

ГІСТОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ ЧИСТОПОРОДНИХ І ПОМІСНИХ СВИНЕЙ

Бірта Габрієлла Олександрівна

доктор сільськогосподарських наук, професор
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна
ORCID: 0000-0001-6952-7554
birta2805@gmail.com

Горячова Олена Олександрівна

кандидат технічних наук, доцент
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна
ORCID: 0000-0002-0424-4198
goryachova0ea@gmail.com

Левощко Надія Василівна

старший викладач
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна
ORCID: 0009-0007-0464-0987
levoschko.nw@gmail.com

Одарюк Дмитро Олегович

аспірант
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна
ORCID: 0009-0005-1486-2124
Odarykdima94@gmail.com

Кузьмін Олександр Олександрович

аспірант
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна
ORCID: 0009-0001-3978-336X
sanyakuzmin8350@gmail.com

В статті розглянуто результати вивчення і аналізу особливостей гістологічної будови м'язової тканини свиней при чистопородному розведенні і схрещуванні. Проведені гістологічні дослідження найдовших м'язів свиней різних порід свідчать про принципову схожість їх будови. Відмінності зводяться до різного співвідношення між сполучнотканинним компонентом м'яза, жировою тканиною і м'язовими волокнами.

У свиней при досягненні 100 кг живої маси у найдовшому м'язі спини переважають м'язові волокна полігональної форми діаметром 29-58 мкм. Їх частка становила від 67,6 мкм (велика біла порода) до 71,7 мкм (помісі – велика біла х миргородська).

М'язових волокон малого діаметра (до 29мк) у помісей менша кількість – 22,9% в порівнянні з великою білою – 28,7% та миргородською – 25,9%.

На поперечних зрізах найдовшого м'яза спини чітко виявляються м'язові пучки першого порядку, відмежовані один від одного ніжними прошарками сполучної тканини. Три-п'ять таких пучків об'єднуються сполучнотканинними прошарками у пучки другого порядку, які в свою чергу утворюють пучки третього порядку.

У найдовшому м'язі спини великої білої породи сполучнотканинні прошарки між м'язовими пучками менш виражені. У тварин миргородської породи ці прошарки значно грубіші і мають порівняно невелику кількість прошарків.

Порівнянням даних щодо скупчення внутрішньом'язових жирових відкладень між досліджуваними групами тварин встановлено дещо нижчий процент жиру на поперечних зрізах м'яза свиней миргородської породи. Між підсвинками великої білої породи і помісями значної різниці не виявлено.

У помісей ВБхМ дещо більший процент м'язових волокон діаметром від 29 до 58 мкм і понад 60 мкм. М'язових волокон малого діаметра (до 29 мкм) у помісей порівняно велика кількість – 22,9%.

Встановлені деякі корелятивні взаємозв'язки між розвитком структурних елементів м'язової тканини та продуктивністю тварин.

Ключові слова: порода, м'ясо, гістоструктура, м'язова тканина, м'язові волокна, найдовший м'яз, міжпучковий жир, сполучна тканина.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.2.3>

Продуктивність тварин і якість тваринницької продукції залежать від їх генетичних особливостей, статі, віку, фізіологічного стану організму, а також від умов зовнішнього середовища. Останнім часом зростає попит на нежирну свинину, тому велика увага повинна приділятися не тільки кількісним, але і якісним показникам (Рибалко, 2006, Топіха та ін., 2008).

Свинина відрізняється високою харчовою цінністю і також використовується для виробництва широкого асортименту м'ясних виробів. Перетравність м'яса свиней 95%, шпик – 98%. Високий вміст повноцінного легкозасвоюваного білка і незамінних амінокислот, відносно низький відсоток неповноцінних білків колагену і еластину виділяє свинину серед інших видів м'яса. Присутність жирової тканини додає м'ясу свинини калорійність, ніжність і аромат (Бірта, 2011, Лихач та ін., 2020).

З усіх показників, які мають безпосереднє відношення до розвитку м'язової тканини і самих тварин, а також підвищення їх м'ясної продуктивності є збільшення розмірів м'язових волокон. Цей показник, у свою чергу, є об'єктивним критерієм щодо виходу пісного м'яса з туші (Горбатенко та ін., 2006, Коновалов та ін., 2011).

