

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва
Кафедра технології виробництва продукції тваринництва

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
магістр

на тему: **«М'ясні якості свиней при забої за різних вагових кондицій»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою Технологія
виробництва і переробки продукції тваринництва
спеціальності 204 Технологія виробництва і
переробки продукції тваринництва
ступеня вищої освіти магістр
групи 204ТВПШТмз 2_1
ТУКАЛО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ
Керівник: Оксана КРАВЧЕНКО
Рецензент: Ніна БУДНИК

Полтава – 2022 року

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	3
РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1. Оцінка якості туш	6
1.2. Органолептичні показники	10
1.3. Харчові властивості свинини	18
1.4. Пакування свинини	24
1.5. Соціальний імідж	25
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
2.1. Місце та об'єкт досліджень	27
2.2. Методика досліджень	27
2.3. Характеристика підприємства	29
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
3.1. Постановка проблеми	30
3.2. Результати експериментальних досліджень	32
3.3. Економічна ефективність виробництва	40
ВИСНОВКИ	42
ПРОПОЗИЦІЇ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	44

ВСТУП

Якість свинини складається з різноманітних показників, які пов'язані із характеристиками самого м'яса та умов, за яких виробляється свинина. На кожен із цих показників впливають різні фактори, починаючи від генетики свиней і закінчуючи підготовкою свинини до споживання, їх взаємодія. Якість свинини формується вздовж усього харчового ланцюга, з синергією та антагонізмами між показниками якості. Причому пріоритетні показники залежать від зацікавлених сторін ланцюга, від фермера до споживача. Різні методи виробництва та обробки від ферми до виделки визначають покращення якості свинини відповідно до пріоритетів та компроміси між показниками та зацікавленими сторонами.

Світова галузь свинарства відповідає за виробництво свинини, яка становить 33% від загального споживання м'яса, з великими відмінностями в рівнях споживання на різних континентах [1].

Найбільшу кількість свинини споживають в Азії та Європі, в середньому 41 кг на одну людину в рік (за даними 2019 року), але з коливаннями від 24 кг у Великобританії до 56 кг в Іспанії та 76 кг у Данії [2]. Приблизно 56% світового виробництва свинини (112,5 млн тонн в 2018 році) було вироблено у Азії (48% в Китаї). Той же час, починаючи з 2019 року виробництво свинини в Азії різко через африканську чуму свиней. На Північну Америку (США та Канаду) та Європейський Союз (ЄС, 28) припадає 12 та 21% світового виробництва свинини відповідно, при цьому Німеччина, Іспанія та Франція є основними європейськими виробниками свинини. Рівні самозабезпечення (117% на рівні ЄС) дуже відрізняються між країнами: від 30% у Греції до понад 400% у Данії [2].

В Україні у 2021 році, за даними асоціації «Свинарі України», на одну людину свинини та виробів з неї споживалось лише 19,5 кг (в перерахунку на м'ясо) [3].

Деякі країни імпортують свинину з країн ЄС для переробки на певні продукти (наприклад, для виробництва в'яленої шинки в Італії). Насправді, свинина споживається в Європі в основному (до 75% у деяких країнах) у вигляді різноманітних продуктів переробки, сушених, в'ялених, варених або ковбасних виробів [2]. Це широке розмаїття продуктів зі свинини призводить до різних і конкретних очікувань, щодо якості свинини залежно від виду продукту. Тому у процесі виробництва свинини та її переробці зацікавленими є усі учасники харчового ланцюга: виробники свинини, м'ясокомбінати, переробники, дистриб'ютори, споживачі [4].

Незважаючи на велику різноманітність продуктів переробки, більшість свиней у світі вирощують за традиційними «інтенсивними» технологіями, при яких тварини утримуються в замкнутих приміщеннях на решітчастій підлозі з низькими витратами на годівлю та вирощування свиней.

Використання альтернативних технологій з використанням підстилки з соломи (або тирси), з доступом до вугулу або за екстенсивних умов утримання, обмежено та часто використовуються лише для виробництва преміальних фірмових продуктів (органічної продукції, продукції із зазначенням географічного походження) призводить до збільшення вартості свинини та продукції з неї.

Протягом останніх 20 років споживання свинини на душу населення було майже постійним у деяких регіонах, таких як ЄС, але незначно та постійно знижувалося в інших країнах. Останнім часом спостерігається значне збільшення обсягів свинини та продуктів із неї, які продаються з офіційними етикетками якості або товарними знаками, а також кількість свиней, вирощених в альтернативних системах виробництва. Ці зміни свідчать про зростаючу диверсифікацію як продуктів зі свинини, так і систем виробництва свиней [2]. Наприклад, органічне свиначство в Європі зросло на 50% з 2015 по 2018 рік і продовжує стабільно зростати, хоча це лише невелика частка свиначства (0,9% у 2018 році) [5]. Існують також зміни в практиці свиначства у відповідь на еволюцію споживчих і суспільних

очікувань та законодавства, такі як скорочення (заборона в деяких країнах) хірургічної кастрації кнурців без анальгезії або анестезії [6].

Загалом, різноманітність продукції зі свинини створює певну дилему щодо якості «сировини», що використовується для переробки. У поєднанні зі зростаючими очікуваннями громадян, щодо більш стійких систем свинарства, все це робить якість свинини складним і багатовимірним питанням. Відповідно до Міжнародної організації стандартизації, якість продукції визначається набором характеристик, які можуть задовольнити очікувані чи можливі потреби кінцевого користувача.

В цілому якість свинини базується на різних характеристиках: товарної цінності туш; органолептичних, поживних, технологічних властивостях; суспільний імідж. Останній відповідає за зовнішні ознаки продукту, що має довіру; етичні, культурні та екологічні аспекти, які пов'язані з способом виробництва, а також його географічне походження. Суспільний імідж включає багато об'єктивних (добробут тварин, вплив на навколишнє середовище, походження) і суб'єктивні фактори, які відіграють певну роль у формуванні споживчого сприйняття та рішення про купівлю, а також просуваються у схемах маркування якості продукції [4, 7].

Метою наших досліджень було вивчення м'ясних якості свиней при забої за різних вагових кондицій.

Методикою наших досліджень передбачалось вивчення: загального асортименту продукції, забійних та м'ясних якостей свиней ірландського походження.

РОЗДІЛ І

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Оцінка якості туш.

В ЄС існує система класифікації свинячих туш SEUROP, яка була запроваджено у 1980-х роках для гармонізації оцінки туш свиней всередині держав-членів задля створення системи для об'єктивної оплати виробникам свинини. Система базується на прогнозуванні відсотка нежирного м'яса (LMP) для туш за допомогою різного обладнання. Обладнання дозволяє вимірювати товщину жирової та м'язової тканини в одній або кількох анатомічних ділянках, а далі вираховувати вміст м'яса з використанням прогнозних рівнянь, які схвалені для певного діапазону ваги туші.

Методи та обладнання, що використовуються в різних державах-членах ЄС, відрізняються. Останніми розробками є використання відеокамери та аналізатор зображень [8]. Проте всі методи повинні відповідати умовам щодо точності методу відповідно до європейських норм [9]. Прогнозні рівняння були створені на основі складу туші, визначеного за допомогою розділення туш або комп'ютерної томографії [10]. На практиці комерційна цінність туші визначається на основі схем оплати, розроблених для національних секторів; ЄС вимагає моніторингу та звітності цін на туші на стандартизованій основі, а також моніторингу операторів, які виконують класифікацію. Для здебільшого показники якості свинини (технологічні, сенсорні або поживні) не враховуються в системах оплати. Для виробників, товарна цінність залежить від забійної маси, обробки туші (~78% у свиней залежно від генетики, статі та маси тіла) і складу тіла (співвідношення м'язової і жирової тканин).

Збільшення забійної ваги та віку знижує LMP [11]. Тому схеми оплати розробляються зацікавленими сторонами для пошуку оптимуму у випадку стандартного виробництва свинини. Виняток становлять конкретні ланцюги та адаптована класифікація і шкали оплати, як, наприклад, у італійському

свинарстві при вирощуванні свиней з високою масою для виробництва хамону.

Генотип. Генотип свиней є одним з основних факторів, що визначають склад туші. Незважаючи на досить велику кількість порід свиней, більшість комерційних компаній по виробництву свинини використовує переважно обмежену кількість порід у схрещуванні, щоб отримати вигоду від впливу гетерозису на важливі економічні ознаки [12]. Генетичний відбір на швидкість росту, ефективність корму та вміст м'яса у туші був дуже ефективним, що призвело до збільшення LMP на 12% з 1970 року [13], причому 92% туш дали LMP щонайменше 55% у 2020 році [14]. Збільшення вмісту м'яса у тушах сприяло помітному збільшенню обсягів виробництва м'яса в останні десятиліття і було оцінено зацікавленими сторонами галузі свинарства через споживчий попит на нежирну продукцію. Шкідливий вплив добре описаної мутації (алель n) у гені RYR1 (галотан) на технологічну та органолептичну якість свинини змусив багато генетичних племінних компаній виключити свиней-носіїв такого гену зі своїх популяцій. Проте сприятливий вплив гена RYR1 на LMP туші зберігається в деяких генетичних лініях для збільшення вмісту пісного м'яса у тушах гетерозиготних свиней [15, 16]. На додаток до RYR1, інші генні поліморфізми пов'язані зі значним впливом на ознаки туші, наприклад IGF2 (інсуліноподібний фактор росту 2) і MC4R (рецептор меланокортину-4) [12, 17].

Брендована продукція зі свинини (приватні товарні знаки або офіційні етикетки якості) були розроблені в певних географічних регіонах з використанням місцевих порід свиней, які не були піддані відбору на ефективність росту та вміст м'яса [18].

Стать. Стать має помірний вплив на сенсорну якість свинини, за винятком запаху кнура, неприємного м'ясного присмаку та аромату для свинини з некастрованих самців. Таке м'ясо має під час нагрівання дає неприємний присмак, що викликає огиду у більшості споживачів, та в

основному пояснюється андростеноном і скатолом, які накопичуються в жировій тканині.

Андростенон головним чином пов'язаний зі статевим розвитком, який значною мірою знаходиться під генетичним впливом, тоді як рівень скатолу залежить від факторів утримання (годівлі, гігієна та здоров'я), але ці дві речовини мають взаємопов'язаний метаболізм [19]. При використанні м'яса некастрованих самців важливо враховувати чутливість споживачів (які загалом вища для скатолу, ніж для андростенону, але з великими індивідуальними варіації), рівень запаху кнура (тобто концентрації андростенону і скатолу та їх синергічний ефект), а також жирність продукту та спосіб приготування для споживання [6]. Таким чином, використання змішування такого м'яса з іншим або маскування (використання ароматизаторів, спецій, диму) допомагає полегшити сприйняття запах кнура, який легше сприймається при високому вмісті жиру у продукті або коли продукт їдять теплим [20]. Виробництво свинини з некастрованих кнурів складне, як у виробництві (через статеву поведінку), так і на етапі переробки (ризик виникнення запаху кнура) і потребує адаптації всієї системи.

У контексті стандартного виробництва свинини поширеність запаху кнура є відносно низькою, але сильно варіює (5–25%) через метод виявлення та фактори виробництва (генотип свині, вік на момент забою, годівля, стан здоров'я [21, 22] і вимагає перевірки та сортування туш на лінії забою. В даний час в основному використовується суб'єктивний метод, так звана оцінка «людським носом». Було проведено широкі дослідження для розробки швидких онлайн-методів виявлення туш із запахом кнура. Нещодавно було запропоновано дорогий метод мас-спектрометрії з автоматизованим відбором і попередньою обробкою зразків [23], який є швидким і надійним та вимірює рівні, як андростенону, так і скатолу. Окрім ризику запаху кнура, м'ясо з некастрованих тварин може бути менш ніжним, ніж м'ясо від хірургічних кастратів та свинок, що може бути пов'язано з нижчим вмістом внутрішньом'язового жиру [24]; однак ці відмінності в структурі свинини не

завжди виявляються [11]. Свинина з некастрованих кнурців також може бути більш схильною до окислення ліпідів через більшу кількість ненасичених жирних кислот у туші через нижчий ендогенний синтез ліпідів.

