

УДК 637.5.05

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.30>

## ВМІСТ СЕЧОВИНИ У М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ СВИНЕЙ ЯК КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Ткаченко Т.Ю. – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри технології виробництва

та переробки продукції тваринництва,

Вінницький національний аграрний університет

Поняття «якість м'яса» включає в себе широкий спектр його властивостей, що відображають харчову і біологічну цінність продукту, а також ряд певних характеристик та властивостей, наприклад: органолептичні, технологічні, гігієнічні, структурно-механічні, токсикологічні. Водночас процес підвищення споживання населенням світу білка тваринного походження поряд із неефективним використанням природних ресурсів є одним із викликів майбутнього у галузі годівлі сільськогосподарських тварин. Кормові добавки, що використовуються в годівлі, як правило, є найважливішим елементом виробництва харчових продуктів і мають безпосередній вплив на безпеку та якість продукції. Однак лише точне знання механізму дії цих засобів є передумовою їх успішного застосування.

Існуючі показники якості м'язової тканини (м'яса) свині включають вміст сухої речовини, загальну вологість, включаючи вільну та зв'язану вологу, вміст протейну, жиру, інтенсивність забарвлення, м'якість, мармуровість та інші. Окрім того, в організмі тварин, особливо свиней, відбуваються різні види метаболізму, що призводить до утворення кінцевих продуктів обміну речовин, які виводяться із сечею. Тоді виникає питання, чи повинні певні частини метаболітів залишатися в м'язовій тканині тварини і, звичайно, в їжі людини. Одним із таких метаболітів є сечовина, яка також може бути присутня в певних концентраціях в м'язовій тканині (м'ясі) свині. Тому, постає закономірне питання: скільки сечовини міститься в м'ясі свиней під впливом різних кормових факторів? В організмі свиней проходять різні типи обміну речовин з утворенням кінцевих продуктів обміну, які виводяться з сечею. Сечовина являє собою один з таких продуктів обміну. Ці фактори включають різницю в рівнях лізину в сирому білку в раціонах свиней. Для визначення свіжості м'яса існують різні тести різного характеру і складності. Наприклад, органолептичні тести оцінюють зовнішній вигляд м'яса, колір, текстуру, запах, стан жиру, сухожиль і кісткового мозку, аромат і прозорість бульйону. Однак, за такого методу дослідження отримані результати доцільно перевіряти шляхом проведення лабораторних досліджень. Мікроскопічний метод аналізу свіжості м'яса полягає у визначенні кількості бактерій і ступеня псування м'язової тканини шляхом мікроскопічного дослідження мазків. Цей метод дозволяє визначити кількість мікроорганізмів, присутніх тільки на поверхні досліджуваного об'єкта. Реакція з сульфатом міді в бульйоні визначає кількість первинних продуктів розпаду білка, що вказує на кількість білка, який залишився, яка зменшується з часом. Метод вимірювання рН м'яса досить складний, вимагає підготовки м'яса до тестування і займає значний час. Пероксидазні реакції для визначення свіжості м'яса можуть бути виконані лише в лабораторних умовах за допомогою певного набору реактивів. У статті описана методика, яка дозволяє встановити термін зберігання свинини після забою шляхом вивчення динаміки зміни вмісту сечовини протягом 6 діб після забою тварин.

**Ключові слова:** сечовина, якість м'яса, фермент, уреаз, термін зберігання.

**Tkachenko T.Yu. Urea content in pig muscle tissue as a quality assessment criterion products**

The concept of «meat quality» includes a wide range of its properties that reflect the nutritional and biological value of the product, as well as a number of certain characteristics and properties, for example: organoleptic, technological, hygienic, structural-mechanical, toxicological. At the same time, the process of increasing consumption of animal protein by the world population, along with inefficient use of natural resources, is one of the future challenges in the field of

*animal feeding. Feed additives used in feeding, as a rule, are the most important element of food production and have a direct impact on the safety and quality of products. However, only accurate knowledge of the mechanism of action of these means is a prerequisite for their successful use*

