

УДК 636.4:637.5:072

ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ рН-МЕТРИИ МЯСА СВИНЕЙ

Шигимага В.А., д. т. н., доцент,

*Харьковский национальный технический университет сельского
Хозяйства им. П.Василенко*

Файзуллин Р.А., к. с.-х. н., ведущий научн. сотр. ©

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
"Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства"*

***Аннотация.** В статье рассмотрены в сравнении методы рН-метрии, применяемые для определения качества мяса свиней. Предложен способ определения качества мяса свиней по скорости естественного падения его рН. Показаны перспективы развития рассмотренных методов рН-метрии мяса на перерабатывающих предприятиях и в селекции свиней.*

***Ключевые слова:** мясо свиней, рН, методы определения, качество, перспективы.*

Актуальность проблемы. История исследований свойств и состава животных тканей насчитывает уже не одно десятилетие, однако, в прикладном аспекте изучение физико-химических характеристик мяса, в частности, свинины началось сравнительно недавно в связи с развитием промышленной технологии ее производства и массовой селекцией животных на повышение мясности. В настоящее время эти характеристики приобретают особое значение, поскольку они могут служить исходными данными для разработки методов оценки показателей, используемых в селекционно-племенной работе по улучшению качества мяса животных мясного направления [1,2]. Отсюда и возникла необходимость в разработке простых, достоверных и достаточно быстрых методов определения показателей качества мяса. Интенсивное внедрение таких экспресс-методов и средств измерений началось в 80-90-х годах XX в. и сейчас они широко распространены на мясоперерабатывающих предприятиях передовых в промышленном свиноводстве стран мира [3-6].

При определении качества такого сложного в физико-химическом отношении продукта, как мясо, невозможно учесть сразу все его свойства. Поэтому необходимо выбрать наиболее существенные показатели, характеризующие качество мяса в целом. Важнейшим показателем качества считается рН, поскольку концентрация водородных ионов в мясе зависит

от содержания гликогена и молочной кислоты в мышцах в момент убоя и, следовательно, является производной физиологического состояния животного перед убоем, а также отражает течение послеубойных процессов в туше [7]. С этим показателем тесно связаны цвет, влагоемкость, нежность и другие показатели качества мяса [8,9]. Отклонение рН мяса в тушах от нормы ведет к существенным экономическим потерям, которые складываются из снижения цен на туши и их выбраковки, как не пригодных в пищу. Кроме того, установлено, что рН мяса на 40% зависит от генетических факторов [2], то есть имеет значительную обусловленность, что может являться основой для успешного выполнения тех или иных селекционных программ. Особенно это важно теперь, когда повсеместное внедрение интенсивной технологии производства свинины, односторонняя селекция животных на повышение мясности туш, привнесли в практику свиноводства такие нежелательные последствия, как пороки развития, приводящие к суперчувствительности свиней к стрессам, нарушению нормального процесса послеубойного гликолиза мяса и появлению до 40-50% случаев некондиционной свинины, что известно под названием синдрома PSE/DFD [1,3,7].

Необходимо отметить, что ранее некоторые зарубежные исследователи высказывали мнение о недостаточной информативности рН-метрии мяса в свиноводстве [3,10] и предложили ввести ее в комплекс методик по определению качества, включающих в первую очередь электро- и/или колориметрию. Тем не менее, учитывая несомненную важность и значимость показателя рН в программах оценки качества мяса, зарубежными и отечественными исследователями разработаны и продолжают совершенствоваться различные методы его измерения [5-9]. Среди них и традиционная рН-метрия с помощью ионоселективного стеклянного электрода [8,11] и относительно новый метод измерения рН в туше совмещенным электродом [4,6].

Задачи и методика исследований. Не претендуя на окончательное решение проблемы измерения рН мяса и определения связанного с ним качества, мы предлагаем усовершенствованный способ оценки качества мяса по рН [12], касающийся принципиального изменения методики измерений. При этом следует заметить, что предлагаемая нами методика использует некоторые элементы уже известных методов, поэтому становится необходимым кратко рассмотреть основные из них. Для простоты дальнейшего изложения заменим словосочетание "определение качества мяса по показателю рН" на "определение рН мяса", причем, количественных пределов рН мяса и установления на их основе качества мы не будем здесь подробно рассматривать, поскольку это не входит в задачу настоящей статьи.

