



when not only the ambient temperature changed, but also a powerful feed factor – a change in diet composition.

It is noted that in the first half of lactation the calf birth factor has the greatest impact on milk production when all body functions are directed to milk production. The impact of any other positive and negative factors is reduced to a minimum, even a change in the composition of the diet in the summer. At the same time, in the second half of lactation, when the intensity of milk formation decreases, an ambient temperature increase a negative impact on it and the level of productivity of dairy cows decreased.

It has been established that such a technological factor as an increase of the ambient temperature above the comfort, negatively affects both the milk and meat productivity of animals, and the means of protection against the influence of this temperature factor should be the creation of the comfortable conditions of animals.

Keywords: temperature, negative impact, environment, adaptation, comfortable conditions, bulls, cows, meat and milk production

DOI 10.32900/2312-8402-2019-121-146-156

УДК 636.4:591.86:57.087

ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГІСТОСТРУКТУРИ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ СВИНЕЙ: ПОПЕРЕДНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Крамаренко О. С., к. с.-г. н.

Крамаренко С. С., д. б. н., доцент

Лихач А. В., к. с.-г. н., доцент

Лихач В. Я., д. с.-г. н., доцент

Миколаївський національний аграрний університет

Метою даного дослідження було вивчення відмінностей гістологічних профілів найдовшого м'яза спини (*m. longissimus dorsi*) свиней різних порід – великої білої (ВБ), української м'ясної (УМ), дюрок (Д) та ландрас (Л).

Всього до аналізу було включено 100 чистопородних (ВБ × ВБ, УМ × УМ, Д × Д та Л × Л) та помісних свиней (ВБ × Д, Д × ВБ, Л × Д, Д × Л, Л × ВБ та ВБ × Л). Було визначено діаметр м'язового волокна і співвідношення м'язової тканини та внутрішньом'язового вмісту жиру.

Структура м'яса свиней розглядалася як фрактал і було зроблено припущення, що зображення гістологічного профілю може бути описано на підставі оцінок фрактальної розмірності (FD). Для кількісного аналізу гістологічних зображень м'язової тканини було використано оцінки фрактальної розмірності, розраховані з використанням box-counting алгоритму. Оцінки фрактальної розмірності були отримані з використанням спеціального програмного забезпечення Fractalyse – Fractal Analysis Software v. 2.4.1.

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 ($R^2 = 0,9938-0,9998$). Всі характеристики гістологічного профілю суттєво корелюють із оцінками фрактальної розмірності. Висока кореляція ($r=0,735$; $p=0,015$) була отримана між середнім вмістом жиру, виміряним 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.

Оцінки фрактальної розмірності можуть бути використані для характеристики патернів розподілу м'язових волокон та внутрішньом'язового жиру на підставі зображень гістологічних профілів.

Ключові слова: **гістологічний профіль, найдовший м'яз спини, свині, фрактальна розмірність.**

Якість м'яса має генетичну обумовленість і змінюється залежно від породи, живої маси, віку тварин та умов зовнішнього середовища. Породні відмінності щодо якості свинини базуються на кількісному співвідношенні та ступені формування м'язової й жирової тканин [1, 2].

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 цих пучків, що робить тканину більш ніжною. Від кількості, властивостей і розміщення сполучної тканини залежить ніжність м'яса. На ніжність м'яса також у значній мірі впливає структура волокон і м'язових пучків, а також вміст жиру та його розташування [3].

На початку 2000-х років було запропоновано принципово новий підхід до оцінювання характеру взаємного розміщення м'язових пучків та внутрішньом'язового жиру, що базується на аналізі цифрових зображень гістологічних препаратів із використанням алгоритму фрактального аналізу [4]. Основним елементом фрактального аналізу є розрахунок фрактальної розмірності (*fractal dimension - FD*), що є мірою самоподібності й може приймати неціле значення [5].

Вже доведено інформаційне значення використання фрактального аналізу при дослідженні характеру текстури та ступеня мармуровості яловичини [6, 7]. При цьому, оцінки фрактальної розмірності зразків можуть бути використані, навіть, для визначення країни їх походження [8]. Використовувався фрактальний аналіз й для дослідження характеру розміщення внутрішньом'язового жиру у м'ясі свиней різних порід [9].

Таким чином, основною метою нашого дослідження став аналіз гістоструктури м'язової тканини свиней різних порід та їх поєднань із використанням фрактальної розмірності.