*Existing indicators of the quality of pig muscle tissue (meat) include dry matter content, total moisture, including free and bound moisture, protein, fat content, color intensity, softness, marbling, and others. In addition, in the body of animals, especially pigs, various types of metabolism occur, which leads to the formation of end products of metabolism, which are excreted in the urine.*

*Then the question arises whether certain parts of the metabolites should remain in the muscle tissue of the animal and, of course, in human food. One such metabolite is urea, which can also be present in certain concentrations in pig muscle tissue (meat). Therefore, a natural question arises: how much urea is contained in pig meat under the influence of various feed factors? Different types of metabolism take place in the body of pigs with the formation of end products of metabolism, which are excreted in the urine.*

*Then the question arises whether certain parts of the metabolites should remain in the muscle tissue of the animal and, of course, in human food. One such metabolite is urea, which can also be present in certain concentrations in pig muscle tissue (meat). Therefore, a natural question arises: how much urea is contained in pig meat under the influence of various feed factors? Different types of metabolism take place in the body of pigs with the formation of end products of metabolism, which are excreted in the urine. Urea is one of these metabolic products. These factors include differences in lysine levels in the crude protein of pig diets. To determine the freshness of meat, there are various tests of different nature and complexity. For example, organoleptic tests evaluate the appearance of meat, color, texture, smell, condition of fat, tendons and bone marrow, aroma and transparency of broth. However, with this method of research, it is advisable to check the results obtained by conducting laboratory tests. The microscopic method of analyzing the freshness of meat consists in determining the number of bacteria and the degree of deterioration of muscle tissue by microscopic examination of smears*

*This method allows you to determine the number of microorganisms present only on the surface of the object under study. The reaction with copper sulfate in the broth determines the amount of primary protein degradation products, which indicates the amount of protein remaining, which decreases with time. The method of measuring the pH of meat is quite complex, requires preparation of meat for testing and takes considerable time. Peroxidase reactions to determine the freshness of meat can be performed only in laboratory conditions using a certain set of reagents. The article describes a method that allows you to determine the shelf life of pork after slaughter by studying the dynamics of changes in the content of urea within 6 days after the slaughter of animals.*

**Key words:** *urea, meat quality, enzyme, urease, shelf life.*

**Постановка проблеми.** Правильне харчування та харчова безпека для підтримання здоров'я є першочерговими завданнями в житті кожної людини. Найважливіші продукти харчування – це ті, що містять у собі багато білка [6]. Виробництво свинини з низьким вмістом жиру та високою часткою м'яса може бути досягнуто шляхом скорочення періоду відгодівлі, зменшення утворення жиру та створення сприятливих умови для синтезу білка. Це вимагає забезпечення оптимального рівня енергії та поживних речовин, особливо біологічно цінних білків. Для зміцнення галузі свинарства в Україні необхідно значно збільшити виробництво високопротеїнових кормів. Одним із головних факторів інтенсифікації виробництва свинини є максимальне використання генетичного потенціалу продуктивності існуючих та нових порід і типів свиней. Індустріалізація свинарства призводить до того, що технології, які запроваджують, спрямовані на швидке та інтенсивне використання тварини. При цьому мало хто зважає на її фізіологічні потреби [5]. Сьогодні в усьому світі зростають вимоги споживачів до якості продукції. Перехід тваринництва на індустріальну основу і пов'язана з цим зміна умов утримання худоби призвели до появи недоброякісної продукції. М'ясо одних тварин характеризується підвищенням жорсткості, тоді як м'ясо інших тварин не проходить

