

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: **«Удосконалення технології вирощування
гібридного молодняка»**

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 204ТВПІТмд 2_1
ЖИЛА ЄВГЕНІЯ АНАТОЛІЇВНА
Керівник: Валентина УСАЧОВА
Рецензент: Тетяна РАК

Полтава – 2021 року

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	5
1.1. Генетичні аспекти якості свинини	5
1.2. Фактори годівлі	9
1.3. Фактори умов утримання та забою	17
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
2.1. Місце та об'єкт досліджень	27
2.2. Методика досліджень	27
2.3. Характеристика ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат»	29
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
3.1. Постановка проблеми	31
3.2. Результати експериментальних досліджень	34
3.3. Економічна ефективність виробництва	41
ВИСНОВКИ	45
ПРОПОЗИЦІЇ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	47

ВСТУП

Однією із основних галузей тваринництва на сьогоднішній день є свинарство, яке отримало широке розповсюдження не тільки в Україні а і за її межами. Практично у всіх державах світу свинина широко використовується у харчуванні населення як основне джерело повноцінних білків тваринного походження. М'ясо свинини має збалансований амінокислотний склад білків, високу енергоємність, має високий рівень засвоюваності, що забезпечує нормальну фізіологічну і розумову діяльність людини. Таким чином без розвитку цієї галузі неможливо вирішити проблему забезпечення населення високоякісними продуктами харчування, що в свою чергу потребує вирішення проблеми інтенсивного розвитку галузі свинарства. За даними ФАО із загальної кількості м'яса в світі на долю свинини припадає біля 41%, в то же час в Україні цей показник становить 36,6%, тоді як наприклад в Китаї 82%. На виробництво свинини впливають багато чинників – це економічна ситуація в країні, її кліматичні особливості, культурно-соціальні устої та інше.

Україна має давні традиції свинарства, але значну частину часу воно розвивалось екстенсивними методами. Лише наприкінці ХХ сторіччя розпочалась інтенсифікація галузі. На сьогоднішній день для успішного конкурентоспроможного розвитку свинарства необхідно використовувати сучасні світові генетичні надбання, впроваджувати високоефективні технології годівлі і кормо виробництва, та розробляти ефективні системи утримання тварин, які на сьогоднішній день є досить вартісними. Саме тому перехід на інтенсивне ведення галузі свинарства забезпечить конкурентоспроможність м'яса свинини за рахунок поліпшення якості та зниження затрат на її виробництво.

Але інтенсивне виробництво свинини висуває підвищені вимоги до технологій в свинарстві. Так завдяки інтенсифікації виробництва можливе вирішення ключових проблем при виході виробників на зовнішні ринки, що передбачає відповідність європейським та міжнародним стандартам якості

свинини. Питанням впливу інтенсивності росту свиней на їх продуктивні якості присвячено багато публікацій в вітчизняних та зарубіжних джерелах інформації. Але впровадження в виробництво свинини в Україні сучасних досягнень європейської та світової генетики, потребує поглиблення знань впливу інтенсивності росту свиней на їх відгодівельні та забійні показники, а особливо на якість свинини.

Якість продукції стає пріоритетним напрямком розвитку м'ясної галузі. Про це свідчать розроблені та прийняті закони і нормативні документи, які регламентують роботу м'ясної галузі.

Якість свинини охоплює специфічні її властивості, які визначають придатність м'яса для подальшої обробки та зберігання, включаючи роздрібну торгівлю. Основними ознаками, що представляють інтерес, є вологоутримуюча здатність, колір, вміст і склад жиру, окислювальна стабільність та однорідність.

Технологічні показники якості - це складні та багатоваріантні властивості м'яса, на які впливають численні взаємодіючі фактори. Вони включають породу, генотип, годівлю, підготовку до забою, оглушення та метод забою, умови охолодження та зберігання. Характеристики якості, вміст жиру, склад, однорідність та окислювальна стійкість в основному залежать від генотипу та стратегії годівлі, тоді як, наприклад, майже всі вищезазначені фактори впливають на вологоутримуючу здатність та її колір.

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

Методикою наших досліджень передбачалось: вивчення структури та історії підприємства, вивчення забійних та м'ясних якостей свиней ірландського походження при забої за різних вагових кондицій.

РОЗДІЛ І

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Генетичні аспекти якості свинини

Вплив генотипу на якість свинини характеризується, як відмінностями між породами, так і відмінностями між тваринами в межах однієї породи. Ці відмінності можуть бути викликані великою кількістю генів з невеликими ефектами, відомими як полігенні фактори, і в принципі більшість ознак, що представляють інтерес для характеристики якості м'яса, мають багатфакторну основу [1]. Однак ознаки якості свинини також можуть бути пов'язані з головними моногенними факторами, які відомі як основні гени.

Ген можна вважати основним, якщо різниця між середнім значенням особин, гомозиготних за геном, та особинами, які не несуть цей ген, дорівнює або перевищує одне фенотипове стандартне відхилення ознаки, що цікавить [2].

Ген галотану та ген RN⁻ два добре відомі основні гени, які мають безпосередній вплив на технологічну якість свинини. Вичерпний перелік генетичних маркерів якості туші та м'яса у свиней був опублікований вперше в дослідженнях [3].

Відомі, гени, які прогнозують вміст внутрішньом'язового жиру та викликають запах кнура у м'ясі некастрованих самців [4].

Ген стресу свиней – галотан. Ген галотану, який називають геном синдрому свинячого стресу, викликає злаякісну гіпертермію, яка може бути спровокована стресом або впливом анестезуючого газу галотану. Вплив гена з 1960 -х років був тісно пов'язаний з розвитком блілого, м'якого та ексудативного (PSE) м'яса [5] та іноді має назву «дегенерація м'язів».

Розвиток вади м'яса PSE викликано значною денатурацією білка внаслідок поєднання низького рН та одночасно високої температури на ранньому терміні посмертного залякання [6].

У 1960-х роках повідомлялося, що певні породи (п'єтрен) або певні популяції в межах порід (ландрас) містять значну частку тварин, схильних до PSE, тоді як інші породи або популяції практично не мають цього дефекту [7].

Незабаром після цього в дослідженнях [8] було доведено, що свині, гомозиготні за геном галотану, реагували на газ галотан, а тому ген був названий відповідно. Причинна мутація (RYR1) гена галотану знаходиться в гені, що кодує ізоформу рецептора рианодину [9]. Деякі країни відразу розпочали усунення присутності гена галотану зі своїх селекційних ліній (Данія, Нідерланди, Швеція, Швейцарів), однак тільки наприкінці 1990 -х років деякі з найбільших міжнародних селекційних компаній вирішили видалити ген галотану зі всіх своїх селекційних ліній.

Велика кількість досліджень була зосереджена на вивченні впливі гену галотану на продуктивність та якість м'яса. В цілому, свині, гомозиготні та гетерозиготні за геном галотану, мають вищий забійний вихід та вміст м'яса в туші [10, 11].

Однак позитивний вплив гену галотану на загальні характеристики туші, одночасно корелює з негативним впливом на вологоутримуючу здатність та колір м'яса. Як свідчить назва гена синдрому свинячого стресу, носії цього гена дуже сприйнятливі до стресу. Навіть під час обережного поводження, стрес, що супроводжує попередзабійне утримання, є достатнім, щоб викликати більш високу швидкість посмертного гліколізу у свиней, гомозиготних та гетерозиготних щодо гена галотану [12].

Це викликає низькі значення рН на ранній стадії посмертного залякання у поєднанні з одночасно високими температурами, які індукують розвиток м'яса PSE, що характеризується високою денатурацією білка.

RN⁻ ген (Rendement Napole). RN⁻ ген, який був вперше ідентифікований у свиней породи гемпшир, асоціюється зі зниженням забійного виходу (Rendement Napole) та вмісту м'яса в туші [13].

Вплив гена асоціюється з високими запасами глікогену в м'язах і тривалим зниженням рівня рН після забою [14]. М'ясо, яке є з носієм гена RN⁻ часто називають “кислотним м'ясом” через низький рівень рН.

Було зроблено припущення існування єдиного головного гена для пояснення стану «кислого м'яса», що пізніше було підтверджено аналізом сегрегації, та визначено як ген з домінантною спадковістю [15]. Причинна мутація (R200Q) для гена RN знаходиться в гені PRKAG3, що кодує специфічну для м'язів ізоформу регуляторної субодиниці γ аденозинмонофосфат-активованої протеїнкінази. Ген RN⁻ не впливає на раннє посмертне значення рН, але призводить до зниження значення рН через 24 години, що знову ж таки асоціюється з вищою відбивною здатністю світала м'язовою тканиною та нижчою вологоутримуючою здатністю.

Дослідженнями було доведено, що різниця у рівні вологоутримуючої здатності свинини від носіїв та неносіїв гена RN⁻ може бути пов'язана з більш вираженою денатурацією хвостів міозину та саркоплазматичних білків у свинині від носіїв гена RN⁻ [16].

Хоча присутність гена галотану має потужний вплив на вологоутримуючу здатність, ген RN⁻ лише збільшує втрату вологи приблизно на один процент [17]. Однак, забійний вихід знижується на п'ять -шість процентів у м'ясі від носіїв гена RN⁻ порівняно з неносіями. Для порівняння, в дослідженнях [18] забійний вихід зменшився на 2-3% в тушах від носіїв гена галотану порівняно з неносіями.

Приблизно 20–35% свинини споживається у свіжому вигляді, а 65–80% переробляється у м'ясні продукти [19]. Отже, м'ясна промисловість зацікавлена у можливості відрізнати свинину від двох генотипів – від носіїв та неносіїв гена RN⁻ [20]. Тому, селекційні компанії обговорюють елімінацію гена RN⁻ зі своїх селекційних ліній, подібно до того, що було прийнято стосовно гена галотану.

Шкідливі наслідки присутності генів галотану та RN⁻ є адитивними для кольору та вологоутримуючої здатності свинини [21].

Полігенні ефекти. За винятком вищезгаданих основних генів, спадковість більшості ознак, що стосуються якості свинини, варіює від низької до помірної (0,15–0,30) [22], за винятком вмісту внутрішньом'язового жиру (ступінь спадковості від 0,40 до 0,50) [2].

Збільшення внутрішньом'язового жиру зазвичай пов'язане з поліпшенням якості їжі. Однак у літературі є деякі розбіжності, про які повідомляють [23].

Хоча спадковість внутрішньом'язового відсотку жиру та жирової тканини висока (0,50 та 0,69 відповідно), генетична кореляція між ними дуже низька (0,11) [24]. Це говорить про те, що у нежирних тушах повинен бути можливий відбір на високий вміст внутрішньом'язовий жир.

Було доведено, що спадковість рівня рН через 24 години становить приблизно 0,21 (діапазон 0,07–0,39) [7]. Однак кілька останніх досліджень показали, що рН₂₄ години у популяціях, вільних від гена галотану та гена RN⁺ може не бути ідеальним показником якості м'яса.

Селекція по генах для покращення продуктивності у свиней може мати негативний вплив на технологічні властивості якості м'яса через корельовані відповіді [25] навіть у селекційних лініях, вільних від гену галотану.

Було порівняно [26] дві різні селекційні лінії данського ландрасу, що представляють популяції 1976 та 1995 років відповідно. Швидкість росту м'язів була різко збільшена через збільшення кількості м'язових волокон та проліферації сателітних клітин протягом періоду відбору.

Однак селекція призвела до збільшення значно світлішого та менш червоного м'яса та нижчого вмісту пігменту порівняно з лінією 1976 року. Відповідно [27] повідомив, що вміст пігменту *M. longissimus dorsi* та *M. biceps femoris* зменшився з початку до кінця 1980-х років у чистопорідних свиней з данських випробувальних станцій.

Крім того, виявлено, що спадковість вмісту пігменту у зразках після забою досягає 0,65 [28]. Дослідники [29] порівняли селекційну лінію свиней породи дюрок, відібрану для підвищення ефективності росту вмісту пісного

м'яса, із сучасною лінією відбору. Продуктивність була вищою, але рівень післязабійного рН був нижчим, а вологоутримуюча здатність була гіршою у порівнянні з сучасною селекцією.

Нещодавно нові алелі в гені PRKAG3, які також кодують мутацію гена RN⁺ були пов'язані з запасами глікогену в м'язах у свиней [30].

Нові алелі, були знайдені на п'яти комерційних лініях (ландрас, велика біла, беркшир, дюрок і дюрок синтетичний) і вплинули на запаси глікогену в м'язах, а також на рівень рН через 24 години та колір м'яса. Частота гаплотипу, пов'язаного з низьким рівнем запасів глікогену в м'язах і вищою м'ясністю, коливалася від 0,13 до 0,87 і була найвищою у свиней породи беркшир та найнижчою у породи ландрас.

