № 771/97- РВ «Про якість та безпечність харчових продуктів і продовольчої сировини».
16. Бубела Т.З., Воробець О.В. Безпечність та якість харчової продукції // Вісник НУ «ЛП» «Вимірювальна техніка та метрологія». – 2010. – № 71. – С. 139-144.
17. Пономарьов П.Х. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини / П.Х. Пономарьов, І.В. Сирохман // Навчальний посібник. – К.: Лібра, 1999. – 272 с.
18. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України: статистичний збірник / [ред. Власенко Н. С.]. – К. : Державна служба статистики України, 2013. – 56 с.
19. Conway A. Global poultry market characterized by higher demand [Electronic resource] / Alyssa Conway. – Electronic data. – 2014. – Mode of access: <http://www.wattagnet.com/articles/20152-global-poultry-market->

- characterized-by-higher-demand-slower-growth, free (viewed on March 17, 2016). – Title from the screen. – English.
20. Кирилюк О. Ф. Прогнозирование развития рынка мяса птицы в Украине / О. Ф. Кирилюк // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. – 2014. – № 15. – С. 184-194.
 21. Зубар Н.М. Основи фізіології та гігієни харчування / Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
 22. Прянишников В. В. Инновационные технологии производства мясных полуфабрикатов / В. В. Прянишников // Мясное дело. – 2013. – № 7. – С. 24-26.
 23. Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів / А.І. Українець, Г.О. Сімахіна // Курс лекцій за напрямом «Харчова технологія та інженерія». – К.: НУХТ, 2009. – 310 с.
 24. Гордійчук Є.Г. Стратегія забезпечення продовольчої та екологічної безпеки України через інструменти сертифікації якості довкілля та продукції [Текст] / Є.Г. Гордійчук, І.А. Макарова, О.А. Ліпанова // Екологічний менеджмент у загальній системі управління: Тези доп. 10-ї щорічної Всеукр. наук. конф. (Суми, 20-21 квітня 2010 року) / відп. за вип. О. М. Теліженко. – Суми: СумДУ, 2010. – Ч.1. – С. 61-64.
 25. Любчик О.С. Комп'ютеризована база даних нормативно-правового забезпечення якості харчової продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук, Т.З. Бубела // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Комп'ютерні системи та мережі». – Львів, Вид-во НУ «ЛП», 2014. – №773. – С. 68-74.
 26. Попова Н.В. Контроль якості та безпеки продукції галузі / Н.В. Попова, Л.Ю. Арсеньева, Т.Г. Мисюра // Курс лекцій. – К.: НУХТ, 2012. – 175 с.
 27. Кучерук В. Оцінювання рівня якості м'ясних продуктів українського виробник / В. Кучерук, В. Маньковська, Д. Янковий // III Міжнародна конференція «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи». – Львів, 2017. – №773 – С. 92.

28. Любчик О.С. Аналіз сучасного стану метрологічного забезпечення якості харчової продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // II Міжнародній науково-практичній конференції «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи», 28-30 травня 2015 р. – Львів: НУ «ЛП», 2015. – С. 238.
29. Касянчук В.В. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології переробки продуктів тваринництва / В.В. Касянчук, П.В. Микитюк, Л.В. Олійник // Підручник. – Вінниця: Нова Книга. 2007., – 480 с.
30. Тимофеева В.А. Товароведение продовольственных товаров / Учебник. – Издание 5-е, дополненное и переработанное. – Ростов н/Д: «Феникс», ОАО «Московские Учебники», 2005. – 596 с.
31. Ніколаєва М. А. Товарознавство споживчих товарів. Теоретичні основи: Підручник для вузів. – М.: Видавництво НОРМА, 2003. – 283 с.
32. Дубініна А.А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення / А.А. Дубініна, Л.П. Малю, Г.А. Селютіна та ін. // Підручник. – К.: ВД «Професіонал», 2007. – 384 с.
33. Бровко О.Г. Товарознавство. Продовольчі товари / О.Г. Бровко, О.В. Булгакова та ін. // Донецьк: ДонНУЕТ, 2008. – 619 с.
34. Петрище Ф. А. Теоретичні основи товарознавства та експертизи непродовольчих товарів: підручник / Ф.А. Петрище. – М.: Дашков і К, 2004. – 512 с.
35. Шубін О. О. Регулювання якості і безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів у контексті вимог світового ринку / О. О. Шубін, В.Д. Малигіна // Академічний огляд, Дніпропетровськ. – 2011, № 2 (35). – С. 176-184.
36. Клименко М.М. (ред.). Технологія м'яса та м'ясних продуктів / К.: Вища освіта, 2006. – 640 с.
37. Усіна А. І. Конспект лекцій з дисципліни «ТОВАРОЗНАВСТВО» (для студентів 2 - 4 курсів усіх форм навчання напряму підготовки 6.140101 -

- «Готельно - ресторанна справа») / А. І. Усіна, І. С. Баландіна, І. В. Сегеда; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 196 с.
38. Боровков М.Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства / М.Ф. Боровков, В.П. Фролов, С. А. Серко // Учебник. – СПб.: Лань, 2013. – 480 с.
39. Сирохман І. В. Товарознавство м'яса та м'ясних товарів. 2-ге видання перероблене та доповнене / І. В. Сирохман, Т. М. Лозова // Підручник. – К.: ЦУЛ, 2009. – 378 с.
40. Заяс Ю. Ф. Качество мяса и мясопродуктов. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 480 с.
41. Любчик О.С. Аналіз шляхів удосконалення методів ідентифікації видів м'яса / О.С. Любчик, М.М. Микийчук, О.В. Гонсьор // Вісник НУ «Львівська політехніка» «Вимірювальна техніка та метрологія». – Львів, 2014. – №75. – С. 63-69.
42. Назаренко Л. О. Експертиза Товарів «Експертиза продовольчих товарів» / Навчальний посібник. – К.: ЦУЛ, 2014 – 312 с.
43. Дубініна А.А. Методи визначення фальсифікації товарів / А.А. Дубініна, І.Ф. Овчиннікова, С.О. Дубініна та ін. // Підручник. – К.: «Видавничий дім «Професіонал», 2010. – 272 с.
44. Николаева М.А., Положишникова М.А. Идентификация и обнаружение фальсификации продовольственных товаров / Учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2009. – 464 с.
45. Журавская Н. К., Гутник Б. Е. Технохимический контроль производства мяса и мясопродуктов. – М.: Колос, 2001. – 176 с/
46. Чепурной И. П. Идентификация и фальсификация продовольственных товаров. / Учебник. 4-е изд. – М.: Дашков и К, 2008. – 460 с.
47. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про якість і безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» від 23. 12. 1997 р. № 771\97-ВР. Документ 2809 – 15 від 06. 09. 2005 р.

48. Means of identification of water-spirit solutions / E. V. Pokhodylo, V. Z. Yuzva, O. S. Lyubchuk // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.6. – С. 225-229.
49. Павлюченко Ю. П. Методи визначення фальсифікації товарів: Навч. посібник. – К.: Київ. нац. торг. - екон. ун-т, 2005. – 303 с.
50. Процай О. В. Контроль якості м'яса імітансним методом // VIII Международная конференция «Стратегия качества в промышленности и образовании»: [тези], (8– 15 червня 2012 р., Варна, Болгарія): Матеріали. У 3-х томах. Том II. Упорядники: Хохлова Т.С., Хохлов В.О., Ступак Ю.О. – Дніпропетровськ-Варна, 2012. – С. 168 – 169.
51. Смоляр В.І. Харчова експертиза / Підручник. – К.: Здоров'я, 2005. – 448 с.
52. Базарнова, Ю.Г. Теоретические основы методов исследования пищевых продуктов / Ю.Г. Базарнова // Учеб. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 136 с.
53. Лещенко, В. Г. Введение в спектральный и люминесцентный анализ / В.Г. Лещенко // Учеб.-метод. посо-бие. – Мн.: БГМУ, 2002. – 37 с.
54. Смирнов, А.В. Практикум по ветеринарно-санитарной экспертизе: учеб. пособие / А.В. Смирнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2015. – 320 с.
55. Черевко О.І. Методи контролю якості харчової продукції: навч. посіб / О.І. Черевко, Л.М. Крайнюк, Л.О. Касілова, Л.Р. Димитрієвич, Ж.А. Крутовий, Л.Г. Зіборова. – Х.: ХДУХТ, 2005. – 230 с.
56. Кулаков, А. А. О возможности использования сканеров в химическом и биохимическом анализе / А. А. Кулаков, С. А. Кулакова // Материалы докладов III международной научно-практической конференции «Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки». – 24-25 апреля 2014 г. North Sgarleston, USA. – 2014. С. 88-95.