процес дозрівання. Поряд з цим, оцінка свіжості продукту залишається ключовим показником. У багатьох країнах світу свинина є важливим компонентом харчування людей і протягом багатьох років лідирує у рейтингах виробництва і обсягів споживання порівняно з іншими видами м'яса. Впровадження високотехнологічних розробок, ефективних ринково орієнтованих організаційно-економічних заходів, систем маркетингу та менеджменту у поєднанні із технологічною складовою засвідчує реальну можливість інноваційного розвитку свинарства [8].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Збільшення високопротеїнових рослинних кормів, таких як соєвий шрот і макуха, введення в повнораціонні раціони свиней рослинних олій, незамінних амінокислотних добавок (лізин, метіонін і треонін), мінеральних добавок і преміксів, що містять мікроелементи, вітаміни, ферментні препарати, підкислювачі, адсорбенти та інші біологічно активні речовини, що дасть змогу значно підвищити продуктивність свиней, скоротити час вирощування та відгодівлі поросят, а також значно знизити коефіцієнт конверсії корму на одиницю продукції. З цих причин більшість господарств, що займаються промисловим свинарством і традиційними методами вирощування, в основному використовують програми годівлі, орієнтовані на конкретну групу свиней, які застосовуються в країнах Західної Європи [11].

Повноцінні протеїни (міозин, актин, міоген і ін.), до складу яких входять всі вісім незамінних для дорослої людини амінокислот (ізолейцин, валін, лейцин, триптофан, фенілаланін, лізин, треонін, метіонін, ) складають основну масу білків м'яса свиней. Співвідношення триптофану, метіоніну та лізину як найважливіших незамінних амінокислот у м'ясі – це є основою збалансованого харчування людини [7].

Дисбаланс сирого протеїну та незамінних амінокислот у раціоні свиней є результатом прогресуючого дезамінування амінокислот і подальшого синтезу сечовини в печінці тварини. Процес синтезу сечовини дуже енергоємний, і енергія, що витрачається на її синтез, виводиться з організму тварини у вигляді сечі.

Аміак утворюється в результаті дезамінування амінокислот, амідів, амінів і нуклеотидів. Окислення глутамату глутаматдегідрогеназою відбувається майже у всіх тканинах організму і є основним джерелом аміаку. Оскільки порядок амінокислот генетично детермінований, дефіцит або відсутність хоча б однієї важливої амінокислоти пригнічує синтез білка. В результаті первинна структура білка не може бути синтезована, а невикористані амінокислоти вступають у процес дезамінування [3].

В орнітиновому циклі (циклі Кребса-Хенслайта) беруть участь дві амінокислоти, яких немає в білках (орнітин і цитрулін), і дві амінокислоти, що містяться в них (аргінін і аспарагінова кислота). Було виявлено, що додавання орнітину, аргініну або цитруліну до середовища різко збільшує швидкість синтезу сечовини. На основі цих фактів і був запропонований циклічний процес синтезу сечовини, який складається з п'яти реакцій, кожна з яких каталізується унікальним ферментом [4].

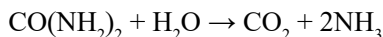
При розщепленні аміногруп в організмі утворюється велика кількість аміаку  $\text{NH}_3$ . Він також утворюється під час розщеплення нуклеотидів та амінів. Процеси дезамінування амінокислот і утворення аміаку відбуваються в тканинах по всьому організму. При надлишку аміаку організм піддається токсичному впливу, і тому існують способи його виведення. 95% аміаку виводиться з сечовиною через цикл Кребса. Ще однією функцією циклу є синтез аргініну, частково заміної амінокислоти. У печінці  $\text{NH}_3$  з'єднується з  $\text{CO}_2$ , утворюючи

карбамоїлфосфат. Карбамоїльна група карбамоїлфосфату під дією орнітин-карбамоїлтрансферази перетворюється на  $\alpha$ -амінокислоту орнітин, в результаті чого утворюється ще одна  $\alpha$ -амінокислота – цитрулін. Варто зазначити, що хоча орнітин і цитрулін є небілковими амінокислотами, це не впливає на їхню здатність як метаболітів орнітинового циклу. У наступній реакції аргінін-сукцинатсинтетаза поєднує цитрулін і аспарагінову кислоту з утворенням аргініну сукцинату (аргініносукцинату). Ця реакція використовує енергію двох макроергічних зв'язків. Аспарагінова кислота є джерелом другого атома азоту сечовини. Фермент аргінін-сукцинат-ліаза (ASL) розщеплює сукцинат-аргінін до аргініну і фумарової кислоти, при цьому аміногрупи аспарагінової кислоти включаються в молекулу аргініну. Аргінін гідролізується аргіназою з утворенням орнітину та сечовини. Утворений орнітин взаємодіє з новою молекулою сечовини, і цикл замикається [3].