Один з нових алелей, також був ідентифікований у шведських свиней поєднання гемпшир х ландрас, що призвело до тенденції до більш високого рН через 24 у порівнянні з диким типом [31].

В дослідженнях [28] нещодавно виявили спадковість (0,37) за вмістом глікогену у чистопородних кнурів порід ландрас, йоркшир та дюрок. Можна припустити, що спостережувана спадковість глікогену частково пов'язана з описаними алелями.

1.2. Фактори годівлі

Свині є тваринами з однокамерним шлунком, і тому багато харчових компонентів легко переносяться з корму в м'язові та жирові тканини, що згодом впливає на якість свинини. Це вірно для складу жирних кислот у раціоні [32, 33], вітамінів і мінерального складу, наприклад добавки вітаміну Е та компонентів, що викликають неприємні смаки, такі як рибне борошно. Крім того, було показано, що запаси глікогену в м'язах під час забою можна регулювати шляхом годівлі [34, 35] і таким чином впливати на швидкість зниження рН і, можливо, на технологічну якість свинини.

Коригування рівня глікогену в м'язах свиней. Було досліджено годівлю свиней великою кількістю засвоюваних вуглеводів (годовування

цукром) з метою зменшення або подолання проблеми погіршення якості м'яса, пов'язаної з високим рН через 24 години, загальновідомого як темне, тверде та сухе м'ясо (DFD). Вада м'яса DFD викликається обмеженням утворенням лактату помертню в м'язах з низьким рівнем глікогену та креатинфосфату під час забою, наприклад як наслідок тривалого стресу перед забоєм. Годівля великою кількістю сахарози або інших засвоюваних джерел вуглеводів за кілька днів до забою або під час нічного годування може збільшують запаси глікогену в м'язах і тим самим знижують рівень рН через 24 години.

Дані [36] свідчать, що вищезазначені спостереження є короточасними наслідками, оскільки нічне голодування усунуло будь-який ефект годування цукром. Слід зазначити, що останнє дослідження проводилося на помісних свинях з гемпширом, які відомі високою частотою гена RN⁺. Як зазначають [37] у своєму огляді щодо впливу харчування на якість м'яса свиней, частота появи м'яса DFD може зменшитися, але частота появи м'яса PSE, ймовірно, зросте, особливо для носіїв гена галотану, коли застосовується годування цукром.

Було доведено, що запаси м'язового глікогену зменшуються у щурів та кроликів [38], які отримували раціон з високим вмістом жиру та низьким вмістом засвоюваних вуглеводів. Було визначено, що годівля свиней раціонами із великим вмістом жиру (приблизно 17–18%) та білка (22–24%) у поєднанні з низьким вмістом засвоюваних вуглеводів (<5%) за 3 тижні до забою зменшує запаси глікогену у *M. longissimus dorsi* без впливу на загальні показники [39].

Передбачається, що поєднання в раціоні низького рівня засвоюваних вуглеводів та високого вмісту жирів викликає ефект зменшення глікогену у м'язах. Ці результати підтверджуються дослідженням, де подібні результати були отримані при годівлі стандартними раціонами з підвищеним вмістом жиру.

Зменшення глікогену в м'язах покращив рівень вологоутримуючої здатності *M. longissimus dorsi*, *M. biceps femoris* та *M. semimembranosus* [39].

Це не було результатом більш високого рівня рН через 24 години, а більш високого рН через 45 хв, що свідчить про зміни в глікометаболізмі м'язів.

В дослідженнях [40] доведено, що зменшення вмісту засвоюваних вуглеводів (45–36%) з подальшим збільшенням вмісту жиру для підтримки ізоенергетичного рівня було недостатнім, щоб викликати будь-які відмінності в післязабійних змінах запасів глікогену у *M. longissimus dorsi* або червоній частині *M. semitendinosus*. Не біло відмічено змін рівня рН через 24 години та вологоутримуючої здатності у *M. longissimus dorsi*, хоча вологоутримуюча здатність у *M. semitendinosus* покращилась у свинок, але не у кастрованих кнурців. Причина такого розходження між м'язами та статтю невідома. Отже, для того, щоб отримати зменшення вмісту глікогену в м'язах, як спостерігають [39], співвідношення між жиром і засвоюваними вуглеводами повинна бути вищою, тобто більше жиру і менш засвоюваних вуглеводів. На підтвердження цієї теорії [41] не виявили ніякого впливу на післязабійний гліколітичний потенціал або поліпшення якості свинини при годівлі раціоном з низьким рівнем вуглеводів та високим білка за два тижні до забою.

Хоча запаси м'язового глікогену на момент забою вже давно визнані вирішальними для якості м'яса, фізіологічна природа регулювання запасів глікогену в м'язах недостатньо вивчена [42], і не в останню чергу в після забою, оскільки дослідження в цій галузі проводяться переважно на живих м'язах. Однак ідентифікація ключового ферменту глікогеніну та відновлення інтересу до існування двох форм глікогену, проглікогену та макроглікогену, можуть призвести до кращого розуміння

Проглікоген і макроглікоген можна розрізнати по розміру та вмісту білка, а отже, і їх розчинності в кислоті. Думка про те, що глікоген існує у двох формах вивчалась багато років, але [43] першими детально описали ці дві форми.

Кислоторозчинний глікоген має високе співвідношення вуглеводів до білка, максимальну масу $\sim 10^4$ kDa і називається макроглікогеном. Нерозчинна в кислоті фракція має менше вуглеводів, коливається до 400 kDa і називається

проглікогеном. Відомо, що при високій концентрації глікогену в м'язах збільшується резерв макроглікогену [44], енергія кормів сприяє синтезу проглікогену з макроглікогеном [45], а також метаболізм двох форм глікогену залежать від типу годівлі.

У свиней проглікоген розкладається на користь макроглікогену протягом перших 45–60 хв після забою. Крім того, було виявлено, що загальний глікоген та концентрація проглікогену вищі у свиней, які демонструють швидке зниження рН після забою та згодом розвивається вада м'яса PSE. Коли запаси глікогену в м'язах зменшувалися за допомогою годівлі [35], було виявлено, що це зменшення відбулося через зменшення макроглікогену протягом тритижневого періоду годування. Але подальший знижений післязабійний гліколіз у м'язах був зумовлений зниженням метаболізму проглікогену. Нещодавно було виявлено, що підвищений рівень глікогену у свиней, що несуть ген RN^+ , був зумовлений збільшенням запасів макроглікогену, що може пояснити, чому ранній посмертний гліколіз не посилюється у свиней, що несуть ген RN^+ , у порівнянні з геном неносіїв.

Жири у раціонах свиней. У свиней жирні кислоти всмоктуються в незміненому вигляді з кишечника і використовуються для побудови тканинних ліпідів. Поліненасичені жирні кислоти, лінолева та α -ліноленова, не можуть бути синтезовані *in situ*, тому на їх концентрація впливає зміни раціону. Навпаки, насичені та мононенасичені жирні кислоти синтезуються *de novo*, отже, на їх концентрацію менше впливає годівля.

Протягом багатьох років існує сильний інтерес до зміни складу тваринного жиру шляхом годівлі з урахуванням дієтичних рекомендацій для людини, тобто оптимального співвідношення між насиченими, мононенасиченими та поліненасиченими жирними кислотами [46]. Однак м'ясо з високим вмістом поліненасичених жирних кислот може призвести до м'яса та м'ясних продуктів, які можна охарактеризувати як „м'які”, а отже, нижчої якості. Тому для складання раціону свиней у Великобританії було

використано як загальне порогове значення 16 г лінолевої кислоти/кг корму [32].

Більш того, високий вміст поліненасичених жирних кислот збільшує сприйнятливості до окислення і таким чином скорочує термін зберігання продукту. Нарешті, існує сильна зворотна кореляція між кількістю жиру та концентрацією поліненасичених жирних кислот.

Отже, як наслідок зусиль щодо отримання нежирних туш, концентрація поліненасичених жирних кислот збільшилася та посилила окислювальну нестабільність, особливо під час обробки.

Незважаючи на проблеми, можна покращити поживну цінність свинини за допомогою правильних стратегій годівлі без негативного впливу на окислення ліпідів [47]. Змінюють джерело тваринного жиру в раціоні (більше насичених жирів) на рослинні жири (більше ненасичених жирів), що може вплинути на якість свинячого жиру. Годівля тваринним жиром у фінішний період може бути гарним рішенням для збільшення твердості свинячого жиру.

Зосередження уваги останніх років на впливах харчових ліпідів збільшило інтерес до специфічним або незамінним жирним кислотам, з яких найбільша увага привернула кон'югована лінолева кислота (CLA). Сприятливий вплив CLA було вперше визнано в середині 1980-х років [48]. Було доведено, що у свиней CLA покращує продуктивність, зменшує відкладення жиру та збільшує вміст нежирного м'яса [49]. Однак повідомлялося про деякі суперечливі результати [50].

Що стосується якості м'яса, то CLA збільшує співвідношення насичених/ненасичених жирів у м'язах, жировій тканині та внутрішньом'язовому жирі та покращує пружність грудинки [51].

Крім того, було виявлено [49] підвищення рівня pH через 24 години та поліпшення вологоутримуючої здатності, але погіршення харчових властивостей, тобто аромату, ніжності, соковитості м'яса у результаті використання у раціонах CLA.

Харчові добавки з вітаміном Е та іншими антиоксидантами. Спочатку вітамін Е вважався лише важливим харчовим фактором у годівлі тварин, особливо важливим для нормального розмноження. Згодом значення вітаміну Е було доведено як антиоксиданту, що руйнує радикальні ланцюги, які можуть захищати цілісність тканин і відігравати важливу роль у життєвих процесах [52].

Зовсім недавно було виявлено, що вітамін Е має функції, які не залежать від його антиоксидантної здатності поглинати радикали, наприклад інгібування протеїнкази С, зростання певних клітин і транскрипція деяких генів [53].

Вітамін Е, що споживається вище норми харчування (наприклад, 200 мг/кг корму), захищає від окислення ліпіди у свіжій свинині та продукти зі свинини [54].

Окислення ліпідів, поряд з мікробним псуванням, є основною причиною втрати якості свинини і тим самим визначає термін придатності продуктів зі свинини. Окислення призводить до утворення неприємних ароматів та запахів та потенційного утворення токсичних сполук [55].

Швидкість і ступінь окислення ліпідів залежать від концентрації вітаміну Е та складу жирних кислот м'яса [56].

Вважається, що швидкість зміни кольору м'яса залежить як від окислювальних процесів, так і від ферментативних систем відновлення метміоглобіну. Добавки вітаміну Е успішно використовуються для поліпшення стійкості кольору свіжої яловичини. В той же час, результати, отримані з використанням тієї ж стратегії щодо стійкості кольору свинини, були непереконливими [57]. Деякі дослідження показали покращену стійкість кольору після прийому вітаміну Е [58]. Однак у кількох дослідженнях не виявлено жодного впливу добавки вітаміну Е на стійкість кольору свинини [59].

Загалом вважається, що добавки вітаміну Е покращують вологоутримуючу здатність свинини. Однак в більшості досліджень, які

показують, що добавки вітаміну Е покращують вологоутримуючу здатність, порівнювали м'ясо свиней, які годували раціоном з рівнем вітаміну Е 100–200 мг/кг корму, з звичайним раціоном без вітаміну Е. Було висловлено припущення, що вітамін Е може зберегти цілісність мембран клітин м'язів, запобігаючи окисленню мембранних фосфоліпідів під час зберігання [60]. Однак у кількох дослідженнях не виявлено впливу добавок а-токоферолу на вологоутримуючу здатність [61], хоча [60] показали, що більші норми добавки вітаміну Е з кормом у кількості 1000 мг/кг знижує ризик появи вади PSE, що є найбільш вираженим у носіїв гена галотану. Розбіжності, виявлені в літературі, можуть бути наслідком невідомого статусу гена галотану в деяких дослідженнях. Нарешті, було доведено, що вітамін Е збільшує запаси глікогену в м'язах у свиней [54], і в одному з цих досліджень збільшена добавка вітаміну Е зменшила рівень вологоутримуючої здатності у свиней, що було піддані стресу безпосередньо перед забоєм, що пов'язано з підвищеним запасом глікогену в м'язах [35].

Виходячи з вищесказаного, можна припустити, що існує оптимальний рівень добавок вітаміну Е, при якому покращений колір та окислювальна стабільність досягається до можливого рівня збільшення запасів глікогену в м'язах, а збільшення втрат вологи скасовує ці позитивні ефекти.

Антиоксидантний потенціал натуральних продуктів харчування, рослинних екстрактів, наприклад чайних катехинів, зарекомендував себе в сирих та приготованих свинячих котлетах [62]. Дієтичні чайні катехіни також виявилися ефективною альтернативою вітаміну Е при годівлі курчат. Однак дієтичний вплив таких компонентів на поліпшення якості свинини ще не підтверджено.