57. Тарасенко Є. В. Методи контролю харчових виробництв: опорний конспект лекцій / Є.В. Тарасенко, В.С. Костюк. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. – 133 с.
58. Белінська С. Концептуальні засади гарантій безпеки харчових продуктів / С. Белінська, Н. Орлова, Ю. Мотузка // Товари і ринки: зб. наук. праць. – 2011. – № 1. – С. 176-182.
59. Клименко Л. П. Метрологія, стандартизація та управління якістю : Навч. посібник. / Л.П. Клименко, Л.В. Пізінцалі, Н.І. Александровська, В.Д. Євдокимов – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. – 43 с.
60. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення / І.В. Сирохман, В.М. Завгородня // Навч. пос. [для студ. вищ. навч. закл.]. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.
61. Любчик О.С. Аналіз основних напрямків удосконалення системи метрологічного забезпечення виробництва харчової продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // Віснику «Національного лісотехнічного університету України». – Львів, 2015. – Вип. 25.4. – С. 167-172.
62. Домарецький В.А. Загальні технології харчових виробництв / В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, М.М. Калакура, Л.Ф. Романенко, Л.М. Хомічак, О.О. Василенко, І.В. Мельник, Л.М. Мельник // Підручник. – К.: Університет «Україна», 2010. – 814 с
63. Микийчук М.М. Метрологічне забезпечення кості продукції на етапі виготовлення / М.М. Микийчук. – Вижниця: Видавництво Черемош, 2014. – 265 с.
64. Чинков В.М. Основи метрології та вимірювальної техніки : навч. посібн. / В.М. Чинков // Вид. 2-ге, [перероб. та доп.]. – Харків: Вид-во НТУ «ХП», 2005. – С. 524.
65. Любчик О.С. Покращення системи управління метрологічного забезпечення виробництва харчової продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // 69-ій науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів «Економіка,

- управління та філософія соціальної дії», 3-5 грудня 2014 р. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2014. – Частина IV. – С. 89-90.
66. Дунаев Б.Б. Точность измерений при контроле качества / Б.Б. Дунаев. – К.: Изд-во «Техніка», 1981. – С. 152.
67. Сімахіна Г. О. Концепція оздоровчого харчування та шляхи її реалізації / Г. О. Сімахіна // Наукові праці НУХТ. – 2010. – № 33. – С. 10-13.
68. Bigliardi B. Innovation trends in the food industry: the case of functional foods / B. Bigliardi, F. Galati // Trends in Food Science and Technology. – 2013. – Vol. 31, № 2. – P. 118-129.
69. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники / П.П. Орнатский. – К.: Вид-во «Вища шк.» Головное изд-во, 1983. – 455 с.
70. Дьяченко Д. В. Функциональные пищевые продукты / Д. В. Дьяченко // Мясное дело. – 2011. – № 9. – С. 14-15.
71. Савинок О. Н. Анализ разработок технологий мясных продуктов функционального назначения / О. Н. Савинок // Мясной бизнес. – 2013. – № 5. – С. 68–69.
72. Рогов И. А. Функциональные продукты: состав, свойства, предназначение / И. А. Рогов, А. И. Жаринов, М. П. Воякин // Мясные технологии. – 2010. – № 2. – С. 6-10.
73. Decker E. A. Healthier meat products as functional foods / E. A. Decker, Y. Park // Meat Science. – 2010. – Vol. 86, №. 1. – P. 49-55.
74. Козак В. Л. О рациональном питании и методах оценки качества мясных продуктов / В. Л. Козак // Мясное дело. – 2011. – № 9. – С. 28-30.
75. Любчик О.С. Аналіз шляхів удосконалення методів ідентифікації видів м'яса / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // IV Всеукраїнська науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів за напрямком, 7-10 квітня 2014 р. – Донецьк: ДВНЗ, 2014. – С. 40-42.

76. Владимиров В.Л. Теоретические основы, методы и алгоритмы автоматизированной поверки средств измерений электрических величин: дис. д-ра техн. наук / В.Л. Владимиров. – Львов, 1990. – 255 с.
77. Федулова І.В. Дослідження продовольчої безпеки: принципи і підходи щодо оцінки / І.В. Федулова // Стратегія економічного розвитку України: зб. наук. праць. – 2014. – № 34. – С. 40-46.
78. Буяров В. С. Состояние и перспективы развития мясного птицеводства / Буяров В. С., Буяров А. В., Клейменов И. С., Шалимова О. А. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1. – С. 49-61.
79. Руденко Л. Міжнародний досвід управління якістю і його використання на підприємствах України / Л. Руденко, В. Афанасенко // Схід: аналітично-інформаційний журнал. – 2010. № 4. – С. 64-68.
80. YOUGUO PI, WENZHI LIAO, MINGYOU LIU and JIANPING LU (2008). Theory of Cognitive Pattern Recognition, Pattern Recognition Techniques, Technology and Applications, Peng-Yeng Yin (Ed.), ISBN: 978-953-7619-24-4, InTech, DOI: 10.5772/6251. Available from: http://www.intechopen.com/books/pattern_recognition_techniques_technology_and_applications/theory_of_cognitive_pattern_recognition.
81. Копитець Н. Г. Оцінка балансів м'яса птиці / Н. Г. Копитець // Мясной бизнес. – 2011. – № 2. – С. 77-79.
82. Местецкий Л.М. Математические методы распознавания образов. Курс лекций. – М.: Ф-т ВМиК МГУ, кафедра ММП. – Москва, 2002-2004. – 85 с.
83. Ліпанов О. В. Аналіз методів розпізнавання об'єктів в системах аналізу візуальної інформації / О. В. Ліпанов, М. В. Фесенко // Системи обробки інформації. – 2012. – Вип. 3(2). – С. 78-82.
84. Рудаков К.В. Про алгебраїчної теорії універсальних і локальних обмежень для задач класифікації / Розпізнавання, класифікація,

- прогноз. Математичні методи та їх застосування. Вип. 1 – М.: Наука, 2007. – С. 176-200.
85. Фу К. Структурні методи в розпізнаванні образів. – М.: Світ, 2005. – 144 с.
86. Визильтер Ю.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий / Ю.В. Визильтер, С.Ю. Желтов, А.В. Бондаренко, М.В. Ососков, А.В. Моржин. – М.: Физматкнига, 2010. – 672 с.
87. Потапов А.С. Розпізнавання образів та машинне сприйняття. – С-Пб.: Політехніка, 2007. – 548 с.
88. Касаткін Д.Ю. Штучні системи автоматичного розпізнавання і їх реалізація. Методи розпізнавання образів [Текст]: бібліографія / Д. Ю. Касаткін // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – № 150. – С. 97-103.
89. Лукьяница А.А. Цифровая обработка видеоизображений / А.А. Лукьяница, А.Г. Шишкин. – М.: Ай-Эс-Эс- Пресс, 2009. – 518 с.
90. Світличний О.О. Основи геоінформатики / О.О. Світличний., С.В. Плотницький // Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с.
91. Малигіна В.Д., Титаренко П.Д. Основи сенсорного аналізу // Навчальний посібник. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2004. – 152 с.
92. Родина Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров // Учебник. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 208 с.
93. Янчева М.О. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів / М.О. Янчева, Л.В. Пешук, О.Б. Дроменко // Навч. пос. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 304 с.
94. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с
95. Вольпер И.М. и др. Органолептические методы оценки продовольственных товаров. – М.: Экономика, 1967.
96. Жук В.А. Сенсорний аналіз. – К.: Літопис, 1999.

97. Любчик О.С. Застосування теорії розпізнавання образів при контролі якості м'ясної продукції / О.С. Любчик, М.М. Микийчук // XII Міжнародній конференції «Контроль і управління в складних системах» 14-16 жовтня 2014 р. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – С. 164
98. Родина Т.Г. Дегустационный анализ продуктов. / Т.Г. Родина, Г.А. Вукс. – М.: Колос, 1994.
99. Варакута С. А. Керування якістю продукції: Навчальний посібник. – М.: ИНФРА – М, 2002. – 207 с.
100. Управління якістю. За ред. Захожай В. Б., Салухіна Н. Г. , Язвінська О. М., Чорний А. Ю.: Навч. посібн. – К. Видавничий дім «Персонал», 2011. – 936 с
101. Салимова, Т.А. Управление качеством: Учебник / Т.А. Салимова. – М.: Омега-Л, 2013. – 376 с.
102. Пабат В. О., Маньковський А. Я. Технологія продуктів забою тварин. – К.: ТОВ «Оріон», 2000. С. 280-286.
103. Баль-Прилипко Л.В. Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса / Підручник. – К., 2010. – 469 с.
104. Бірта, Г. О. Товарознавчі аспекти м'яса свинини [Текст] – / Г. О. Бірта, Ю. Г. Бургу, Л. В. Флока // Збірник наукових праць Подільського державного аграрного університету. – 2012. – №20. – С. 20-23.
105. Коцюмбас Г.І. Мікроструктурне дослідження сировини у м'ясних фаршах / Г.І. Коцюмбас, І.Ю. Бісюк, І.Я. Коцюмбас, О.М. Щербентовська, Г.В. Рудик, О.В. Мисів, М.В. Козак // Методичні рекомендації. – Львів: Афіша, 2006. – 48 с.
106. Хвиля С.И., Кузнецова Т.Г., Авилов В.В. Оценка мясного сырья и определение состава м'ясопродуктів мікроструктурними методами // Методические рекомендации. – Москва, 1998. – 31 с
107. Адуцкевич В.А., Белоусов А.А. Микроструктурные показатели степени созревания и порчи мяса // XVII Европейский конгресс работников НИИ мясной промышленности. – Англія, 1971. – 142 с.