Кількість і якість основних компонентів мускулатури багато в чому визначають смакові достоїнства м'яса. Співвідношення між структурними елементами є також важливим показником оцінки якості м'яса. Грубоволокнистість сполучної тканини знижує харчову цінність м'яса, а накопичення в ньому жиру і дифузність його розподіл значно покращує харчові і смакові цінності.

Для якісної характеристики м'яса має значення не лише кількість жиру в м'язовій тканині, але й дифузність його розподілу. Міжпучковий жир розміщується в прошарках сполучної тканини м'ясо-сальних свиней у вигляді невеликих скупчень. У м'ясних тварин жирові клітини розміщені більш дифузно між окремими м'язовими пучками й доволі часто зустрічаються в середині пучків між окремими м'язовими волокнами, що робить тканину більш ніжною. На ніжність м'яса також у значній мірі впливає структура волокон і м'язових пучків, а також вміст жиру та його розташування (Бірта, 2009).

Породні відмінності якості свинини базуються на кількісному співвідношенні та ступені формування м'язової й жирової тканин. М'ясо свиней сальних і м'ясо-сальних порід уже до 5-6-місячного віку має комплекс хімічних і фізико-біологічних властивостей, які визначають його зрілість, а м'ясних і беконних – до 6-7-місячного. (Бондаренко та ін., 2021).

Серед важливих факторів оптимізації, що обумовлюють бажане співвідношення кількісних і якісних показників м'яса свиней, основними є генотип та жива маса. Доведено, що в оптимальних умовах, м'ясність свиней на 63,7% визначається їх генетичними особливостями і тільки на 36,3% – всіма іншими факторами (Neuer, 2004).

По самій структурі м'язової тканини існують породні відмінності. Смакові якості м'яса в значній мірі залежить від наявності в ньому жирової тканини. Це цілком породна ознака і селекції піддається важко. Породи свиней з максимальним вмістом підшкірного жиру в середньому мають в м'ясі таке співвідношення тканин:

м'язова – 88,78%, жирова – 9,11% і сполучна – 2,11%. Тварини ж з мінімальною кількістю жирової тканини (м'ясні породи, лінії та типи) мають в м'ясі на 6% більше м'язової тканини, на 5% менше жирової і на 0,02 – сполучної. (Баньковська, 2017)

За даними (Трончук, 2008, Коваленко та ін., 2019) коефіцієнт кореляції між діаметром м'язових волокон та породою доволі високий і складає +0,39, а вплив породи на мінливість цієї ознаки дорівнює 14,9%. В зв'язку з цим для виробництва м'ясних продуктів високої смакової якості необхідно розводити вітчизняні породи, а для прискорення селекційного процесу по збільшенню виходу м'яса використовувати кнурів м'ясного напрямку продуктивності.

Дослідження відмінностей гістологічних профілів найдовшого м'яза спини свиней різних порід (Крамаренко та ін., 2019) показало, що середні значення діаметру м'язового волокна у свиней коливалися від 16 (Д × Л) до 43 μ (Л × ВБ). Значення фрактальної розмірності варіювали від 1,808 до 1,886 (R² = 0,9938-0,9998). Всі характеристики гістологічного профілю суттєво корелюють із оцінками фрактальної розмірності. Висока кореляція (r=0,735; p =0,015) була отримана між середнім вмістом жиру, вимірним методом гістологічного аналізу, та оцінками фрактальної розмірності у різних генетичних групах свиней. Всі генетичні групи свиней можна віднести до трьох кластерів, що характеризується різними властивостями м'язової тканини, на підставі отриманих оцінок фрактальної розмірності.

Доведено інформаційне значення використання фрактального аналізу при дослідженні характеру текстури та ступеня мармуровості яловичини (Chang et al., 2010, Chen et al, 2012). Використовувався фрактальний аналіз й для дослідження характеру розміщення внутрішньом'язового жиру у м'ясі свиней різних порід (Chen et al., 2008; Serrano et al, 2013).

Вивчення гістоструктури найдовшого м'яза у чистопородних і помісних поросят в умовах різних технологій утримання показало, що в умовах трифазної технології найменший діаметр м'язових волокон був у чистопородних поросят першої групи. За діаметром волокон помісні тварини, які вирощувалися на традиційній технології, мало чим відрізнялися від тварин на глибокій незмінній підстилці. (Коваленко та ін., 2010).

Матеріал і методи дослідження. Дослідженнями передбачалось вивчення і аналіз особливостей гістологічної будови м'язової тканини свиней при чистопородному розведенні і схрещуванні.