Зниження стресу за допомогою годівлі. Будь-які компоненти корму, які прямо чи опосередковано зменшують реакцію на стрес, можуть зменшити пов'язаний зі стресом вплив на якість свинини. Негайною реакцією на фактори стресу є вивільнення нейромедіаторів у мозку, які стимулюють нервову

систему та вивільняють гормони стресу в кров, що може стимулювати метаболізм м'язів та негативно впливати на якість свинини.

Повідомляється, що магній протидіє ефектам катехоламінів у стресових ситуаціях. Основним ефектом магнію є зменшення нервово-м'язової стимуляції внаслідок його антагоністичної дії на кальцій.

Деякі дослідження насправді показали, що додавання магнію до раціону перед забоєм покращують якість свинини, що призводить до поліпшення вологоутримуючої здатності та отримання темнішого м'яса [63]. Це доцільно як для тривалого періоду (від живої маси 25-30 кг), так і для короткотермінового періоду (останні 2–5 дні до забою). Однак є певні розбіжності, щодо ефекту додавання магнію при порівнянні носіїв та неносіїв гена галотану.

Було доведено, що концентрація серотоніна, похідного нейромедіатора триптофау, знижується у свиней, що демонструють певний ступінь стресу [64]. Відповідно, збільшення споживання триптофану з кормами призводить до посилення синтезу серотоніну мозку у кількох виді. Було виявлено зменшення кількості агресивних дій перед забоєм, а також зменшення вад PSE туш після вживання триптофану для забою свиней [65].

Триптофан бере участь у утворенні скатолу в товстій кишці, що призводить до відкладення скатолу в жирі або м'язах свиней і, отже, може посилити розвиток запаху кнура. Однак це можливо лише у тому випадку, коли триптофан додається у вигляді погано засвоюваного білка, наприклад дріжджовий розчин. Отже, якщо триптофан додається у вигляді вільної амінокислоти, або у вигляді легкозасвоюваного білка, наприклад казеїну, триптофан не впливає на утворення скатолу [66].

Таким чином, стратегії годування, що знижують стрес, мають потенціал як інструмент для поліпшення якості свинини. Тим не менш, знання є недостатніми, і необхідні подальші дослідження до впровадження таких стратегій годування.

Покращення технологічної якості свинини при згодовуванні креатиніну. Технологічна якість свинини була оцінена після додавання креатинін моногідрату в передзабійний період [67], на основі досліджень харчових добавок на людях з моногідратом креатиніну, які, як було показано, збільшують внутрішньом'язове креатинове навантаження на 20%, та затримують воду [68]. Було висловлено припущення, що добавки креатинін збільшують запаси м'язової енергії у вигляді фосфокреатину [69].

У свиней таке збільшення запасів енергії повинно затримувати післязабійний метаболізм глікогену і тим самим впливати на зниження рН у м'язах. Було доведено, що добавки моногідрату креатину протягом п'яти днів покращують збільшення ваги, зменшують швидкість раннього післязабійного зниження рН та зменшують втрати при термічній обробці [67].

Більш того, частота PSE була значно нижче у свиней, які отримували добавки [70]. Однак продовження періоду приймання добавок до 10 або 15 днів негативно вплинуло на технологічну якість свинини [71]. Однак [72] не виявили впливу моногідрату креатину на продуктивність або якість м'яса.

Ефект зниження частоти PSE від додавання PSE (Меддок та ін. (2000)) можна пояснити тим, що половина свиней була носієм гена галотану, і що ефект добавки моногідрату креатину більший у свиней, що несуть ген. Однак у наступному дослідженні [73] не виявили значного впливу добавок моногідрату креатин на технологічну якість свинини.

1.3. Фактори умов утримання та забою

Виробничі системи. Порівняно з сучасними виробничими системами, у минулому вони були дуже різноманітними залежно від, наприклад, клімату, ґрунту, періоду вегетації та продуктивних характеристик районів господарств, породи, що вирощується, соціально-економічного середовища, умов ведення господарства та використовуваних технології. Однак все більша конкуренція нівелювала ці відмінності через такі фактори, як обмін генетичним матеріалом, співпраця між країнами та управління годівлею відповідно до

існуючих цін на світовому ринку, що в сукупності призвело до більш однорідних виробничих системах і, таким чином, більшу однорідність якості свинини [74].

Протягом останнього десятиліття споживачів все більше турбують такі фактори, як етичні норми утримання тварин, добробут тварин, органічне землеробство та сенсорні характеристики м'яса. Отже, екстенсивне виробництво, таке як вигульне утримання чи інші форми екологічного утримання і годівля свиней натуральними кормами, мають стати однією з нових систем виробництва свинини в світі [75].

Окрім небагатьох збережених традиційних систем виробництва, таких як іберійське свинарство, перехід від обмежених до вигульних або інших форм екологічних виробничих систем може стати викликом для майбутнього [76].

Повідомляється, що жирнокислотний склад м'яса свиней на вільному вигулї, включаючи системи органічного виробництва, є більш ненасиченим порівняно з м'ясом традиційно вирощених свиней [77], що збільшує ризик окислення ліпідів і призводить до отримання більш м'якого жиру і, таким чином, погіршує його якість. Як більш високі, так і нижчі [78] рівні вітаміну Е були зареєстровані в свинині з систем утримання на вільному вигулї, що вказує на те, що даним фактором не можна компенсувати більш високий рівень поліненасичених жирних кислот, що призводить до зниження окислювальної стабільності м'яса.

Повідомлялося, що свині вирощені на вільному вигулї та органічно вирощені свині збільшували вміст пісного м'яса мали та вищу оптову вартість туш через більш важкі шинки, корейки та окости порівняно зі свининою з замкнутих систем утримання, проте вони також мали більшу кількість внутрішньом'язового жиру [79].

У досліджах [80] показали, що екстенсивне утримання у порівнянні з інтенсивним (решітчаста підлога та мінімальна рекомендована площа утримання) призвело до поліпшення якості свинини, про що свідчить зменшення втрат води під час термічної обробки.

Як стверджують [81], відмінності туш та свинини від цих «нових» виробничих систем не обумовлені лише системою вирощування; так само важливі генетичні фактори, годівля та забій. Але, впровадження багатьох із цих «нових» виробничих систем вимагає створення програм забезпечення якості, які можуть гарантувати виконання вимог споживачів.

Передзабійне голодування. У кількох країнах 12–15 годинне передзабійне голодування є звичайною практикою для зменшення ризику перехресного зараження мікробами під час забою.

Крім того, відомо, що свиней не слід годувати безпосередньо перед транспортуванням, оскільки свині з повними кишечником мають більшу смертність під час транспортування [82].

Голодування було досліджено, як спосіб зменшення запасів глікогену в м'язах у свиней під час забою для збільшення рівня рН через 24 години і тим самим поліпшення вологоутримуючої здатності кольору. Щоб спостерігати будь-які суттєві відмінності в якості м'яса, потрібно голодування більше 24 годин. Однак тривалий відпочинок порушує інші питання. Добробут свині може бути поставлений під загрозу просто через голодування та боротьбу у групах змішаних свиней [83]. Крім того, тривале перебування знижує вихід туші.

Передзабійне утримання. Передзабійне поводження включає змішування незнайомих тварин, завантаження, транспортування та утримання. Всі ці методи поводження можуть викликати стрес як психологічно, так і фізично. Стрес перед забоєм-це питання добробуту тварин і питання якості, тому що давно відомо, що стрес передзабійний стрес може негативно вплинути на якість свинини.

Стрес перед забоєм можна умовно поділити на тривалий стрес, такий як обробка на фермі, формування тварин в групи, навантаження та транспортування, та короткочасний стрес, включаючи умови перебування на м'ясопереробному підприємстві та транспортування на оглушення. Два види стресу не слід розглядати як дві окремі види, хоча тривалий стрес головним

чином призводить до вади м'яса, асоційованого з м'ясом DFD, тоді як короткочасний стрес головним чином призводить до вади, пов'язаної з м'ясом RSE або PSE.

Погане поводження з тваринами на фермах збільшує сприйнятливість до стресу перед забоєм. Негативне поводження призвело до суттєвого зменшення запасів глікогену в м'язах на початку посмертних змін та зниження рівня рН через 24 години, а також до більш високої частоти появи свинини з ознаками PSE порівняно зі свинями, з якими правильно поводилися на фермі.

Під час обробки перед забоєм слід уникати змішування незнайомих тварин. Свині в групах розвивають стійку соціальну ієрархію, яка порушується при змішуванні незнайомих тварин. Тварини в змішаних групах часто борються за встановлення нового порядку домінування, що призводить до пошкоджень шкіри, які можуть бути серйозними, і може бути серйозною комерційною проблемою, оскільки зменшує вартість туші [84].

Крім того, свині, які билися, демонструють посилене виснаження глікогену в м'язах і, відповідно, високий кінцевий рН у м'ясі [85].

Було виявлено виявили, що бійки не впливають на рівень рН через 45 хв, і прийшли до висновку, що не слід очікувати більшої ймовірності появи м'яса PSE у свиней, які билися. Якщо змішування неминуче, як це буває у багатьох випадках, зменшення розміру групи може бути одним із способів зменшити агресію. Останні результати показали, що розмір групи у 15 свиней зменшує агресію та сприяє спокійній поведінці порівняно з більшими групами, навіть якщо групи склалися зі «змішаних» свиней [86].

Загальновизнано, що завантаження на фермі та вивантаження на м'ясокомбінаті – найбільш напружені частини транспортування тварин. Під час транспортування якість транспортного засобу, вентиляція, щільність завантаження та відстань мають значення для рівня стресу, викликаного у свиней.

Було визначено, що час транспортування впливає на рівень стресу у свиней. Оптимальний час транспортування становить близько 2-3 годин.

Приблизно через 2 години свині заспокоюються і взагалі боротьба припиняється. Однак під час тривалого перевезення частка пошкоджень шкіри та появи м'яса DFD через боротьбу та виснаження м'язового глікогену відповідно збільшується [87].

Забій негайно після доставки на м'ясокомбінат або після дуже короткого перебування може збільшити частку м'яса PSE. Однак оптимальний час передзабійного утримання сильно залежить від умов утримання (наприклад, розміру загону), змішування незнайомих тварини та інтенсивність стресу, який відчуває свиня під час транспортування. Нещодавно було доведено, що якість свинини з популяції, що не містить генів галотану, не залежить від часу передзабійного утримання, коли свині піддавалися низькому стресовому режиму перед забоєм [88].

Короткочасний стрес безпосередньо перед оглушенням призводить до зниження значень рН та підвищення температури на початку посмертних змін [35]. Фактично стрес перед забоєм знижує рівень рН у м'язах, поки свиня ще жива.

Несприятливі умови рН та температура, виявлені у м'ясі свиней, що зазнали стресу, зазвичай призводять до погіршення вологоутримуючої здатності м'яса [89]. Це свідчить про те, що навіть у популяціях свиней, вільних від гена галотану, раннє посмертне значення рН та температури мають значення для утворення вологи, як показало дослідження факторів, що мають значення для вологоутримуючої здатності у свинині.

В останньому дослідженні повідомлялося, що рівень рН через 24 години пояснює лише 2% зміни втрат вологи. Крім того, рівень рН через 24 години був на 0,1-2,2 рН одиниць вище у свиней, які зазнали стресу перед забоєм, у порівнянні зі свинями без стресу, хоча вологоутримуюча здатність була найнижчою у свиней, що зазнали стресу [35]. Більш високі значення рН через 24 години, що спостерігаються у свиней, що зазнали стресу перед забоєм, ймовірно, є наслідком низького рівня креатинфосфату під час оглушення. Низький рівень креатинфосфату призводить до посилення метаболізму

глікогену під час оглушення за рахунок зниження концентрації АТФ у порівнянні з свинями без стресу, які здатні використовувати запаси креатинфосфату під час оглушення. Детально ці механізми обговорюються [90]. Результати ілюструють той факт, що рН24 години є поганим індикатором вологоутримуючої здатності у популяціях, вільних від генів галотану та RN⁺. Крім того, на колір та стабільність кольору негативно впливає короткочасний стрес перед забоєм.

Була розроблена низькостресова система для передзабійного утримання та в останні хвилини перед оглушенням [91]. У цій системі свиней утримують у групах по 15 голів час утримання та перегону на оглушення.

Перед оглушенням групи поділяються на три групи по п'ять свиней для оглушенням CO₂. Зниження стресу перед забоєм призводить до зниження температури туші безпосередньо після забою, що знову ж таки позитивно впливає на вологоутримуючу здатність м'яса [91].