108. Беєм Р., Плева В. Микроскопія мяса и сырьа животного происхождения // Перевод с чешского Вольшанского М.И. – Москва, 1964. – 336 с.
109. Микийчук М.М. Узагальнена математична модель ефективності системи метрологічного забезпечення виробництва / М.М. Микийчук, П.Г. Столярчук // Український метрологічний журнал. – 2011. – №4. – С. 3-7.
110. Местецкий Л.М. Математические методы распознавания образов. Курс лекций. – М.: Ф-т ВМиК МГУ, кафедра ММП. – Москва, 2002-2004. – 85 с.
111. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах / Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С.І. БУХКАЛО, П.О. КАПУСТЕНКО та ін. // Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 832 с.
112. LYUBCHUK, Olga; MYKYJCHUK, Mykola; VOROBETS, Mariya. Development of operational quality control method for meat products // Food & Environment Safety . 2015, Vol. 14 Issue 2, p212-217. бр.
113. Зинченко В.П. Образ и деятельность. – М.: Издательство «Институт практической психологии». Воронеж: НПО «МОДЭК», 1997. – 608с.
114. Горегляд Х.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии переработки продуктов животноводства. – М., 1981. – 584 с.
115. Тиняков Г.Г. Гистология мясопромышленных животных / Пищевая промышленность, Москва, 1967. – 460 с.
116. Шутченко П.О. Мікроструктурний аналіз як метод контролю складу та якості м'ясопродуктів / П. О. Шутченко, Б. Т. Стегній, К. О. Медвідь // Ветеринарна медицина. – 2013. – Вип. 97. – С. 491-492
117. Коцюмбас І.Я. Експертиза ковбасних виробів гістологічним методом [Текст] : метод. рек. / І.Я. Коцюмбас [та ін.]. – Л., 2012. – 103 с.
118. Коцюмбас, І.Я. Експертиза напівфабрикатів м'ясних та м'ясо-рослинних січених мікроструктурним методом [Текст] : метод. рек. / І.Я. Коцюмбас, Г.І. Коцюмбас, О.М. Щербентовська. – Л., 2011. – 80 с

119. Ушаков О. Ф. Мікроструктурний аналіз – метод ветеринарно-санітарної експертизи ковбасних виробів / О. Ф. Ушаков, Т. В. Таран // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2016. – № 6.
120. JAYANTA KUMAR BASU, DEBNATH BHATTACHARYYA, TAIHOON KIM: Use of Artificial Neural Network in Pattern Recognition, International Journal of Software Engineering and its Applications, Vol. 4, No. 2, pp. 23 – 34, 2010. Available from: http://sersc.org/journals/IJSEIA/vol4_no2_2010/3.pdf.
121. DEVROYE L., GYORFI L., LUGOSI G. A Probabilistic Theory of Pattern Recognition. – Springer-Verlag, New York, 1996.
122. Месарович М. Общая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Такахара – М.: Мир, 1978. – С.312.
123. Тимошенко Н.В., Патиева А.М. Технология хранения, переработки и стандартизации мяса и мясных продуктов / Краснодар: КубГАУ. – 615 с.
124. Ложкіна О.В., Марчук О.Т., Теплих Н.І., Меженська Н.І., Калиновська І.Г. Мікроструктурний метод визначення складників готової продукції із м'ясної сировини // Ветеринарні науки – 2013. № 155. – С.79 – 85.
125. Любчик О.С. Дослідження оптичних властивостей м'яса з метою реалізації оперативного візуального методу його контролю / О. С. Любчик, М. М. Микийчук, Т. З. Бубела. // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2017. – № 1. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_1_19.
126. Шепітько В. Ю. Криміналістика: підручник / В. Ю. Шепітько, В. О. Коновалова, В. А. Журавель, В. М. Глібко, А. Л. Дудніков, В. М. Шевчук; Нац. юрид. акад. України ім. Я.Мудрого. – 4-те, переробл. і доповн. – Х.: Право, 2008. – 464 с. – Бібліогр.: с. 438-441.
127. Салтевський М.В. Криміналістика. Підручник: У 2-х ч. Ч.1. – Х.: КонСУМ, Основа, 1999. – 416 с.

128. Криміналістика: Підручник для студентів юрид. спец, вищих закладів освіти. – Кол. авторів: Глібко В. М., Дудніков А. Л., Журавель В. А. та ін. / За ред. В. Ю. Шепітька. – К: Видавничий Дім «Ін Юре», 2001. – 684 с.
129. Мельник А. О. Кіберфізичні системи: проблеми створення та напрями розвитку / А. О. Мельник // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Комп'ютерні системи та мережі. – 2014. – № 806. – С. 154-161.
130. Lee, Jay; Bagheri, Behrad; Kao, Hung-An (January 2015). «A Cyberphysical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems». Manufacturing Letters 3: 18-23.doi: 10.1016/j.mfglet. 2014.12.01.
131. Бубела Т. З. Засади побудови кіберфізичних систем контролю та управління виробництвом зернових культур / Т. З. Бубела, В. М. Ванько, П. Г. Столярчук // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Комп'ютерні системи та мережі. – 2015. – № 830. – С. 12-18.
132. ТЕМА. 2 Мікроклімат ферм, засоби тепло- і холодопостачання та формування мікроклімату тваринницьких приміщень.
133. Ревенко І.І., Щербак В.М. Механізація тваринництва. – К.: Вища школа, 2004. – (с.36-42, 46-52).
134. Ревенко І.І., Манько В.М., Кравчук В.І. Машиновикористання у тваринництві. – К.: Урожай, 1999. – 208 с.

Додаток А

ПРОЕКТ

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**МЕТОД КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ СВІЖОГО М'ЯСА ЗА ВІЗУАЛЬНИМИ
ПОКАЗНИКАМИ
ДСТУ NNNNN:2017
(проект)**

Видання офіційне

КИЇВ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2017

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: Національний університет «Львівська політехніка»

РОЗРОБНИКИ: **О. Любчик, М. Микийчук**

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: _____

3 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ

ЗМІСТ

ДОДАТОК А	1
ЗМІСТ	3
1. МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ М'ЯСА ЗА ПОКАЗНИКАМИ	4
1.1 Засоби вимірювальної техніки, допоміжне обладнання, матеріали	4
1.2 Готування до аналізування	5
1.3 Аналізування	5
2. МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ М'ЯСА З ВИКОРИСТАННЯМ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	6
2.1 Засоби вимірювальної техніки, допоміжне обладнання, матеріали та реактиви	7
2.2 Готування до аналізування	7
2.3 Аналізування	8
3. ВИМОГИ ЩОДО БЕЗПЕКИ	9
4. ВИМОГИ ЩОДО ДОВКІЛЛЯ	9
5. ВИМОГИ ЩОДО ПЕРСОНАЛУ	10

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**МЕТОД КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ СВІЖОГО М'ЯСА ЗА ВІЗУАЛЬНИМИ
ПОКАЗНИКАМИ**

**МЕТОД КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВЕЖЕГО МЯСА ПО ВИЗУАЛЬНЫМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**METHOD OF QUALITY CONTROL OF FROZEN MEAT FOR VISUAL
INDICATORS**

Чинний від __. __. ____

1. МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ М'ЯСА ЗА ПОКАЗНИКАМИ

Суть методу полягає в ідентифікації м'яса (телятина, свинина, курка) за показниками: колір, кількість волокон, середній розмір волокон, чіткість країв волокон.

1.1 Засоби вимірювальної техніки, допоміжне обладнання, матеріали

1.1.1 Холодильник електричний побутовий – згідно з ДСТУ 2295 або згідно з чинними нормативними документами, що дозволяє підтримувати температуру не вище ніж 6°C.

1.1.2 Папір фільтрувальний лабораторний – згідно з ГОСТ 12026.

1.1.3 Серветки паперові – згідно з чинними нормативними документами.

1.1.4 Пакети поліетиленові з безбарвної плівки марки Н товщиною не менше ніж 0,100 мм – згідно з ГОСТ 10354.

1.1.5 Ножі господарські – згідно з ДСТУ 367.

1.1.6 Мікроскоп - OLYMPUS CX-41.

1.1.7 Фотокамера - OLYMPUS C-5050.

Дозволено використовувати інші засоби вимірювальної техніки з метрологічними характеристиками, а допоміжне обладнання з технічними характеристиками, не нижчими ніж зазначені, та які пройшли державні випробовування і метрологічну атестацію в установленому порядку і мають

відповідне метрологічне забезпечення згідно з чинним законодавством України, а також матеріали не гіршої якості.

1.2 Готування до аналізування

1.2.1 Під час відбирання зразків з партії м'яса (телятина, свинина, курка) об'єм вибірки в одиницях транспортного пакування визначають – згідно з ГОСТ 779, ГОСТ Р 53221, ГОСТ 28825.

1.2.2 Методи відбирання проб з партії – згідно з ГОСТ 7702.0, ГОСТ 7702.2.0. Порядок приймання та відбирання проб – згідно з ГОСТ 26668, ДСТУ ISO 7002. Відібрана дослідна проба має бути достовірною, неушкодженою та незміненою під час транспортування та/або зберігання.

На всіх етапах відбирання проб мають бути забезпечені умови для запобігання забрудненню, зміни складу і стану відібраних проб. Умови відбирання, обладнання, тара, що використовуються для відбирання проб, пакування, транспортування і зберігання проб мають відповідати вимогам ГОСТ 26668.

З відібраних згідно з (1.2.1) пакувальних одиниць м'яса (телятина, свинина, курка) методом випадкової вибірки відбирають не менше семи тушок (різної маси) як у споживчому, так і груповому пакуванні.

1.2.3 Відібрані згідно з (1.2.2) зразки зберігають у лабораторії до початку аналізування в холодильнику (1.1.1) за температури від мінус 2 °С до мінус 6 °С. Для зберігання м'яса в холодильнику потрібно використовувати поліетиленові пакети (1.1.4), щоб зберегти вологість м'яса. Для цього в лабораторному приміщенні м'ясо кладуть в просторий подвійний поліетиленовий пакет (1.1.4) так, щоб м'ясо цілком знаходилася в пакеті і не втрачало вологу.

1.3 Аналізування

Обмакуємо зразки м'яса паперовою серветкою (1.1.3) з усіх сторін, щоб забрати рідину з поверхні м'яса і фіксуємо колір м'яса.

Ножем (1.1.5) розрізаємо м'ясо на рівні частини і фіксуємо колір всередині.