Матеріали та методи досліджень. Для проведення дослідження було сформовано десять груп тварин (табл. 1), які представляли собою нащадків різних поєднань чотирьох порід свиней – великої білої (ВБ), української м'ясної (УМ), дюрка (Д) та ландрас (Л). Свині належали до ПрАТ «Племзавод «Степной» Запорізької області, СВК «Агрофірма «Миг-Сервіс-Агро» Миколаївської області й ТОВ «Гаврійські свині» Херсонської області.

Для вивчення гістологічних особливостей м'язової тканини у свиней дослідних груп (при досягненні ними живої маси 100 кг) були відібрані зразки найдовшого м'язу спини (*m. longissimus dorsi*) у кількості 10 шматочків з кожної групи розміром 2×2×2 см, які відразу фіксувалися у 10 % розчині нейтрального формаліну протягом доби. Для подальшого збереження зразки переносилися у 5 % розчин нейтрального формаліну. Виготовлення гістопрепаратів, а також їх аналіз здійснювали за загальноприйнятою методикою [10].

Породний склад дослідних груп свиней різних порід та поєднань

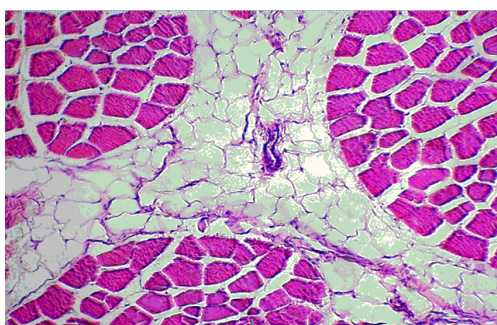
Група	Порода	
	свиноматки	кнур
1	ВБ	ВБ
2	УМ	УМ
3	Д	Д
4	Л	Л
5	ВБ	Д
6	Д	ВБ
7	Л	Д
8	Д	Л
9	Л	ВБ
10	ВБ	Л

Світлооптичні дослідження ділянок м'язової тканини проводили за допомогою світлового мікроскопа «E. Leitz «diaplan» Wetzlar» (Німеччина) і галогенового освітлювача «Linvatec-2» (США) номінальною потужністю 10-240 Вт. Додаткове контрастування мікропрепаратів виконувалося за допомогою мультиформних фільтрів «ФГПМ-3Х» (Російська Федерація).

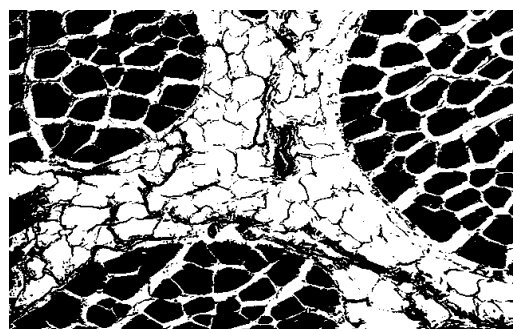
Морфометричне дослідження тканинних структур виконано за допомогою вбудованого стандартного окуляр-мікрметра, а також з використанням градуйованої накладної сітки (окуляр 7x (Гюйгенса), об'єктив 60x, «Аро-Plan IRIS»).

Мікрофотографування гістозрізів здійснювалося цифровою камерою «Nikon D-60» (Японія), із застосуванням триокулярної насадки 1,6x (Російська Федерація) та комп'ютерного визначника експозиції зйомки «Minolta-EK» (Японія). Визначення діаметра м'язових волокон і співвідношення структурних компонентів м'язової тканин свиней різних дослідних груп здійснювали за методикою М. С. Козія та В. О. Іванова [11].

Для проведення фрактального аналізу всі вихідні кольорові електронні зображення (у форматі bmp) були перетворені у чорно-білі, де чорним кольором були позначені окремі пучки м'язів, а білим – сполучна та жирова тканина (рис. 1).



А



Б

Рис. 1. Поперечний зріз найдовшого м'язу спини свиней 1-ої групи: А – кольорове зображення (гематоксилін Бемера, фуксилін Харта в модифікації; коригувальний фільтр «ФГПМ-3Х», 80x); Б – чорно-біле зображення.



Розрахунок величини фрактальної розмірності (FD) гістопрепаратів м'язової тканини свиней дослідних груп було проведено з використанням *box-counting* алгоритму [12]. Для цього, вся поверхня зображення вкривалася сіткою із квадратів, що мали сторону ϵ пікселей. Величина ϵ поступово збільшувалася – 1, 2, 4, 8, 16, ... 512 пікселей (рис. 2).