Метод оглушення. З міркувань добробуту законодавчо вимагається, щоб усі забійні тварини миттєво ставали нечутливими під час оглушення і залишалися в такому стані до повної втрати чутливості мозку через знекровлення. Промисловість враховує якість м'яса та наявність крововиливів та переломів кісток, коли оцінює переваги та недоліки різних систем оглушення. Для свиней двома найбільш широко використовуваними методами оглушення є двоокис вуглецю (CO₂) та електричне оглушення.

Загалом, м'язи свиней з електричним оглушенням мають більш швидке зниження рівня рН на початку посмертного заклякання і нижчий рівень вологоутримуючої здатності порівняно з м'ясом свиней, оглушених CO₂, тоді як рівень рН через 24 години не змінюється [92]. Це вказує на те, що електричне оглушення, у порівнянні з оглушенням CO₂, призводить до більш серйозних фізіологічних навантажень у свині та збільшує швидкість посмертного енергетичного обміну за рахунок збільшення м'язової активності та підвищеного вивільнення катеколамінів у крові. Крім того, приглушення

CO₂ має перевагу перед електричним оглушенням у відношенні частоти бризків крові.

Незважаючи на багато зусиль щодо визначення найкращого методу оглушення з етичної точки зору, це все ще є предметом суперечок. Дослідження [93] показали, що оглушення за допомогою CO₂ та електричне оглушення пов'язані з введенням у фізіологічний стрес до різних рівнів у порівнянні з анестезією. Метою майбутнього має бути пошук методів оглушення, які б знижували рівень фізіологічного стресу до рівня наркозу. Це також покращить такі фактори якості, як вологоутримуючу здатність свинини.

Процедура забою. Швидкість охолодження впливає на якість свинини, оскільки залежить від рівня pH та температури м'язів. В дослідженнях [94] визначено, що охолодження рідким азотом запобігає утворенню м'яса з вадами PSE, і не виявили відмінностей у значеннях рівня pH через 24 години. Пізніше [95] виявили, що прискорене охолодження повітрям покращило вологоутримуючу здатність, і це було підтверджено в інших дослідженнях [96]. Однак в дослідженнях не було виявлено ефекту від прискореного або повільного охолодження на вологоутримуючу здатність [97], хоча покращився колір м'яса.

Однією з проблем, яка може виникнути при прискореному охолодженні, є холодове скорочення, яке може виникнути, якщо температура надто швидко знижується, тобто тоді, коли рівень енергії в м'язах все ще високий. В дослідженнях [98] виявлено, що довжина саркомера позитивно корелює з вологоутримуючою здатністю. Дійсно, швидко охолоджене м'ясо було жорсткішим, ніж звичайно охолоджене м'ясо, що свідчить про холодове скорочення. Таким чином, виявляється, що холодове скорочення та його негативний вплив на вологоутримуючу здатність можуть, за певних умов, мати позитивні наслідки на денатурацію білка.

У багатьох інших дослідженнях присутність гена галотану в популяціях свиней пояснювала незмінену вологоутримуючу здатність [99]. На

підтвердження цього [96] показали, що прискорене охолодження переважно знижує поширеність вади PSE в м'ясі від носіїв гена галотан.

Вплив охолодження на вологоутримуючу здатність може бути обґрунтовано або прямим температурним впливом на посмертний енергетичний обмін, або температурно-індукованим впливом на рухливість та розподіл води у м'язах, або їх комбінацією. У модельному дослідженні [100] показали, що вологоутримуюча здатність була покращена у м'ясі при тунельному охолодженні порівняно з м'ясом, охолодженим звичайним методом. Післязабійне зниження рівня рН можна майже виключно пояснити залежністю від температури, що свідчить про те, що будь-який вплив, що викликаний температурою, незначно уповільнює утворення лактату.

Шокове охолодження може спричинити холодове скорочення м'язів, що згубно впливає на ніжність м'яса та рівень вологоутримуючої здатності. В м'ясній промисловості широко використовують електростимуляцію яловичих та баранячих туш для запобігання холодового скорочення, оскільки електростимуляція прискорює післязабійний метаболізм у м'язах, що сприятливо впливає на ніжність м'яса.

У свиней електрична стимуляція також покращує ніжність свинини [101]. Однак, в свій час, [102] виявили, що електрична стимуляція прискорює швидкість зниження рівня рН у свиней, що призводить до збільшення частоти м'яса з ознаками PSE. Ці ранні спостереження пізніше були підтверджені [101]. В той же час, електрична стимуляція за 20 хв. після забою в поєднанні з прискореним охолодженням не зменшує вологоутримуючу здатність при використанні високої або низької напруги. Отже, якщо електрична стимуляція буде застосована пізніше, ніж через 20 хвилин після забою, це не впливає негативно на вологоутримуючу здатність.

Підвішування туш на хрестоподібній (тазовій) кістці після забою та перед початком посмертного залякання призводить до розтягування кількох м'язів задньої чверті порівняно зі звичайним підвішуванням за ахіллове сухожилля. Тазове підвішування було вперше представлена для яловичих та

баранячих туш більше 30 років тому [103] і цей спосіб був запропонований як альтернатива електростимуляції при використанні шокового охолодження.

Підвішування за тазову кістку свинячих туш показало, що розтягнуті м'язи мають більшу довжину саркомера, є більш ніжними та кращу вологоутримуючу здатність. Зменшена втрата вологи також, ймовірно, пов'язана з більшою довжиною саркомера в розтягнутих м'язах [98]. Крім того, технологічні аспекти виробництва м'ясних продуктів (поглинання та утримання розсолу) були кращими після тазового підвішування [103].

Як видно з наведеного вище обговорення, на якість свинини впливає ряд факторів, які пов'язані з вирощуванням та забоєм свиней. Отже, якістю свинини можна управляти, щоб отримати свинину певної якості. В той же час більшість нинішніх знань ґрунтується на дослідженнях, що вивчали вплив одного чи щонайменше двох факторів.

Однак, щоб задовольнити вимоги щодо якості свинини у майбутньому, необхідно зрозуміти, як усі фактори виробництва та забою впливають на якість свинини і, можливо, найголовніше, як вони взаємодіють. Таким чином отримується максимальна кількість інструментів для контролю якості свинини для задоволення вимог ринку.

Незважаючи на зусилля щодо зменшення кількості м'яса з ознаками PSE шляхом зменшення гену галотану в популяціях свиней, все ще існує висока залишкова мінливість вологоутримуючої здатності. Видалення генів галотану та RN⁻ у промислових свиней створили новий генетичний пул. Це може підштовхнути науку про м'ясо зробити нові зрушення, оскільки вплив виробництва, передзабійних та післязабійних факторів на якість свинини в цьому генетичному пулі може бути принципово іншим. Фактори, що пов'язані з виробництвом та забоєм, які були замасковані присутністю гена галотану або гена RN⁻, можуть мати важливе значення щодо якості свинини. Попередні дослідження показали, що передзабійне утримання мало незначний вплив на якість м'яса порівняно з геном галотану. Крім того, показано, що окремі фактори, які впливають на якість м'яса, такі як добавки з вітаміном Е, магнієм

або моногідрата креатину, можуть стати незначними з після видалення гену галотану. У деяких дослідженнях було визначено, що шокове охолодження впливає лише на носіїв гена галотану, тоді як в інших це було показано у неносіїв гена. Дослідження показали, що при використанні більш щадного методу передзабійного утримання, наприклад систему групового оглушення, вплив факторів навколишнього середовища може бути зменшено, а невідомі генетичні фактори можуть стати важливими.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА 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 оптимальної забійної маси свиней;
- 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 свиней з однієї технологічної групи віком від 156 до 165 днів, що відправлялась на забій. 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 та технологічних та ветеринарно-санітарних вимог.

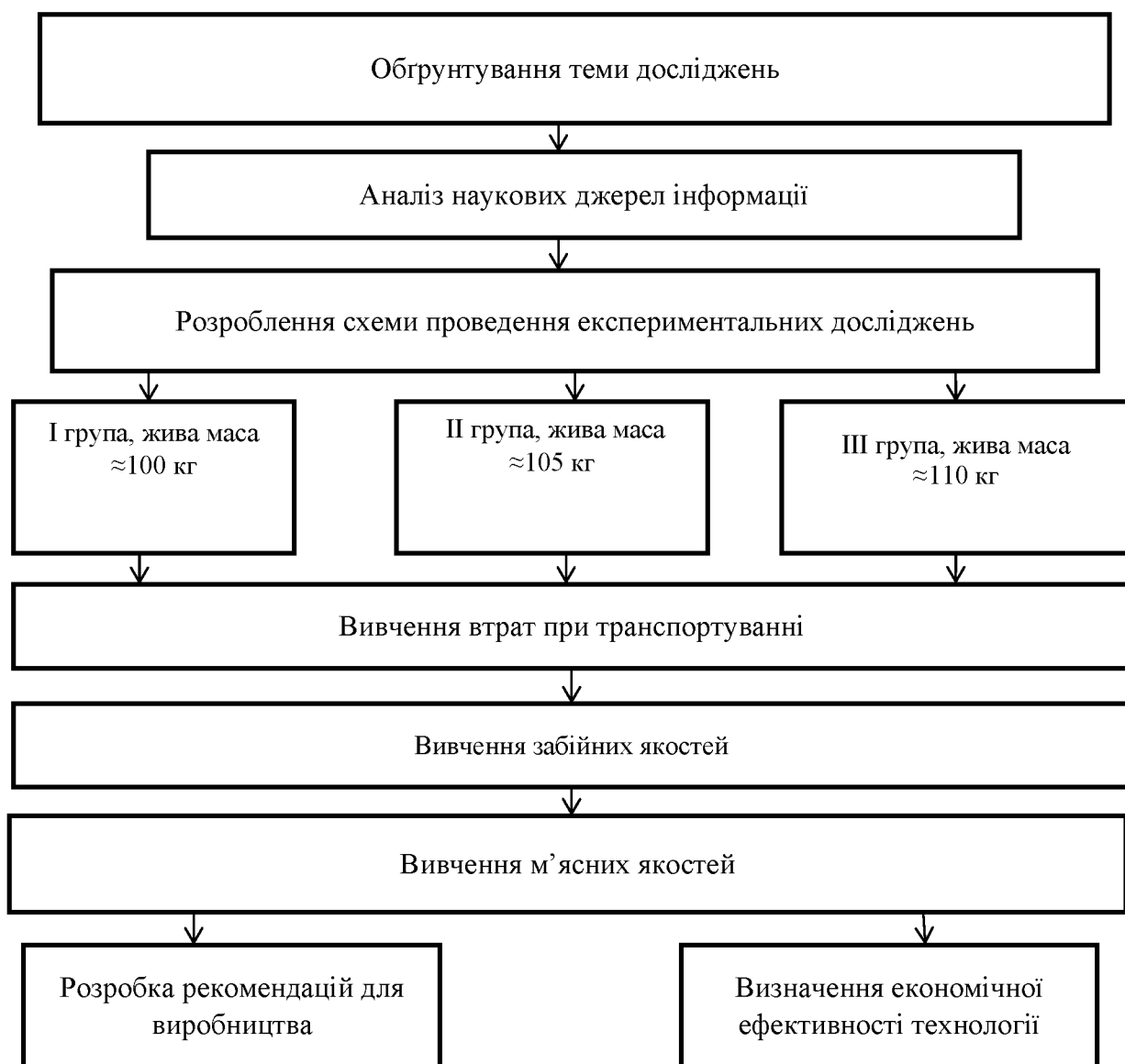


Рис. 2.1. Схема досліджу

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 [23] та прикладної програми Statistica v.10.

2.3. Характеристика ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат»

Глобинський м'ясокомбінат є потужним 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. Згідно звітності, компанія виготовила і продала:

ковбаси і ковбасні вироби — 26 025 т;

свинина охолоджена — 6918 т;

напівфабрикати — 2 704 т;

інша продукція — 1 669 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:

- ДСТУ ISO 9001:2015 Система управління якістю.;
- ДСТУ ISO 22000:2007 Система управління харчової безпечності 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

Свинарство набуло поширення в переважній більшості країн світу. Незважаючи на наявність процесу уніфікації технологічних елементів, який спостерігається протягом останніх 20-30 років, все ще залишаються наявними окремі відмінності між країнами в технологіях виробництва свинини, які переважно обумовлюються традиційними харчовими уподобаннями, однак разом з тим ґрунтуються на економічній доцільності. Це стосується таких елементів, як організація годівлі та формування раціону, вибір порід і породних поєднань для відгодівлі, а також інших. Серед зазначених факторів важливе місце посідають інтенсивність відгодівлі та, особливо, жива маса тварин перед забоєм.