Годівля. Годівля є основним фактором, що впливає на формування складу тіла тварини і таким чином безпосередньо впливає на вартість свинячої туші. Під час росту свиней обмеження споживання корму зменшує їх вгодованість і зазвичай використовується під час кінцевої фази відгодівлі для покращення цінності туші, оскільки відкладення жиру відбувається швидше, ніж нарощування м'язової тканини зі збільшенням живої маси тварин[25]. Окрім рівня годівлі, на склад туші впливає склад поживних речовин раціону, особливо співвідношення білка та енергії (або лізину, амінокислоти, яка найбільше обмежує ріст свиней).

Раціон з дефіцитом білка, який споживається досхочу, збільшує вгодованість, тоді як поступове зниження співвідношення лізину до енергії під час росту можна використовувати для точного годування, щоб задовольнити потреби тварини в поживних речовинах і контролювати вміст пісного м'яса у туші [25].

Технологія утримання тварин. Умови утримання свиней під час вирощування можуть вплинути на цінність туші внаслідок впливу різних факторів на відкладення жиру. Велику роль відіграє температура навколишнього середовища в холодний період для свиней з більшим вмістом пісного (нижче термонеутральної зони свиней), особливо якщо не збільшена енергетична цінність раціону [25, 26]. Вплив тепла ($\geq 30^{\circ}\text{C}$) також може призвести до підвищення вмісту м'яса у туші через зменшення спонтанного споживання корму [25]. У порівнянні з утриманням на щільній підлозі, утримання на підстилці зазвичай асоціюється з більшою доступною площею підлоги на одну свиню та нижчою температурою навколишнього середовища, що часто призводить до жирніших туш у свиней, яких годували досхочу [27]. Вплив «альтернативних» систем виробництва з відкритим доступом до вигулу або пасовищ на склад і цінність туші є наслідком

взаємодії кліматичних умов, а також фізичної активності свиней і споживання раціону. Через коливання умов вирощування, більша варіативність комерційної цінності туші може бути більшою в альтернативних системах виробництва, ніж у традиційних закритих технологіях. В органічному свиначстві заборона на використання синтетичних амінокислот у раціоні разом із обмеженою доступністю органічних білкових ресурсів ускладнює задоволення потреб свиней у поживних речовинах та оптимізацію складу туші [28]. Крім того, годівля свиней взаємодіє з умовами утримання, впливаючи на склад туші, навіть якщо туші, отримані від свиней, вирощених в умовах органічного виробництва, та інші фірмові позначки якості базуються на певних шкалах оплати та преміях.

1.2. Органолептичні показники

Органолептичні або сенсорні властивості свинини включають властивості, які споживачі сприймають своїми органами чуття, включаючи зовнішній вигляд (колір, мармуровість), текстуру (ніжність, соковитість) і смак (аромат і смак). Ці властивості є результатом складної взаємодії факторів, пов'язаних із самою твариною та умовами її вирощування, передзабійною обробкою (транспортування, забій), умовами охолодження м'яса та його витримки, а також режимами приготування м'яса.

Генотип. Це один з ключових факторів, що визначає характеристики м'язової тканини і, відповідно, органолептичні властивості свинини. Основними генами, які, як відомо, погіршують якість м'яса, є ген галотану і ген RN [17]. Обидва гени впливають на посмертний гліколіз м'язів (швидкість або ступінь зниження рН), знижуючи здатність до утримання води та технологічну якість та підвищення жорсткості м'яса. У більшості ліній ген галотану був поступово видалений (наприклад, п'єтрен, бельгійський ландрас). Неприятливий алель RN в гені PRKAG3 був здебільшого виключений з гемпширської породи, тоді як повідомляється, що сприятлива мутація 199I є високочастотною у беркширської породи [17].

Інші поліморфізми, такі як у CAST (кальпастатин) ген впливає на органолептичну якість свинини, зокрема ніжність [12]. Визнано, що використання свиней породи дюрк покращує сенсорну якість свинини, особливо її ніжність через високий вміст внутрішньом'язового жиру, незважаючи на те, що вміст внутрішньом'язового жиру також різниться серед ліній цієї породи [29].

Місцеві або автохтонні породи також добре відомі своїми смаковими якостями м'яса: більш червоне м'ясо, менший ексудат, більша ніжність і соковитість у порівнянні з відселекціонованими породами [18]. Ці породні відмінності, ймовірно, є результатом взаємодіючих ефектів генетичних і виробничих факторів, тобто старшого віку та більшої ваги при забої та специфічних умов вирощування (наприклад, технологіям які надають перевагу фазі компенсаційного росту та внутрішньом'язовому відкладенню жиру в деяких випадках; умови екстенсивного вирощування покращують колір та змінюють властивості м'язів) [30]. З цієї причини щодо добрі сенсорні властивості свинини часто асоціюються з використанням дюрку або місцевих порід свиней.

Стать. Стать має помірний вплив на органолептичні показники свинини, за винятком присмаку кнура від свинини, отриманої від некастрованих самців. Таке м'ясо під час нагрівання має неприємний присмак, що викликає огиду у більшості споживачів, що в основному пояснюється наявністю андростенону і скатолу, які накопичуються в жировій тканині.

Андростенон головним чином пов'язаний зі статевим розвитком, який значною мірою залежить від походження (генетики) тварин, тоді як рівень скатолу залежить від технології утримання (годівлі, гігієна та здоров'я), але ці дві речовини мають взаємопов'язаний метаболізм [19]. При використанні м'яса некастрованих самців важливо враховувати чутливість споживачів (а це загалом більше стосується скатолу, ніж андростенону), рівень запаху кнура (тобто концентрації андростенону і скатолу та їх синергічний ефект), а також

жирність продукту та спосіб приготування (Бі та ін., 2015). Але, змішування такого м'яса з іншим, використання маскувальних заходів (аромати, спеції, копчення), допомагає полегшити сприйняття запах кнура [18]. Виробництво свинини з некастрованих кнурців, як у виробництві (через статеву поведінку) так і на етапі переробки (ризик зараження кабаном), і потребує адаптації всієї системи. У контексті стандарту у свинарстві поширеність запаху кнура є відносно низькою, але сильно варіює (5–25%) через метод виявлення та виробничі фактори (наприклад, генотип свині, вік на момент забою, годівля, стан здоров'я [21] і вимагає перевірки та сортування туш на лінії забою. В даний час в основному використовується суб'єктивний метод, так званий «людський ніс». Було проведено широкі дослідження для розробки швидких онлайн-методів виявлення туш з запахом кнура. Нещодавно було запропоновано дорогий метод мас-спектрометрії з автоматизованим відбором і попередньою обробкою зразків [23], який є швидким і надійним і вимірює рівні, як андростенону, так і скатолу. Окрім ризику наявності запаху кнура, м'ясо з некастрованих кнурців може бути менш ніжним (вища сила зсуву), ніж м'ясо з хірургічно кастрованих свиней та свинок, що може бути пов'язано з нижчим вмістом внутрішньом'язового жиру [24]; однак ці відмінності в структурі свинини не завжди виявляються [11]. Свинина з некастрованих кнурців також може бути більш схильною до окислення ліпідів через більшу кількість ненасичених жирних кислот у туші через нижчий ендогенний синтез ліпідів.

Вік і маса свиней при забої. Одночасне збільшення віку та забійної маси («важкі» свині) пов'язане з більшим ожирінням туші та вмістом внутрішньом'язового жиру, що апріорі сприятливо для покращення органолептичних показників. Однак, особливо, збільшення віку при забої через обмеження годівлі може нейтралізувати вплив на вміст внутрішньом'язового жиру, оскільки обмеження корму зменшує відкладення жиру, як на рівні туші, так і на рівні м'язів [25]. Відомо, про вплив підвищеної забійної маси та віку на органолептичні властивості є

непослідовними, що може бути пов'язано з іншими факторами, що впливають, включаючи різницю у масі та віці під час продажу свиней, практику годівлі та утримання або способ приготування [31].

Анатомічне розташування. Анатомічне розташування м'яза пов'язане з його фізіологічною роллю, що призводить до специфічних для м'язів скорочень і метаболічних властивостей. Наприклад, поперекові м'язи і деякі м'язи окосту мають більший гліколітичний метаболізм, тоді як м'язи передніх ніг, живота та шиї мають більший окислювальний метаболізм (так звані білі або червоні м'язи, відповідно), викликаючи відмінності у зовнішньому вигляді (колір, ексудація, кількість і розподіл жиру) і біохімічний склад, що призводить до відмінностей органолептичної якості [32-36]. Наприклад, червоні м'язи мають менші м'язові волокна, часто більше внутрішньом'язового жиру, більшу здатність утримувати воду, більше фосфоліпідів і певні незамінні амінокислоти. Дослідження [37] виявило, що споживачі віддають перевагу м'язам червоного кольору (лопатка), ніж більш блідими, білими м'язами (корейка; двоголовий м'яз стегна) і підкреслили переважний вплив анатомічного розташування на тривалість старіння м'яса, способом приготування чи температуру.

Годівля. Раціон може впливати на органолептичні властивості м'яса різними шляхами; згідно з [31] шляхом: прямого передавання ароматичних та смакових сполук (наприклад, годування риби олією) у м'язові та жирові тканини: поглинання ароматично активних мікробних метаболітів у шлунково-кишковому тракті (наприклад, ферментований рідкий корм), склад жирних кислот (наприклад, велика кількість харчових поліненасичених жирних кислот); баланс поживних речовин у раціоні (наприклад, дефіцит амінокислот); стратегія годівлі (досхочу, обмеження, компенсаторне зростання). В деяких дослідженнях повідомлялося про підвищену м'якість свинини при дієтах з низьким вмістом білка, але без енергетичного обмеження, що збільшує вміст внутрішньом'язового жиру [25]. Годівля з високим вмістом поліненасичених жирних кислот може призвести до

зниження окислювальної стабільності та викликати дефекти смаку як у нежирному м'ясі, так і в жировій тканині, ступінь яких залежить від складу поліненасичених жирних кислот, вмісту заліза та рН м'яса [38].

Додавання антиоксидантів, наприклад вітаміну Е або мікроелементів (Se, Zn) разом із наявністю природних антиоксидантів у раціоні (які містять фенольні сполуки для обмеження розвитку або поширення вільних радикалів) може обмежити окислення ліпідів [39], а також білків під час зберігання, причому останні, можливо, впливають на текстуру м'яса [40]. Дієтична добавка метіоніну (попередник цистеїну, який утворює важливий клітинний антиоксидант глутатіон) за два тижні до забою зменшує зміну кольору м'яса та ризик окислення ліпідів під час зберігання разом із забезпеченням вищих концентрацій глутатіону в м'язовій тканині під час забою [30].

Умови утримання свиней або система виробництва. Екологічні умови утримання для вирощування свиней були створені опосередковано та пов'язані з органолептичними властивостями свинини, через сукупний вплив фізичної активності, температури навколишнього середовища та годівлі на характеристики м'язової тканини [25]. Вирощування з використанням вільного виходу призводить до отримання до більш червоного м'яса [41]. Вирощування свиней на солом'яній підстилці покращує смак і текстуру бекону [42] і соковитість свинини, коли свині мають вихід [43]. Однак багато інших досліджень не виявили значного впливу умов утримання чи системи виробництва на сенсорну якість м'яса «звичайних» генотипів свиней [27], або навіть протилежних ефектів, наприклад зниження м'якості та соковитості м'яса свиней, вирощених на відкритому повітрі, протягом зими, що було пов'язано з нижчим вмістом внутрішньом'язового жиру та рН м'язів [25].

Органічне виробництво. Труднощі в органічному свинарстві, які необхідно вирішити – це потреби у достатній кількості поживних речовинах, особливо споживання амінокислот, які можуть мати позитивний вплив на вміст внутрішньом'язового жиру [44] та отже, на сенсорну якість свинини.

Однак потреба в грубих кормах в органічному свиначстві обмежує годівлю концентрованими кормами, що може зменшити споживання енергії та білка, швидкість росту та вміст внутрішньом'язового жиру, що негативно впливає на ніжність [45]. На органолептичні властивості органічної свинини впливає поєднання практик, які використовуються для дотримання правил органічного виробництва, включаючи раціон (його склад, технологія годівлі), утримання (температура навколишнього середовища, наявність місця) і генотип свині. Застосування різноманітних виробничих прийомів відповідає за широку варіабельність спостережуваних сенсорних властивостей в органічній свинині [28, 46].

