

Баньковська І.Б., кандидат сільськогосподарських наук,  
Капюка О.Ю.

Інститут свинарства ім. О.В.Квасницького НААН України  
Лісна Т.М.

Херсонський Державний аграрний університет

## ОЦІНКА РІВНЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ СВИНЕЙ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ

Рецензент – Коваленко В.Ф., доктор біологічних наук, академік,  
Інститут свинарства ім. О.В.Квасницького НААН України

*У статті подана адаптована методика експрес-оцінки якості дозрівання м'яса свиней за показником електропровідності. Визначено, що інтенсивність проведення електричного струму м'язовою тканиною дає можливість охарактеризувати напрямок проходження фізико-хімічних та біохімічних процесів в тушах свиней після забою. Графічно показано, що електропровідність м'язової тканини насамперед залежить від ступеня знекровлення, режиму охолодження та величини м'язового волокна. У різних м'язах туш виявлено свій оптимальний рівень динаміки змін показника електропровідності протягом періоду дозрівання.*

*Ключові слова: свині, електропровідність, м'язова тканина, оцінка, якість, інтенсивність дозрівання.*

**Постановка проблеми.** Контроль за процесом дозрівання м'язової тканини свиней протягом перших діб після забою за основними фізико-хімічними показниками є важливим і актуальним, тому що дає змогу охарактеризувати інтенсивність автолітичних процесів та визначити якість м'яса свиней на початкових стадіях його дозрівання безпосередньо в технологічних умовах переробки свинини.

Для оцінки та класифікації м'ясної сировини за характером автолітичних процесів у світі використовуються різноманітні методи та обладнання. Останнім часом серед інших проводяться вимірювання електропровідності м'язової тканини. Цей показник тісно пов'язаний з рівнем адсорбційної та осмотичної вологи в міжклітинному просторі. Різнопланове вивчення показника електропровідності м'язової тканини в системі експрес-оцінки якості м'яса свиней без сумніву має важливе наукове і практичне значення.

**Аналіз основних досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми.** Вимірювання електричних властивостей продуктів є перспективною технікою оцінки їхньої якості. Застосування показника електропровідності

дає можливість оцінити процес проходження автолітичних змін у м'язах тварин після забою і доповнити загальну картину формування якості м'яса свиней [1].

Електропровідність – це здатність речовини проводити електричний струм, зумовлена наявністю в ній рухомих частинок (електронів, іонів та інших) [3]. Питома електропровідність – це величина рівна електропровідності розчину, що знаходиться між електродами з площею  $1\text{ м}^2$ , закріпленими на відстані  $1\text{ м}$ . У системі СІ вона має одиниці виміру  $\text{Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$  або  $\text{Сіменс}\cdot\text{м}^{-1}$  ( $\text{S}/\text{м}$ ). У водних розчинах найбільшу електропровідність мають іони водню і гідроксиду. Загальна електропровідність біологічних тканин визначається наявністю іонів, серед яких головну роль грають  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ , а також іони органічних кислот і білків. Відповідно до законів електричної провідності краще проводять струм біорідини і тканини невеликої щільності, що містять багато води і високорухливих іонів (кров, лімфа, спинномозкова рідина –  $0,6\text{--}2\text{ См}/\text{м}$ , м'язи –  $0,2\text{ См}/\text{м}$ ) [2]. Але кожен біооб'єкт характеризується своїми особливостями електропровідності.

Величина електропровідності збільшується, в той час як значення рН зменшується. Електропровідність є гарним індикатором визначення м'яса з PSE-вадою. Таке м'ясо характеризується більш світлим кольором ніж нормальне м'ясо, має  $\text{pH}_{24} \geq 5,8$ , електропровідність  $\geq 8\text{ мСм}/\text{см}$ . Електропровідність вимірюють безпосередньо в м'язах туші. Відокремлення м'язів призводить до підвищення інтенсивності проведення струму в м'ясі у два рази [4].