Ці фактори включають відмінності у вмісті лізину в сирому протеїні в раціонах свиней. Більшість лабораторій наразі використовують готові набори різних виробників для визначення сечовини. Як правило, в інструкції до набору вказані вимоги до біологічного матеріалу та умови, за яких необхідно проводити дослідницьку роботу. При переході від одного методу визначення сечовини до іншого слід уважно ознайомитися з інструкцією, щоб уникнути можливих помилок на всіх етапах лабораторного дослідження.

Серед колориметричних реакцій сечовини найбільш відома реакція Фірона. Сечовина утворює жовту сполуку з діацетилмоноксимом. На цій реакції засновані такі методи Ормбсі, Форсел і Пальва [12].

Ферментативний уреазний метод є найбільш надійним, точним і специфічним методом вимірювання сечовини. Уреаза – це фермент, який відносно легко можна отримати з сої. Уреаза розкладає на аміак і вуглекислий газ:



Утворений аміак можна безпосередньо виміряти колориметрично за допомогою реактивів Несслера або Бертелло після дифузії в чашці Конвея або електрометрично в апараті Зелігсона після дистиляції.

Відомим методом кількісного визначення сечовини за допомогою уреазу є метод Конвея, де аміак отримується шляхом розкладання сечовини під дією уреазу. У склянці Конвея аміак поглинають розчином борної кислоти і титрують до 0,004 н. розчином соляної кислоти.

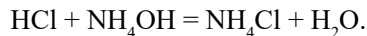
Серед усіх продуктів білкового обміну за змістом у крові тварин найбільше значення мають сечовина, алантоїн, креатин, креатинін і аміак. Вміст сечовини в крові свиней протягом доби може коливатися від 5 до 40 мг% [2].

**Постановка завдання.** Існуючими показниками якості м'язової тканини свинини (м'яса) є вміст сухої речовини, загальної вологи, включаючи вільну та зв'язану воду, вміст білка та жиру, інтенсивність кольору, ніжність, мармуровість та багато інших критеріїв. Відповідно до цього, в організмі тварини, особливо свиней, відбуваються різні метаболічні процеси, а кінцеві продукти обміну речовин утворюються і виводяться з сечею. Виникає питання, що певні частини продуктів обміну речовин залишаються в м'язовій тканині тварини (м'ясі) і, природно, також повинні залишатися в їжі людини. Одним з таких метаболітів є сечовина. Сечовина також повинна бути присутня в м'язовій тканині (м'ясі) свиней у певних концентраціях. Тому необхідно відповісти на питання, скільки сечовини міститься в свинині під впливом різних кормових факторів.

Науково-господарський дослід проводився на молодняку свиней по 12 голів у групі контролю та дослідній групі в умовах дослідного господарства ДП ДГ «Пасічна» Старосинявської ТГ Хмельницької області Інституту кормів та сільськогосподарства Поділля Національної академії аграрних наук України. Протягом усього періоду відгодівлі (109 діб), тварини споживали комбікорм, виготовлений у господарстві із зерна фуражної пшениці, силосованого вологого зерна кукурудзи, соняшникової макухи і білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД) та з додаванням для дослідної групи білково-вітамінно-мінерального преміксу (БВМП). У кінці дослідження був проведений забій 6 голів свиней по 3 голови з групи. Після проведення забою були відібрані відповідні зразки м'яса від тварин кожної з груп для проведення лабораторних досліджень. Лабораторні аналізи крові, внутрішніх органів і тканин, відібраних після проведення забою, проводилися у лабораторії Інституту кормів та сільськогосподарства Поділля НААН, м. Вінниця. Метою роботи було визначення терміну зберігання свинини після забою шляхом вивчення динаміки зміни вмісту сечовини в м'ясі протягом 6 діб після забою тварин, як показника свіжості при зберіганні.