Екстенсивне розведення свиней місцевих порід. Екстенсивні системи виробництва можуть охоплювати різноманітні умови утримання (тобто доступ до свіжого повітря, вільний вигул), спеціальні програми управління годівлею, збільшення віку та живої маси при забої, використання місцевих порід для підвищення органолептичних якостей. Це призводить до більшого вмісту внутрішньом'язового жиру, кращий склад жирних кислот, більш червонуватий колір і підвищена ніжність і соковитість порівняно з використанням «звичайних» свиней і звичайними умовами виробництва свинини [18].

Екстенсивне вирощування стимулює фізичну активність та інтегрує вплив температури навколишнього середовища, що може вплинути на біохімічні, метаболічні та скоротливі властивості м'язів [47, 48] і додатково розрізнити органолептичні властивості свинини від місцевих порід порівняно з промисловим або напіввідкритим утриманням. (тобто взаємодія навколишнього середовища x породи [30].

Передзабійні та забійні умови. Поводження зі свинями під час завантаження та розвантаження з вантажівки, під час транспортування та на м'ясокомбінаті (утримання, оглушення) може вплинути на якість свинини [49, 50]. Будь-який фактор стресу, який виникає під час цієї фази, може вплинути на посмертні фізико-хімічні зміни у м'язах, а згодом і свинини [51].

Фази оглушення і знекровлення особливо важливі, щоб уникнути проблем із небажаними виглядом свинини (екхімози, петехії). Вплив на інші органолептичні ознаки, особливо текстуру, є непрямими (переважно пов'язані з рН і водоутримуючою здатністю).

Охолодження та дозрівання м'яса. Умови охолодження туш і тривалість посмертного созрівання м'яса є особливо важливою для м'якості свинини, а також для аромату. Якщо м'яз охолоджується до низької температури до досягнення остаточного рН, зберігання кальцію у саркоплазматичному ретикулумі дестабілізується, що призводить до скорочень міоволокон.

Дуже швидке охолодження, особливо в поєднанні з пісними тушами та обвалюванням парного м'яса може призвести до ущільнення та жорсткості м'яса [52].

Це явище не можна виправити дозріванням, яке зазвичай розм'якшує м'ясо внаслідок міофібрилярного протеолізу [53]. Витримка свинини від 2 до 7 днів покращує сенсорні якості, згідно з висновками групи експертів і споживачів. Витримка м'яса протягом 10 днів може мати більший вплив на м'якість, ніж генотип (дюрок проти великої білої), а також покращення смаку, оскільки вивільнені пептиди та амінокислоти заважають іншим летючим сполукам під час приготування їжі [54].

У той час як нові технології (високий тиск, ультразвук тощо) можуть покращити гігієнічну якість і м'якість м'яса, покращення для свинини набагато менші, ніж для яловичини чи баранини, ймовірно, через нижчу початкову силу зсуву для свинини [55].

Заморожування. Заморожування — це поширений метод збереження свинини та важливий економічний важіль для промисловості для полегшення торгівлі м'ясом. Заморожування має максимально зберегти початкові властивості м'яса, що вимагає контролю над зниженням температури та кристалізацією води, зберіганням у замороженому стані та розморожуванням [56]. Під час заморожування більшість води в м'ясі твердне в чисті кристали

льоду, що супроводжується відділенням розчинених твердих речовин. Швидке заморожування призводить до утворення дрібних кристалів льоду, які в основному залишаються всередині м'яза і зберігають його мікроструктуру. Під час відтавання ексудат виділяється і зв'язується білками; якщо заморожування швидке, а відтавання повільне, втрата вологи мінімальна. Заморожування впливає на органолептичні властивості, особливо на колір, ніжність і смак. У дослідях [57] було визначено, що кристали льоду ростуть і руйнують м'язові клітини під час зберігання в замороженому стані, що призводить до вивільнення ферментів, які сприяють окисленню білків і ліпідів, що може призвести до погіршення смаку та зміни кольору. Вплив заморожування та відтавання на текстуру здається суперечливим. Згідно з [31], раніше заморожену свинину легше жувати, тоді як [58] не виявили впливу на текстуру. (2015).

Термічна обробка. У той час як приготування м'яса є основною процедурою для отримання смачного і безпечний продукт, спосіб приготування має великий вплив на сенсорні характеристики. Складність із розумінням ефекту приготування полягає в тому, що воно відбувається безпосередньо перед споживанням і знаходиться під контролем споживача. Таким чином, комунікаційна кампанія був нещодавно запусканий в Австралії для інформування споживачів, як пережарювання свинини погіршує її сенсорні властивості [55]. У дослідях [59] відзначили зміни в м'ясі під час приготування включають скорочення міофібрил, втрати води, денатурація білків (яка відбувається при різних температури відповідно до компонентів м'язового білка: колагену, міозин, актин...), розплавлення жиру і, як наслідок, зміна текстури та смаку. Важливі фактори термічної обробки м'ясо – це (а) температура поверхні, (б) температурний профіль та (с) спосіб теплопередачі [59]. Загалом підвищення внутрішньої температури м'яса знижує ніжність, але збільшує інтенсивність смаку свинини. Оптимальна ніжність і соковитість досягаються при низькій або помірній температурі (60-80⁰ С) незалежно від використовуваного способу приготування [55]; однак ефект

також залежить від м'язів. Зміни, викликані теплом, створюють різні присмаки (запахи та смаки), що походять від амінокислот, вуглеводів і жиру. Високі температури (110°C) сприяють утворенню сполук реакції Майяра (між амінокислотами та цукрами), які впливають на визначення смаку, особливо у свинини, смаженої на грилі ($240\text{--}250^{\circ}\text{C}$) [60].

Оптимізація органолептичної якості свинини полягає в пошуку балансу між смаком і консистенцією (ніжністю і соковитістю), на які впливає температура приготування. Спосіб приготування використовуваний, у поєднанні з типом м'язів, визначає кінцеву сенсорну якість, яку сприймає споживач.

1.3. Харчові властивості свинини

Харчова цінність свинини пов'язана з її поживним складом, тобто характером і кількістю поживних речовин, які мають особливу користь для здоров'я.

Існує п'ять основних класів поживних речовин: білок із амінокислотами, жири з жирними кислотами, вітаміни, мінерали та інші сполуки, що зміцнюють здоров'я (наприклад, антиоксиданти). Свинина багата на необхідні мінерали та вітаміни (Fe, Zn, Se, вітаміни D, B1, B2, B6, B12) з високою біодоступністю [61, 62].

При цьому вміст білка ($18\text{--}22\%$ від маси м'язів) та його амінокислотний склад стабільний і збалансований для потреб людини, є значні відмінності у вмісті жиру та складі жирних кислот через тип м'язів або їстівну частину туші та відмінності у складі туш між тваринами. За складом жиру складові жирні кислоти включають насичені, мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти, серед яких виділяють омега-6 та омега-3 поліненасичені жирні кислоти.

Дієтичні рекомендації в харчуванні людини спрямовані на зниження кількості насичених жирних кислот і більшої кількості омега-3 поліненасичених жирних кислот (особливо ліноленової кислоти) [64]. У

свиней вміст внутрішньом'язового жиру коливається від 1 до 10% (залежно від м'яза), і ці ліпіди складаються з тригліцеридів (від 0,5 до понад 5%), фосфоліпідів (структурні ліпіди, від 0,5 до 1%) і холестерину (0,05–0,1%) [29].

Вміст фосфоліпідів більший в окисних (червоних), ніж у гліколітичних (білих) м'язах. Вміст тригліцеридів і профіль жирних кислот дуже варіабельні і залежать від факторів м'язів і тваринництва: генотипу, статі, але головним чином від раціону свиней, особливо щодо складу жирних кислот [25, 63]. Що стосується профілю жирних кислот, на насичені жирні кислоти припадає 35–45 % від загальної кількості жирних кислот, у той час як мононенасичені жирні кислоти переважають у м'язах свиней і салі, де вони складають 42–52 % від загальної кількості жирних кислот і близько 60 % у деяких жирних порід ([64, 65].

Олеїнова кислота є основною жирною кислотою в тканинах (понад 40% від загальної кількості жирних кислот).

Частка поліненасичених жирних кислот нижча і найбільш варіабельна (5–20% від загальної кількості) залежно від факторів, пов'язаних з ожирінням туші (порода, стать) і вирощування (особливо раціон). Частка омега-3 поліненасичених жирних кислот, як правило, набагато нижча, ніж частка омега-6 поліненасичених жирних кислот (0,8–1,5% проти 5–18% від загальної кількості жирних кислот), що призводить до омега-6:омега-3 співвідношення приблизно 15, набагато більше, ніж рекомендація для раціону людини (<5) із співвідношенням лінолевої до ліноленової кислоти в межах від 15 до 30 для традиційної свинини [64].

Фактори, пов'язані з твариною: генотип, стать, анатомічні тканини місцезнаходження, вік та маса при забої.

Будь-який фактор, який впливає на вгодованість туші, також впливатиме на профіль жирних кислот у жирових депо [66]. Вплив генотипу і статі свиней на вміст ліпідів і склад свинини безпосередньо пов'язаний з їх впливом на жирність тіла. Сучасні породи свиней, відібрані на вміст пісного

м'яса, мають менше насичених і мононенасичених жирних кислот, ніж жирні свині, через їх нижчий ендогенний ліпогенез, який виробляє лише насичені жирні кислоти та мононенасичені жирні кислоти у свиней (поліненасичені жирні кислоти суто екзогенного походження, тобто раціон у свиней). Некастровані кнури є найхудішою статтю з найбільшою кількістю ненасичених жирів, кастрати мають найбільше насичених жирів, тоді як самки займають проміжне місце [29]. Супутнє збільшення віку та ваги (зі зростанням) також пов'язане з підвищеним ендогенним синтезом і відкладенням насичених жирних кислот і мононенасичених жирних кислот. Анатомічне розташування жирового депо також впливає на його жирнокислотний склад і, отже, на харчову цінність. Наприклад, спинний жир містить менше ліпідів і більше води та білка, ніж навколонишковий жир.

Навіть усередині підшкірного жиру на спині зовнішній шар містить більше води та менше ліпідів, ніж внутрішній шар через різницю в ліпогенній активності [65].

Порівняно з навколонишковим жиром, підшкірний жир на спині містить менше насичених жирних кислот і більше мононенасичених жирних кислот і поліненасичених жирних кислот, особливо у зовнішньому шарі, оскільки жирна кислота ендогенного походження переважно локалізована у внутрішній жировій тканині [64].

Внутрішньом'язовий жир, як правило, має нижчий вміст насичених жирних кислот і поліненасичених жирних кислот і вищі пропорції мононенасичених жирних кислот, ніж підшкірний жир на спині, причому м'язові відмінності пов'язані із загальним вмістом ліпідів (що впливає як на жирні кислоти, так і на жиророзчинні вітаміни) і тип м'язів; окислювальні м'язи часто багатші фосфоліпідами та поліненасиченими жирними кислотами, ніж білі м'язи [63].

Раціон, умови утримання та система виробництва. Годівля є ключовим фактором для модуляції складу жирних кислот, за допомогою якого співвідношення омега-6:омега-3 поліненасичених жирних кислот у

свинині можна контролювати та краще адаптувати до здорового харчування людини.

Джерело харчових ліпідів визначає склад жирних кислот свинини, оскільки харчові поліненасичені жирні кислоти безпосередньо включені в тканини свиней без біохімічних змін [66]. Оскільки «реакція» тканин є швидкою, згодовування багатих на омега-3 жирних кислот інгредієнтів (наприклад, льону, ріпаку або конопель) незадовго до забою може покращити склад жирних кислот свинини з рекомендаціями щодо харчування. Ефективність залежить від використовуваного джерела жирної кислоти омега-3, рівня та форми включення, причому екструдований льон виявляється найбільш корисним [64] і з аналогічною ефективністю для відкладення в м'ясі та підшкірній тканині [63].

Антиоксидантні добавки до раціону свиней рекомендуються разом із збагаченням раціону омега-3 поліненасиченими жирними кислотами, з метою запобігання перекисному окисленню ліпідів, яке може змінити смак і поживну цінність свинини через деградацію незамінної лінолевої та ліноленової жирних кислот і утворення токсичних сполук під час зберігання [38]. Однак ця стратегія не рекомендована для продуктів, що підлягають тривалому дозріванню (наприклад, в'ялена шинка) через підвищений ризик перекисного окислення ліпідів, якщо в раціоні не буде достатньо антиоксидантів [4].