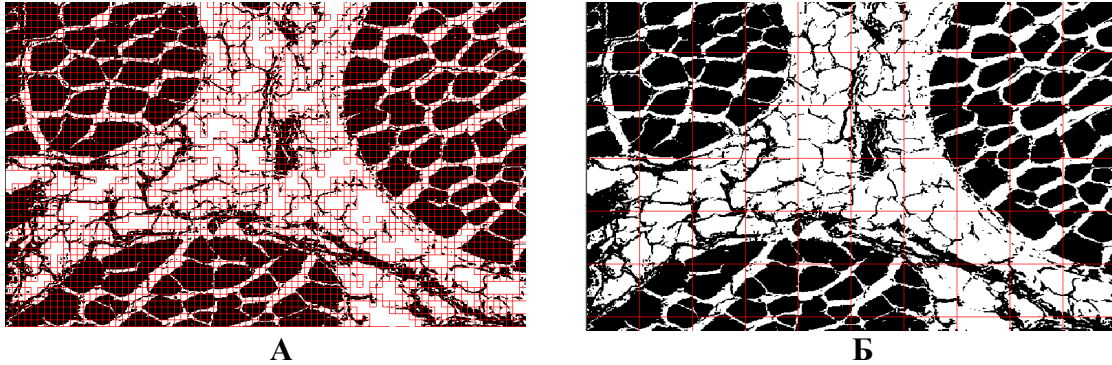


Рис. 2. Зображення рис. 1Б, вкрите сіткою із різною величиною ϵ :
 А - $\epsilon = 2$ пікселя; Б - $\epsilon = 16$ пікселей.

Для кожного значення ϵ було підраховано кількість квадратів, що містили чорні елементи зображення – $N(\epsilon)$.

Співвідношення між $N(\epsilon)$ та ϵ може бути описано наступною формулою:

$$\log N(\epsilon) = \alpha - \beta * \log(\epsilon),$$

де α – постійна величина, а коефіцієнт β представляє собою оцінку фрактальної розмірності (FD), що може бути розрахована з використанням алгоритму лінійного регресійного аналізу (рис. 3).

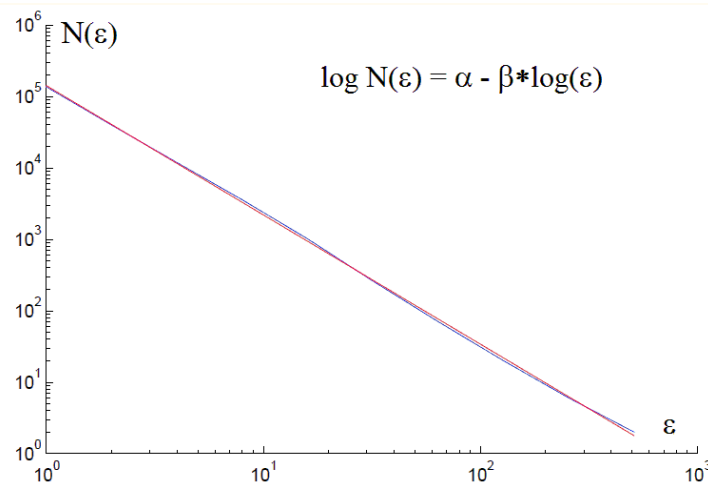


Рис. 3. Графік залежності між $N(\epsilon)$ та ϵ у бі-логарифмічному масштабі (наведено фактичну та модельну лінію регресії).

Фрактальний аналіз зображень та оцінювання FD було проведено за допомогою спеціального програмного забезпечення Fractalyse - Fractal Analysis Software v. 2.4.1. (www.fractalyse.org).

Розрахунок коефіцієнтів парної лінійної кореляції між оцінками FD та діаметром м'язового волокна і часткою паренхімної тканини гістологічних зразків



свиней різних дослідних груп було проведено за допомогою програми PAST v. 2.14 [13].

Результати досліджень. Із збільшенням середнього діаметру м'язового волокна свиней дослідних груп проглядається тенденція до збільшення площі паренхімної тканини в зразках. Але при цьому, найвищі оцінки частки паренхімної тканини було відмічено серед 7-ої та 8-ої груп свиней (прямі та реципрокні схрещування свиней порід Л та Д) із найнижчим діаметром м'язового волокна (16-18 мкм), а також наявністю між їх м'язовими волокнами малої кількості сполучної тканини (рис. 4).