При контрольному забої тварин живою масою 100 кг були відібрані зразки м'язової тканини найдовшого м'язу спини. Пробі фіксували у 10-процентному розчині нейтрального формаліну. Виготовлення гістопрепаратів та їх аналіз здійснювали за загальноприйнятими методиками.

Результати і обговорення. Досліди показали, що в м'язовій тканині помісних свиней більший діаметр м'язових волокон (табл.1). У цих тварин дещо більший процент м'язових волокон діаметром від 29 до 58 мкм (71,7%) і понад 60 мкм (3,6%). М'язових волокон малого діаметра (до 29мкм) у помісній менша кількість – 22,9%

в порівнянні з великою білою – 28,7% та миргородською – 25,9%. Це свідчить про те, що на даному етапі розвитку у помісних тварин ще досить активно проходять процеси фізіологічної регенерації.

Однак харчова цінність м'яса залежить не тільки від діаметра м'язових волокон. На ці властивості більше впливає сполучна тканина, її розвиток, поширення та структура.

Таблиця 1

Наявність м'язових волокон різного діаметра у дослідях груп тварин,%

Діаметр м'язових волокон, мкм	Велика біла (ВБ)	Миргородська (М)	Помісі ВБхМ
5,6-28	28,7	25,9	22,9
29-58	67,6	70,1	71,7
60 і більше	0,8	1,8	3,6

Еластичні волокна в міжм'язовій сполучній тканині 6-7-місячних свиней розвинуті дуже слабо і істотно на якість м'яса не впливають. На поперечних зрізах найдовшого м'яза спини чітко виявляються м'язові пучки першого порядку, відмежовані один від одного ніжними прошарками сполучної тканини. Три-п'ять таких пучків об'єднуються сполучнотканинними прошарками у пучки другого порядку, які в свою чергу утворюють пучки третього порядку.

Сполучна тканина між м'язовими пучками третього порядку більш груба, колагенові волокна в ній являють собою досить щільні тяжі, а в місцях зіткнення трьох-чотирьох м'язових пучків спостерігаються великі колагенові вузли.

У найдовшому м'язі спини великої білої породи сполучнотканинні прошарки між м'язовими пучками менш виражені. У тварин миргородської породи ці прошарки значно грубіші і мають порівняно невелику кількість прошарків. Поперечні зрізи найдовшого м'яза спини помісей характеризуються середнім розвитком сполучної тканини та найбільшою кількістю жирових прошарків у них порівняно з тваринами великої білої та миргородської порід.

Аналіз гістопрепаратів на ліпіди показав, що в прошарках сполучної тканини між м'язовими волокнами та пучками трапляються скупчення жирових клітин. Одержані дані дозволяють зробити висновок, що тут локалізуються нейтральні ліпіди. Між м'язовими пучками другого і, особливо, третього порядків спостерігаються значні скупчення жирових клітин. Менших розмірів такі скупчення між м'язовими пучками першого порядку. Досить рідко трапляються жирові клітини між м'язовими волокнами всередині пучка.

Порівнянням даних щодо скупчення внутрішньом'язових жирових відкладень між досліджуваними групами тварин встановлено дещо нижчий процент жиру на поперечних зрізах м'яза свиней миргородської породи. Між підсвинками великої білої породи і помісями значної різниці не виявлено.

При аналізі цих препаратів виявляють волокна таких типів. Світлі, які мають рівномірно і щільно розташовані міофібрили і не містять ліпідних включень у саркоплазмі. Ці волокна звичайно полігональної форми, розташовані по периферії м'язового пучка і значно більшого попереч-

ного діаметра, ніж усі інші. Міоглобін у цих волокнах не виявляється. У перехідних волокнах міофібрили розташовані рівномірно, однак рідше.

Ліпидовмісні волокна звичайно округлої форми, розташовані групами, по два-десять волокон всередині пучка. У м'язовому пучку першого порядку таких груп ліпидовмісних волокон буває від одного до шести, частіше дві-три. Їх кількість залежить від величини пучка. Це найменші волокна. Міофібрили в них трапляються рідко, в саркоплазмі часто зустрічаються великі і маленькі включення ліпідів.

Великі включення ліпідів розташовані в більшості випадків по периферії волокон. Всередині ліпидовмісних виявляють велику кількість міоглобіну, що свідчить про активний перебіг енергетичних процесів у них.