Окислювальна стабільність свинини залежить від рівня антиоксидантів і прооксидантних сполук та їх активності. Вміст вітамінів у раціоні, зокрема вітаміну Е, може обмежити окислення ліпідів і білків. Добавки селену також можуть мати антиоксидантний ефект [64]. Антиоксидантні сполуки, включаючи вітамін Е, необхідно додавати в помірних дозах, щоб обмежити ризик прооксидантних ефектів [39]. Зараз триває робота з оцінки ефективності природних антиоксидантів і оптимального часу прийому добавок для досягнення сприятливої реакції при обмеженні додаткових витрат.

Умови утримання свиней або система виробництва можуть впливати на свинину поживні властивості шляхом впливу на вміст ліпідів і жирних кислот, оскільки температура навколишнього середовища впливає на метаболічні шляхи для терморегуляції та споживання корму, а отже, і відкладення жиру та склад жирних кислот.

Зниження температури навколишнього середовища пов'язане зі збільшенням добровільного споживання корму та відкладенням ліпідів, що призводить до збільшення вмісту мононенасичених жирних кислот і зниження вмісту насичених жирних кислот і поліненасичених жирних кислот, з протилежним ефектом у випадку високих температур над термонеутральною зоною [25]. Окрім температури навколишнього середовища, на жирнокислотний склад жирової тканини та м'яса впливає система вирощування з випасом або кормовою добавкою.

Вміст омега-3 жирних кислот збільшується і співвідношення омега-6:омега-3 знижується через високий вміст їх у кормах. Цей ефект ймовірно пов'язаний з природним збагаченням свинини вітаміном Е (токоферолом) та іншими мікроелементами, які важливі для подальшої окислювальної стабільності м'яса [25]. Вплив кількості споживаних свинями кормів істотно не впливає на концентрації заліза або міоглобіну у м'язах [67].

Споживання корму свинями може бути корисним для поживних властивостей свинини через його вплив на профіль жирних кислот. Це можна спостерігати в екстенсивних системах виробництва з використанням місцевих порід свиней, де свині часто утримуються просто неба або мають доступ до пасовищ і живляться виключно або частково місцевими ресурсами (жолуді, каштани). Ця конкретна система виробництва сприяє ендогенному синтезу мононенасичених жирних кислот, омега-3 жирних кислот та поглинання антиоксидантних сполук з пасовища [25, 68].

Природне збагачення антиоксидантами є особливо важливо, оскільки ці системи використовуються для виробництва високоякісних продуктів, які проходять тривалий процес сушіння та дозрівання, для яких контроль

окислення ліпідів та білків під час виробництва важливий з поживних і органолептичних точок зору [4]). У той час як органічне виробництво вимагає обов'язкового виходу на свіже повітрі (у зовнішніх загонах або на пасовищах) і додавання грубих кормів, не існує послідовного впливу на профіль жирних кислот свинини [69].

Умови забою, витримки та приготування м'яса. Передзабійні умови, не мають істотного впливу на харчові властивості м'яса. Тривале зберігання свинини та особливо умови зберігання можуть впливати на перекисне окислення ліпідів, яке посилюється під впливом кисню, світла та температури [38]. Важливу роль відіграє метод кондиціонування для терміну зберігання свинини. Приготування їжі має великий вплив на харчову цінність м'яса за рахунок зміни вмісту і властивостей його компонентів, а також за рахунок посилення реакцій окислення, в залежності від режиму термічної обробки і температури.

Після варіння вміст мінеральних речовин (Na, Ca, Fe, Cu, Zn) у свинині збільшується в 1,5–2 рази за рахунок втрати вологи, що представляє 25–30% від сирого м'яса залежно від способу приготування, температури та тривалості. І навпаки, концентрації K, Mg, вітаміну B1 та інших водорозчинних вітамінів знижуються під час варіння [56]. Жиророзчинний, вітамін A зберігається у м'ясі, яке було приготоване до внутрішньої температури 80⁰ C. Продукти окислення, що утворюються під час варіння, беруть участь у виробленні ароматичних сполук і смаку свинини, але натомість вони можуть змінити поживні властивості в тому числі утворити генотоксичні та цитотоксичні продукти перекисного окислення ліпідів [38]. Реакції окислення посилюються з підвищенням температури приготування. Кулінарія також може утворювати новоутворені сполуки, які шкідливі для здоров'я, такі як поліциклічні ароматичні вуглеводні, які походять від диму та можуть бути знайдені на поверхні шашлику. Тривале нагрівання (150–200⁰ C) сприяє утворенню на поверхні мутагенних гетероциклічних амінів у продукті через реакцію Майяра [70]. Тому контролювати умови

приготування дуже важливо для збереження як поживної цінності, так і сенсорних властивостей м'яса.

1.4. Пакування свинини

Зручне пакування відповідають характеристикам м'ясного продукту, які економлять час при приготуванні їжі вдома. Розмір порції та упаковка є важливими факторами зручності, останні впливають на термін зберігання свинини. Існує чотири типи упаковки, що використовується для сирих м'язових продуктів: вакуумна, модифікована атмосфера з високим вмістом кисню, модифікована атмосфера з низьким вмістом кисню та упаковка з контрольованою атмосферою для продовження терміну зберігання [71]. Ефективність типу упаковки для уповільнення псування м'яса залежить від контролю температури вздовж ланцюга реалізації, що також є критичним фактором для забезпечення безпеки продукту.

Термін придатності свинини в основному залежать від умов зберігання та режиму упаковки (наявність O_2). Крім того, рН, окисно-відновний потенціал, ризик окислення та початкове мікробне забруднення також сприятимуть терміну придатності продукту[72]; вони залежать від основних виробничих факторів (генотип свині, метод вирощування, раціон, процеси забою та охолодження туші тощо).

У той час як упаковка захищає м'ясо від забруднення навколишнього середовища під час зберігання та транспортування та сприяє збереженню. Упаковка також надає споживачам інформацію про походження продукту чи систему виробництва свиней, а також поради щодо приготування та зберігання. Щоб надати споживачам більше функціональності та зручності, упаковка стає все складнішою, а «активна» упаковка містить O_2 , CO_2 , поглиначі вологи чи запаху, відокремлювачі або бактерициди, а також «розумна» упаковка, яка може контролювати умови зберігання за допомогою інтеграції індикаторів часу й температури, детекторів газу (витоків) або індикаторів свіжості чи дозрівання.

Досягнення нанотехнологій і наноматеріалів використовуються для розробки нових методів пакування для подальшого підвищення свіжості та терміну зберігання. Атрибути зручності стосуються в основному швидкого і легкого приготування. Свинина в нарізаних упаковках у різних формах (відбивні, печеня, фарш, разова порція та відрізки корейки, шинки, ший, лопатки, ребра тощо) пропонує споживачам швидкі та прості готові до приготування продукти.

Це сприяє задоволенню споживачів, оскільки зручність споживачі вважають це другою найважливішою ознакою свинини після смаку (аромату) [73].

1.5. Суспільний імідж

Аспекти соціального іміджу позначають усі культурні, етичні та екологічні аспекти, пов'язані з виробництвом свинини. До них належать об'єктивні (наприклад, добробут тварин, вплив на навколишнє середовище, географічне походження, етикетки якості) і суб'єктивні параметри, пов'язані з основним виробництвом та переробкою свинини, і як вони впливають на сприйняття та очікувану якість споживачами та, ширше, суспільством.

Розуміння споживчих очікувань, сприйняття та поведінки, пов'язаної з м'ясними та свинячими продуктами, є важливим, оскільки вони впливають на рішення про покупку. Ці споживчі атрибути розвиваються та змінюються в різних сегментах споживачів [74, 75] і для певного споживача залежно від обставин покупки та споживання. Атрибути суспільного іміджу стають все більш важливими для споживачів, як показано збільшенням відносної частки та обсягів свинини та продуктів із неї з офіційними етикетками якості або заявами (фірмові продукти), що спираються на різні атрибути якості, які продаються у Франції, тоді як споживання свинини на душу населення зменшується протягом 20 років, паралельно із середнім індивідуальним споживанням м'яса [2]. Це чудова можливість для свинарства розвиватися більш соціально прийнятні виробничі системи [76], за згодою з орієнтацією

на європейську політику (Green Deal) та «Стратегія «Від ферми до столу» для справедливого, здорового та екологічного харчування [77].

У свинарстві поліпшення добробуту тварин (особливо згідно практики щодо кастрація кнурців), скорочення використання вхідних засобів (особливо ветеринарних препаратів) і зменшення впливу на навколишнє середовище є основними проблемами, пов'язаними з атрибутами суспільного іміджу, добробут тварин набуває все більшого значення [78].

Крім того, інтереси до того, як виробляється свинина, можуть залежати від споживчого сегмента та країни [79]. Останні роботи підкреслюють, що, крім внутрішніх (органолептичних, поживних) властивостей якості свинини та добробут тварин, навколишнє середовище та клімат, інші фактори та екосистемні послуги, що надаються системами виробництва свинини, тобто ресурси, ринки, робота та зайнятість, соціальні та культурні питання повинні розглядатися одночасно для їх глобальної оцінки [80]. Для довгострокової стійкості виробництва свинини зацікавлені сторони повинні враховувати ключові суспільні проблеми на майбутнє, одночасно пов'язуючи різні функції система, включаючи надання екосистемних послуг.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та об'єкт досліджень

Метою наших досліджень є вивчення забійних та деяких м'ясних якостей свиней при забої за різних вагових кондицій в умовах ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» та ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат»

Об'єкт дослідження – процес оцінки забійних і м'ясних якостей свиней.

Методикою наших досліджень передбачалось:

- вивчення літературних джерел щодо якості свинини;
- проведення оцінки забійних якостей свиней;
- проведення оцінки м'ясних якостей свиней.

2.2. Методика досліджень

Для проведення досліджень на ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» було відібрано 30 голів тварин віком від 156 до 165 днів з однієї технологічної групи, що відправлялась на забій. Тварини були віком від 156 до 165 днів. Всі свині були фінальними гібридами поєднання йоркшир х ландрас х максгро генетичної компанії Hermitage Genetics . Тварини були поділені на три групи, залежно від живої маси та статі на кінець відгодівлі. Схема досліду наведена на рисунку 2.1.

Тварини були переважені двічі - перед відправкою на ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат» та при надходженні на нього. Тварин було відправлено на забій по завершенню 12 годинної витримки. За результатами переважень було визначено втрати в масі при транспортуванні.

Забій проводили відповідно до ДСТУ 7158:2010 в умовах ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат» відповідно технологічних та ветеринарно-санітарних вимог.