Показник електропровідності відображає процеси, які відбуваються в м'язовій тканині після забою. М'ясо з PSE-вадою на ранніх стадіях характеризується значним збільшенням електропровідності. У тварин з нормальним м'ясом, відмічається збільшення електропровідності, але на менше значення. За даними зарубіжних джерел  $\text{LF}_{24} \leq 5,00$  – низький показник (характерний для DFD свинини),  $\text{LF}_{24}$  в діапазоні  $5,00\text{--}6,99$  – добра електропровідність,  $\text{LF}_{24} \geq 7,00$  – високий показник (PSE свинина). Усі вимірювання проводяться на найдовшому м'язі спини безпосередньо в тушах свиней [5].

Значення LF залежить від різноманітних структурних характеристик м'язів. Жива тканина є поганим провідником електричного струму, так як внутрішньоклітинна та міжклітинна рідина відокремлені одна від одної мембранами. У процесі дозрівання м'язової тканини під час денатурації саркоплазматичних білків відбувається руйнування міжклітинних мембран і вони втрачають свою блокуючу функцію. Це призводить до того, що внутрішньоклітинна рідина виходить у міжклітинний простір, внаслідок чого її кількість збільшується, в той час як клітини скорочуються. При цьому виникає властивість мембран діяти як конденсатори. Це обумовлює легший іонний обмін між клітинами м'язової тканини та міжклітинним простором і зменшує опір мембран, що в свою чергу підвищує електричну провідність тканини. Перерозподіл вологи та руйнування мембран клітин в процесі дозрівання призводить до збільшення потоку іонів та послаблення ефекту поляризації. Як результат, рівень електропровідності дозрілого м'яса вищий ніж у парного [5].

Окрім оцінки рН та кольору м'язової тканини, визначення електропровідності є досить популярним в Європі та надійним методом для визначення PSE-вади. Нажаль, в Україні ця методика не використовується.

**Мета досліджень та методика їх проведення.** Метою наших досліджень було відпрацювати і адаптувати методику експрес-оцінки електропровідності

м'яса свиней в умовах вітчизняного м'ясопереробного підприємства. Вивчити динаміку змін електропровідних властивостей м'язової тканини різних м'язів у період дозрівання туш свиней.

Дослідження проводили у забійному цеху підприємства «Таврійський бекон» ЗАТ «Фрідом Фарм Бекон» м. Херсон 28-29 жовтня 2009 р. (Акт №1 від 29.10.2009). Для проведення дослідження було відібрано 30 голів свиней, відгодованих до живої маси 108-118 кг, трьох порід м'ясного напрямку продуктивності: червонобілопояса, ландрас та велика біла.

Показник електропровідності вимірювали спеціальним портативним приладом LF-Star CPU-Pistole (Німеччина), що має 2 паралельних електроди з високоякісної сталі довжиною 5см та інтервалом між ними 2,5см. Вимірювання проводили в найбільш доступних в умовах конвеєра м'язах правої частини напівтуші. Вважається, що найдовший м'яз спини найбільш об'єктивно характеризує якість туші і є загально прийнятим об'єктом досліджень. Тому нами було обрано ширший спектр м'язів для дослідження інтенсивності їх дозрівання. Було виділено 2 групи: великі та малі м'язи. До великих віднесли: сідничний м'яз окосту, грудний м'яз та найдовший м'яз спини (дослідження проводили в 3 місцях – шийному, крижово-куприковому відділах та на рівні 11-13 грудних хребців). До малих – міжреберні та підчеревні м'язи. Таким чином, нами здійснювався контроль у 7 точках (5 у великих м'язах та 2 у малих).

Перший раз вимірювали електропровідність (LF) в названих контрольних точках через 1 год.  $\pm 10$  хв. після забою тварин, через 5 год.  $\pm 10$ хв знову знімали показники в тих же самих м'язах і останній раз заміри повторювали через 24 годинного терміну дозрівання туш. Згідно технологічних умов туші знаходилися в термічному режимі поступового охолодження.

Перед дослідженням прилад калібрували згідно інструкції з експлуатації за допомогою калібрувального тестера. Вважаємо, що не бажано проколювати м'яз в тій самій точці, тому що м'ясний сік, який виділяється після першого механічного руйнування тканини, може суттєво вплинути на об'єктивність результату. М'язову тканину проколювали впоперек волокон, щоб електроди повністю заходили у м'яз. Зняття показників відбувалося після фіксації значення LF на екрані приладу до 2 знаку після коми.