Беремо пробу (1см²) м'яса з будь-якої частини і за допомогою мікроскопа (1.1.6) визначаємо наступні показники: кількість волокон «п», середній розмір «d» і чіткість країв волокна «η».

За допомогою фотокамери (1.1.7) ми фіксуємо зображення всіх показників.

2. МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ М'ЯСА З ВИКОРИСТАННЯМ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Суть методу полягає в оцінюванні якості м'яса (телятина, свинина, курка) з використанням органолептичних показників якості, що визначаються за допомогою органів чуття: зору, глибокого дотику, нюху.

Показники якості, що сприймаються за допомогою зору:

- *зовнішній вигляд* – загальне зорове відчуття, яке товар викликає у споживача;
- *форма* – геометрична конфігурація/пропорція товару;
- *колір* – враження, викликане світловим імпульсом, яке визначається домінуючою довжиною та інтенсивністю світлової хвилі;
- *блиск* – здатність поверхні товару відбивати частину променів, які падають на його поверхню; залежить від того, наскільки ця поверхня гладенька;
- *прозорість* – властивість рідких товарів пропускати світловий потік через шар певної товщини;

Показники якості, що визначаються за допомогою глибокого дотику:

- *консистенція* – властивість товару, що обумовлена його структурою і визначається ступенем деформації цієї структури під впливом зовнішніх сил;
- *цільність* – здатність товару протистояти надавлюванню;
- *еластичність* – здатність товару відновлювати свою початкову форму після припинення зовнішнього впливу (якщо цей вплив не перевищив критичну величину).

Показники якості, що визначаються за допомогою органу нюху:

- *запах* – враження, що виникає при дії на рецептори нюху пахучих речовин. Він може бути приємним і неприємним, бажаним і небажаним;

- *аромат* – приємний запах, що формується у процесі природного утворення продукту (фруктовий, квітковий, молока, риби);
- *букет* – це приємний запах, що формується в тих продуктах, які піддаються процесам дозрівання. При дозріванні відбуваються складні хімічні й біохімічні процеси, внаслідок яких утворюються нові ароматичні речовини (букет вина, чаю, кави, сичужних сирів, м'яса тощо).

2.1 Засоби вимірювальної техніки, допоміжне обладнання, матеріали та реактиви

2.1.1 Холодильник електричний побутовий – згідно з ДСТУ 2295 або чинним нормативним документом, що забезпечує підтримування температури не вище ніж 6 °С.

2.1.2 Пакети поліетиленові з безбарвної плівки марки Н товщиною не менше ніж 0,100 мм – згідно з ГОСТ 10354.

2.1.3 Папір фільтрувальний лабораторний – згідно з ГОСТ 12026.

2.1.4 Ножі господарські – згідно з ДСТУ 367.

2.1.5 Голка - згідно з чинними нормативними документами.

Дозволено використовувати інші засоби вимірювальної техніки з метрологічними характеристиками, а допоміжне обладнання з технічними характеристиками, не нижчими ніж зазначені у цьому стандарті, та які пройшли державні випробовування і метрологічну атестацію в установленому порядку і мають відповідне метрологічне забезпечення згідно з чинним законодавством України, а також матеріали і реактиви не гіршої якості.

2.2 Готування до аналізування

2.2.1 У приміщенні, де проводять органолептичні випробування, не повинно бути сторонніх запахів. Воно повинне бути достатньо просторим (за наявності 6 експертів площа приміщення складає 13-20 м²), мати постійну температуру (18-20°С) і відносну вологість (70-75%). У приміщенні не повинні проникати сторонні звуки. Лабораторія для проведення випробувань повинна бути розташована в північній частині будівлі; вікна по відношенню до поверхні підлоги повинні складати близько 35%, стіни – білого, кремового або світло-сірого кольору. На робочих місцях – освітленість не менше 500 лк розсіяним

денним світлом або світлом люмінесцентних ламп, які відповідають вимогам нормативної документації. Бажано мати додаткове приміщення для підготовки зразків для аналізу.

У приміщення не повинні проникати сторонні запахи, які можуть вплинути на оцінку якості виробів.

2.2.2 Методи відбирання проб з партії – згідно з ГОСТ 7702.0, ГОСТ 7702.2.0. Порядок приймання та відбирання проб – згідно з ГОСТ 26668, ДСТУ ISO 7002. Відібрана дослідна проба має бути достовірною, неушкодженою та незміненою під час транспортування та/або зберігання.

На всіх етапах відбирання проб мають бути забезпечені умови для запобігання забрудненню, зміни складу і стану відібраних проб. Умови відбирання, обладнання, тара, що використовуються для відбирання проб, пакування, транспортування і зберігання проб мають відповідати вимогам ГОСТ 26668.

2.2.3 Відібрані згідно з (2.2.2) зразки зберігають у лабораторії до початку аналізування в холодильнику (2.1.1) за температури від мінус 2 °С до мінус 6 °С. Для зберігання м'яса в холодильнику потрібно використовувати поліетиленові пакети (2.1.2), щоб зберегти початковий вигляд і запах м'яса. Для цього в лабораторному приміщенні м'ясо кладуть в просторий подвійний поліетиленовий пакет (2.1.2) так, щоб м'ясо цілком знаходилася в пакеті і не втрачало властивості.

2.3 Аналізування

Зовнішній вигляд і колір туші визначають оглядом, а вигляд і колір м'язів оцінюють на свіжому розрізі, який роблять за допомогою ножа (2.1.4). При цьому встановлюють наявність липкості і зволоженості поверхні м'яса на розрізі, прикладаючи до розрізу шматочок фільтрувального паперу (2.1.3).

Консистенцію визначають легким натисканням пальцем на свіжий розріз м'яса і спостерігають за тривалістю вирівнювання ямки.

Визначають запах на поверхні продукту. При необхідності визначення запаху в глибині продукту беруть спеціальну дерев'яну або металеву голку (2.1.5), вводять її в товщу, потім швидко виймають і визначають запах, який

залишився на поверхні голки (2.1.5). Також оцінюють запах м'язової тканини, що прилягає до кісток у продуктах, які за технологією випускають з кістками.

Результати органолептичного аналізу реєструють в протоколі.

3. ВИМОГИ ЩОДО БЕЗПЕКИ

Під час випробувань в хімічних лабораторіях необхідно дотримуватися основних правил та вимог техніки безпеки під час роботи з хімічними реактивами, встановленими відповідно до вимог ГОСТ 12.1.007, НПАОП 0.00-8.11-12.

Електробезпека – згідно з вимогами ГОСТ 12.1.010, ДСТУ 7237.

Приміщення, де проводять випробування, повинні бути обладнані системами:

- опалювання, вентиляція та кондиціонування – згідно з СНиП 2.04.05;
- каналізації та водопостачання – згідно з СНиП 2.04.01.

Природне та штучне освітлення має відповідати вимогам ДБН В.2.5-28.

Мікроклімат приміщень, де проводять випробування, має відповідати загальним санітарно-гігієнічним нормам ДСН 3.3.6.042.

Вимоги до повітря робочої зони – згідно з ГОСТ 12.1.005.

Рівень шуму у приміщенні не повинен перевищувати рівнів, установлених – згідно з ДСН 3.3.6.037.

Приміщення лабораторії мають відповідати вимогам пожежної безпеки, встановлених відповідно ГОСТ 12.1.004 та бути забезпеченими засобами гасіння пожежі – згідно з ГОСТ 12.4.009.

Під час ділення та подрібнення тушок птиці необхідно вживати заходів обережності та засоби індивідуального захисту, що виключають отримання травм.

4. ВИМОГИ ЩОДО ДОВКІЛЛЯ

Шкідливі викиди в атмосферу контролюють згідно з вимогами ДСП 201.

Стічні води повинні підлягати очищенню і відповідати вимогам СанПиН 4630.

Охорону ґрунту від забруднення побутовими та промисловими відходами здійснюють відповідно до Державних санітарних норм та правил утримання територій населених місць.

5. ВИМОГИ ЩОДО ПЕРСОНАЛУ

До процедури відбирання, готування проб для аналізування, проведення методики вимірювань допускають осіб, що мають досвід у проведенні цих робіт, відповідну освіту, кваліфікацію лаборанта або техника-хіміка, і пройшли навчання та інструктаж з техніки безпеки.

УКНД 67.120.10

Ключові слова: ідентифікація м'яса, органолептичні показники, свіже м'ясо, колір, кількість волокон, середній розмір волокон, чіткість країв волокон.