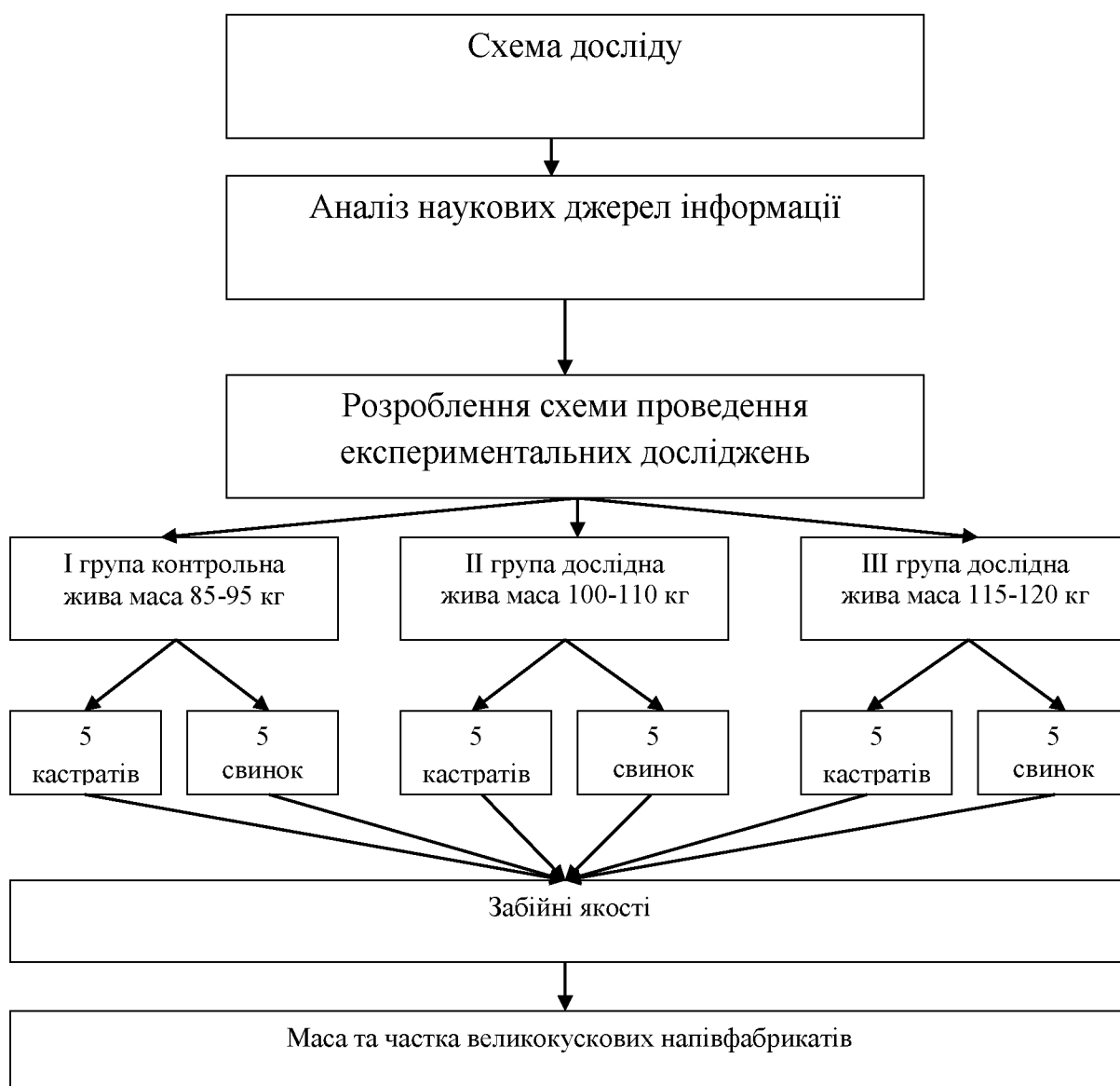


Рис. 2.1 Схе́ма дослі́ду.

В дослідженнях визначали: втрати живої маси свиней при транспортуванні, маси парної туші, забійний вихід, масу охолодженої туші.

Після розділення туш були визначені вирізки, ошийку, лопатки, корейки без кістки, грудинки, м'яса окосту.

Результати досліджень оброблені біометрично за методикою М.О. Плохінського та прикладної програми Statistica v.10.

2.3. Характеристика підприємства

Глобинський м'ясокомбінат є великим підприємством м'ясопереробної галузі України, який активно функціонує з 1998 року.

За результатами 2017 року ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат» є найбільшим виробником ковбасних виробів в Україні. За цей період компанія виготовила і продала ковбас і ковбасних виробів у кількості 26025 т; свинини охолодженої 6918 т; напівфабрикатів 2704 т; іншої продукції 1669 т.

Підприємство має власну сировинну базу ТОВ НВП Глобинський свинокомплекс» потужністю 4500 свиноматок. Інші види сировини, підприємство закуповує у вигляді обробленої сировини з інших переробних підприємств України або у живому вигляді з різних областей.

Технологічне вдосконалення підприємств «Глобіно» є безперервним процесом: закуповується сучасне обладнання, будуються нові виробничі площі, розроблено програму з підбору та навчання молодих спеціалістів.

М'ясокомбінат знаходиться у тісній співпраці з відомими європейськими машинобудівними компаніями Matimex і Shaller, які постачають найсучасніше обладнання. Крім того, підприємство замовило та встановило ексклюзивну лінію Travaglini, для виробництва сиров'яленої «італійської» салямі в благородній цвілі. Завдяки сучасним технологіям м'ясокомбінат має потужність понад 100 тонн м'ясної продукції на добу.

Підприємство сертифікована за наступними системами управління за системами управління якістю та безпечністю харчових продуктів ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 22000:2007, за міжнародною схемою сертифікації FSSC 22 000 V 4.1.;

У березні 2012 року підприємство успішно пройшло сертифікаційний аудит на відповідність вимогам Міжнародного стандарту на харчову продукцію IFS.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Постановка проблеми

Технологічні властивості свинини або її придатність для переробки на різні продукти є надзвичайно важливими, оскільки більшість свинини споживається у вигляді продуктів переробки. Основною технологічною властивістю є вологоутримуюча здатність, оскільки вона впливає на вихід продукції. Вологоутримуюча здатність в основному визначається постмортальними змінами, особливо швидкістю та ступенем постмортального зниження рН, яке зазвичай називають рН1 (визначається в певний час протягом першої години після забою) та кінцевим або остаточним рН (рН_u) після завершення процесу підкислення. Дефекти якості, пов'язані з посмертним перетворенням м'язів на м'ясо, це (а) блідий, м'який, ексудативний вигляд через швидке зниження рН (низький рН1), коли температура тіла все ще висока), (б) кисле м'ясо (характеризується дуже низьким вмістом рН). рН_u, близьке до ізоелектричної точки, або темне, тверде та сухе м'ясо, що характеризується високим рН_u (>6,0). Іншим важливим дефектом є так зване «деструктуроване» м'ясо, яке характеризується втратою структури та волокнистого вигляду, представляючи собою м'яку масу. Цей дефект, макроскопічно схожий на блідий, м'який, ексудативний, локалізується в основному в глибокій частині м'язів окосту і тому не помітний до обвалки і сильно погіршує обробку вареного окосту [4].

Генотип свині є одним з найважливіших визначальних факторів технологічної якості м'яса [17]. Раніше описані мутації з генами RYR1 і PRKAG3 (заміна R200Q) можуть призводити до блілого, м'якого, ексудативного та кислого м'яса відповідно, і, отже, погіршувати водоутримувальну здатність. Хоча алель N вважається домінантним за стресостійкістю його домінування за якістю м'яса не є повним; мета-аналіз

виявив, що різниця між генотипами NN і Nn була значною для більшості технологічних якісних ознак [17]. Технологічна якість свинини (pH1 і pHu, водоутримувальна здатність, технологічний вихід) зазнала негативного впливу генетичного відбору на ефективність виробництва нежирного м'яса через несприятливий генетичний зв'язок між цими ознаками [17]. Щоб обмежити погіршення технологічної якості свинини за допомогою генетичної селекції, деякі технологічні ознаки якості м'яса були введені в багато племінних програм. Наприклад, індекс якості синтетичного м'яса, заснований на pHu м'язів шинки, кольорі та водоутримуючій здатності, був включений як ціль розведення для французьких популяцій свиней на початку 1980-х років, з обмеженням не погіршувати цей показник, тобто недопущення зниження якості м'яса при відборі на знежиреність туші. Подібні стратегії були встановлені в інших схемах розведення. Негативний вплив селекції на якість свинини підтверджується результатами різного відбору на залишкове споживання корму, що є показником ефективності корму у вирощуваних свиней. Якість свинини була знижена в м'язах корейки та окосту (нижчий pHu, водоутримувальна здатність та індекс якості м'яса, світліший колір) через посилення гліколітичного метаболізму м'язів [26]. Включення pHu та втрати вологоутримуючої здатності у цілях розведення, наприклад у породи п'єтрен, може зрештою покращити якість свинини. Відомо, про істотні породні відмінності (вологоутримуючу здатність) у люрка к порівнянні з п'єтреном або ландрасом [17].

Стать взагалі немає значного впливу на технологічні показники якості корейки - pHu, водоутримуюча здатність [24]. Однак вищий pHu був виявлений у м'язах окосту у некастрованих кнурців, ніж у свинок [11], що може бути пов'язано з більшою передзабійною фізичною активністю і, таким чином, зі зниженням м'язового глікогену для кнурців. Як пояснюється для органолептичних ознак, анатомічне розташування та фізіологічна роль скелетних м'язів помітно впливають на їх скоротливі та метаболічні властивості, і, таким чином, технологічні властивості свинини.

Оскільки у свинячий туші переважають гліколітичні м'язи найцінніші шматки, наприклад корейка та окіст, зазвичай мають нижчий рН та водоутримувальну здатність, ніж окислювальні м'язи, і більш схильні до дефектів якості м'яса (бліде, м'яке, ексудативне, кисле м'ясо, деструктуроване м'ясо) [35]. Для даного генотипу свині, умови вирощування, збільшення віку і маса при забої не має істотного впливу на технологічну якість свинини [11].

3.2. Результати експериментальних досліджень

Вирішення проблеми вибору реалізаційної живої маси свиней на відгодівлі не може бути однозначним і залежить від генетичних особливостей порід, що розводяться, статі тварин, умов утримання та інтенсивності відгодівлі, співвідношення цін і попиту споживачів на свинину певної якості.

Вік і жива маса свиней впливають на показники їх м'ясної продуктивності, але жива маса перед забоєм має значно вищу силу впливу на склад туш свиней, ніж їх вік. З підвищенням живої маси в тушах знижується вміст м'яса і підвищується вміст жиру.

Із збільшенням живої маси підвищується забійний вихід, що характеризує її зв'язок з масою охолодженої туші. Забій свиней низьких вагових кондицій сприяє зниженню кормових витрат і збільшенню виробництва м'ясних туш, що економічно виправдано, особливо при інтенсивних технологіях відтворення молодняка. Однак відомо, що відгодівля комерційних поєднань до живої маси 120 кг є економічно доцільною та виправданою.

Підвищення живої маси тварин сприяє посиленню відкладання хребтового сала в кожній частині туші, але площа розподілу жиру по поверхні збільшується тільки в плече-лопатковій та поперековій частинах. У свиней важчих кондицій вміст м'яса також відповідно підвищується, проте у відносних величинах вірогідна різниця спостерігається лише в окості та

попереку, тобто в більш цінних частинах туші. Для шиї і плечей зі збільшенням маси тіла тварин вміст м'яса зменшується.

Стать свиней, проведення кастрації також мають суттєвий вплив на кількість та якість м'яса. Відомо, що у свинок спостерігається більший вихід м'яса, ніж у кастратів, відповідно 57,87 % і 55,67 % при $p < 0,05$, і ця різниця збільшується зі збільшенням маси туші.

Проведені нами дослідження свідчать, що при відправці з господарства в межах однієї вагової кондиції тільки у першій групі жива маса кастратів була вищою, у порівнянні із свинками на 0,93%. В інших двох групах свинки були важчими: у другій групі на 5,53%; третій – на 3,67%. Аналогічна тенденція збереглась і після зважування на м'ясокомбінаті (табл.3.1).

Таблиця 3.1

Жива маса та втрати при транспортуванні

Групи	жива маса при завантаженні, кг	жива м'яса після зважування на м'ясокомбінаті, кг	втрати при транспортуванні та голодній витримці, %
Кастрати			
1	86,60±0,60	83,46±0,49	3,62±0,11
2	101,20±0,49***	98,67±0,48***	2,50±0,06**
3	114,60±0,75***	112,31±0,73***	2,00±0,04***
Свинки			
1	85,80±0,56	82,85±0,56	3,44±0,02
2	106,80±1,74***	104,15±1,74***	2,48±0,06***
3	118,80±1,07***	116,57±1,09***	1,88±0,05***

Примітка. ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

За результатами зважувань був проведений розрахунок втрат живої маси, з урахуванням періоду транспортування на відстань 25 км та дванадцятигодинної голодної витримки (табл.3.1). Визначено, що із збільшенням передзабійної маси зменшувались питомі втрати маси тіла при

транспортуванні (рис.3.1) у кнурців з 3,62 до 2,00 ($P<0,01$), у свинок – з 3,44 до 1,88% ($P<0,01$).