Дана методика є новою в умовах м'ясопереробних підприємств України і потребувала відповідної адаптації.

**Результати досліджень.** Як свідчать результати, отримані в ході нашого дослідження, подані в таблиці 1, процеси дозрівання в різних м'язах відбуваються не одночасно та з різною інтенсивністю. Також в усіх групах досліджуваних порід свиней можна прослідкувати одну загальну тенденцію.

#### 1. Динаміка змін електропровідності (LF, mS/cm) в м'язах свиней різних порід

м'язи	Велика біла			ландрас			червонобілопояса		
	1 год	5 год	24 год	1 год	5 год	24 год	1 год	5 год	24 год
Сідничний м'яз окосту	6.87 $\pm 1.23$	12.74 <sup>c</sup> $\pm 1.18$	11.73 <sup>c</sup> $\pm 0.83$	5.61 $\pm 1.36$	12.62 <sup>c</sup> $\pm 1.39$	12.21 <sup>c</sup> $\pm 0.43$	6.19 $\pm 1.47$	12.26 <sup>c</sup> $\pm 1.51$	12.31 <sup>c</sup> $\pm 0.70$

м'язи		Велика біла			ландрас			червонобілопояса		
		1 год	5 год	24 год	1 год	5 год	24 год	1 год	5 год	24 год
Найдовший м'яз спини	1	5.42 ±0.68	8.05 ±1.80	7.43 ±2.49	4.61 ±1.07	9.83 <sup>c</sup> ±1.69	8.09 <sup>b</sup> ±2.48	5.41 ±1.05	8.71 <sup>b</sup> ±2.40	7.82 <sup>b</sup> ±1.62
	2	4.54 ±0.61	6.20 ±2.10	5.97 ±1.47	4.48 ±0.79	5.94 ±1.63	5.71 ±1.87	4.48 ±0.76	5.12 ±1.86	5.67 ±2.12
	3	4.98 ±0.64	4.94 ±2.28	7.09 <sup>a</sup> ±2.24	4.78 ±1.63	5.14 ±2.56	5.87 ±2.02	4.40 ±1.01	4.46 ±0.89	5.62 ±2.45
Грудний		5.01 ±0.63	3.82 <sup>b</sup> ±0.88	4.39 ±1.47	4.93 ±1.08	4.11 ±1.08	5.01 ±0.87	4.57 ±0.79	4.16 ±1.09	5.18 <sup>a</sup> ±1.27
Міжреберні		3.03 ±0.86	2.64 ±0.95	2.13 ±0.84	3.02 ±1.03	3.11 ±1.42	2.02 <sup>a</sup> ±1.24	3.59 ±1.30	2.45 <sup>b</sup> ±0.76	1.72 <sup>a</sup> ±0.44
Підчеревні		3.63 ±0.57	2.63 <sup>a</sup> ±0.95	3.61 <sup>b</sup> ±0.68	3.86 ±1.00	3.29 ±1.76	4.42 <sup>a</sup> ±1.43	4.33 ±1.08	4.04 ±0.94	5.67 <sup>c</sup> ±1.28

Примітки: 1 – крижово-куприковий відділ; 2 – на рівні 11-13 хребця; 3 – шийний відділ.

<sup>a</sup>  $P \leq 0,05$ , <sup>b</sup>  $P \leq 0,01$ , <sup>c</sup>  $P \leq 0,001$

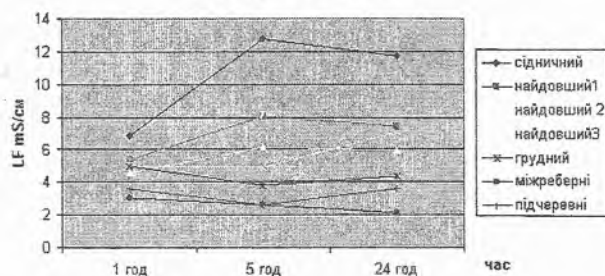
В процесі знекровлення туш, що відбувається згори до низу, в м'язах, що раніше перестають отримувати кисень крові (сідничний м'яз окосту та найдовший м'яз спини в крижово-куприковому відділі) автолітичні процеси проходять швидше і показник електропровідності достовірно вищий.