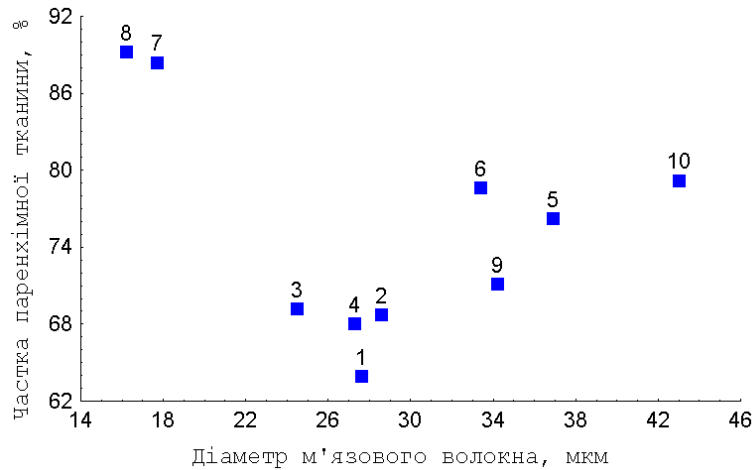


Рис. 4. Залежність між середнім діаметром м'язового волокна та часткою паренхімної тканини гістопрепаратів свиней дослідних груп.

Таким чином, проглядається два основних патерни формування м'язової тканини найдовшого м'язу спини свиней – із великими у діаметрі м'язовими волокнами, що мають гетерогенне розміщення, простір між якими заповнений жировою та/або сполучною тканиною, та із вузькими м'язовими пучками, розміщеними дуже щільно, простір між якими майже не заповнений.

Оцінки фрактальної розмірності гістопрепаратів дослідних груп свиней варіювали від $FD = 1,808$ (група 4) до $FD = 1,886$ (група 10). При цьому, коефіцієнт детермінації (R^2), що оцінював міру точності отриманих величин, мав дуже високі значення – 0,9938-0,9998 (табл. 2).

Таблиця 2

Оцінки фрактальної розмірності (FD) гістопрепаратів свиней дослідних груп

Група	Фрактальна розмірність (FD)	Коефіцієнт детермінації (R^2)
1	1,809	0,9964
2	1,833	0,9942
3	1,817	0,9940
4	1,808	0,9974
5	1,842	0,9996
6	1,812	0,9978
7	1,869	0,9986
8	1,872	0,9990
9	1,850	0,9998
10	1,886	0,9938



Оцінки фрактальної розмірності гістологічних зразків були тісно пов'язані із морфологічними характеристиками м'язової тканини свиней. Так, було відмічено позитивну залежність між оцінками фрактальної розмірності та середнім діаметром м'язового волокна найдовшого м'язу спини свиней дослідних груп (рис. 5). Значення коефіцієнту парної лінійної кореляції між ними (при виключенні свиней 7-ої та 8-ої груп) складало $r = 0,850$ ($p = 0,008$).

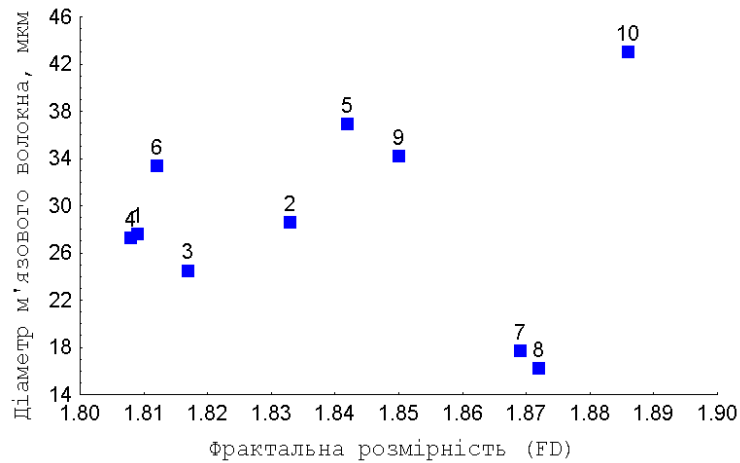


Рис. 5. Залежність між фрактальною розмірністю (FD) та середнім діаметром м'язового волокна гістопрепаратів свиней дослідних груп.

Суттєву позитивну кореляцію було відмічено також між оцінками фрактальної розмірності (FD) гістологічних зразків та часткою жирової тканини - $r = 0,735$ ($p = 0,015$). При цьому, тварини 7-ої та 8-ої груп в цьому випадку вже не «випадали» із загальної тенденції (рис. 6).