Додаток Б

Дослідження оптичних (візуальних) властивостей м'яса в залежності від рівня його освітлення (L)

Таблиця Б.1 – Дослідження Зразка 2 властивостей м'яса

Кількість зображень	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	735	159	115	78	160	107	73	158	108	73	163	109	73
		160	112	76	167	119	81	170	120	83	167	119	83
		156	103	72	164	106	73	179	156	94	169	117	77
		165	116	86	162	109	75	173	125	89	173	127	91
2	1173	164	110	64	164	99	59	173	114	72	188	126	79
		165	108	63	173	97	57	187	126	79	183	123	73
		169	110	68	182	119	73	190	120	73	194	128	80
		170	117	77	185	122	81	196	129	86	194	131	87
3	1472	177	116	72	177	114	70	175	119	82	174	115	71
		179	122	77	192	136	87	199	143	92	174	116	70
		173	111	70	182	125	79	187	123	79	180	121	77
		177	117	80	187	122	80	185	119	77	181	116	74
4	1614	194	133	76	175	109	57	173	107	57	179	112	59
		178	121	66	198	136	77	204	139	81	189	126	72
		187	120	63	198	127	75	206	127	65	184	114	62
		193	125	76	201	131	82	210	140	88	190	123	70
5	1738	204	153	87	171	11	49	183	128	63	172	112	50
		162	112	51	177	120	51	174	116	53	175	121	59
		164	112	55	170	118	47	196	136	74	170	125	57
		180	121	65	174	113	56	183	130	71	175	119	58

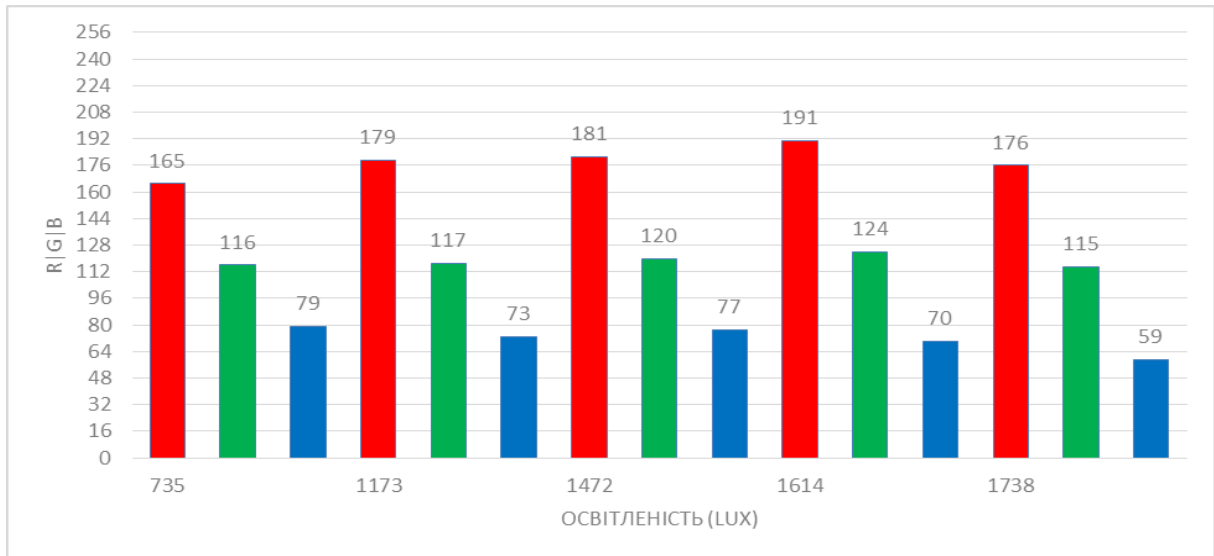


а) б) в) г) д)

Рисунок Б.1 – Зображення Зразка 2 при освітленості: а) 735лк; б) 1173лк; в) 1472лк; г) 1614лк; д) 1738лк

Таблиця Б.2 – Узагальнені результати дослідження зразків властивостей м'яса

Номер зображення	Освітленість (лк)	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	735	165,3125	116,75	79,8125
2	1173	179,8125	117,4375	73,1875
3	1472	181,1875	120,9375	77,3125
4	1614	191,1875	124,375	70,375
5	1738	176,875	115,4375	59,125

Рисунок Б.2 – Залежність $R_{\text{ариф}}$, $G_{\text{ариф}}$, $B_{\text{ариф}}$ від освітленості L (лк)

Таблиця Б.3 – Дослідження Зразка 3 властивостей м'яса

Кількість зображень	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	745	154	105	72	156	102	66	153	99	65	149	103	69
		151	98	67	153	100	63	150	99	63	145	100	67
		153	99	63	153	92	59	160	104	71	155	101	65
		151	90	62	152	89	58	162	103	69	168	113	72
2	1240	168	113	72	172	114	74	175	116	74	168	115	75
		172	113	73	174	115	73	180	122	85	171	116	75
		174	112	75	185	121	83	177	114	73	175	116	70
		173	108	70	172	104	69	175	119	70	180	119	75
3	1462	158	103	64	172	110	73	177	116	71	174	117	72
		157	100	67	175	114	69	178	115	72	179	118	73
		154	96	59	152	89	48	178	110	72	181	115	74
		147	85	67	142	78	51	172	106	71	185	121	75

Продовження Таблиці Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	1615	184	125	67	177	114	63	168	105	52	162	109	57
		187	124	73	174	111	57	171	109	58	166	106	54
		173	118	68	161	97	49	158	94	50	158	96	49
		169	104	62	146	77	38	158	91	46	163	101	52
5	1757	164	11	57	166	106	54	164	102	57	163	110	56
		177	119	69	163	100	47	167	103	53	167	110	55
		160	99	52	161	99	48	173	110	57	164	104	52
		157	94	51	158	101	47	176	106	55	160	103	56

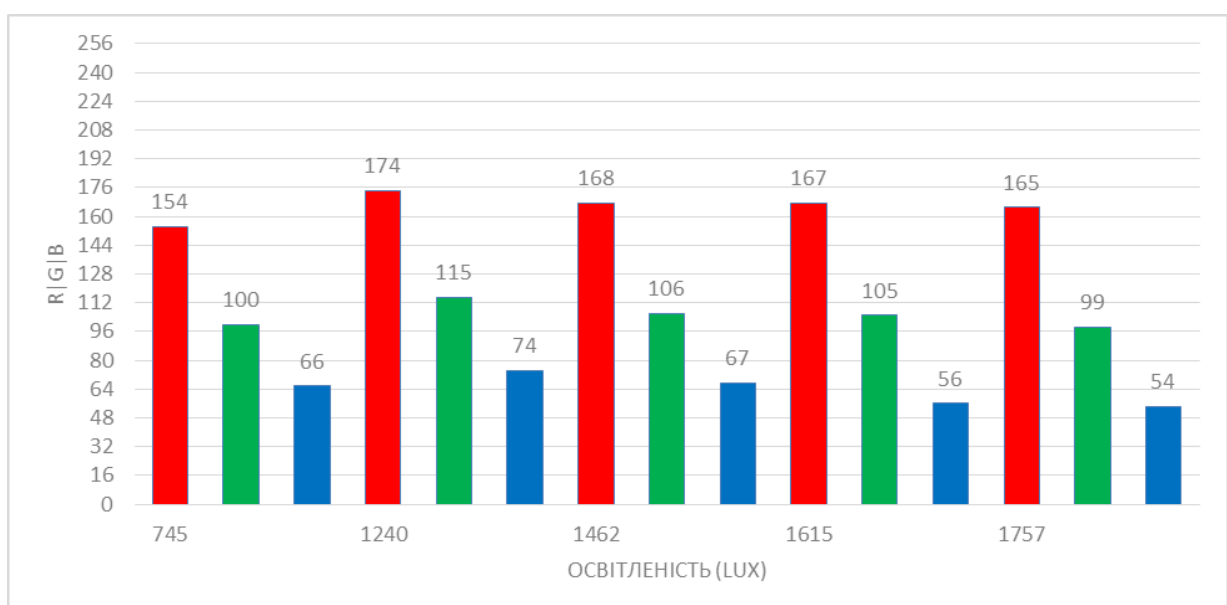


а) б) в) г) д)

Рисунок Б.3 – Зображення Зразка 3 при освітленості: а) 745лк; б) 1240лк; в) 1462лк; г) 1615лк; д) 1757лк

Таблиця Б.4 – Узагальнені результати дослідження зразків властивостей м'яса

Номер зображення	Освітленість (лк)	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	745	154,0625	99,8125	65,6875
2	1240	174,4375	114,8125	74,125
3	1462	167,5625	105,8125	67,375
4	1615	167,1875	105,0625	55,9375
5	1757	165	98,5625	54,125

Рисунок Б.4 – Залежність $R_{\text{ариф}}$, $G_{\text{ариф}}$, $B_{\text{ариф}}$ від освітленості L (лк)

Таблиця Б.5 – Дослідження Зразка 4 властивостей м'яса

Кількість зображень	Освітленість (Лкх)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	734	145	99	63	166	114	75	158	101	67	157	109	69
		141	95	61	153	102	63	164	113	74	160	106	68
		145	95	62	160	107	73	155	99	62	160	102	64
		148	99	67	155	100	70	167	109	72	163	109	73
2	1282	163	112	65	170	111	67	170	117	67	169	109	59
		163	110	66	174	117	72	166	102	58	172	110	61
		152	92	55	162	94	55	168	104	60	177	114	71
		166	107	73	163	95	58	170	108	63	180	118	73
3	1459	172	120	70	175	111	63	186	126	72	175	108	55
		167	107	57	168	106	57	186	120	72	187	117	68
		158	95	54	169	101	56	172	99	56	178	107	61
		158	98	61	171	99	55	170	95	53	182	120	71
4	1548	166	110	61	169	111	63	171	115	64	161	99	48
		164	103	59	163	101	54	162	95	52	161	99	52
		165	106	62	165	101	55	162	95	55	160	96	50
		167	103	60	166	98	57	164	100	56	157	92	46
5	1615	172	115	60	174	118	61	177	121	64	170	114	55
		170	114	55	177	116	62	174	120	63	172	110	51
		179	117	70	172	110	58	170	115	68	163	92	58
		162	99	55	175	112	68	168	105	54	160	93	56



Рисунок Б.5 – Зображення Зразка 4 при освітленості: а) 734лк; б) 1282лк; в) 1459лк; г) 1548лк; д) 1615лк

Таблиця Б.6 – Узагальнені результати дослідження зразків властивостей м'яса

Номер зображення	Освітленість (лк)	Рсеред	Гсеред	Всеред
1	734	156,0625	103,6875	67,6875
2	1282	167,8125	107,5	63,9375
3	1459	173,375	108,0625	61,3125
4	1548	163,9375	101,5	55,875
5	1615	170,9375	110,6875	59,875