1. Определение рН мяса по водно-мясной вытяжке или в фарше.

Определение рН мяса основано на измерении концентрации (подвижности) водородных ионов в мясном фарше или его водном экстракте с помощью иономера или рН-метра [8,11,13]. Образец мяса измельчают (гомогенизируют), берут 15-20г фарша, помещают в стакан, заливают дистиллятом в отношении 1:4, выдерживают 30 минут, периодически помешивая. Фильтруют содержимое и затем измеряют рН фильтрата. Существуют различные модификации этого метода, касающиеся количества и вида образца (только фарш), времени измерения, введения отдельных технологических приемов, однако, не изменяющие самого принципа определения рН [9,11]. Несовершенство этого метода очевидно - оно следует из названия - измеряют фактически рН не нативного образца, а гомогенизата мяса или его водного раствора (вытяжки), что сдвигает изоэлектрическую точку белков мышечной ткани, искажая истинный рН мяса.

2. Определение рН мяса по мясному соку.

Принцип определения основан на измерении рН мясного сока, полученного из дефростированного образца мяса путем прессования последнего с калиброванным усилием [14]. Мясной сок получают посредством холодового лизиса мышечных клеток образца мяса, замораживая его в морозильной камере холодильника. Из образцов полым сверлом вырезают цилиндрические пробы диаметром 20 и высотой 12-15мм. Пробы помещают во фторопластовую чашку с канавкой для сбора сока и сжимают с постоянным усилием 1кг. Полученный сок отбирают в объеме около 25мкл в микроэлектрод рН-метра ОР-213 (Венгрия). Далее по методике работы с рН-метром измеряют рН мясного сока. Перед измерением очередной пробы фторопластовую чашку протирают и промывают дистиллятом микроэлектрод. Несмотря на некоторое усложнение методики измерения рН, связанное с получением сока, основные преимущества данного метода заключаются в следующем. Он позволяет во-первых, исключить влияние рН разбавителя (дистиллята), который используется для получения вытяжки из мясного фарша и/или гомогенизации, согласно традиционному лабораторному методу определения рН мяса, во-вторых, метод открывает возможность определять рН мяса животного еще прижизненно (поскольку минимально необходимый в методике измерения объем образца мяса составляет около 1см³, что позволяет взять его с помощью биопсии), а это особенно важно при селекции свиней на мясность.

3. Определение рН мяса в туше.

Принцип определения состоит в измерении рН мяса в разрезе спинной части туши совмещенным ножевым электродом через 45-60 минут (рН₄₅-рН₆₀) после убоя [4,6]. Совмещение достигается конструктивным объединением двух электродов измерительного и вспомогательного (опорного) в одном заостренном плоском чехле, способном проникать в толщу

туши. Методика измерений крайне проста. На спинной части туши над длиннейшей мышцей делают глубокий разрез с помощью ножевого электрода, который вводят вглубь до плотного касания с мясом и снимают показания прибора. Преимущество этого метода также очевидно, как и несовершенство первого. Однако, простота методики измерения оборачивается недостаточной достоверностью определения качества мяса в тушах. Дело в том, что из опыта измерений pH_{45} следует, что среди туш, квалифицированных низким качеством, около 10% могут быть отнесены к хорошему качеству после созревания мяса. Это связано с различными скоростями гликолиза при созревании мяса, которые обуславливают разные скорости падения pH [3,10], не учитываемые в этом методе. Вследствие ошибочного определения pH мяса применение этого метода на производстве и косвенно в селекции может сопровождаться технологическими потерями и неоправданной выбраковкой ценных племенных животных.

4. Корректировка качества мяса в туше по pH .

Известен также метод определения pH мяса в туше после убоя, предусматривающий воздействие внешней силой на предварительно отобранные туши по pH выше нормы, повторное измерение в них pH с последующей сортировкой, причем, в виде внешней силы используют напряжение промышленной частоты, пропуская через тушу электроток определенной периодичности и длительности, а качество устанавливают по измеренной разности pH до и после воздействия током [15].