Слід зазначити, що в світовій практиці відсутня однозначна відповідь на питання оптимальної живої маси тварин перед забоєм. Загальноєвропейська практика свідчить про орієнтовну масу живих тварин перед забоєм 110-115 кг. Однак окремі країни, наприклад, Ірландія, забиваються свиней живою масою біля 95 кг, що значно нижче, ніж в інших європейських країнах [104]. Така низька забійна маса в Північній Ірландії обумовлена традиційними уподобаннями споживачів до нежирного бекону від невеликих свиней, хоча на даний час він дещо збільшився у зв'язку із актуальними змінами уподобань [105].

В інших країнах, наприклад в Італії, забійна маса свиней перевищує 150 кг. Це в основному пов'язано з виробництвом традиційного в'яленого м'яса, яке користується попитом в цій країні.

Маса свиней, яких забивають на ринках Азії, зокрема у Південній Кореї та Китаї, становить від 90-110 кг [106]. Варто зазначити, що споживачі в азійських країнах віддають перевагу грудинці та лопатці з високим вмістом шпигу, однак породи, які традиційно застосовуються в цих країнах є

скоростиглими і рано осалюються. Водночас, з розвитком промислового свинарства в азійських країнах та розведенням найбільш поширених світових порід можна очікувати підвищення в зазначених регіонах передзабійної маси свиней в найближчому майбутньому.

Виробники свинини у Північній Америці продають свиней приблизно у тій же вазі, що і виробники в Європі. Разом з тим наразі спостерігається тенденція до підвищення живої маси тварин перед забоєм. Так, у США з 1995 року середня маса свиней на забої зросла на 12-15%. Якщо така тенденція збережеться, то середня маса туші в 2030 році становитиме 104 кг, в 2040 – 111 кг, а в 2050 – 118 кг [107].

Таке постійне зростання обумовлене деякими факторами, у тому числі генетичним покращенням вихідних генотипів, покращенням рівня годівлі, застосуванням нових кормових добавок та ін. Саме ці фактори сприяють збільшенню ефективності виробництва при відгодівлі важковагових свиней.

В цілому, інтенсивність росту м'язової тканини знижується після досягнення маси тіла від 80 до 90 кг, тоді як швидкість росту жирової тканини збільшується лінійно приблизно до живої маси 150 кг [108, 109].

Така закономірність формування м'язової тканини пояснює зменшення вмісту м'язової тканини відносно жировою в складі туш із збільшенням живої маси від 95 до 130 кг. Тому, продовження періоду відгодівлі та збільшення вмісту жирової тканини призводить до менш ефективного витрачання кормів. Ці особливості туш більш важких свиней обмежують їх використання, а також потребують уваги при виборі потрібних генотипів, які зможуть збільшувати забійну вагу за рахунок росту м'язової тканини.

Слід зазначити, що різна передзабійна маса свиней обумовлює відмінності в композиції їх туш. Так в дослідженнях Beattie, VE et al. [110] при забої кастратів і свинок живою масою 92, 105, 118 и 131 кг (маса туші 70, 80, 90 и 100 кг) встановлено, що із збільшенням живої маси вміст пісного м'яса зменшується ($p < 0,001$), в той час як вміст міжм'язового жиру не змінюється.

Авторами відзначається значний зв'язок між масою туші, статтю та втратами вологи в м'ясі.

Загалом, основним аргументом на користь низької забійної маси є зниження витрат кормів та отримання нежирного м'яса, у той час, як аргументи опонентів полягають в бажанні отримувати продукцію з підвищеним вмістом жиру. Однак, як ті так і інші бажають займатись економічно вигідним виробництвом.

Все вищезазначене стосується і України, в якій наразі застосовуються різні технології виробництва свинини, як в господарствах населення, так і в промислових господарствах різного розміру.

Наразі вітчизняне виробництво свинини за відсутності суттєвих обсягів експорту фактично орієнтується виключно на внутрішній ринок та на попит, який на ньому спостерігається. До головних факторів, які формують конкурентну перевагу кожного виробника, належить якість туш свиней, яка в значній мірі пов'язана з їх масою. На промисловому виробництві в Україні традиційно забивають свиней живою масою 100-110 кг, однак зважаючи на світову тенденцію [111], вітчизняні виробники вивчають доцільність підвищення передзабійної живої маси тварин до 120 кг.

Однак, підвищення передзабійної маси тварин пов'язано з певними організаційними питанням та додатковим логістичним навантаженням, отже не в усякому випадку може бути доцільним.

Відомо також, що зв'язок живої маси перед забоєм з економічною ефективністю відгодівлі залежить від породи (поєднання) [112], статі [113], специфіки годівлі, здоров'я тварин, інтенсивності виробничих процесів та інших факторів [114]. З метою визначення оптимальної передзабійної живої маси свиней на відгодівлі в умовах промислового комплексу в Україні було проведено дані дослідження.

3.2. Результати експериментальних досліджень

Проведені нами дослідження свідчать, що при відправці з свинокомплексу між піддослідними групами спостерігалась ймовірна різниця за живою масою у межах від $P < 0,01$ до $P < 0,001$. 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, %
I	102,20±0,49	99,67±0,48	2,47±0,01
II	106,00±0,89**	103,17±0,87**	2,66±0,02***
III	111,00±0,84***	108,36±0,82***	2,38±0,02***

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. Визначено, що із збільшенням передзабійної маси зменшувались питомі втрати маси тіла при транспортуванні (рис.3.1), однак ці зміни не були послідовними. Так, відмічено дещо більші втрати у тварин з живою масою 105 кг (II група) – 2,66, дані достовірні при $P < 0,001$.

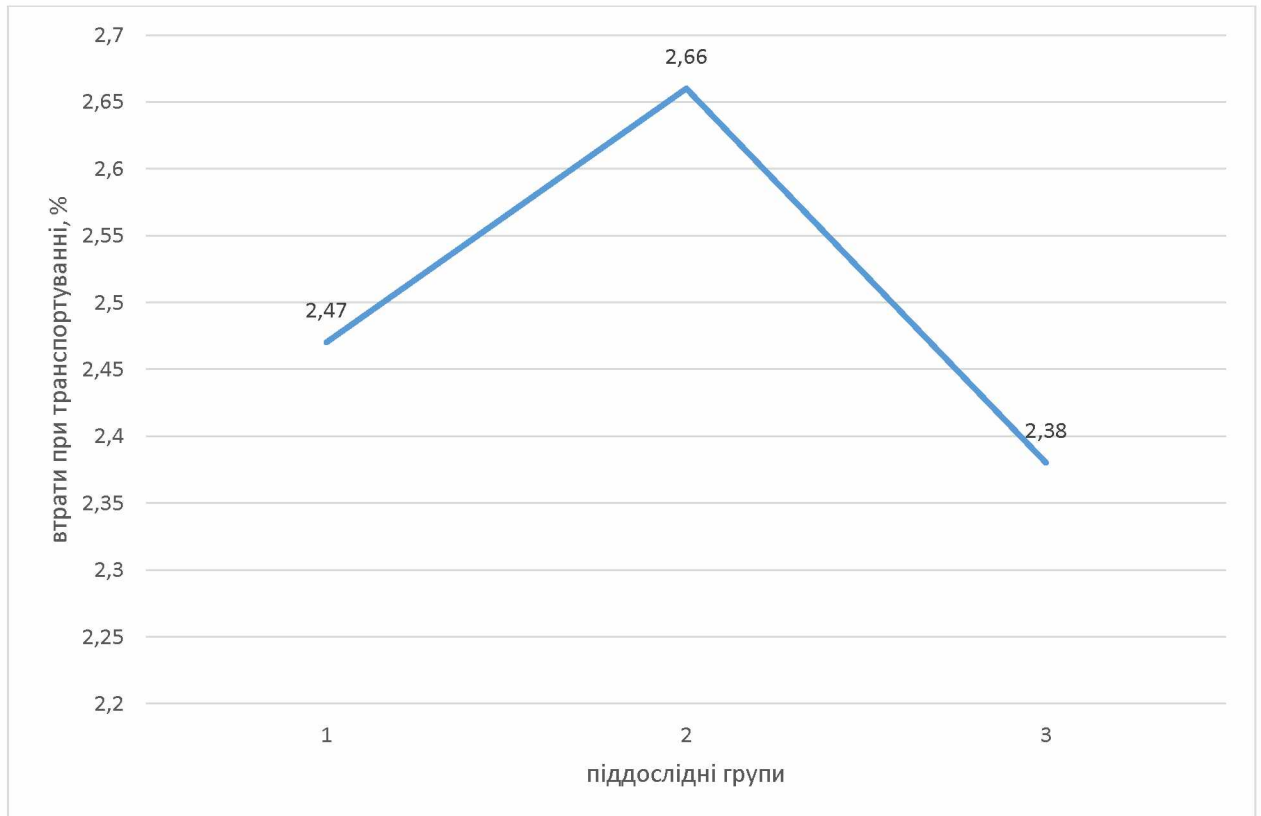


Рис. 3.1. Втрати при транспортуванні на відстань 25 км.

Забійний вихід, маса парної та охолодженої туші дещо підвищувались по групах, відповідно із зростанням живої маси (табл.3.2).

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, %
I	75,12±0,72	74,88±0,94	73,46±1,05	1,89±0,22
II	75,29±0,92	77,68±1,52	76,44±1,39	1,59±0,27
III	75,35±0,45	81,66±0,57***	79,54±1,22**	2,59±0,96

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

Після перебування у камері охолодження туші піддослідних тварин дещо втратили у масі – від 1,59 до 2,59 %. Найбільший відсоток втрат (2,59 %)

відмічався у тварин з передзабійною живою масою 110 кг (ІІІ група), найменшій (1,59%) – у свиней з передзабійною масою 105 кг(ІІ група).

Довжина туші піддослідних тварин збільшувались із зростанням перед забійної живої маси, однак вірогідна різниця ($P < 0,05$) спостерігалась лише у тварин І, ІІ та ІІІ груп (табл.3.17).

Таблиця 3.3

Морфометричні показники туш

Групи	довжина туші, см	товщина шпику, мм	
		на рівні холки	на рівні 6/7 грудного хребця
I	94,52±1,64	42,20±1,39	24,00±0,84
II	92,38±0,87	42,00±2,24	26,40±1,50
III	93,42±0,91	44,60±2,34	27,20±1,16

Отримані проміри товщини шпику свідчать про нерівномірність його відкладання на туші у всіх піддослідних групах. Спостерігається збільшення товщини шпику зі збільшенням передзабійної маси свиней у точках вимірювання.

Після 16-годинного дозрівання у камері охолодження всі 30 туш свиней були розділені на відруби та здійснено обвалювання згідно технології м'ясокомбінату.

При обвалюванні нами було визначено масу та вихід третин напівтуш, великокускових напівфабрикатів (virізки, ошийку, лопатки, корейки без кістки, грудинки, м'яса окосту).

Частка третин напівтуш змінювалась із збільшенням живої маси тварин (табл.3.4, рис.3.2). Зміни у вмісті часток відбувались нерівномірно. Більш оптимальним співвідношенням слід вважати розподіл третин у тушах першої групи тварин, які отримали від забою тварин з середньою масою 100 кг.

Таблиця 3.4

Склад туш піддослідних тварин

Групи	Частини туші		
	Задня третина	Середня третина	Передня третина
I	33,35±0,48	33,46±0,57	33,19±0,29
II	33,87±0,46	33,68±0,35	32,45±0,64
III	33,79±0,34	33,82±0,16	32,39±0,18*

Примітка. * $P < 0,05$.