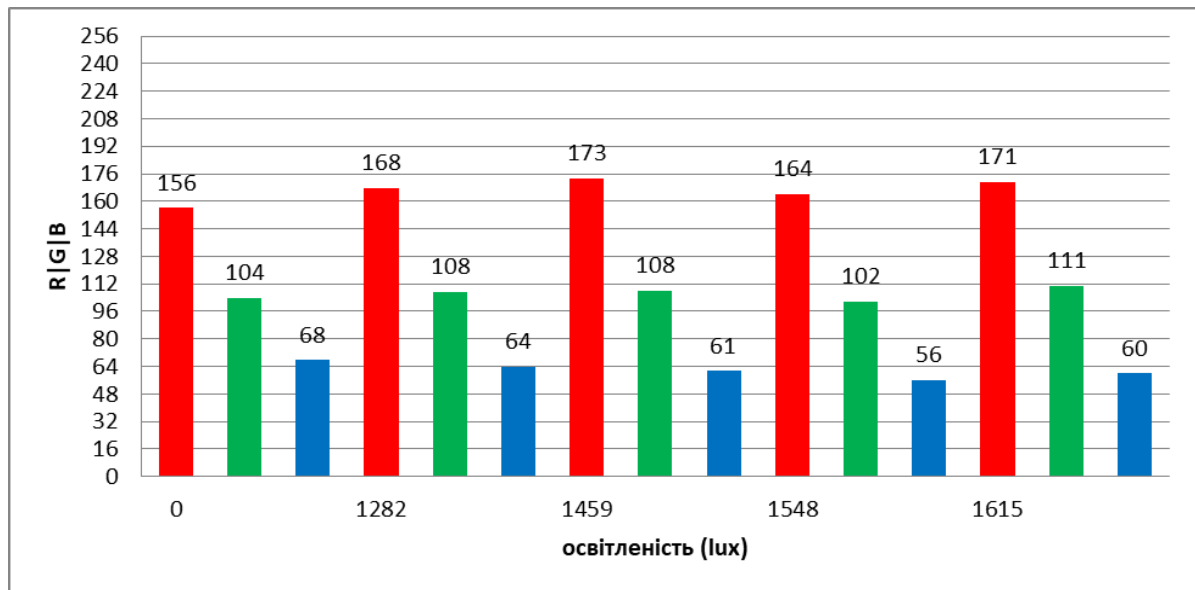


Рисунок Б.6 – Залежність $R_{ариф}$, $G_{ариф}$, $B_{ариф}$ від освітленості L (лх)

Таблиця Б.7 – Дослідження Зразка 5 властивостей м'яса

Кількість зображень	Освітленість (Лх)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	742	155	105	70	149	95	61	156	102	66	155	103	66
		159	115	78	159	110	70	158	106	67	156	104	65
		155	101	65	155	101	65	159	99	65	162	104	67
		158	100	63	158	99	69	153	94	60	167	113	75
2	1304	165	111	67	158	99	55	165	106	64	165	104	60
		152	101	58	165	108	63	168	109	65	163	106	61
		151	95	58	144	86	46	153	90	49	161	98	55
		138	78	44	159	97	60	150	86	48	157	95	54
3	1508	169	111	65	166	102	52	169	105	61	164	97	52
		169	113	64	170	110	60	171	111	61	170	108	61
		158	94	48	157	93	49	171	104	61	175	109	61
		163	95	50	164	92	52	170	101	62	166	99	54
4	1627	172	111	54	189	122	67	178	107	55	175	104	48
		167	106	51	173	111	54	181	114	59	172	103	48
		168	102	52	155	85	36	169	95	46	172	96	44
		164	92	44	166	92	45	136	86	40	170	100	51
5	1801	177	123	77	182	120	81	167	102	60	182	126	79
		179	126	76	180	122	76	183	125	77	172	116	69
		174	113	69	173	109	65	168	103	61	174	109	67
		171	104	62	183	114	72	165	96	55	173	108	66



а) б) в) г) д)

Рисунок Б.7 – Зображення Зразка 5 при освітленості: а) 742лк; б) 1304лк; в) 1508лк; г) 1627лк; д) 1801лк

Таблиця Б.8 – Узагальнені результати дослідження зразків властивостей м'яса

Номер зображення	Освітленість (лк)	Рсеред	Гсеред	Всеред
1	742	157,125	103,1875	67
2	1304	157,125	98,0625	56,6875
3	1508	167	102,75	57,0625
4	1627	169,1875	101,625	49,625
5	1801	175,1875	113,5	69,5

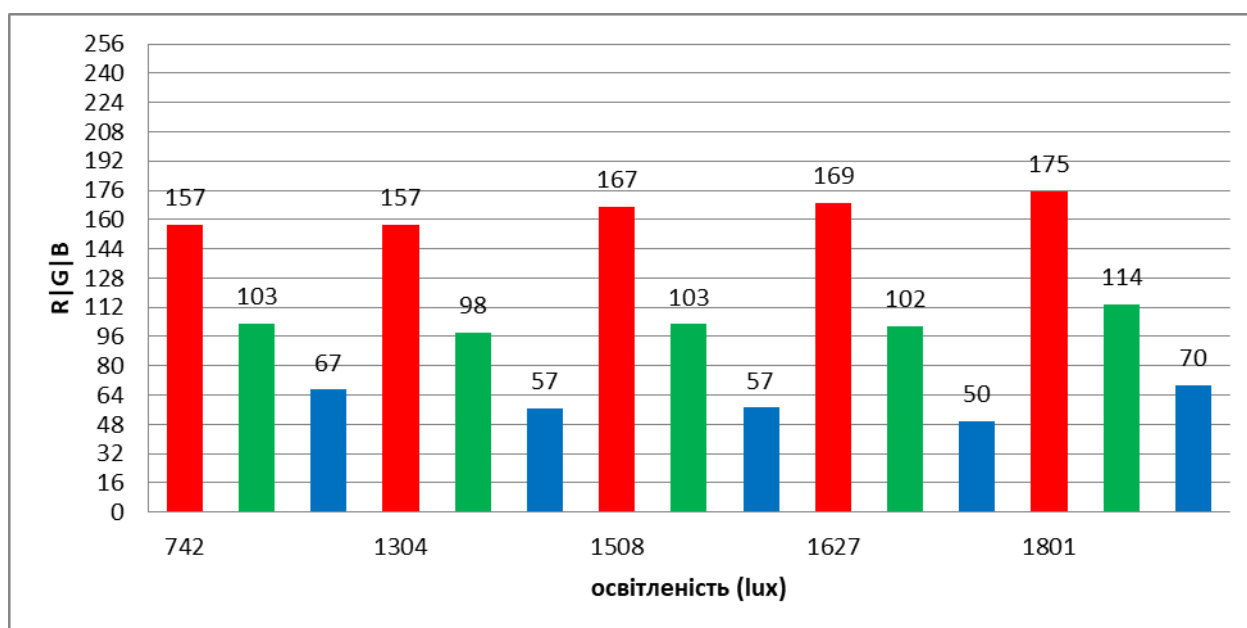


Рисунок Б.8 – Залежність $R_{ариф}$, $G_{ариф}$, $B_{ариф}$ від освітленості L (лк)

Додаток В
Дослідження оптичних (візуальних) властивостей м'яса в залежності
від співвідношення яскравостей фону і об'єкта дослідження

Таблиця В.1 – Дослідження Зразка 2 властивостей м'яса

Кількість зображень	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	543	185	139	89	183	133	80	188	138	89	170	118	68
		185	139	87	210	163	107	199	150	92	195	154	102
		168	121	75	211	163	114	211	169	121	172	127	85
		182	139	96	193	150	105	199	152	108	169	130	89
2	1175	188	137	92	195	144	91	205	157	108	191	136	80
		203	154	95	217	168	110	220	173	117	183	145	96
		181	137	88	195	144	91	237	199	152	176	128	80
		201	154	108	224	182	134	196	152	105	188	145	100
3	1454	240	212	164	197	150	96	211	165	113	201	158	110
		208	163	106	210	165	114	216	169	113	206	147	97
		211	169	121	204	156	108	221	177	132	196	163	118
		180	133	87	207	163	116	210	160	110	197	158	95
4	1582	191	147	95	196	154	96	193	152	97	190	140	91
		187	150	98	201	158	103	210	168	108	180	144	92
		188	151	98	190	155	100	199	156	101	177	141	89
		189	145	96	227	195	144	193	152	100	188	138	89
5	1702	192	150	97	220	186	141	180	136	89	177	130	78
		187	147	98	201	156	101	195	141	90	178	140	91
		170	133	89	210	167	122	188	145	92	181	147	111
		188	149	106	218	174	127	195	157	110	186	157	117