Процес приготування соєвого (уреазного) розчину полягає в тому, що 4 г дрібно подрібненої сої розчиняють у 100 см<sup>3</sup> дистильованої води і залишають на 1 годину, потім пропускають через фільтр – тканину. До 10 мл отриманого фільтрату водної витяжки сої додається 20 мл чистої дистильованої води і краплями допомогою рН-метра вимірюють концентрацію екстракту соєвих бобів 0,1 н НСL доводимо рН до рівня 5,7–5,8 метра. Для переходу сечовини і водорозчинних білків у розчин, 5 г м'яса гомогенізують і додають до 100 мл дистильованої води, яка кип'ятить протягом 20 хвилин. Після цього фіксуємо рН розчину з кислотою реакцією та додаємо 30 мл соєвого (уреазного) розчину з рН 5,7–5,8. Потім змішуємо обидва розчини (100 мл води і 5 г м'яса з додаванням 30 мл уреазу (розчину сої) з рН 5,7–5,8), заміряємо рН та відправляємо на 1 годину для інкубації на водяну баню +37°C. Після охолодження розчину заміряємо рівень рН та титруємо 0,001 н НСL до попередньої величини рН розчину до інкубації.

Кількість сечовини визначається розрахунковим методом відповідно до реакції:



Розраховуємо вміст мг% сечовини в 100 г м'язової тканини (м'яса).

Для нейтралізації аміаку сечовини в 5 г м'яса, яка під дією уреазу розщеплюється до аміаку, витрачено 52 мл 0,001н НСL, тоді як на 100 г м'яса відповідно буде в 20 разів більше 52 мл x 20 = 1040 мл 0,001 н НСL або 1,040 мл 1 н НСL. Відповідно до реакції (НСL + NH<sub>4</sub>OH = NH<sub>4</sub>Cl + H<sub>2</sub>O) 1 мл 1 н НСL відповідає 14 мг% N, а 1,040 мл буде становити 14 мг% x 1,040 мл = 14,560 мг N. Молекулярна маса сечовини – 60 г/моль з умістом азоту 28 г, тоді 14,560 мг N буде міститися в 31,2 мг сечовини (14,56x60/28). На 100 г м'яса вміст сечовини становить 31,2 мг%.

Вміст сечовини у м'ясі свиней контрольної і дослідної групи подано в таблиці 1.

При проведенні експериментальних досліджень у зразках м'яса встановлювали вміст сечовини від першого дня забою свиней впродовж 6 діб. Досліджувані зразки зберігалися у холодильнику при температурі t°+4°C. Результати досліджень подано на рисунках 1 та 2 [1].

Таблиця 1

## Вміст сечовини у м'ясі свиней (M ± m)

№ проби після забою свиней	pH розчину до інкубації	pH розчину після інкубації	Кількість 0,001 н НСІ витраченого на титрування, мл	мг% сечовини м'язовій тканині (м'ясі)
Контрольна група				
1	5,37	5,92	50	30
2	5,40	5,90	48	29
3	5,30	5,86	52	31
M ± m				30 ± 0,33
Дослідна група				
1	5,45	5,97	46	27
2	5,55	5,75	35	22
3	5,48	5,98	46	27
M ± m				23 ± 0,96**