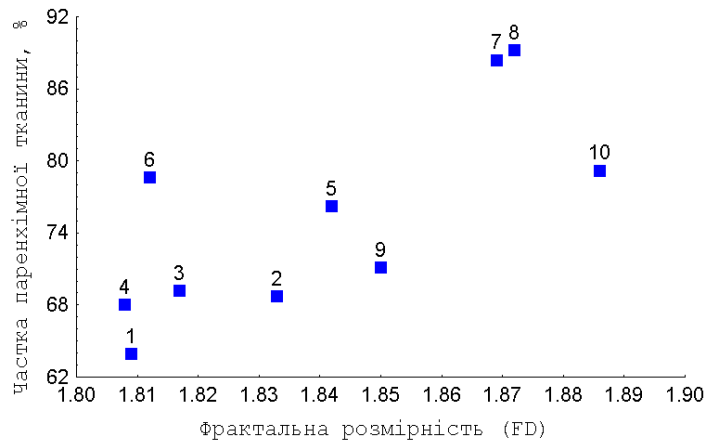
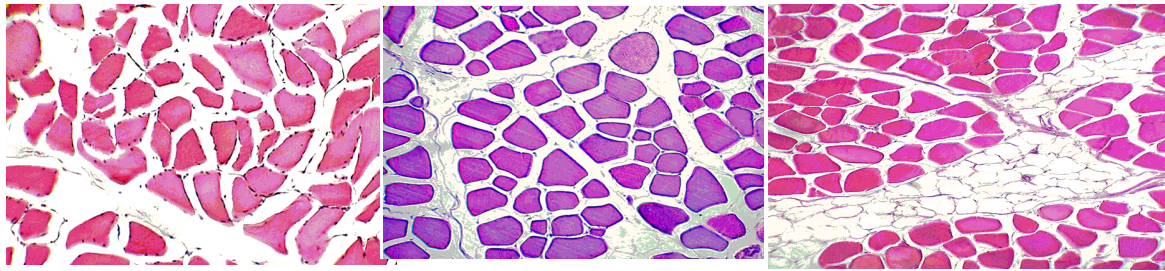


Рис. 6. Залежність між фрактальною розмірністю (FD) та часткою паренхімної тканини гістопрепаратів свиней дослідних груп

На підставі отриманих оцінок фрактальної розмірності всі дослідні групи свиней можна віднести до трьох кластерів, що характеризуються різними механізмами формування м'язової тканин найдовшого м'язу спини. Кластер А включав тварин, які мали найнижчі оцінки фрактальної розмірності ($FD = 1,808-1,817$). Це свині 1-ої, 3-ої, 4-ої та 6-ої груп (рис. 1, 7). Для цих тварин характерно наявність м'язових пучків різного розміру та форми, що розміщені випадковим чином, а простір між якими заповнено прошарками жирової та/або сполучної тканини різ-



ної щільності. За органолептичними показниками м'ясо свиней цих генетичних груп характеризується підвищеною жирністю.



3-я група

4-а група

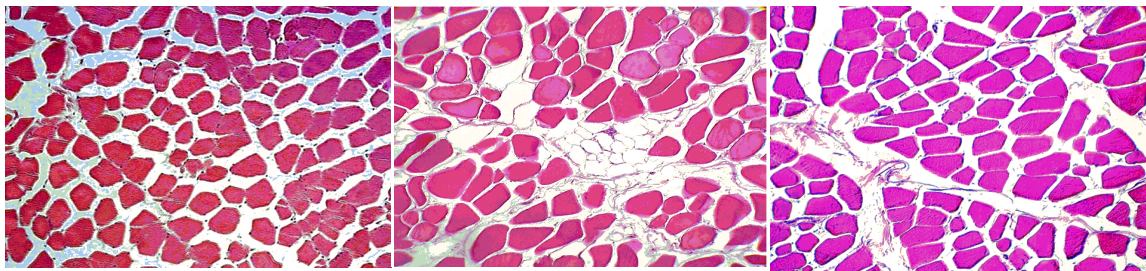
6-а група

Рис. 7. Поперечний зріз найдовшого м'язу спини свиней 3-ої, 4-ої та 6-ої груп.

Кластер Б включав тварин, які мали середні оцінки фрактальної розмірності ($FD = 1,833-1,850$). Це свині 2-ої, 5-ої та 9-ої груп (рис. 8). Для цих тварин характерно наявність м'язових пучків відносно однакової форми та розмірів, із більш-менш гомогенним розміщенням між ними жирової та/або сполучної тканини.

М'ясо, отримане від тварин цих груп, за органолептичними показниками характеризується ніжністю та соковитістю з помірним ступенем жирності.

Нарешті, кластер В включав тварин, які мали найвищі оцінки фрактальної розмірності ($FD = 1,869-1,886$). Це свині 7-ої, 8-ої та 10-ої груп (рис. 9). Для цих тварин характерна наявність м'язових пучків майже однакового розміру та форми, між якими практично відсутні прошарки жирової та/або сполучної тканини. Таким чином, їх м'ясо сухе, пісне та нежирне.