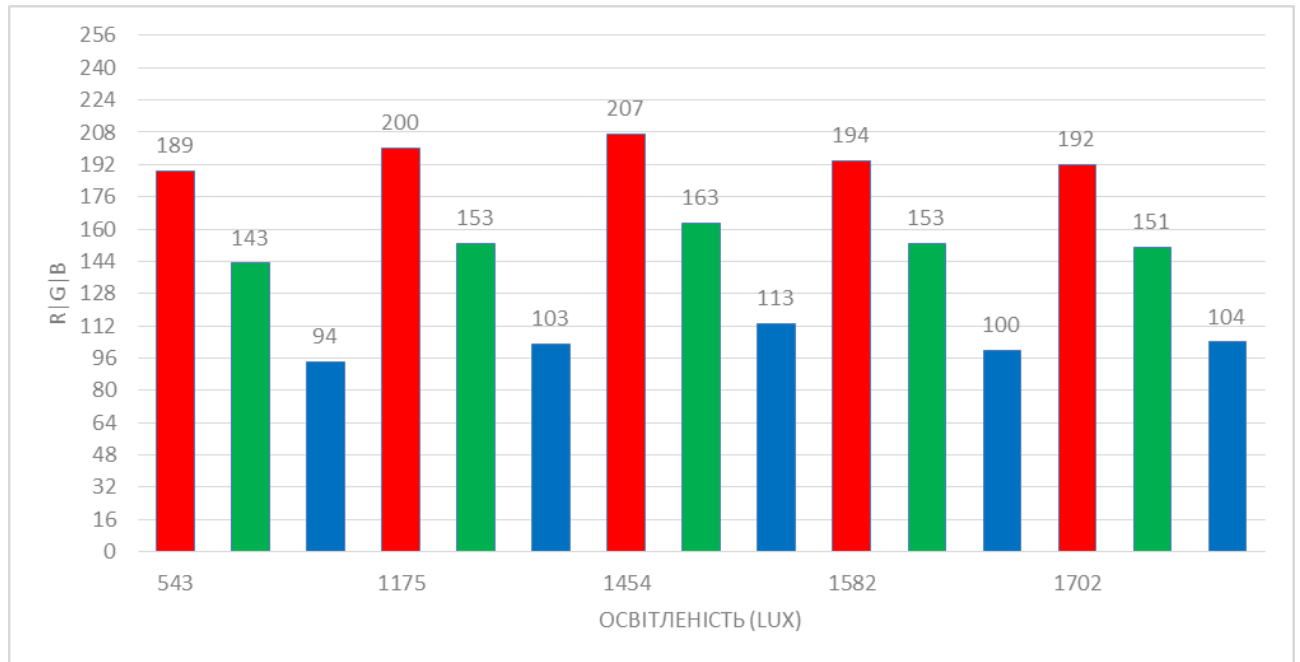


а) б) в) г) д)

Рисунок В.1 – Зображення Зразка 2 при освітленості: а) 543лк; б) 1175лк; в) 1454лк; г) 1582лк; д) 1702лк

Таблиця В.2 – Узагальнені результати дослідження зразків властивостей м'яса

Номер зображення	Освітленість (лк)	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	543	188,75	142,8125	94,1875
2	1175	200	153,4375	102,9375
3	1454	207,1875	163	112,5
4	1582	193,6875	152,875	99,8125
5	1702	191,625	150,9375	103,6875

Рисунок В.2– Залежність $R_{\text{ариф}}$, $G_{\text{ариф}}$, $B_{\text{ариф}}$ від освітленості L (лк)

Таблиця В.3 – Дослідження Зразка 3 властивостей м'яса

Кількість зображень	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	562	199	152	98	210	158	101	235	176	118	206	153	99
		218	171	119	233	182	127	231	175	118	212	161	108
		201	155	106	229	182	128	215	162	108	208	172	110
		183	143	92	226	186	137	207	177	123	217	181	131
2	1205	207	156	103	210	155	98	224	164	104	209	157	100
		210	157	103	230	180	125	219	157	98	210	160	111
		204	164	115	229	183	131	230	186	137	197	147	98
		169	133	85	223	177	128	205	175	130	209	165	120
3	1495	199	153	101	213	158	101	220	172	109	208	161	105
		209	162	110	219	163	106	218	162	101	231	184	128
		190	151	108	231	191	140	216	170	121	207	154	102
		170	134	86	218	180	135	194	150	103	197	155	112

Продовження Таблиця В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	1547	198	151	99	211	153	95	203	152	97	205	155	104
		197	145	97	207	147	89	222	167	110	202	155	101
		203	147	102	203	156	112	206	158	109	208	147	97
		210	152	114	198	146	108	197	145	110	197	155	107
5	1633	183	138	95	182	131	88	192	138	92	183	129	91
		180	131	88	201	147	103	201	144	99	186	137	94
		180	140	104	183	137	101	180	132	94	195	152	120
		189	142	105	181	147	109	176	134	96	180	145	103



а) б) в) г) д)

Рисунок В.3 – Зображення Зразка 3 при освітленості: а) 562лк; б) 1205лк; в) 1495лк; г) 1547лк; д) 1633лк

Таблиця В.4 – Узагальнені результати дослідження зразків властивостей м'яса

Номер зображення	Освітленість (лк)	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	562	214,375	167,875	113,9375
2	1205	211,5625	163,5	111,625
3	1495	208,75	162,5	110,5
4	1547	204,1875	151,9375	103,1875
5	1633	185,75	139	98,875

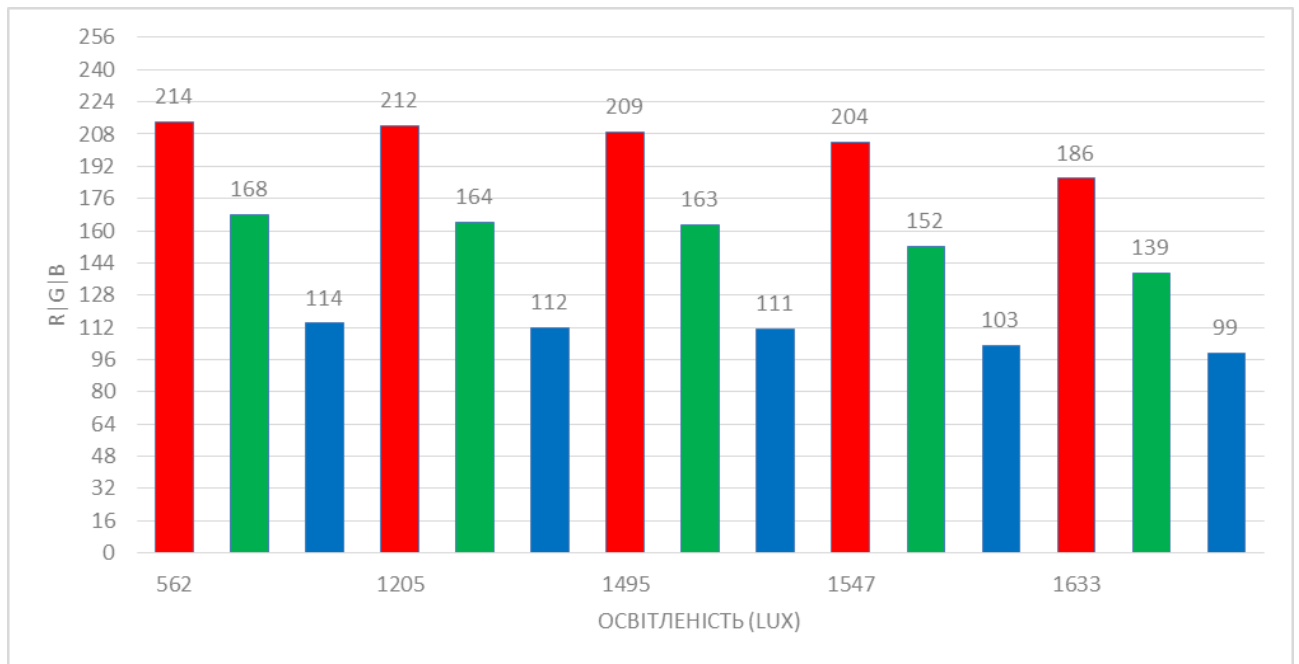


Рисунок В.4– Залежність Рариф, Гариф, Вариф від освітленості L (лк)

Таблиця В.5 – Дослідження Зразка 4 властивостей м'яса

Кількість зображень	Освітленість (Lux)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	551	217	175	117	216	156	94	210	158	101	189	146	95
		218	173	114	224	179	114	215	163	105	190	148	97
		194	148	96	217	171	119	203	156	102	188	155	102
		197	150	106	206	160	111	212	166	116	189	153	109
2	1357	216	173	115	224	168	109	214	159	103	168	140	90
		206	159	105	225	181	120	209	160	101	191	152	98
		229	201	154	212	172	113	201	152	97	181	145	95
		171	128	85	185	142	99	194	149	108	195	161	115
3	1732	199	147	89	211	155	94	202	151	94	177	147	95
		197	154	99	228	183	126	215	171	110	195	150	95
		183	140	95	196	147	91	198	146	96	178	144	98
		178	139	98	204	157	115	208	161	117	178	146	95
4	1835	202	150	93	213	158	102	255	211	155	164	133	86
		198	153	94	205	160	103	205	156	100	179	147	96
		184	140	95	197	147	98	187	144	93	178	140	93
		178	134	97	195	147	101	194	152	110	180	153	108
5	1905	192	131	87	217	164	120	222	201	150	221	182	141
		189	145	96	194	146	98	197	151	102	180	136	87
		212	183	149	182	133	90	184	136	96	160	127	86
		164	119	86	182	139	105	187	147	98	159	137	100

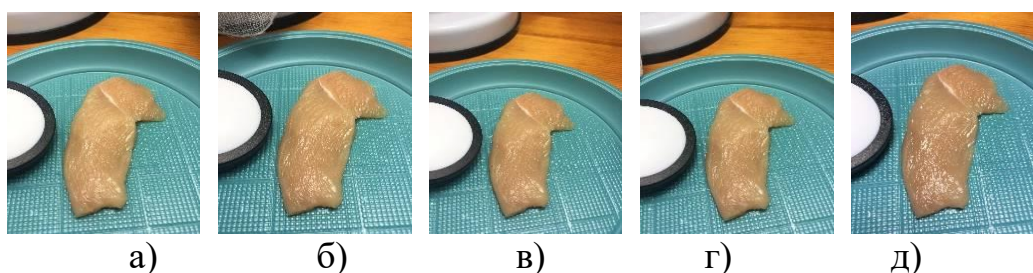


Рисунок В.5 – Зображення Зразка 4 при освітленості: а) 551лк; б) 1357лк; в) 1732лк; г) 1835лк; д) 1905лк