На основі цих даних були побудовані графіки зміни електропровідності в м'язовій тканині свиней (Графіки 1,2,3). Аналізуючи результати розподілу побудованих кривих, можна відмітити 3 типи змін електропровідності відносно різних м'язів. Перший тип проявляється у сідничному м'язі окосту та найдовшому м'язі спини (перша точка), другий – в найдовшому м'язі спини (друга та третя точки), грудному та підчеревних м'язах, третій – в міжреберних м'язах.

Криві першого типу електропровідності через 5 годин після забою мають значне підвищення показника та його стабілізацію на певній межі через добу.

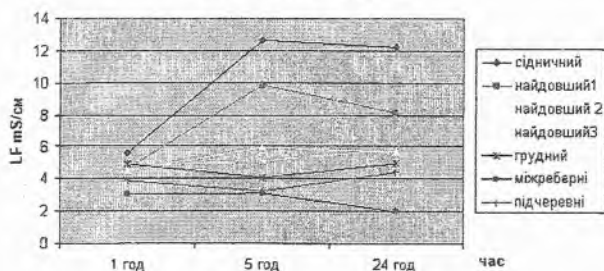
Графік 1.

#### Динаміка змін електропровідності (LF) в м'язовій тканині свиней породи велика біла



Графік 2.

Динаміка змін електропровідності (LF) в м'язовій тканині свиней породи ландрас

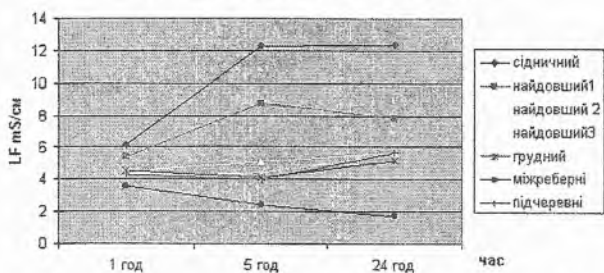


Значний стрибок рівня LF пов'язаний з інтенсивним процесом гліколізу, послабленням ефекту поляризації мембран, появою значної кількості вільної води.

Статистична різниця між показниками  $LF_1$ ,  $LF_5$ ,  $LF_{24}$  протягом доби в сідничному м'язі окосту була достовірною при  $P \leq 0,001$ , в найдовшому м'язі спини (1) – при  $P \leq 0,01$ . Через годину після забою м'язи мали LF 6,19 та 5,41 мСм/см відповідно. Протягом наступних 4 годин спостерігалось стрімке підвищення показників на 6,07 мСм/см ( $\Delta t=9,6$ ) та 3,3 ( $\Delta t=3,6$ ), що залишилися на рівні 12,26 та 8,71 мСм/см. Через 24 години після забою спостерігалася стабілізація показників на рівні 12,31 та 7,82 мСм/см.

Графік 3.

Динаміка змін електропровідності (LF) в м'язовій тканині свиней червонобілопоясої породи



Друга група м'язів не має яскраво виражених стрибків. Криві, які характерні для даного типу, більш рівномірні та плавні. Яскраво це відображають наступні дані. М'язи свиней червонобілопоясої породи на початку дослідження мали електропровідність в межах 4,33-4,57 мСм/см, через 5 годин – 4,04-5,12 мСм/см, що стабілізувалися через добу на рівні 5,18-5,67 мСм/см. Це свідчить, про більш спокійне протікання біохімічних процесів в цих м'язах. Зміни протягом доби знаходилися в межах одиниці.

Цікавою групою м'язів є міжреберні. Їх м'язові волокна розташовані поперек кровотоку під час знекровлення, на відміну від усіх інших м'язів, волокна яких розміщуються вздовж шляху стікання крові. Саме тому вони мають специфічну динаміку зміни електропровідності за досліджуваний період протягом усього добового періоду.