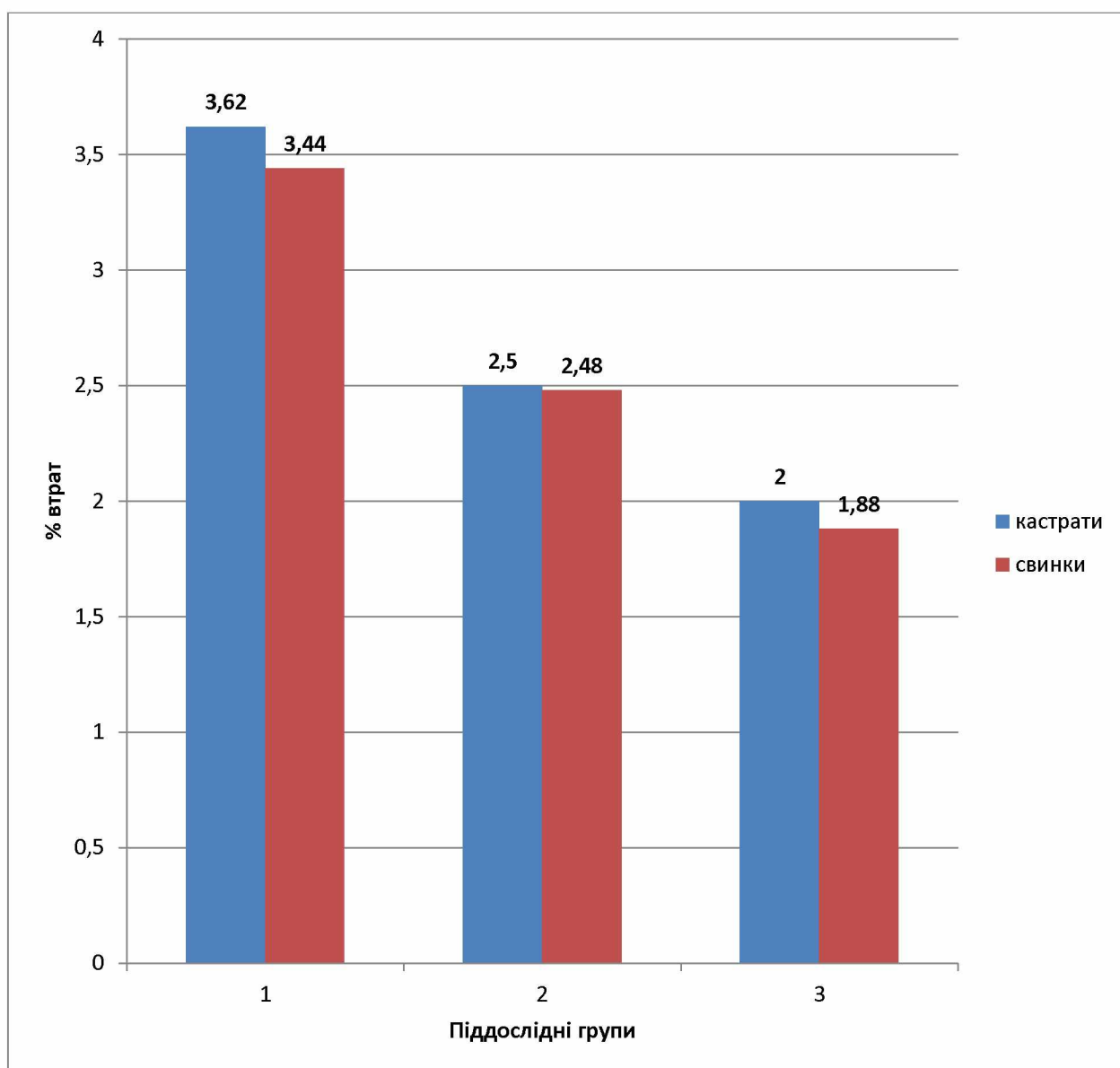


Рис. 3.1. Втрати при транспортуванні на відстань 25 км.

Результати свідчать, що втрати у живій масі свинок були менше у порівнянні з кастратами. Найбільша різниця у 0,18% при транспортуванні між кастратами і свинками була отримана у першій групі, найменша – 0,02% у другій групі.

Забійний вихід дещо підвищувався по групах, відповідно із зростанням живої маси, але вірогідно достовірним він був лише у третій групі ($P<0,05$) при забої кастратів (табл.3.2).

Маса парної та охолодженої туші була вірогідно більшою ($P<0,001$) у всіх дослідних групах в порівнянні з контрольною.

Після перебування у камері охолодження туші піддослідних тварин дещо втратили у масі – від 2,05 до 2,55%. Найбільший відсоток втрат відмічався у першій групі – від 2,53 до 2,55%. Менше всього втратили у масі свині другої групи – 2,05%.

Таблиця 3.2

Забійний вихід та втрати маси при охолодженні туш

Групи	забійний вихід, %	маса парної туші, кг	маса охолодженої туші, кг	втрати під час охолодження, %
Кастрати				
1	73,19±0,55	61,08±0,41	59,52±0,37	2,55±0,23
2	74,53±0,67	73,54±0,85***	72,04±0,96***	2,05±0,24
3	75,97±0,67*	85,32±0,94***	83,24±0,79***	2,43±0,15
Свинки				
1	75,04±0,96	62,18±1,03	60,60±0,89	2,53±0,19
2	75,06±0,48	78,18±1,48***	76,58±1,51***	2,05±0,12
3	76,84±0,26	89,56±0,77***	87,42±0,90***	2,39±0,21

Примітка. * $P<0,05$; *** $P<0,001$.

Довжина туші та беконної половинки збільшувались із зростанням перед забійної живої маси, однак серед кнурців вірогідна різниця ($P<0,01$) спостерігалась лише за довжиною беконної половинки (табл.3.3).

У свинок довжина туші була більшою, у порівнянні з контрольною групою, у другій групі на 7,32 см ($P<0,05$), у третій – на 11,34 см ($P<0,001$).

За довжиною беконної половинки обидві дослідні групи також вірогідно перевищували контрольну групу ($P<0,01$).

При порівнянні туш кастрованих тварин та свинок слід відмітити перевагу кастратів лише у першій групі, в інших двох групах перевага була на користь свинок.

Отримані дані щодо товщини підшкірного сала свідчать про нерівномірність його відкладання на туші у всіх піддослідних групах. Спостерігається збільшення товщини шпику зі збільшенням передзабійної маси свиней у всіх точках вимірювання. Однак, менш осаленими були туші від забою свинок.

Таблиця 3.3

Морфометричні показники туш

Групи	довжина туші, см	довжина беконної половинки, см	товщина шпику, мм	
			на рівні холки	на рівні 6/7 грудного хребця
Кастрати				
1	89,22±1,84	78,24±0,75	36,20±1,62	18,40±1,69
2	92,90±0,68	81,90±0,76**	42,80±1,28*	24,20±0,73*
3	94,16±1,35	83,94±1,14**	53,80±1,74***	29,60±2,98*
Свинки				
1	87,00±1,72	77,44±0,97	33,80±1,53	18,00±2,59
2	94,32±1,77*	83,14±1,16**	40,60±3,83	24,20±2,01
3	98,34±0,77***	87,64±2,18**	42,20±1,95**	27,00±1,64*

Примітка. * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$.

Після 16-годинного дозрівання у камері охолодження всі 80 туш свиней були розділені на відруби та здійснено обвалювання згідно технології м'ясокомбінату.

При обвалюванні нами було визначено масу та вихід великокускових напівфабрикатів, які свідчать про м'ясність туш, а саме: вирізки, ошийку, лопатки, корейки без кістки, грудинки, м'яса окосту.

Було проведено визначення маси та частки в тушах забійних свиней головних великокускових напівфабрикатів (табл. 3.4., 3.5; рис. 3.2). Всі напівфабрикати із зростанням живої маси тварин вірогідно збільшувались у масі. Однак порівняння їх маси всередині кожної з трьох груп надає перевагу на користь туш, що отримані від свинок, крім маси грудинки, яка була більшою у туш від кастратів.

Таблиця 3.4

Середня маса делікатесних напівфабрикатів

Напівфабрикати	I група	II група	III група
кастрати			
Вирізка	0,87±0,02	1,01±0,03**	1,22±0,05***
Ошийок	3,56±0,21	4,07±0,15	4,25±0,09*
М'ясо лопатки	6,80±0,19	8,59±0,06***	10,09±0,40***
Корейка без кістки	3,96±0,20	4,96±0,20**	5,46±0,17***
Грудинка	4,70±0,11	5,81±0,27**	7,12±0,19***
М'ясо окосту	13,67±0,55	16,62±0,15***	19,09±0,13***
Свинки			
Вирізка	0,98±0,03	1,11±0,04*	1,37±0,05***
Ошийок	3,71±0,06	4,15±0,14*	4,70±0,21**
М'ясо лопатки	7,16±0,19	9,47±0,26***	1,38±0,54***
Корейка без кістки	4,59±0,10	5,50±0,15***	6,60±0,27***
Грудинка	4,62±0,18	5,72±0,22**	7,18±0,19***
М'ясо окосту	15,35±0,32	18,10±0,26***	0,77±0,48***

Примітка. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

У відносному виразі збільшились: частка лопатки – у кастратів з 11,76 до 11,99%, у свинок – з 11,70 до 12,80%; грудинки – з 8,13 до 8,47%, у свинок – з 7,54 до 8,09%. Частка вирізки, ошийка, корейки та м'яса окосту дещо зменшувались (табл.3.5, рис.3,2).

Таблиця 3.5

Питома частка делікатесних напівфабрикатів

Напівфабрикати	I група	II група	III група
кастрати			
Вирізка	1,50±0,03	1,39±0,04	1,45±0,04
Ошийок	6,17±0,37	5,61±0,13	5,05±0,12*
М'ясо лопатки	11,76±0,30	11,87±0,10	11,99±0,42
Корейка без кістки	6,85±0,31	6,85±0,24	6,49±0,18
Грудинка	8,13±0,18	8,01±0,28	8,47±0,25
М'ясо окосту	23,64±0,82	22,97±0,19	22,71±0,19
Свинки			
Вирізка	1,60±0,06	1,43±0,05	1,55±0,06
Ошийок	6,06±0,09	5,34±0,14**	5,29±0,26*
М'ясо лопатки	11,70±0,28	12,18±0,10	12,80±0,50
Корейка без кістки	7,50±0,15	7,08±0,20	7,44±0,30
Грудинка	7,54±0,24	7,35±0,14	8,09±0,20
М'ясо окосту	25,09±0,47	23,30±0,27	23,38±0,32

Примітка. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Водночас слід зауважити, що в межах кожної з дослідних груп за вмістом вирізки, корейки та м'ясом окосту кращими були туші свинок. Туші від кастрованих тварин мали перевагу лише за вмістом грудинки.