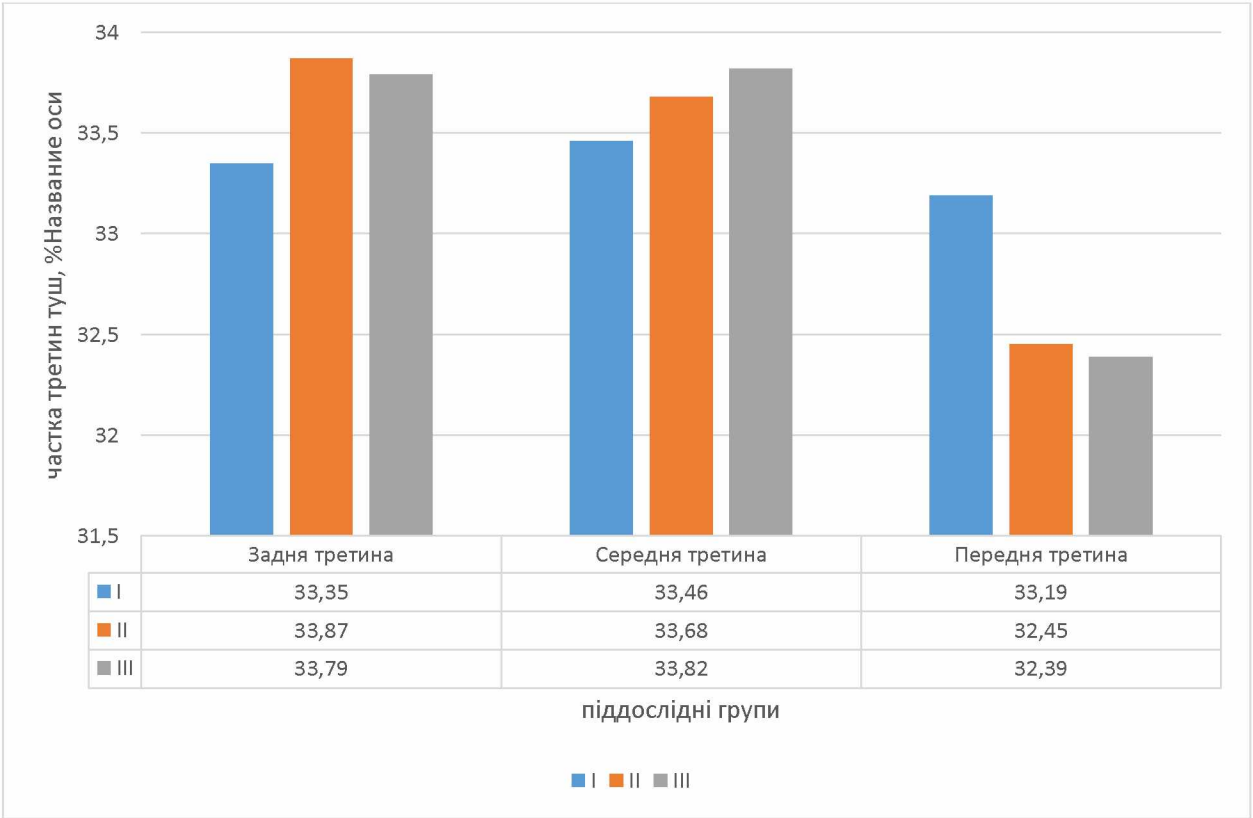


Рис.3.2. Розподіл третин напівтуш



Рис. 3.3. Піддування туш перед розтилюванням

Було проведено визначення маси та частки в тушах забійних свиней головних сортових відрубів (табл. 3.5; рис. 3.5). Всі відруби із зростанням живої маси тварин збільшувались у масі. Однак питома частка змінювалась незначно.

Так, збільшились частка лопатки (на 0,46%), грудинки (на 0,04%) та м'яса окосту (на 0,37%). Частка вирізки, ошийка та корейки зменшились, відповідно, на 0,02%; 0,28%; 0,12%. Проведені дослідження свідчать про

зменшення частки більш цінних відрубів (вирізки, корейки та окосту) за рахунок зростання більш осалених частин туш.

Таблиця 3.5

Питома частка сортових відрубів, %

Групи	Відруби					
	вирізка	ошийок	м'ясо лопатка	корейка б/кістки	грудинка б/кістки	м'ясо окосту
I	1,44±0,05	5,60±0,13	11,94±0,10	7,07±0,29	7,78±0,30	23,36±0,25
II	1,45±0,97	5,31±0,22	11,90±0,36	6,98±0,44	7,49±0,21	23,54±0,81
III	1,42±0,06	5,32±0,23	12,04±0,32	6,95±0,26	7,82±0,21	23,73±0,34



Рис. 3.4. Розпилювання туш на третини

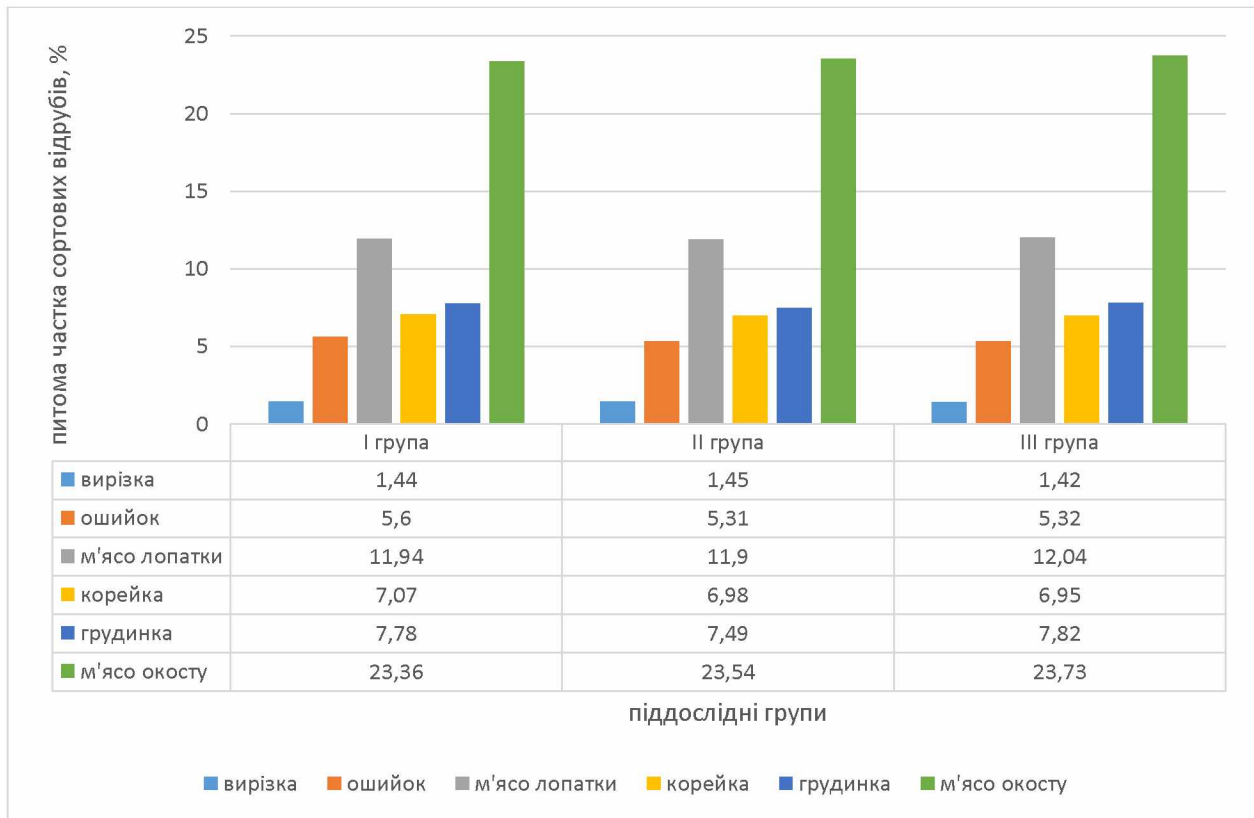


Рис. 3.5. Динаміка вмісту відрубів

Нами було проведено дослідження динаміки зміни активної кислотності, яка була виміряна через 45 хвилин після забою, через 16 та 24 години. Проведені дослідження свідчать про нормальний перебіг дозрівання м'яса в усіх піддослідних групах (рис.3.6).

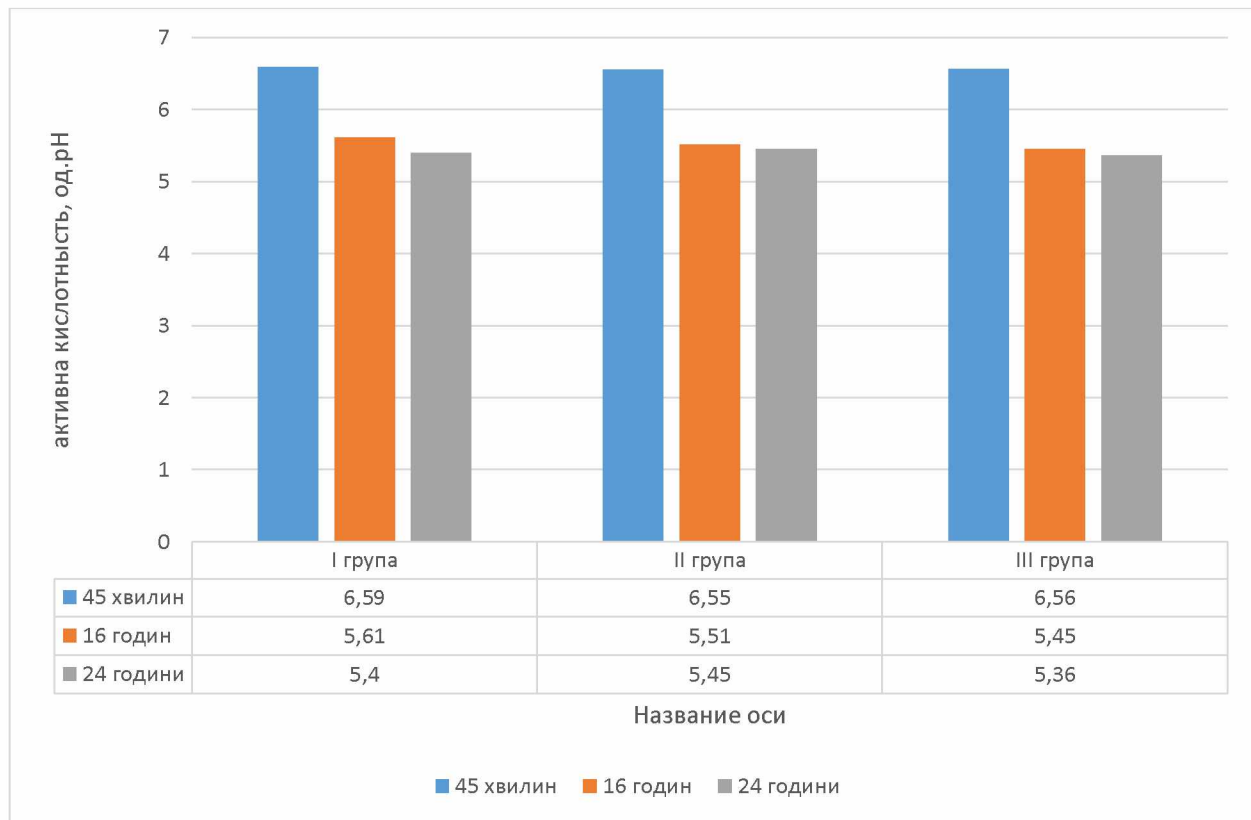


Рис. 3.6. Динаміка зміни активної кислотності

3.3. Економічна ефективність виробництва

Для визначення собівартості та реалізаційної вартості продукції по групах були використані дані, які були розраховані економічним відділом ТОВ «Глобинський м'ясокомбінат» (табл.3.6).

Таблиця 3.6

Собівартість продукції, грн.

Відруби	Групи		
	I	II	III
Вирізка	75,26	74,53	73,90
Ошийок	63,50	62,98	62,36
М'ясо лопатки	56,81	56,81	56,81
Корейка б/ кістки	75,26	74,23	73,90
Грудинка б/ кістки	65,85	65,23	64,67
М'ясо окосту	62,56	61,98	61,43

Таблиця 3.7

Реалізаційна ціна продукції, грн.

Відруби	Групи		
	I	II	III
Вирізка	90,31	89,25	88,69
Ошийок	76,20	75,21	74,83
М'ясо лопатки	69,43	68,95	68,18
Корейка б/ кістки	90,31	89,75	88,96
Грудинка б/ кістки	78,07	77,94	77,60
М'ясо окосту	79,02	78,29	77,72

Для розрахунків економічної ефективності виробництва використовували загальний вихід продукції в цілому по групах (табл.3.8.).

Таблиця 3.8

Загальний вихід продукції

Відруби	Групи		
	I	II	III
Вирізка	4,12	4,26	4,42
Ошийок	20,32	19,79	21,07
М'ясо лопатки	43,25	44,25	47,67
Корейка б/ кістки	25,62	26,06	27,53
Грудинка б/ кістки	28,21	27,85	31,00
М'ясо окосту	84,63	87,75	94,00

Проведений розрахунок загальної собівартості та вартості реалізованої продукції демонструє поступове збільшення обох показників в залежності від зростання живої маси забійних свиней (табл.3.8 та 3.9).

Таблиця 3.8

Загальна собівартість продукції

Відруби	Групи		
	I	II	III
Вирізка	310,0712	317,4978	326,638
Ошийок	1290,32	1246,374	1313,925
М'ясо лопатки	2457,033	2513,843	2708,133
Корейка б/ кістки	1928,161	1934,434	2034,467
Грудинка б/ кістки	1857,629	1816,656	2004,77
М'ясо окосту	5294,453	5438,745	5774,42
Всього	13137,67	13267,55	14162,35

Таблиця 3.9

Загальна вартість реалізованої продукції, грн.