Кількість міоглобіновмісних волокон на 1мм² помісей була дещо більшою, ніж у миргородських, і меншою, ніж у великих білих. Ліпидовмісні волокна є молодими, ростучими. У досліджуваних підсвинків на даному етапі розвитку (6,5-7 місяців) ще досить інтенсивно проходять процеси фізіологічної регенерації. Це також підтверджується даними кількісного підрахунку м'язових волокон, які мають дегенеративні зміни. Таких волокон у м'язовій тканині помісних тварин значно менше, ніж у великих білих та миргородських.

Біометрична обробка дала можливість встановити позитивну кореляцію між середньодобовим приростом та діаметром м'язових волокон $r=+0,20$, між площею «м'язового вічка» та діаметром волокон $r=+0,26-0,57$, площею «м'язового вічка» та процентом м'язової тканини в поперечному зрізі м'яза $r=+0,31-0,35$, а також негативну кореляцію між витратами корму та діаметром волокон $r=+0,20-0,40$.

Висновки. Аналіз особливостей гістологічної будови найдовшого м'яза спини показав, що виявлена породна специфіка формування м'язових волокон дослідних груп тварин.

В результаті схрещування свиней великої білої породи з тваринами миргородської породи спостерігається яскраво виражена динаміка на рахунок зміни товщини м'язових волокон в напрямку їх потовщення.

У помісей дещо більший процент м'язових волокон діаметром від 29 до 58 мкм і понад 60 мкм. М'язових волокон малого діаметра (до 29 мкм) у помісей порів-

няно велика кількість – 22,9%. Це свідчить про те, що на даному етапі розвитку у помісних тварин ще досить активно проходять процеси фізіологічної регенерації.

Встановлені деякі корелятивні взаємозв'язки між розвитком структурних елементів м'язової тканини та продуктивністю тварин.

Бібліографічні посилання:

1. Bankovska I.B. (2017). Obgruntuvannya ta rozrobka systemy otsinky, prohnozuvannya i optymizatsii vyrobnytstva yakisnoi produktsii svynarstva. [Justification and development of a system of evaluation, forecasting and optimization of the production of high-quality pig products]. Mykolaiv, (in Ukrainian).
2. Birta H. O. (2009). Histologichni doslidzhennia naidovshoho m'яза spyny svynei riznoho napriamu produktyvnosti [Histological studies of the longest back muscle of pigs of different productivity directions]. Poltava, Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. Vol. 1, 62–65. (in Ukrainian).
3. Birta H. O. (2011). Morfolohichni sklad tush pomisnykh svynei [Morphological composition of domestic pig carcasses]. Poltava, Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. Vol. 4, 72-74. (in Ukrainian).
4. Bondarenko V. V., Hlavatchuk V. A. (2011). Yakist m'яsa u svynei za vykorystannia u hodivli kormovykh dobavok: Monohrafiia [Meat quality in pigs due to the use of feed additives in feeding: Monograph]. Vinnytsia: RVV VNAU, (in Ukrainian).
5. Chang R., Wei Y., Ma L. (2010). The judgment of beef marble texture based on the MATLAB image processing technology. International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (Nanchang, October 22–25, 2010). – Berlin, Heidelberg : Springer, P. 106–112.
6. Chen J., Liu M., Zong L. (2012). The fractal dimension research of Chinese and American beef marbling standards images. International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture. Berlin, Heidelberg: Springer, P. 199–209.
7. Chen K. Qin C. (2008). Fractal feature analysis of beef marbling patterns. International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture. Boston (MA): Springer, P. 2177–2186.
8. Heyer A. (2004). Performance, carcass and meat quality in pigs influence of rearing system, breed and feeding: doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 54 p.
9. Horbatenko I.Iu., Hyl M.I. (2011). Biolohiia produktyvnosti silskohospodarskykh tvaryn [Biology of productivity of agricultural animals]. Mykolaiv, (in Ukrainian).
10. Konovalov I. V., Lykhach V.Ia., Luhovyi S.I. (2011). Histologichna budova m'язovoi tkanyny svynei [Histological structure of muscle tissue of pigs]. Kherson, Tavriiskyi naukovi visnyk. Vol. 76, 282–286. (in Ukrainian).
11. Kovalenko B.P., Shevchenko O.B. (2019). Otsinka yakosti m'яsa svynei riznykh henotypiv pry chystoporodnomu rozvedenni ta skhreshchuvanni [Assessment of meat quality of pigs of different genotypes during purebred breeding and crossing]. Veterynariia, tekhnolohiia tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannya. Vol.3, 201-206. (in Ukrainian).
12. Kovalenko R.O., Yesina E.V., Povod M.H., Martseniuk I.V. (2010). Vplyv tekhnologii vyroshchuvannya svynei riznykh henotypiv na histostrukturu naidovshoho m'яза [The influence of technologies of raising pigs of different genotypes on the histostructure of the longest muscle]. Dnipropetrovsk. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu. Vol. 2, 103-105. (in Ukrainian).
13. Kramarenko O. S., Kramarenko S. S., Lykhach A. V., Lykhach V. Ya. (2019). Fraktalni analiz histostruktury m'язovoi tkanyny svynei: poperedni rezultatyrezultati [Fractal analysis of the histostructure of porcine muscle tissue: preliminary results]. Harkiv, Naukovo-tekhnichnyi biuletен IT NAAN. Vol. 121, 146-156. (in Ukrainian).
14. Lykhach V. Ya., Lykhach A.V. (2019). Tekhnologichni innovatsii u svynarstvi: monohrafiia [Technological innovations in pig farming: monograph]. Kyiv. FOP Yamchynskiy O.V., (in Ukrainian).
15. Rybalko V. P. (2006). Tendentsii i napriamy rozvytku svynarstva. [Trends and directions of development of pig farming]. Kyiv. Efektyvne tvarynnytstvo. Vol. 7, 7–11. (in Ukrainian).
16. Serrano S. Perán F., Jiménez-Hornero F. J. (2013). Multifractal analysis application to the characterization of fatty infiltration in Iberian and White pork sirloins. Meat science. P. 723–732.
17. Topiha V. S. Tribat R. O., Lugovij S. I., Lihach V. Ya. (2008). M'ясni henotypy svynei pviddennoho rehionu Ukrainy: monohrafiia [Meat genotypes of pigs of the southern region of Ukraine: Monograph]. Mykolaiv : MDAU, (in Ukrainian).
18. Tronchuk I.S. (2008). Fiziologichni ta tekhnologichni osnovy intensyfikatsii vyrobnytstva vysokoiakisnoi yalovychny v Ukraini [Physiological and technological bases of intensification of high-quality beef production in Ukraine]. Poltava, Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. Vol. 3, 60–66. (in Ukrainian).