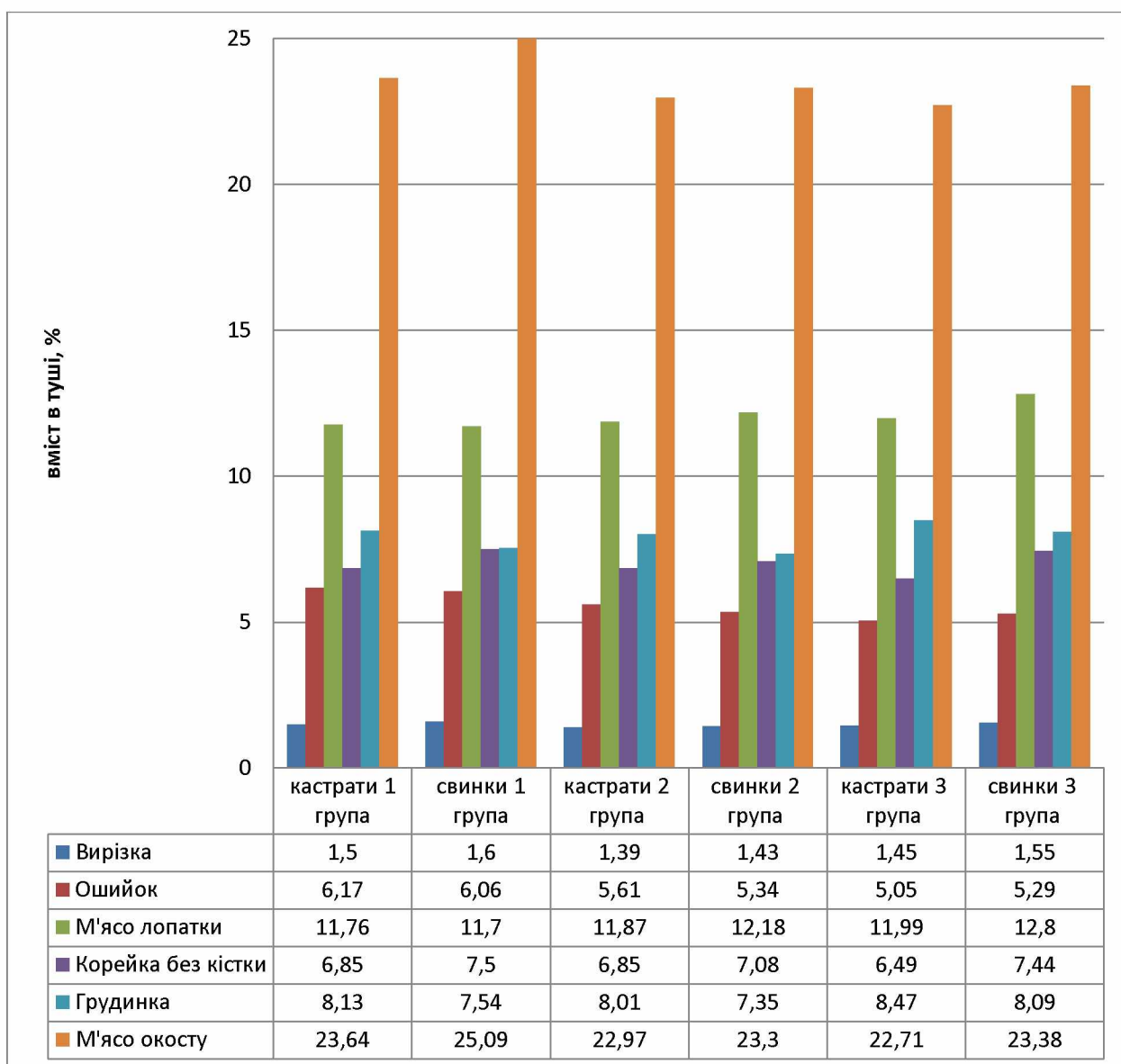


Рис. 3.2. Вміст головних напівфабрикатів в туші

3.3. Економічна ефективність виробництва

Для визначення собівартості та реалізаційної вартості продукції по групах були використані наступні дані (табл.3.6).

Таблиця 3.6

Собівартість та реалізаційна ціна напівфабрикатів

Найменування напівфабрикатів	І група		ІІ група		ІІІ група	
	собівартість, грн.	реалізаційна ціна, грн.	собівартість, грн.	реалізаційна ціна, грн.	собівартість, грн.	реалізаційна ціна, грн.
Вирізка	99,31	115,18	95,26	110,31	93,90	108,69
Ошийок	86,92	100,30	83,50	96,20	82,36	94,83
М'ясо лопатки	80,97	93,17	76,81	89,43	76,81	88,18
Корейка без кістки	99,00	105,18	95,26	110,31	93,90	108,96
Грудинка	89,40	103,28	85,85	95,07	84,67	97,60
М'ясо окосту	82,93	99,12	82,56	99,02	81,43	93,72

Проведені нами розрахунки свідчать (табл.3.7), що найбільша загальна собівартість була у тварин ІІІ групи, 21544,02 грн. у свинок та 19548,22 грн. у кастратів, найменша – у першій групі, 15699,78 грн. та 14461,52, відповідно.

Аналогічний результат був отриманий при розрахунку реалізаційної вартості продукції. Найбільшу виручку отримали від продажу напівфабрикатів у третій групі, найменшу – у першій.

Розрахунок економічної ефективності виробництва показав (табл.3.7, 3.8), що рентабельність від реалізації напівфабрикатів, що отримані від забою тварин другої групи, була вищою, як в цілому по групі (16,83%), так і окремо у кастратів (16,78%) і свинок (16,87%).

Таблиця 3.7

Економічна ефективність виробництва (кастрати та свинки)

Показники	І група		ІІ група		ІІІ група	
	кастрати	свинки	кастрати	свинки	кастрати	свинки
Собівартість, грн.	14461,52	15699,78	17196,4	18444,91	19548,22	21544,02
Реалізаційна вартість, грн.	16738,65	18167,54	20081,79	21556,72	22521,57	24078,29
Рентабельність, %	15.75	15.72	16.78	16.87	15.21	11.76

Таблиця 3.8

Економічна ефективність виробництва в цілому по групах

Показники	І група	ІІ група	ІІІ група
Собівартість, грн.	30161,3	35641,32	41092,24
Реалізаційна вартість, грн.	34906,191	41638,5055	46599,8585
Рентабельність, %	15.73	16.83	13.40

ВИСНОВКИ

При аналізі залежності забійних та м'ясних якостей свиней від передзабійної маси встановлено:

1. Із збільшенням передзабійної маси свиней зменшувались питомі втрати маси тіла при їх транспортуванні. Втрати у живій масі свинок були менше у порівнянні з кастратами. Найбільша різниця у 0,18% при транспортуванні між кастратами і свинками була отримана у першій групі, найменша – 0,02% у другій групі.

2. У свинок забійний вихід практично не залежав від маси тварин в вагових категоріях 85 до 110 кг, тоді як починаючи з маси 115 кг він збільшився на 1,8% порівняно з тваринами контрольної групи. У кнурців спостерігалась тенденція поступового зростання забійної виходу із збільшення перед забійної маси на 1,34-2,78%.

3. Товщина підшкірного сала на рівні 6/7 грудного хребця у тварин, першої групи була вірогідно меншою на 9 та 11,2 мм в порівнянні з аналогами третьої групи. Простежується тенденція до збільшення товщини підшкірного сала зі збільшенням передзабійної маси тварин важчих вагових категорій, однак, менш осаленими були туші від забою свинок.

4. В тушах зі збільшенням передзабійної живої маси виявлено вірогідне підвищення маси всіх великокускових напівфабрикатів, однак за питомою вагою збільшились лише лопатка та грудинка. Частка вирізки, ошийка, корейки та м'яса окосту дещо зменшувались. Практично за усіма напівфабрикатами, крім грудинка, кращими були туші свинок.

5. Розрахунок економічної ефективності виробництва показав, що рентабельність від реалізації напівфабрикатів, що отримані від забою тварин другої групи, була вищою, як в цілому по групі (16,83%), так і окремо у кастратів (16,78%) і свинок (16,87%).

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Для отримання кращого економічного ефекту при виробництві великокускових напівфабрикатів пропонуємо використовувати туші, які отримані від забою свиней з передзабійною живої масою 100-110 кг.

2. Туші від інших вагових кондицій є доцільним використовувати для розділення на виробництво ковбасних та копчених виробів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. OECD, 2021. Meat Consumption. URL: <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>.
2. IFIP, 2021. Porc par les chiffres, édition 2020–2021. La filière porcine en France, dans l'UE et le monde. IFIP-Institut du Porc, Paris, France.
3. Споживання свинини у 2021-му зросло. URL: <http://asu.pigua.info/news/1031/?type=asu> (дата звернення 06.10.2022).
4. Lebret, B., Čandek-Potokar, M., 2021. Review: Pork quality attributes from farm to fork. Part II. Processed pork products. *Animal*. accepted on 17/09/2021.
5. Agence Bio, 2020. Organic farming and market in the European Union. Ed Agence Bio, 93 Montreuil France. URL: <https://www.agencebio.org/2020/04/23/an-english-version-of-our-publication-on-organicfarming-and-market-is-now-available/>.
6. Bee, G., Chevillon, P., Bonneau, M., 2015. Entire male pig production in Europe. *Animal Production Science* 55, 1347–1359.
7. Prache, S., Adamiec, C., Astruc, T., Baéza-Campone, E., Bouillot, P.E., Clinquart, A., Feidt, C., Fourat, E., Gautron, J., Girard, A., Guillier, L., Kesse-Guyot, E., Lebret, B., Lefèvre, F., Le Perchec, S., Martin, B., Mirade, P.S., Pierre, F., Raulet, M., Rémond, D., Sans, P., Souchon, I., Donnars, C., Santé-Lhoutellier, V., 2021a. Review: Quality of animal-source foods. *Animal*. accepted on 01/09/2021.
8. Pomar, C., Marcoux, M., Gispert, M., Font-i-Furnols, M., Daumas, G., 2009. Determining the lean content of pork carcasses. In: Kerry, J.P., Ledward, D. (Eds.), *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, pp. 493–518.
9. EU (European Union), 2017. Commission Delegated Regulation (EU) 2017/1182 of 20 April 2017 supplementing Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council as regards the Union scales for the

classification of beef, pig and sheep carcasses and as regards the reporting of market prices of certain categories of carcasses and live animals. OJ L171/74 4.7.2017. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1182&from=EN>.

10. EC (European Communities), 2008. Commission Regulation (EC) No 1249/2008 of 10 December 2008 laying down detailed rules on the implementation of the Community scales for the classification of beef, pig and sheep carcasses and the reporting of prices thereof. OJ L 337 16.12.2008. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1249-20140219&from=EN>.

11. Trefan, L., Doeschl-Wilson, A., Rooke, J.A., Terlouw, C., Bunger, L., 2013. Metaanalysis of effects of gender in combination with carcass weight and breed on pork quality. *Journal of Animal Science* 91, 1480–1492.

12. Mote, B.E., Rothschild, M.F., 2020. Modern genetic and genomic improvement of the pig. In: Bazer, F.W., Lamb, G.C., Wu, G. (Eds.), *Animal agriculture: sustainability, challenges and innovations*. Academic Press, Cambridge, MA, USA, pp. 249–262.

13. Bidanel, J.P., Silalahi, P., Tribout, T., Canario, L., Ducos, A., Garreau, H., Gilbert, H., Larzul, C., Milan, D., Riquet, J., Schwob, S., Mercat, M.J., Hassenfratz, C., Bouquet, A., Bazin, C., Bidanel, J., 2020. Fifty years of pig breeding in France: outcomes and perspectives. *INRAE Productions Animales* 33, 1–16.

14. EU Dashboard, 2020. DG Agri Dashboard. Pigmeat. URL: https://agridata.ec.europa.eu/Reports/Pigmeat_Dashboard.pdf.

15. Балацький В.М. Асоціація гену релізінг-фактора гормону росту за якістю м'яса свиней великої білої породи української селекції. *Свинарство: міжвід. темат. наук. зб.* Полтава, 2015. Вип. 67. С. 107–112.

16. Davoli, R., Braglia, S., 2007. Molecular approaches in pig breeding to improve meat quality. *Briefings in Functional Genomics* 6, 313–321.

17. Ciobanu, D.C., Lonergan, S.M., Huff-Lonergan, E.J., 2011. Genetics of Meat Quality and Carcass Traits. In: Rothschild, M.F., Ruvinsky, A. (Eds.), *The Genetics of the Pigs*. 2nd ed. CAB International, London, UK, pp. 355–389.
18. Bonneau, M., Lebret, B., 2010. Production systems and influence on eating quality of pork. *Meat Science* 84, 293–300.
19. Zamaratskaia, G., Squires, E.J., 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* 3, 1508–1521.
20. Bonneau, M., Čandek-Potokar, M., Škrlep, M., Font-I-Furnols, M., Aluwé, M., Castrum Network, , Fontanesi, L., 2018. Potential sensitivity of pork production situations aiming at high-quality products to the use of entire male pigs as an alternative to surgical castrates. *Animal* 12, 1287–1295.
21. Aluwé, M., Heyrman, E., Almeida, J.M., Babol, J., Battacone, G., Cítek, J., Font-i-Furnols, M., Getya, A., Karolyi, D., Kostyra, E., Kress, K., Kušec, G., Mörlein, D., Semenova, A., Škrlep, M., Stoyanchev, T., Tomašević, I., Tudoreanu, L., Van Son, M., Zakowska-Biemans, S., Zamaratskaia, G., Van den Broeke, A., Egea, M., 2020. Exploratory Survey on European Consumer and Stakeholder Attitudes towards Alternatives for Surgical Castration of Piglets. *Animals* 10, 1758.
22. Баньковская И. Б. Влияние генетических аспектов интенсивного откорма на качество свинины. Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр. ХДАУ. Херсон : Айлант, 2008. Вип.58. Ч.2. С. 108–112.
23. Borggaard, C., Birkler, R., Meinert, L., Støier, S., 2017. At-line rapid instrumental method for measuring the boar taint components androstenone and skatole in pork fat. In: *Proceedings of the 63rd International Congress of Meat Science and Technology*, 13–18 August 2017, Cork, Ireland, Session 4 n8, 2 p. URL: http://icomst-proceedings.helsinki.fi/papers/2017_04_08.pdf.
24. Pauly, C., Luginbuhl, W., Ampuero, S., Bee, G., 2012. Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted - Results of a meta-analysis study. *Meat Science* 92, 858–862.