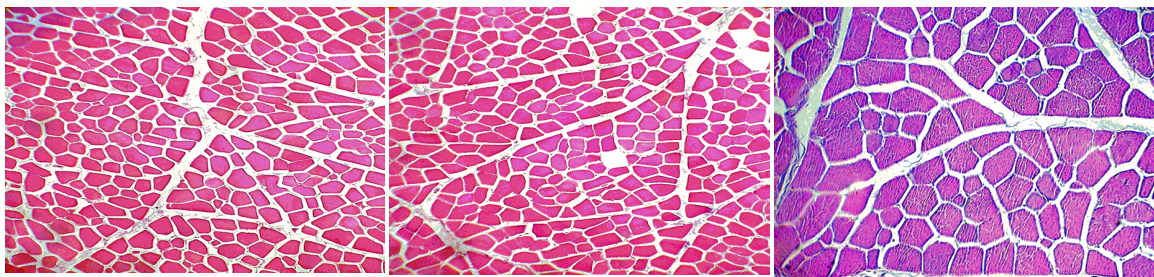


2-а група

5-а група

9-а група

Рис. 8. Поперечний зріз найдовшого м'язу спини свиней 2-ої, 5-ої та 9-ої груп.



7-а група

8-а група

10-а група

Рис. 9. Поперечний зріз найдовшого м'язу спини свиней 7-ої, 8-ої та 10-ої груп

Висновок. Використання фрактального аналізу до гістологічних зразків найдовшого м'язу спини свиней дозволяє отримати оцінку як форми та розмірів м'язових волокон, так й особливостей характеру заповнення простору між ними



прошарками жирової та/або сполучної тканини. В подальшому він може бути використаний для розробки інтегральної оцінки якості м'яса.

Бібліографічний список

1. Перетятко Л. Г. Особливості гістоструктури м'язової тканини полтавської м'ясної породи свиней / Л. Г. Перетятко // Свинарство. – 2011. – Вип. 59. – С. 25–27.
2. Рибалко, В. П. Гістологічна будова м'язів свиней червоної білопоясої породи / В. П. Рибалко, Л. В. Флока // Свинарство. – 2014. – Вип. 65. – С. 112–115.
3. Бірта Г. О. Гістологічні дослідження найдовшого м'яза спини свиней різного напрямку продуктивності / Г. О. Бірта // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2009. – № 1. – С. 62–65.
4. Ballerini L. A fractal approach to predict fat content in meat images / L. Ballerini, L. Vocchi // Proceedings of the 2nd International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis (Pula, Croatia, June 19–21, 2001). – Pula, 2001. – P. 351–354.
5. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – Москва : Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
6. Chen K. Fractal feature analysis of beef marbling patterns / K. Chen, C. Qin // International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (Beijing, October 18-20, 2008). – Boston (MA) : Springer, 2008. – P. 2177–2186.
7. The judgment of beef marble texture based on the MATLAB image processing technology / [R. Chang, Y. Wei, L. Ma et al.] // International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (Nanchang, October 22–25, 2010). – Berlin, Heidelberg : Springer, 2010. – P. 106–112.
8. Chen J. The fractal dimension research of Chinese and American beef marbling standards images / J. Chen, M. Liu, L. Zong // International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (Zhangjiajie, October 19-21, 2012). – Berlin, Heidelberg : Springer, 2012. – P. 199–209.
9. Multifractal analysis application to the characterization of fatty infiltration in Iberian and White pork sirloins / [S. Serrano, F. Perán, F. J. Jiménez-Hornero et al.] // Meat science. – 2013. – Vol. 93(3). – P. 723–732.
10. Автанзимов Г. Г. Морфометрия в патологии / Г. Г. Автанзимов. – Москва : Медицина, 1973. – 248 с.
11. Спосіб заключення в парафін гістологічних об'єктів з фіксованою товщиною : М. С. Козій, В. О. Іванов : пат. на винахід № 64288А. Заявл. 25.04.2003 р., опубл. 16.02.2004р. Бюл. № 2.
12. Fractal analysis and biophysical investigation of muscular tissue damaged due to low temperature: a pilot study / G. Bianciardi, M. Buonsanti, A. Pontari et al. // Journal of Biomimetics, Biomaterials and Tissue Engineering. – 2012. – Vol. 14. – P. 43–51.
13. Hammer Ř. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis / Ř. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – Vol. 4. – P. 1–9.

References

1. Peretyatko, L. G. (2011). Osoblyvosti gistostrukturny m'yazovoyi tkanyny poltavs'koyi m'yasnoyi porody svynej [The peculiarities of a histostructure of muscle tissue of the Poltava meat breed of pigs]. *Svynarstvo - Pig breeding*, 59, 25–27 [in Ukrain-



ian].