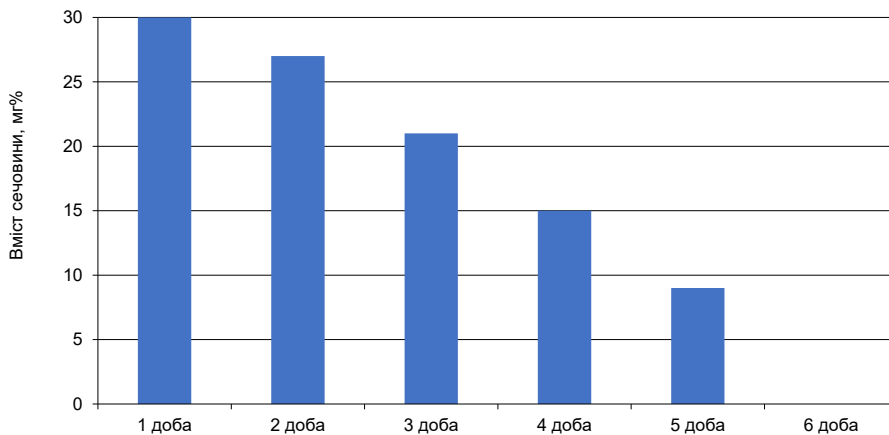
\*\* $P < 0,01$ 

Рис. 1. Уміст сечовини в м'ясі свиней, мг%

Результати дослідження вмісту сечовини у свинині при зберіганні протягом 6 діб показали, що свіжість м'яса в день забою становила 100%, тоді як свіжість м'яса на наступний день після забою становила 90%. Вміст сечовини зменшився на 10%. 3-й день – вміст сечовини знижується на 30%, що відповідає зниженню свіжості м'яса. На 4-й день – вміст сечовини знизився на 50% і, отже, в тому ж порівнянні, на 5-й день свіжість м'яса знизилася. Фактично залишилися лише сліди сечовини, а на шостий день сечовина зникла.

Для того, щоб зробити висновок про позитивний чи негативний характер даного фактору, потрібно провести додаткове дослідження в поєднанні з показниками харчової цінності м'яса. Виходячи із вищенаведеного, ступінь свіжості м'яса

можна визначити із високою точністю, завдяки прослідковуванню динаміки зміни вмісту сечовини.

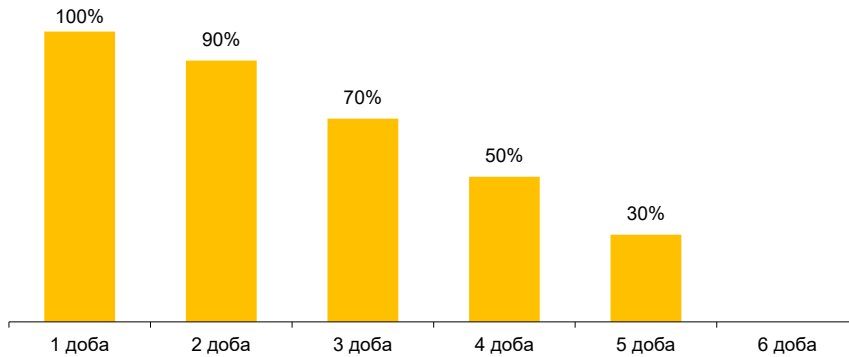


Рис. 2. Динаміка зміни вмісту сечовини в м'ясі свиней, мг%

**Висновки і пропозиції.** Свинина багата повноцінним білком, який містить комплекс незамінних амінокислот майже з усіма мінеральними речовинами, вітамінами групи В. За цими показниками вона значно перевищує інші види м'яса. В організмі людини свинина засвоюється на 90–95%, а жир на 93%. Собівартість свинини (без кісток) найнижча порівняно з іншими видами м'яса [6].

З віком м'ясо тварин стає грубішим за рахунок потовщення м'язових волокон та підвищенням маси туші [14].

Необхідно звернути увагу, чи впливає сечовина на біохімічні показники якості м'яса, адже сечовина – це небажаний інгредієнт у продуктах харчування людей. Результати досліджень показали, що вміст сечовини в м'язовій тканині свиней контрольної групи становив 25 мг%, 30 мг% та 32 мг% відповідно, тоді як у тій же дослідній групі порівняння – 19 мг%, 23 мг% та 25 мг%. Вміст сечовини в крові, м'язовій тканині (м'ясо) та печінці свиней дослідної групи був нижчим, ніж у контрольній групі, що свідчить про вищий вміст лізину в сирому протеїні в раціонах цієї групи. Вміст сечовини в крові, м'язовій тканині та печінці свиней дослідної групи був на 22–24% нижчим, а вміст лізину в сирому протеїні – в середньому на 29% вищим. Варто підкреслити, що існує зворотна кореляція між рівнем лізину в сирому протеїні корму та сечовиною в крові, м'ясі та печінці свиней. Чим вищий рівень лізину в сирому протеїні корму, тим нижчий рівень сечовини в організмі. Цей результат підтвердили й інші дослідники. Зокрема, за даними Огородник О. З., збільшення вмісту лізину в раціоні призводить до дозозалежного зниження вмісту сечовини в плазмі крові. Так, вміст сечовини в плазмі крові свиней дослідної групи знижувався на 14,5–37,2%, відповідно, порівняно з вмістом сечовини в плазмі крові свиней контрольної групи. При повноцінності та збалансованості сирого протеїну в раціоні, зменшується рівень дезамінування амінокислот, та, відповідно, затрати енергії на синтез сечовини [10].