Birta G. O., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine

Goryachova O. O., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine

Levoshko N. V., Senior Lecturer, Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine

Odaryuk D. O., Postgraduate, Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine

Kuzmin O. O., Postgraduate, Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine

Histostructural analysis of muscle tissue of purebred and crossbred pigs

The article examines the results of the study and analysis of the features of the histological structure of the muscle tissue of pigs during purebred breeding and crossbreeding. The conducted histological studies of the longest muscles of pigs of different breeds testify to the fundamental similarity of their structure. The differences come down to the different ratio between the connective tissue component of the muscle, adipose tissue and muscle fibers.

In pigs, upon reaching 100 kg of live weight, the longest muscle of the back is dominated by polygonal muscle fibers with a diameter of 29-58 μm . Their share was from 67.6 μm (large white breed) to 71.7 μm (crossbreeds – large white x Myrhorodska).

Small-diameter muscle fibers (up to 29 μm) in crossbreeds are less – 22.9% compared to large white – 28.7% and Mirgorod – 25.9%.

On the transverse sections of the longest muscle of the back, muscle bundles of the first order, separated from each other by delicate layers of connective tissue, are clearly visible. Three to five such bundles are united by connective tissue layers into bundles of the second order, which in turn form bundles of the third order.

In the longest back muscle of the large white breed, the connective tissue layers between the muscle bundles are less pronounced. In animals of the Myrhorod breed, these layers are much coarser and have a relatively small number of layers.

A comparison of the data on the accumulation of intramuscular fat deposits between the studied groups of animals revealed a slightly lower percentage of fat on cross-sections of the muscle of pigs of the Myrhorod breed. No significant difference was found between piglets of the large white breed and crossbreeds.

The VBxM crossbreeds have a slightly higher percentage of muscle fibers with a diameter of 29 to 58 μm and more than 60 μm . Crossbreeds have a relatively large number of small-diameter muscle fibers (up to 29 μm) – 22.9%.

Some correlative relationships between the development of structural elements of muscle tissue and the performance of animals have been established.

Key words: *breed, meat, histostructure, muscle tissue, muscle fibers, longest muscle, interfascicular fat, connective tissue.*