25. Lebret, B., 2008. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal* 2, 1548–1558.
26. Faure, J., Lebret, B., Bonhomme, N., Ecolan, P., Kouba, M., Lefaucheur, L., 2013. Metabolic adaptation of different pig muscles to cold rearing conditions. *Journal of Animal Science* 91, 1893–1906.
27. Millet, S., Moons, C.P.H., Van Oeckel, M.J., Janssens, G.P.J., 2005. Welfare, performance and meat quality of fattening pigs in alternative housing and management systems: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85, 709–719.
28. Prunier, A., Lebret, B., 2009. Organic pig production in France: characteristics of farms, impacts on health and welfare of animals and on product quality. *INRA Productions Animales* 22, 179–188.
29. Schwob, S., Lebret, B., Louveau, I., 2020. Genetics and adiposity in pigs: state of the art and new challenges for meat product quality. *INRAE Productions Animales* 33, 17–30.
30. Lebret, B., Ecolan, P., Bonhomme, N., Méteau, K., Prunier, A., 2015. Influence of production system in local and conventional pig breeds on stress indicators at slaughter, muscle and meat traits and pork eating quality. *Animal* 9, 1404–1413.
31. Ngapo, T.M., Gariepy, C., 2008. Factors affecting the eating quality of pork. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48, 599–633.
32. Баньковська І. Б. Амінокислотний склад м'яса свиней різних порід та вагових кондицій. *Сучасний стан та перспективи розвитку тваринництва України: зб. матеріалів Всеукр. наук.-пр. інт. конф., 8 вересня 2016 р. Херсон, 2016. С. 83–86.*
33. Баньковська І. Б. Аналіз якості туш і м'яса свиней різних комерційних генотипів. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2016. Вип. 3 (91). С. 135–145.
34. Баньковська І. Б. Біологічна і харчова цінність м'яса свиней різних порід та вагових кондицій. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної*

медицини: зб. наук. праць ХДЗВА. Харків : РВВ ХДЗВА, 2016. В. 32. Ч.1. С. 82–88.

35. Listrat, A., Lebret, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., Picard, B., Bugeon, J., 2016. How do muscle structure and composition determine the meat and flesh quality? *The Scientific World Journal* 2016, 3182746.

36. Повод, М. Г., Кравченко, О. І., Нечмілов, В. М., Кліндухова, І. М., Повод, Н. Г., Кравченко, О. И., Клиндухова, И. М. (2018). Відгодівельні якості хірургічних та імунологічних кастратів за різного типу годівлі та передзабійної живої маси годівлі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво»*. Вип. 7 (35).С. 135.-139.

37. Channon, H.A., D'Souza, D.N., Dunshea, F.R., 2016. Developing a cuts-based system to improve consumer acceptability of pork: impact of gender, ageing period, endpoint temperature and cooking method. *Meat Science* 121, 216–227.

38. Amaral, A.B., da Silva, M.V., da Lannes, S.C.S., 2018. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors – A review. *Food Science and Technology* 38, 1–15.

39. Falowo, A.B., Fayemi, P.O., Muchenje, V., 2014. Natural antioxidants against lipidprotein oxidative deterioration in meat and meat products: a review. *Food Research International* 64, 171–181.

40. Bao, Y., Ertbjerg, P., 2019. Effects of protein oxidation on the texture and waterholding of meat: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 59, 3564–3578.

41. Bee, G., Guex, G., Herzog, W., 2004. Free-range rearing of pigs during the winter: adaptations in muscle fiber characteristics and effects on adipose tissue composition and meat quality traits. *Journal of Animal Science* 82, 1206–1218.

42. Maw, S.J., Fowler, V.R., Hamilton, M., Petchey, A.M., 2001. Effect of husbandry and housing of pigs on the organoleptic properties of bacon. *Livestock Production Science* 68, 119–130.
43. Lebret, B., Prunier, A., Bonhomme, N., Foury, A., Mormede, P., Dourmad, J.Y., 2011. Physiological traits and meat quality of pigs as affected by genotype and housing system. *Meat Science* 88, 14–22.
44. Sundrum, A., Butfering, L., Henning, M., Hoppenbrock, K.H., 2000. Effects of on-farm diets for organic pig production on performance and carcass quality. *Journal of Animal Science* 78, 1199–1205.
45. Hansen, L.L., Claudi-Magnussen, C., Jensen, S.K., Andersen, H.J., 2006. Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Science* 74, 605–615.
46. Prache, S., Lebret, B., Baéza, B., Martin, B., Gautron, J., Feidt, C., Medale, F., Corraze, G., Raulet, M., Lefevre, F., Verrez-Bagnis, V., Sans, P., 2022. Review: quality and authentication of organic animal products in Europe. *Animal* 16, 100405.
47. Fazarinc, G., Vrecl, M., Poklukar, K., Škrlep, M., Batorek-Lukac̃, N., Brankovic̃, J., Tomaz̃in, U., Čandek-Potokar, M., 2020. Expression of Myosin Heavy Chain and some energy metabolism-related genes in the Longissimus dorsi muscle of Krškopolje pigs: effect of the production system. *Frontiers in Veterinary Science* 7, 686.
48. Lefaucheur, L., Lebret, B., 2020. The rearing system modulates biochemical and histological differences in loin and ham muscles between Basque and Large White pigs. *Animal* 14, 1976–1986.
49. Rosenvold, K., Andersen, H.J., 2003. Factors of significance, for pork quality – a review. *Meat Science* 64, 219–237.
50. Aguilar-Guggenbuhl, J., 2012. Antemortem handling. In: Hui, Y.H. (Ed.), *Handbook of meat and meat processing*. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 303–314.

51. Foury, A., Lebret, B., Chevillon, P., Vautier, A., Terlouw, C., Mormède, P., 2011. Alternative rearing systems in pigs: consequences on stress indicators at slaughter and meat quality. *Animal* 5, 1620–1625.
52. Monin, G., 2004. Slaughter-line operation and pigmeat quality. In: Devine, C., Dikeman, M. (Eds.), *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier, Oxford, UK, pp. 338–342.
53. Warner, R.D., Dunshea, F.R., Channon, H.A., 2017. Producing consistent quality meat from the modern pig. In: Mathew, A. (Ed.), *Achieving sustainable production of pig meat Volume 1: safety, quality and sustainability*. Burleigh Dodds Science Publishing, London, UK, pp. 81–118.
54. Wood, J.D., Brown, S.N., Nute, G.R., Whittington, F.M., Perry, A.M., Johnson, S.P., Enser, M., 1996. Effects of breed, feed level and conditioning time on the tenderness of pork. *Meat Science* 44, 105–112.
55. Warner, R.D., Dunshea, F.R., Channon, H.A., 2017. Producing consistent quality meat from the modern pig. In: Mathew, A. (Ed.), *Achieving sustainable production of pig meat Volume 1: safety, quality and sustainability*. Burleigh Dodds Science Publishing, London, UK, pp. 81–118.
56. Lawrie, R.A., Ledward, D.A., 2006. *Lawrie's Meat Science*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England
57. Leygonie, C., Britz, T.J., Hoffman, L.C., 2012. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: review. *Meat Science* 91, 93–98.
58. Duma, P., Głodek, E., Marchel, E., Rudy, M., 2015. The Influence of Frozen Storage on Selected Physicochemical Properties of Pork. *International Journal of Scientific and Engineering Research* 6, 636–641.
59. Bajerholm, C., Aaslyng, M.D., 2004. Cooking of Meat. In: Devine, C., Dikeman, M. (Eds.), *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier, Oxford, UK, pp. 343–349.
60. Aaslyng, M.D., Meinert, L., 2017. Meat flavour in pork and beef - From animal to meal. *Meat Science* 132, 112–117.

61. Higgs, J., Pratt, J., 1998. Meat, Poultry and meat products. Nutritional value. In: Sadler, M.J., Strain, J.J., Caballero, B. (Eds.), *Encyclopedia of human nutrition*. Academic Press, San Diego, CA, USA, pp. 1272–1282.
62. Баньковська І. Б., Троцький М. Я. Вплив генотипу та передзабійної маси свиней на біологічну цінність м'яса. *Вісник аграрної науки*. 2003. 3. С. 32–34.
63. Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S. I., Whittington, F.M., 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Science* 78, 343–358.
64. Mourot, J., 2009. Optimising the nutritional and sensorial profile of pork. In: Kerry, J.P., Ledward, D. (Eds.), *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, pp. 342–355.
65. Poklucar, K., Čandek-Potokar, M., Batorek-Lukac, N., Tomaz̃in, U., Škrlep, M., 2020. Lipid deposition and metabolism in local and modern pig breeds: a review. *Animals* 10, 424.
66. Nurnberg, K., Wegner, J., Ender, K., 1998. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestock Production Science* 56, 145–156.
67. Tomaz̃in, U., Batorek-Lukac̃, N., Škrlep, M., Prevolnik-Povše, M., Čandek-Potokar, M., 2019. Meat and fat quality of Krkopolje pigs reared in conventional and organic production systems. *Animal* 13, 1103–1110.
68. Tejerina, D., Garcia-Torres, S., Cabeza de Vaca, M., Vasquez, F.M., Cava, R., 2012. Effect of production system on physical–chemical, antioxidant and fatty acids composition of Longissimus dorsi and Serratus ventralis muscles from Iberian pig. *Food Chemistry* 133, 293–299.
69. Srednicka-Tober, D., Baranski, M., Seal, C., Sanderson, R., Benbrook, C., Steinshamn, H., Gromadzka-Ostrowska, J., Rembialkowska, E., Skwarlo-Sonta, K., Eyre, M., Cozzi, G., Larsen, M.K., Jordon, T., Niggli, U., Sakowski, T., Calder, P.C., Burdge, G. C., Sotiraki, S., Stefanakis, A., Yolcu, H., Stergiadis, S.,

Chatzidimitriou, E., Butler, G., Stewart, G., Leifert, C., 2016. Composition differences between organic and conventional meat: a systematic literature review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition* 115, 994–1011.

70. Rahman, U.U., Sahar, A.M., Khan, M.I., Nadeem, M., 2014. Production of heterocyclic aromatic amines in meat: chemistry, health risks and inhibition. A review. *LWT – Food Science and Technology* 59, 229–233.

71. Gil, A.O., Gill, C.O., 2005. 13 - Preservative packaging for fresh meats, poultry, and fin fish. In: Han, J.H. (Ed.), *Innovations in Food Packaging*. Academic Press, Cambridge, MA, USA, pp. 204–226.

72. Kilcast, D., Subramaniam, P., 2000. The stability and shelf-life of food. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.

73. Resano, H., Perez-Cueto, F.J.A., de Barcellos, M.D., Veflen-Olsen, N., Grunert, K.G., Verbeke, W., 2011. Consumer satisfaction with pork meat and derived products in five European countries. *Appetite* 56, 167–170.

74. Aboah, J., Lees, N., 2020. Consumers use of quality cues for meat purchase: research trends and future pathways. *Meat Science* 166, 108142.

75. Вовк С. О., Кружель Б. Б., Баньковський В. В. Кожному своя якість. Порівняльна характеристика торгово-ринкової оцінки якості туш свиней у країнах Євросоюзу й України. *Мясной бизнес*. 2006. 2. С. 46–47.

76. Weible, D., Christoph-Schulz, I., Salamon, P., Zander, K., 2016. Citizens' perception of modern pig production in Germany: a mixed-method research approach. *British Food Journal* 118, 2014–2032.

77. EU (European Union), 2020. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=PICOM%3AAres%282020%291008142>.

78. Clark, B., Stewart, G.B., Panzone, L.A., Kyriazakis, I., Frewer, L.J., 2017. Citizens, consumers and farm animal welfare: a meta-analysis of willingness-to-pay studies. *Food Policy* 68, 112–127.

79. Grunert, K.G., Sonntag, W.I., Glanz-Chanos, V., Forum, S., 2018. Consumer interest in environmental impact, safety, health and animal welfare aspects of modern pig production: results of a cross-national choice experiment. *Meat Science* 137, 123–129.

80. Rischawy, J., Dumont, B., Therond, O., Donnars, C., Hendrickson, J., Benoit, M., Duru, M., 2019. Review: An integrated graphical tool for analysing impacts and services provided by livestock farming. *Animal* 13, 1760–1772.