Таблиця В.6 – Узагальнені результати дослідження зразків властивостей м'яса

Номер зображення	Освітленість (лк)	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	551	205,3125	159,8125	106,125
2	1357	201,3125	158,875	106,6875
3	1732	196,6875	152,375	100,4375
4	1835	194,625	151,5625	101,5
5	1905	190,125	148,5625	105,6875

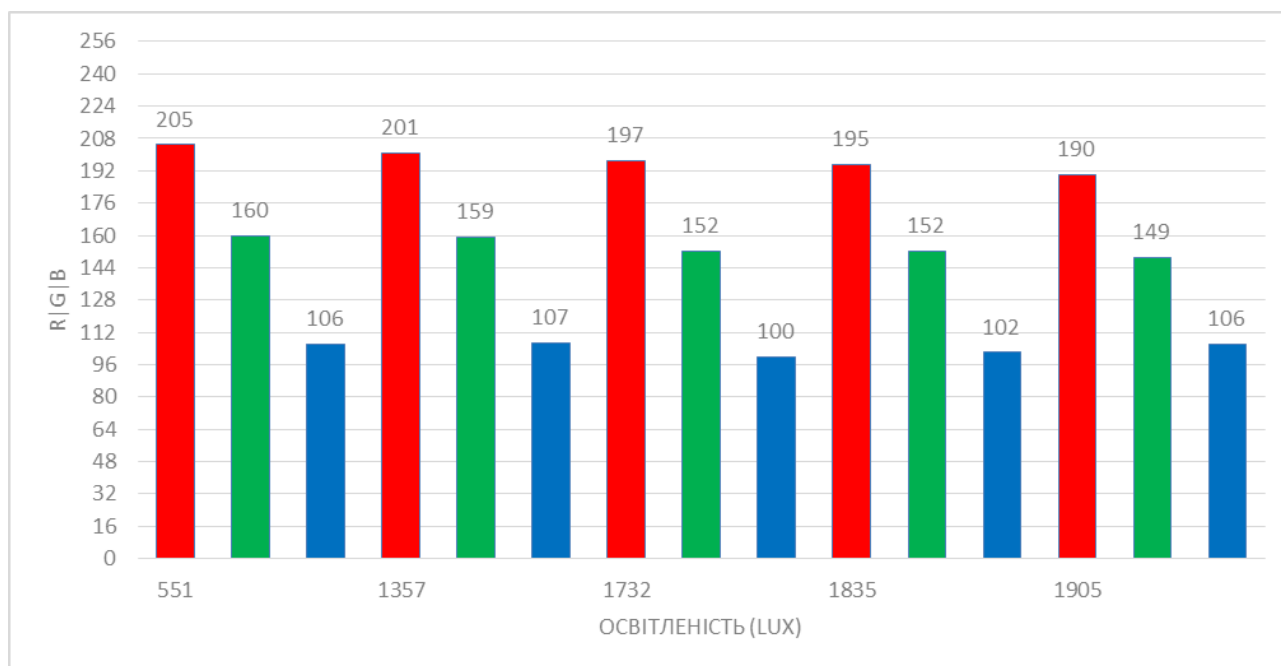


Рисунок В.6– Залежність $R_{\text{ариф}}$, $G_{\text{ариф}}$, $B_{\text{ариф}}$ від освітленості L (лк)

Таблиця В.7 – Дослідження Зразка 5 властивостей м'яса

Кількість зобра- жень	Освітле- ність (Лкх)	Кодування зразка											
		Точка 1			Точка 2			Точка 3			Точка 4		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	619	205	165	113	208	161	119	242	197	140	210	65	110
		191	154	105	214	165	106	213	164	106	205	158	102
		215	163	113	202	153	97	205	157	103	192	146	94
		197	147	94	207	152	96	219	168	115	196	155	101
2	1272	198	153	98	203	152	99	204	157	103	208	160	104
		206	161	106	208	163	104	217	168	110	191	156	100
		206	163	110	214	168	116	189	139	88	184	137	85
		175	135	83	208	157	104	183	132	86	174	130	81
3	1518	203	157	108	207	160	104	201	151	101	189	148	92
		198	155	103	203	152	98	219	169	116	186	146	97
		209	158	115	189	143	93	184	138	89	173	129	80
		187	140	88	182	131	84	187	139	93	205	157	109
4	1639	193	153	101	197	151	101	195	151	102	191	150	96
		196	156	104	239	203	141	201	154	102	194	153	99
		193	135	86	217	163	112	198	151	97	178	132	80
		198	155	102	192	142	93	196	144	94	210	177	126
5	1821	173	136	92	186	139	93	189	143	94	186	144	94
		189	145	100	189	147	97	194	148	96	195	154	110
		175	131	86	175	127	81	172	128	83	172	131	85
		177	130	84	176	125	78	169	126	75	168	124	77



а) б) в) г) д)

Рисунок В.7 – Зображення Зразка 5 при освітленості: а) 619лк; б) 1272лк; в) 1518лк; г) 1639лк; д) 1821лк

Таблиця В.8 – Узагальнені результати дослідження зразків властивостей м'яса

Номер зображення	Освітленість (лк)	$R_{\text{серед}}$	$G_{\text{серед}}$	$B_{\text{серед}}$
1	619	207,5625	154,375	107,125
2	1272	198	151,9375	98,5625
3	1518	195,125	148,3125	98,125
4	1639	199,25	154,375	102,25
5	1821	180,3125	136,125	89,0625

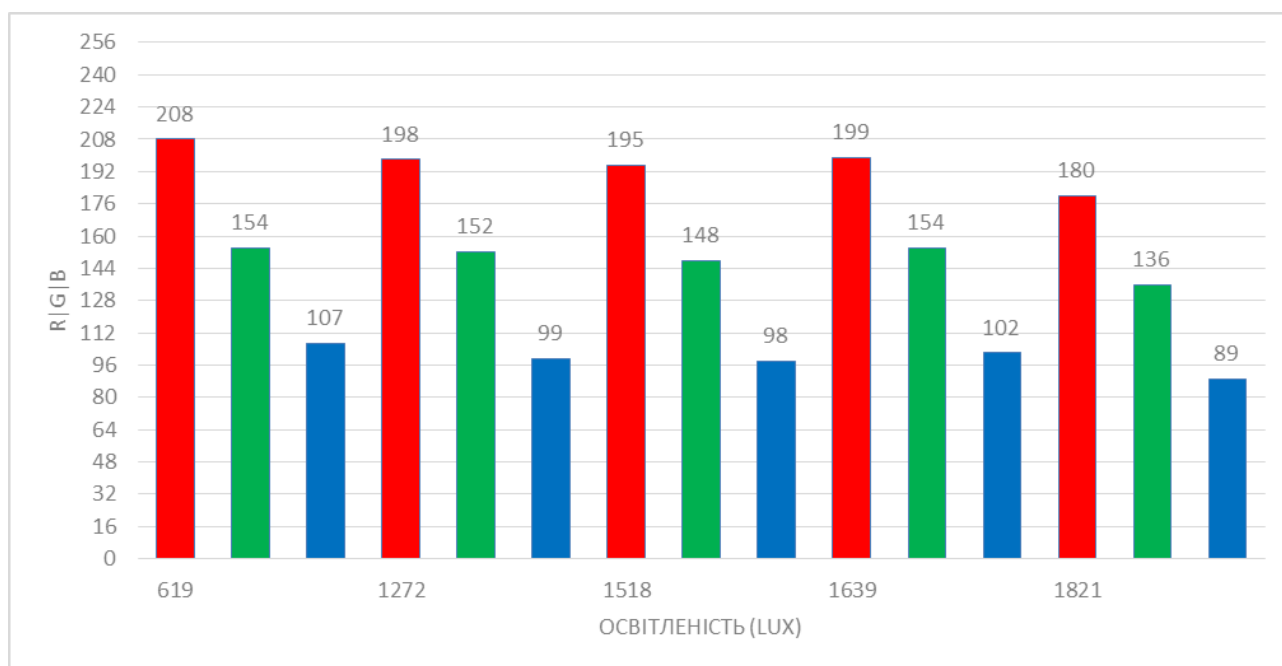


Рисунок В.2– Залежність $R_{\text{ариф}}$, $G_{\text{ариф}}$, $B_{\text{ариф}}$ від освітленості L (лк)

Додаток Г
Акт про впровадження результатів дисертаційної роботи

ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор
ПІП «Кор Вел'ю Сервісиз УА»
Доманський П. П.
2017 р.



АКТ
про впровадження результатів дисертаційної роботи
Любчик Ольги Сергіївни

на тему: «РОЗВИТОК МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВОЇ
ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ»

Комісія у складі:

Голови: керівника проєктів та програм Приходько М.А.

Членів комісії: начальника інформаційно-обчислювального центру Капустного С. М., аналітика Задорожню І. Р.

розглянувши дисертаційну роботу Любчик О. С. на тему «Розвиток метрологічного забезпечення якості харчової продукції тваринного походження», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, дійшла висновку, що її результати впроваджуються у ПІП «Кор Вел'ю Сервісиз УА», а саме: рішення з науково-методичного та програмного забезпечення оцінювання якості харчових продуктів дали можливість вдосконалити процес аутсорсінгу в цьому напрямі.

Голова комісії:

Члени комісії:



Приходько М.А.

Капустний С. М.

Задорожня І. Р.