Відруби	Групи		
	I	II	III
Вирізка	372,0772	380,205	392,0098
Ошийок	1548,384	1488,406	1576,668
М'ясо лопатки	3002,848	3051,038	3250,141
Корейка б/ кістки	2313,742	2338,885	2449,069
Грудинка б/ кістки	2202,355	2170,629	2405,6
М'ясо окосту	6687,463	6869,948	7305,68
Всього	16126,87	16299,11	17379,17

Розрахунок економічної ефективності виробництва показав (табл.3.10), кращу рентабельність від реалізації сортових відрубів, що отримані від забою тварин другої групи (жива маса 105 кг) – рівень рентабельності склав 22,85%.

Таблиця 3.10

Економічна ефективність виробництва

Групи	Показники		
	Собівартість, грн	Реалізаційна вартість, грн.	Рентабельність, %
I	13137,67	16126,87	22,75
II	13267,55	16299,11	22,85
III	14162,35	17379,17	22,71

ВИСНОВКИ

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

1. При відправці з свинокомплексу між піддослідними групами спостерігалась ймовірна різниця за живою масою у межах від $P < 0,01$ до $P < 0,001$. Аналогічна тенденція зберіглась і після зважування на м'ясокомбінаті.

2. Із збільшенням передзабійної маси свиней зменшувались питомі втрати маси тіла при їх транспортуванні, однак ці зміни не були послідовними. Відмічені дещо більші втрати у тварин з живою масою 105 кг ($P < 0,001$).

3. Забійний вихід, маса парної та охолодженої туші дещо підвищувались по групах, відповідно із зростанням живої маси.

4. Після охолодження найменше втратили у масі (1,59%) свині з передзабійною масою 105 кг (II група).

5. Довжина туші збільшувались із зростанням перед забійної живої маси. Відкладання товщини шпиків із зростанням живої маси відбувалось нерівномірно, але достовірна різниця не було отримано.

6. Із збільшенням живої маси тварин вміст задньої третини збільшився на 1,32%, середньої третини – на 1,08%, в той час, як частка передньої середньої третини зменшилась на 2,41%.

7. При зростанні передзабійної живої маси збільшилась частка лопатки (+0,46%), грудинки (+0,04%) та м'яса окосту (+0,37%). Частка вирізки, ошийка та корейки зменшились, відповідно, на 0,02%; 0,28%; 0,12%.

8. Розрахунок економічної ефективності виробництва довів, що кращу рентабельність від реалізації сортових відрубів отримали від забою тварин другої групи (жива маса 105 кг). Рівень рентабельності склав 22,85%.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Для отримання кращого економічного ефекту від забою тварин пропонуємо використовувати туші, які отримані від забою свиней з передзабійною живої масою 105 та 115 кг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Andersson, L. Genetic dissection of phenotypic diversity in farm animals. *Nat. Rev. Genet.* 2001, 2, 130–138.
2. Sellier, P., Monin, G. Genetics of pig meat quality: a review. *J. of Muscle Foods.* 1994, 5, 187–219.
3. Garnier JP, Klont R, Plastow G. The potential impact of current animal research on the meat industry and consumer attitudes towards meat. *Meat Sci.* 2003 Jan;63(1):79-88.
4. Fouilloux, M., Le Roy, P., Gruand, J. et al. Support for single major genes influencing fat androstenone level and development of bulbo-urethral glands in young boars. *Genet Sel.* 1997, 29, 357-366.
5. Briskey, E. J. Etiological status and associated studies of pale, soft, exudative porcine musculature. *Advances in Food Research.* 1964, 13, 89–178.
6. Offer, G., Knight, P. The structural basis of water-holding in meat. Part 2: drip losses. In R. Lawrie (Ed.), *Development in meat science.* 1988, 4, 172–243.
7. Sellier, P. Genetics of meat and carcass traits. In M. Rothschild, & A. Ruvinsky (Eds.), *The genetics of the pig.* 1988, 463–510.
8. Eikelenboom, G., Minkema, D. Prediction of pale, soft, exudative muscle with a non-lethal test for the halothane-induced porcine malignant hyperthermia syndrome. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde.* 1974, 99, 421–426.
9. Fujii, J., Otsu, K., Zorzato, F., de Leon, S., Khanna, V. K., Weiler, J. E., O'Brien, P. J., MacLennan, D. H. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science.* 1991, 253, 448–451.
10. Herfort Pedersen, P., Oksbjerg, N., Karlsson, A. H., Busk, H., Bendixen, E., Henckel, P. A within litter comparison of muscle fibre characteristics and growth of Halothane carriers and halothane free crossbreed pigs. *Livestock Production Science.* 2001, 73, 15–24.

11. Larzul, C., Le Roy, P., Gueblez, R., Talmant, A., Gogue, J., Sellier, P., Monin, G. Effect of halothane genotype (NN, Nn, nn) on growth, carcass and meat quality traits of pigs slaughtered at 95 kg or 125 kg live weight. *J. Anim. Breed. and Gen.* 1997, 114, 309–320.
12. Lundstrom, K., Essen-Gustavsson, B., Rundgren, M., Edfors-Lilja, I., Malmfors, G. Effect of halothane genotype on muscle metabolism at slaughter and its relationship with meat quality: a within-litter comparison. *Meat Science*. 1989, 25, 251–263.
13. Le Roy, P., Elsen, J. M., Caritez, J. C., Talmant, A., Juin, H., Sellier, P., Monin, G. Comparison between the three porcine RN genotypes for growth, carcass composition and meat quality traits. *Genet. Sel. Evol.* 2000, 32, 165–186.
14. Estrade, M., Vignon, X., Monin, G. Effect of the RN—gene on ultrastructure and protein fractions in pig muscle. *Meat Science*. 1993, 35, 313–319.
15. Le Roy, P., Naveau, J., Elsen, J. M., Sellier, P. Evidence for a new major gene influencing meat quality in pigs. *Genetic Research*. 1990, 55, 33–40.
16. Deng, Y., Rosenvold, K., Karlsson, A. H., Horn, P., Hedegaard, J., Steffensen, C. L., Andersen, H. J. Relationship between thermal denaturation of porcine muscle proteins and water-holding capacity. *J. Food Scien.* 2002, 67(5), 1642–1647.
17. Bertram, H. C., Petersen, J. S., & Andersen, H. J. Relationship between RN⁺ genotype and drip loss in meat from Danish pigs. *Meat Science*. 2000, 56, 49–55.
18. Monin, G., & Sellier, P. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: the case of the Hampshire breed. *Meat Science*. 13, 49–63.
19. Andersen, H. J. (1999). What is pork quality? In Proceedings of 50th Annual meeting of the European Association for Animal Production. Zurich, Switzerland, 22–26th August. 1999, 100, 15-26

20. Josell, A., Martinsson, L., Borggaard, C., Andersen, J. R., Tornberg, E. Determination of RN—phenotype in pigs at slaughter-line using visual and near-infrared spectroscopy. *Meat Science*. 2000, 55, 273–278.
21. Hamilton, D. N., Ellis, M., Miller, K. D., McKeith, F. K., Parrett, D. F.. The effect of the Halothane and Rendement Napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. *J. Anim. Scien.* 2000, 78, 2862–2867.
22. Sosnicki, A., Wilson, E. R., Sheiss, E. B., & Vries, A. d. (1998). Is there as cost effective way to produce high-quality pork? In Proceedings Reciprocal Meat Conference, 51, 11.
23. Fernandez, X., Monin, G., Talmant, A., Mourot, J., Lebret, B. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat. I. Composition of the lipid fraction and sensory characteristics of m. longissimus lumborum. *Meat Science*. 1999, 53, 59–65.
24. Wood, J. D. Consequences for Meat quality of reducing carcass fatness. In J. D. Wood, & A. V. Fisher (Eds.), Reducing fat in meat animals. 1990, 344–395.
25. de Vries, A. G., van der Wal, P. G., Long, T., Eikelenboom, G., & Merks, J. W. M. Genetic parameters of pork quality and production traits in Yorkshire populations. *Livestock Production Science*. 1994, 40, 277–289.
26. Oksbjerg, N., Petersen, J. S., Sørensen, P., Henckel, P., Vestergaard, M., Ertbjerg, P., Møller, A. J., Bejerholm, C., Støier, S. Long-term changes in performance and meat quality of Danish Landrace pigs: a study on a current compared with an unimproved genotype. *Animal Science*. 2000, 71, 81–92.
27. Barton-Gade, P. Danish experience in meat quality improvement. In Proceedings of the Fourth World Congress on Genetics applied to Livestock Production. 1990, 15, pp. 511–520.
28. Oksbjerg, N., Henckel, P., Andersen, S., Pedersen, B. Genetic variation in muscle glycerol, glycogen and pigment in Danish pure breed pigs. In Proceedings of 47th International Congress on Meat Science and Technology. 2001, 30–31. Krakow, Poland.

29. Lonergan, S. M., Huff-Lonergan, E., Rowe, L. J., Kuhlert, D. L., & Jungs, S. B. Selection for lean growth efficiency in Duroc pigs influences pork quality. *J. Animal Science*. 2001, 79, 2075–2085.
30. Ciobanu, D., Bastiaansen, J., Malek, M., Helm, J., Woollard, J., Plastow, G., Rothschild, M. Evidence for new alleles in the protein kinase adenosine monophosphate-activated gamma3- subunit gene associated with low glycogen content in pig skeletal muscle and improved meat quality. *Genetics*. 2001, 159, 1151–1162.
31. Lindahl, G., von Seth, G., Lundström, K., Josell, A°, Hedeberg, V., Braunschweig, M., Andersson, L. Effects of three different alleles at the RN locus on colour characteristics of pork loin from a Hampshire x Landrace cross. In Proceedings of the 48th International Congress on Meat Science & Technology. Rome, Italy. 2002, 2, 628-629
32. Wood, J. D., Enser, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Brit. J. Nutr.* 1997, 78, S49–S60.
33. Buckley, D. J., Morrissey, P. A., Gray, J. I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J. Animal Science*. 1995, 73, 3122–3130.
34. Hertzman, C., Goransson, L., Ruderus, H. Influence of fishmeal, rapeseed, and rapeseed meal in feed on the fatty acid composition and storage stability of porcine body fat. *Meat Science*. 1988, 23, 37–53.
35. Rosenvold, K., Lærke, H. N., Jensen, S. K., Karlsson, A., Lundström, K., Andersen, H. J. Manipulation of critical quality indicators and attributes in pork through vitamin E supplementation level, muscle glycogen reducing finishing feeding and preslaughter stress. *Meat Science*, 2002, 62, 485–496.
36. Fernandez, X., Tornberg, E., Magard, M., Goransson, L. Effect of feeding a high level of sugar in the diet for the last 12 days before slaughter on muscle glycolytic potential and meat quality traits in pigs. *Journal of the Science of Food And Agriculture*. 1992, 60, 135–138.

37. Pethick, D., Warner, R. D., D'Souza, D. N., & Dunshea, F. R. Nutritional manipulation of meat quality. In P. D. Cranwell (Ed.), *Manipulating pig production*, 1997, 6, 91–99, 117–123
38. Gierus, M., Rocha, J. B. T. Forage substitution in a grain-based diet affects pH and glycogen content of semimembranosus and semitendinosus rabbit muscles. *Journal of Animal Science*. 1997, 75, 2920–2923.
39. Rosenvold, K., Lærke, H. N., Jensen, S. K., Karlsson, A., Lundström, K., Andersen, H. J. Manipulation of critical quality indicators and attributes in pork through vitamin E supplementation level, muscle glycogen reducing finishing feeding and preslaughter stress. *Meat Science*, 2002, 62, 485–496.
40. Bee, G. Muscle glycogen and lactate content and pork quality traits as affected by available dietary carbohydrate in pigs. *Journal of Animal Science*. 2001, 79(suppl. 1), 19.
41. Leheska, J. M., Wulf, D. M., Clapper, J. A., Thaler, R. C., Maddock, R. J. Effects of high-protein/low-carbohydrate swine diets during the final finishing phase on pork muscle quality. *Journal of Animal Science*. 2002, 80, 137–142.
42. Graham, T. E., Adamo, K. B. Dietary carbohydrate and its effects on metabolism and substrate stores in sedentary and active individuals. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 1999, 24, 393–415.
43. Lomako, J., Lomako, M., Whelan, W. J., Dombro, R. S., Neary, J. T., Norenberg, M. D. (1993). Glycogen synthesis in the astrocyte: from glycogenin to proglycogen to glycogen. *FASEB J.* 1993, 7, 1386–1393.
44. Graham, T. E., Adamo, K. B., Shearer, J., Marchand, I., Saltin, B. Pro- and macroglycogenolysis: relationship with exercise intensity and duration. *Journal of Applied Physiology*. 2001, 90, 873–879.
45. Derave, W., Gao, S., Richter, E. A. Pro- and macroglycogenolysis in contracting rat skeletal muscle. *Acta Physiol. Scand.* 2000, 169, 291–296.
46. Jakobsen, K. Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 1999, 101, 475–483.