Протягом усього часу вона є лінійно спадаючою. Наприклад, міжреберні м'язи туш свиней червонобілопоясої породи на початку експерименту мали  $LF\ 3,59\text{ мСм/см}$ , а вже через 5 годин після забою –  $2,45\text{ мСм/см}$  ( $P \leq 0,001$ ,  $\Delta t = 4,1$ ). Тенденція до зниження збереглася і через добу після забою і становила  $1,72\text{ мСм/см}$  ( $P \leq 0,001$ ,  $\Delta t = 4,5$ ). Аналогічно себе поводити міжреберні м'язи великої білої породи та ландрас. Невеликі значення електропровідності даних м'язів свідчать про те, що процеси автолізу проходять у середовищі з невеликою кількістю вільної вологи. На нашу думку, електропровідність міжреберних м'язів є нормальною в межах  $1,7\text{--}2,1\text{ мСм/см}$ .

**Висновки.** Визначення інтенсивності дозрівання м'язової тканини за показником електропровідності дає можливість охарактеризувати напрямок проходження фізико-хімічних та біохімічних процесів після забою свиней.

Електропровідність м'язової тканини насамперед залежить від ступеня знекровлення, режиму охолодження та величини м'язового волокна.

У великих м'язах м'язові волокна утворюють великі пучки, які здатні нагромаджувати значну кількість осмотичної та адсорбційної вологи, що сприяє більш інтенсивному проходженню процесу дозрівання.

У різних м'язах в туші є свій оптимальний рівень динаміки змін показника електропровідності за період дозрівання.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Посудін Ю. І. Методи неруйнівної оцінки якості та безпеки сільськогосподарських і харчових продуктів / Посудін Ю. І. – К., 2005. – С. 175. 45
2. Электрические и магнитные свойства тканей организма. Лекция №3 [Электронный ресурс] – Режим доступа : [www.zipry.kiev.ua](http://www.zipry.kiev.ua)
3. Электропроводность [Электронный ресурс] – Режим доступа : [http://www.fizioterapiya.info/?page\\_id=659](http://www.fizioterapiya.info/?page_id=659)
4. Electrical conductivity of different quality groups of pork meat / [Borzuta, K., Grzeskowiak E., Lisiak D., Rogalski J., Strzelecki J.] // Journal of Animal Science, 2004. – January. – [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=20053033471>
5. Warentest für Mastferkel Ergebnisse des Durchganges 2007/08 / F. Adam, H. G. Waldeyer. – Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, 2008. – S.47-53.

**Баньковская И.Б., Гетья А.А., Канюка Е.Ю., Лесная Т.Н.** Оценка уровня электропроводности мышечной ткани свиней разных генотопов.

*В статье представлена адаптированная методика экспресс-оценки качества созревания мяса свиней по показателю электропроводности. Определено, что интенсивность проведения электрического тока мышечной тканью даёт возможность охарактеризовать направление прохождения физико-химических и биохимических процессов в тушах свиней после убоя. Графически показано, что электропроводность мышечной ткани, прежде всего, зависит от степени обескровливания туш, режима их охлаждения и величины мышечного волокна. В разных*

мышцах туш выявлено свой оптимальный уровень динамики изменений показателя электропроводности на протяжении периода созревания.

*Ключевые слова:* свиньи, электропроводность, мышечная ткань, оценка, качество, интенсивность созревания.

**Bankovska I.B., Getia A.A., Kaniuka E.Y., Lesna T.N.** The valuation of a level of the conductivity of a muscular tissue of different pig genotype.

*The adapted methods of an express-valuation of the quality of meat maturation of pigs at the index of an electric conduction is presented in the article. It is determined that the intensity of leading of an electric current by the muscular tissue gives possibility to characterize a direction of passing physical, chemical and biochemical processes in pig carcasses after the slaughter. It is shown graphically that the conductivity of a muscular tissue depends on a degree of carcasses blood draining, regime of their cooling and the size of muscular fibre first all. It has been found out the own optimal level of dynamics change of conductivity during the maturation period in different muscles of carcasses.*

*Key words:* pigs, electric conduction, muscular tissue, valuation, quality, intensity of maturation.