2. Rybalko, V. P., & Floka, L. V. (2014). Histologichna budova m'yaziv svynei chervonoyi bilopoyasoyi porody [Histology structure of muscle of pigs of the Red White breed]. *Svynarstvo - Pig breeding*, 65, 112–115 [in Ukrainian].

3. Birta, H. O. (2009). Histologichni doslidzhennya naydovshoho m'ya za spyny svynei riznoho napryamu produktyvnosti [Histological studies of the longest muscle of the back of pigs of different directions of productivity]. *Visnyk Poltav'skoyi derzhavnoyi ahrarynoi akademiyi - Bulletin of Poltava state agrarian academy*. Poltava, 1, 62–65 [in Ukrainian].

4. Ballerini, L., & Bocchi, L. (2001). A fractal approach to predict fat content in meat images. *Proceedings of the 2nd International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis*, (pp. 351–354). Pula, Croatia.

5. Mandelbrot, B. (2002). *Fraktal'naya heometryya pryrody – The Fractal Geometry of Nature*. Moscow : Instytut komp'yuternykh issledovanyy [in Russian].

6. Chen, K., & Qin, C. (2008). Fractal feature analysis of beef marbling patterns. *International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture*, (pp. 2177-2186). Beijing, China.

7. Chang, R., & Wei, Y., Ma, L., Wang, Y., Liu, H., & Song, M. (2010). The judgment of beef marble texture based on the MATLAB image processing technology. *International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture*, (pp. 106-112). Nanchang, China.

8. 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*, (pp. 199–209). Zhangjiajie, China.

9. Serrano, S., & Perán, F., Jiménez-Hornero, F. J., & De Ravé, E. G. (2013). Multifractal analysis application to the characterization of fatty infiltration in Iberian and White pork sirloins. *Meat science*, 93(3), 723–732.

10. Avtanzimov, G. G. (1973). *Morfometriya v patologi [Morphometry in Pathology]*. Moscow : Meditsina [in Russian].

11. Koziy, M. S., & Ivanov, V. O. (2004). Sposib zaklyuchennya v parafin histologichnykh ob'yektiv z fiksovanoyu tovshchynoyu – Method of entering in the paraffin wax of the histological objects with a fixed thickness : *Patent № 64288A* [in Ukrainian].

12. Bianciardi, G., & Buonsanti, M., Pontari, A., & Tripodi, S. (2012). Fractal analysis and biophysical investigation of muscular tissue damaged due to low temperature: a pilot study. *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Tissue Engineering*, 14, 43-51.

13. Hammer, Ř., & Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 1-9.

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГИСТОСТРУКТУРЫ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ СВИНЕЙ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Крамаренко А. С., Крамаренко С. С., Лихач А.В., Лихач В. Я., Николаевский национальный аграрный университет.

Целью данного исследования было изучение различий гистологических профилей длиннейшей мышцы спины (*m. longissimus dorsi*) свиней разных пород – крупной белой (КБ), украинской мясной (УМ), дюрок (Д) и ландрас (Л).



Всего в анализ было включено 100 чистопородных (КБ×КБ, УМ×УМ, Д×Д и Л×Л) и поместных свиней (КБ×Д, Д×КБ, Л×Д, Д×Л, Л×КБ и КБ×Л). Были определены диаметр мышечного волокна и соотношение мышечной ткани и внутримышечного содержания жира.

Структура мяса свиней рассмотрена как фрактал и предположено, что изображение гистологического профиля может быть описано на основании оценок фрактальной размерности (FD). Для количественного анализа гистологических изображений мышечной ткани были использованы оценки фрактальной размерности, рассчитанные с использованием box-counting алгоритма. Оценки фрактальной размерности были получены с использованием специального программного обеспечения Fractalyse – Fractal Analysis Software v. 2.4.1.

Средние значения диаметра мышечного волокна в свиней колебалось от 16 (Д × Л) до 43 μ (Л × КБ). Значение фрактальной размерности варьировали от 1,808 до 1,886 ($R^2 = 0,9938-0,9998$). Все характеристики гистологического профиля существенно коррелируют с оценками фрактальной размерности. Высокая корреляция ($r = 0,735$; $p = 0,015$) была отмечена между средним содержанием жира, измеренным методом гистологического анализа, и оценками фрактальной размерности в различных генетических группах свиней. Все генетические группы свиней можно отнести к трем кластерам, характеризующимся различными свойствами мышечной ткани, основываясь на полученных оценках фрактальной размерности.

Оценки фрактальной размерности могут быть использованы для характеристики паттернов распределения мышечных волокон та внутримышечного жиру на основе изображений гистологических профилей.