Проведеними дослідженнями встановлено, що сечовина у процесі зберігання м'яса розщеплюється. Для того аби визначити про характер даного факту потрібно провести ряд додаткових досліджень у поєднанні з показниками харчової цінності м'яса.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Берник І. М., Кулик М. Ф., Ткаченко Т. Ю. Визначення терміну після забійного зберігання м'яса свиней. *Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси»*. 2020. Т. 8. № 15. С. 15–22.
2. Волощук О. В. Особливості обміну речовин чистопородного і помісного молодняка свиней. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. № 1(71). URL : [http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10032\\_\(дата звернення 18.04.2024\)](http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10032_(дата звернення 18.04.2024))
3. Дурст Л. Годівля сільськогосподарських тварин/Л. Дюрст, М. Вітман. Під ред. І.І. Ібатулліна, Г.В. Проваторова.– Вінниця: Нова книга, 2003.–386с.
4. Кононський О. І. Органічна хімія : Практикум: Навч. посіб. для аграр. навч. закл. III-IV рівнів акредитації із спец. «Вет. медицина». Київ : Вища школа, 2002. 247 с.
5. Кравченко О. І., Гетья А. А. Ринок свинини – сучасні вимоги класифікації туш. *Прибуткове свиначство*. 2012. № 5 (11). С. 34–42.
6. Кучерявий В.П., Трачук Є.Г., Ткаченко Т.Ю. Вплив досліджуваного препарату на відгодівельні та м'ясні якості свиней. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 3(102). С. 56–64.
7. Палко А. І., Корецман А. О. Особливості харчування населення Закарпатської області та їх вплив на розвиток патології органів травлення. *Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина»*. 2013. Вип. 1 (46). С. 171-174.
8. Маменко О. М. Наукове супроводження інноваційних технологій розвитку тваринництва. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2014. № 28. С. 54–63.
9. Трохименко В. З., Ковальчук Т. І., Захарін В. В., Безверха Л. М. Управління якістю тваринницької сировини. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво, СНАУ*. 2023. Вип. 1. С. 51-58.
10. Огородник О. З., Снітинський В. В. Вміст інсуліну, кортизолу, трийодтироніну та тироксину у плазмі крові свиней за різного рівня лізину, метіоніну і треоніну в раціоні. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин*. 2000. Вип. 2. С. 75–78.
11. Різничук І. Ф. Кишлала О. К., Степаненко А. Т., Різничук В. О. Як годувати поросят при інтенсивному виробництві свинини. *Тваринництво України*. 2015. № 10. С. 41–45.
12. Чорний М. В., Герасименко О. М., Щепетильников Ю. О., Жиліна В. М., Юхно С. С., Антоненко П. П. Гігієнічна оцінка біологічно активного препарату та його вплив на резистентність свиней. *Збірник наукових праць Вінницького НАУ*. 2011. Вип. 8(48). С. 49–53.
13. Юлевич О. І., Лихач А. В., Дехтяр Ю. Ф., Ромашкан Г. В. Залежність показників росту і розвитку поросят на відгодівлі від використання преміксу *Збірник наукових праць Вінницького НАУ*. Вінниця, 2011. № 10(50). С. 67–72.
14. Gentry J. G Impact of spontaneous exercise on performance, meat quality, and muscle fiber characteristics of growing/finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 2002. Vol. 80. P. 2833–2839.
15. Karl Schedle. Sustainable Pig and Poultry Nutrition by Improving Nutrient Use. *Journal of Land Management, Food and the Environment*. 2016. V. 1. P. 45–60.