47. Riley, P. A., Enser, M., Nute, G. R., Wood, J. D. Effects of dietary linseed on nutritional value and other quality aspects of pig muscle and adipose tissue. *Animal Science*. 2000, 71, 483–500.
48. Dunshea, F. R., & Ostrowska, E. Conjugated linoleic acid — snake oil or wonder fat? Recent advances in Animal Nutrition in Australia. 1999, 12, 159–166.
49. D’Souza, D. N., & Mullan, B. P. The effect of genotype, sex and management strategy on the eating quality of pork. *Meat Science*. 2002, 60, 95–101.
50. Ramsay, T. G., Evock-Clover, C. M., Steele, N. C., & Azain, M. J. Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. *Journal of Animal Science*. 2001, 79, 2152–2161.
51. Joo, S. T., Lee, J. I., Ha, Y. L., Park, G. B. Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, colour, and water-holding capacity of pork loin. *Journal of Animal Science*. 2002, 80, 108–112.
52. Morrissey, P. A., Sheehy, P. J., Gaynor, P. Vitamin E. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 1993, 63, 260–264.
53. Azzi, A., Breyer, I., Feher, M., Ricciarelli, R., Stocker, A., Zimmer, S., Zingg, J. Nonantioxidant functions of alpha-tocopherol in smooth muscle cells. *Journal of Nutrition*. 2001, 131, 378S–381S.
54. Lauridsen, C., Nielsen, J. H., Henckel, P., Sørensen, M. T. Antioxidative and oxidative status in muscles of pigs fed rapeseed oil, vitamin E, and copper. *Journal of Animal Science*. 1999, 77, 105–115.
55. Addis, P. B., Park, S. W. Role of lipid oxidation products in atherosclerosis. In S. L. Taylor, R. A. Scanlan (Eds.), *Food Toxicology. A Perspective on the Relative Risks*, 1989, 297–330.
56. Morrissey, P. A., Buckley, D., Galvin, K. Vitamin E and the oxidative stability of pork and poultry. In E. A. Decker, C. Faustman, C. J. Lopez-Bote (Eds.), *Antioxidants in muscle foods. Nutritional strategies to improve quality*. 2000, 10, 263–287.

57. Faustman, C., Wang, K.-W. Potential mechanisms by which vitamin E improves oxidative stability of myoglobin. In E. A. Decker, C. Faustman, & C. J. Lopez-Bote (Eds.), *Antioxidants in muscle foods— nutritional strategies to improve quality*. 2000, 135–152.
58. Asghar, A., Gray, J. I., Booren, A. M., Gomaa, E. A., Abouzied, M. M., Miller, E. R., Buckley, D. J. Influence of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of alpha-tocopherol in the muscle and on pork quality. *Journal of the Science of Food And Agriculture*. 1991, 57, 31–41.
59. Rosenvold, K., & Andersen, H. J. (2003). The significance of preslaughter stress and diet on colour and colour stability of pork. *Meat Science* (in press).
60. Cheah, K. S., Cheah, A. M., Krausgrill, D. I. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. *Meat Science*. 1995, 39, 255–264.
61. Corino, C., Oriani, G., Pantaleo, L., Pastorelli, G., Salvatori, G. Influence of dietary vitamin E supplementation on “heavy” pig carcass characteristics, meat quality, and vitamin E status. *Journal of Animal Science*. 1999, 77, 1755–1761.
62. McCarthy, T. L., Kerry, J. P., Kerry, J. F., Lynch, P. B., Buckley, D. J. Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties. *Meat Science*. 2001, 57, 177–184.
63. Apple, J. K., Maxwell, C. V., deRodas, B., Watson, H. B., Johnson, Z. B. Effect of magnesium mica on performance and carcass quality of growing-finishing swine. *Journal of Animal Science*. 2000, 78, 2135–2143.
64. Adeola, O., Ball, R. O. Hypothalamic neurotransmitter concentrations and meat quality in stressed pigs offered excess dietary tryptophan and tyrosine. *Journal of Animal Science*. 1992, 70, 1888– 1894.
65. Warner, R. D., Eldridge, G. A., Hofmeyer, C. D., Barnett, J. L. (1998). The effect of dietary tryptophan on pig behaviour and meat quality—preliminary results. 22nd Biennial Conference. 1998, 22).

66. Jensen, M. T., Cox, R. P., Jensen, B. B. Microbial production of skatole in the hind gut of pigs given different diets and its relation to skatole deposition in backfat. *Animal Science*. 1995, 61, 293–304.
67. Berg, E. P., Allee, G. L Creatine monohydrate supplemented in swine finishing diets and fresh pork quality: I. A controlled laboratory experiment. *Journal of Animal Science*. 2001, 79, 3075–3080.
68. Juhn, M. S. Oral creatine supplementation: separating fact from hype. *Physician sportsmedicine*. 1999, 27, 47–89.
69. Casey, A. D., Constantin-Teodosiu, S., Howell, S., Hultman, E., & Greenhaff, P. L. Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *American Journal of Physiology*. 1996, 271, E31–E37.
70. Maddock, R. J., Bidner, B. S., Carr, S. N., McKeith, F. K., Berg, E. P. Savell, J. W. Supplementation with creatine monohydrate improved lean quality of fresh pork. In Proceedings of the Reciprocal Meat Conference. Indianapolis. 2000, 53, 118.
71. Stahl, C. A., Allee, G. L., Berg, E. P. Creatine monohydrate supplemented in swine finishing diets and fresh pork quality: II. Commercial applications. *Journal of Animal Science*. 2001, 79, 3081–3086.
72. O’Quinn, P. R., Andrews, B. S., Goodband, R. D., Unruh, J. A., Nelssen, J. L., Woodworth, J. C., Tokach, M. D., Owen, K. Q. Effects of modified tall oil and creatine monohydrate on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 2000, 78, 2376–2382.
73. Maddock, R. J., Bidner, B. S., Carr, S. N., McKeith, F. K., Berg, E. P., Savell, J. W. Creatine monohydrate supplementation and the quality of fresh pork in normal and Halothane carrier pigs. *Journal of Animal Science*. 2002, 80, 997–1004.
74. Nardone, A., Valfre, F. Effects of changing production methods on quality of meat, milk and eggs. *Livestock Production Science*. 1999, 59, 165–182.

75. Bridi, A. M., Muller, L., Ribeiro, J. A. Indoor vs. outdoorrearing of pigs. Performance, carcass and meat quality. In Proceedings of 44th International Congress on Meat Science and Technology, 1998, 1056–1057. Barcelona, Spain.
76. Jakobsen, K., Hermansen, J. E. (2001). Organic farming—a challenge to nutritionists. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2001, 10(Suppl. 1), 29–42.
77. Nilzen, V., Babol, J., Dutta, P. C., Lundeheim, N., Enfalt, A. C., Lundstrom, K. Free range rearing of pigs with access to pasture grazing—effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. *Meat Science*. 2001. 58, 267–275.
78. Hansen, L. L., Bejerholm, C., Claudi-Magnussen, C. Andersen, H. J. Effects of organic feeding including roughage on pig performance, technological meat quality and the eating quality of the pork. In: T. Alfoldig, W. Lockeretz, & U. Niggli Proceeding 13th International IFOAM Scientific Conference. 2000, 288. 28–31 August 2000. IFOAM 2000—The World grows Organic. Session Number 2.1. Quality of organic products.
79. Sundrum, A., Dutfering, L., Henning, M., Hoppenbrock, K. H. Effects of on-farm diets for organic pig production on performance and carcass quality. *Journal of Animal Science*. 2000, 78, 1199– 1205.
80. Beattie, V. E., O’Connell, N. E., Moss, B. W. Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domestic pigs. *Livestock Production Science*. 2000, 65, 71–79.
81. Sanchai-Jarurasitha, X., Scheeder, M. R. L., Kreuzer, M. Free range pigs quality of the products from the meat label ‘Neuland’. I. Differentiation from common products. *Fleischwirtschaft*. 1998, 78, 261–265.
82. Warriss, P. D. Ante-mortem handling of pigs. In D. J. A. Cole, J. Wiseman, & M. A. Varley (Eds.), *Principles of pig science*, 1994, 425–432. Loughborough, UK: Nottingham University Press/
83. Murray, A., Robertson, W., Nattress, F., Fortin, A. Effect of pre-slaughter overnight feed withdrawal on pig carcass and muscle quality. *Canadian Journal of Animal Science*. 2001, 81, 89–97.

84. Faucitano, L. Preslaughter stressors effects on pork: a review. *Journal of Muscle Foods*. 1998, 9, 293–303.
85. Warriss, P. D. The welfare of slaughter pigs during transport. *Animal Welfare*. 1998, 7, 365–381.
86. Barton-Gade, P. (1997). The effect of pre-slaughter handling on meat quality of pigs. In P. D. Cranwell (Ed.), *Manipulating pig production*, 1997, 6, 100–123.
87. Nanni Costa, L., Lo Fiego, D. P., Dall'Olio, S., Davoli, R., Russo, V. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Science*. 2002, 61, 41–47.
88. Aaslyng, M. D., Barton-Gade, P. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. *Meat Science*. 2001, 57, 87–92.
89. Henckel, P., Karlsson, A. H., Oksbjerg, N., Petersen, J. S. Control of post mortem pH decrease in pig muscle: experimental design and testing of animal models. *Meat Science*. 2000, 55, 131–138.
90. Henckel, P., Karlsson, A. H., Jensen, M. T., Oksbjerg, N., Petersen, J. S. Metabolic conditions in Porcine longissimus muscle immediately pre-slaughter and its influence on peri- and post mortem energy metabolism. *Meat Science*. 2002, 62, 145–155.
91. Støier, S., Aaslyng, M. D., Olsen, E. V., Henckel, P. The effect of stress during lairage and stunning on muscle metabolism and drip loss in Danish pork. *Meat Science*. 2001, 59, 127–131.
92. Channon, H. A., Payne, A. M., Warner, R. D. Comparison of CO₂ stunning with manual electrical stunning (50 Hz) of pigs on carcass and meat quality. *Meat Science*. 2002, 60, 63–68.
93. Bertram, H. C., Stødkilde-Jørgensen, H., Karlsson, A. H., & Andersen, H. J. Post mortem energy metabolism and meat quality of porcine M. longissimus dorsi as influenced by stunning method—a ³¹P NMR spectroscopic study. *Meat Science*. 2000, 62, 113–119.

94. Borchert, L. L., Briskey, E. J. Prevention of pale, soft, exudative porcine muscle through partial freezing with liquid nitrogen post-mortem. *Journal of Food Science*. 1964, 29, 203–209.
95. Taylor, A. A., Dant, S. J. Influence of carcass cooling rate on drip loss in pigment. *Journal of Food Technology*. 1971, 6, 131– 139.
96. Kerth, C. R., Carr, M. A., Ramsey, C. B., Brooks, J. C., Johnson, R. C., Cannon, J. E., Miller, M. F. Vitamin–mineral supplementation and accelerated chilling effects on quality of pork from pigs that are monomutant or noncarriers of the halothane gene. *Journal of Animal Science*. 2001, 79, 2346–2355.
97. D’Souza, D. N., Dunshea, F. R., Warner, R. D., Leury, B. J. The effect of handling pre-slaughter and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. *Meat Science*. 1998, 50, 429–437.
98. Bertram, H. C., Purslow, P. P., & Andersen, H. J. Relationship between meat structure, water mobility and distribution—a low-field NMR study. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2002, 50, 824–839.
99. Milligan, S. D., Ramsey, C. B., Miller, M. F., Kaster, C. S., Thompson, L. D. Resting of pigs and hot-fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. *Journal of Animal Science*. 1998, 76, 74–86.
100. Bertram, H. C., Dønstrup, S., Karlsson, A. H., Andersen, H. J., Stødkilde-Jørgensen, H. (2001). Post mortem energy metabolism and pH development in porcine M. longissimus dorsi as affected by two different cooling regimes. A ^{31}P -NMR spectroscopic study. *Magnetic Resonance Imaging*. 2001, 19, 993–1000.
101. Bowker, B. C., Wynveen, E. J., Grant, A. L., Gerrard, D. E. Effects of electrical stimulation on early postmortem muscle pH and temperature declines in pigs from different genetic lines and halothane genotypes. *Meat Science*. 1999, 53, 125–133.
102. Hallund, O., Bendall, J. R. The long-term effect of electrical stimulation on the post-mortem fall of pH in the muscles of Landrace pigs. *Journal of Food Science*. 1965, 30, 296–299.

103. Fisher, A. V., Pouroos, A., Wood, J. D., Young, B. K., Sheard, P. R. Effect of pelvic suspension on three major leg muscles in the pig carcass and implications for ham manufacture. *Meat Science*. 2000, 56, 127–132.