Ключевые слова: гистологический профиль, длиннейшая мышца спины, свиньи, фрактальная размерность

FRACTAL ANALYSIS OF THE PIGS MUSCLE TISSUE HISTOSTRUCTURE: A PRELIMINARY STUDY

Kramarenko O. S., Kramarenko S. S., Lykhach A. V., Lykhach V. Ya., Mykolayiv National Agrarian University

The aim of this study was to investigate differences in the histological profile of the longissimus dorsi muscle of different swine breeds – Large White (LW), Ukrainian meat (UM), Duroc (D) and Landrace (L).

A total of 100 purebred (LW×LW, UM×UM, D×D and LN×LN) and crossbred pigs (LW×D, D×LW, LN×D, D×LN, LN×LW and LW×LN) were evaluated. Muscle fiber diameter and percentages of the muscle tissue and intramuscular fat content were investigated.

We model pig's meat structure as a fractal, and assume the projected image of the histological profile can be described by a fractal dimension (FD) estimates. Fractal dimension, FD, measured by the box-counting method was used to quantize the histological outlines of the muscle tissue images. Fractal dimensions estimates were determined using special software Fractalyse - Fractal Analysis Software v. 2.4.1.

The average muscle fiber diameter in pigs ranged from 16 (D × LN) to 43 μ (LN × LW). The fractal dimension (FD) values range from 1.808 to 1.886 ($R^2 = 0.9938-0.9998$). All feature parameters of the histological profile significantly correlated with fractal dimension. A good correlation ($r = 0.735$; $p = 0.015$) was obtained between the mean fat content measured by histological analysis and a fractal dimension (FD) estimates in different pig genetic groups. All genetic groups of pigs can be attributed to three clusters characterized by different muscle tissue properties, based on the obtained



the fractal dimension estimates.

Fractal dimension estimates may be used for the pattern of the muscle fibers and intramuscular fat distribution estimated based on the histological profile images.

Keywords: histological profile, longissimus dorsi muscle, pigs, fractal dimension.

DOI 10.32900/2312-8402-2019-121-156-162

УДК 636. 4. 082 453.5

ЗАПЛІДНЕНІСТЬ ТА БАГАТОПЛІДНІСТЬ СВИНОМАТОК ЗАЛЕЖНО ВІД КРАТНОСТІ ОСІМЕНІННЯ У РІЗНІ ПОРИ РОКУ

Мартинюк І. М., к. с.-г. н., с. н. с.

Церенюк О. М., д. с.-г. н., доцент,

Акімов О. В., к. с.-г. н., с. н. с.

Інститут тваринництва НААН

Проведено дослідження із вивчення впливу кратності осіменіння свиноматок, у різні пори року на показники їх заплідненості і багатоплідності. При дворазовим осіменінні у весняну пору року було встановлено, що у контрольній групі свиноматок із 30 тварин було запліднено 24 голови або 80 %, тоді як у дослідній групі (3-х разове осіменіння) із такою ж кількістю тварин, запліднилось 27 свиноматок, що становить 90 %. За результатами опоросів заплідненість маток була вище у дослідній групі на 12,5 %, а показники багатоплідності на 7,9 % вірогідно вищими ($P>0,95$) проти тварин контрольної групи, яких осіменяли 2-хкратно.

У літню пору року було встановлено, що у контрольній групі з 30 свиноматок (яких осіменяли дворазово) запліднилось 23 голів або 76,6 %, тоді як у дослідній групі (3-х разове осіменіння) із такою ж кількістю тварин, запліднилось 25 свиноматок, що становило 83,3 %. За результатами дослідів заплідненість маток була вища у дослідній групі на 8,6 %, а показники багатоплідності на 6,8 % ($P>0,95$) порівняно із контрольною (2-х разове осіменіння).

Порівнюючи показники відтворної здатності свиноматок контрольних груп у весняну та літню пори року було встановлено, що різниця між кількістю запліднених маток була незначна та становила 4,2 %, а показники багатоплідності були на 2,8 % кращими на користь свиноматок яких осіменили весною.

При використанні 3-х разового осіменіння показники заплідненості у свиноматок дослідної групи переважали на 7,5 % показники тварин яких осіменяли у літню пору року. Різниця між показниками багатоплідності дослідних груп маток виявила перевагу на 3,7 % у свиноматок яких осіменяли весною. За даними досліджень встановлено, що використання 3-х разового осіменіння свиноматок як у весняну так і літню пору року дає змогу підвищити показники заплідненості на 12,5 % та на 8,7 % відповідно порівняно із 2-х разовим осіменінням.

Ключові слова: свині, заплідненість, багатоплідність, кратність осіменіння, пори року.