Однако и этот метод не обеспечивает достоверного определения pH мяса из-за разрушающего воздействия на мышечные клетки переменного тока, который путем электролиза значительно ускоряет течение гликолиза в мышцах, искажая естественное снижение его pH . По этой причине данный метод можно отнести к корректировке качества мяса в туше, что известно на производстве под названием электростимуляции мяса [15]. Кроме того, методика выполнения требует больших затрат времени, труда и электроэнергии с применением специального электробезопасного оборудования. Это ограничивает ее применение в производственных условиях.

Наконец, рассмотрим усовершенствованную нами методику определения качества, интегрирующую сильные стороны описанных выше методов.

5. Определение качества мяса в туше по производной pH .

В основу разработанной нами методики положено определение скорости естественного снижения pH (скорости падения или производной pH) при созревании мяса. Определение качества мяса включает двукратное измерение величины pH в туше после убоя, причем, согласно предлагаемой методике, повторное измерение pH проводят спустя несколько минут после первого и затем определяют скорость естественного падения pH мяса в

интервале между двумя измерениями [12]. Для этого используют рН-метр с ножевым электродом [13], который вводят в разрез туши. Через 5-15 минут в зависимости от чувствительности электрода прибора производят повторное измерение рН. По этим данным рассчитывают скорость падения рН, после чего мясо относят к соответствующей категории качества. Конкретно: при значениях скорости $(0.4-1.2) \cdot 10^{-2}$ ед.рН/мин мясо считают хорошего качества, а при значениях скорости выше $1.2 \cdot 10^{-2}$ ед.рН/мин и ниже $0.4 \cdot 10^{-2}$ ед.рН/мин - низкого качества. Определение качества мяса по скорости естественного падения рН в интервале между двумя измерениями позволяет исключить влияние внешних воздействий (например, тока или гомогенизации) на собственный рН мяса и тем самым повысить достоверность определения его качества, используя естественный процесс созревания мяса и доступные средства измерения, при небольших затратах материальных ресурсов и труда как в производственных условиях мясокомбинатов, так и в селекции свиней на мясность.

Результаты исследований. Идея разработки предлагаемой методики по скорости падения рН возникла по следующим мотивам. Известно, что после убоя рН мяса в туше самопроизвольно падает вследствие гликолиза [3,6,7,10]. Установлено, что в интервале времени 40-70 минут после убоя рН мяса в любой туше падает линейно и это целесообразно использовать для определения скорости падения рН. Скорость падения рН в тушах разная и заранее практически полностью определяет качество мяса, которое созревает 24-48 часов. Начальные значения рН при этом могут быть одинаковыми в пределах погрешности измерительного прибора или отличаться друг от друга в сторону, прямо противоположную качеству созревшего мяса, согласно приведенной ниже таблице.

Таблица 1

Скорость падения рН мяса в связи с его качеством

Номер туши	Измерение рН мяса		Скорость падения рН мяса $\cdot 10^{-2}$ рН/мин	Качество мяса после созревания
	первое 45 мин	второе 60 мин		
1	6.34	6.21	0.87	хорошее
2	6.19	6.06	0.87	хорошее
3	6.26	6.15	0.73	хорошее
4	6.41	6.33	0.53	хорошее
5	6.55	6.50	0.33	низкое
6	6.31	6.10	1.40	низкое
7	6.70	6.67	0.20	низкое
8	5.97	5.81	1.11	хорошее
9	5.75	5.55	1.33	низкое
10	6.69	6.67	0.13	низкое

Как видно из таблицы, знать абсолютное значение рН образца далеко не достаточно для того, чтобы установить качество мяса (например, образцы 1 и 6 или 3 и 6) согласно классификации [12]. Измерение скорости естественного падения рН позволяет учесть разную скорость посмертного гликолиза в мышцах и в конечном итоге практически полностью выявить те самые 10% туш, о которых упоминалось выше (см. третий метод). Последнее обеспечивается измерением производной рН, т.е. дифференцированием этой переменной по времени. В перспективе возможно разработать на этом принципе прибор, непрерывно измеряющий производную $d(pH)/dt$, который поможет непосредственно наблюдать динамику снижения рН, тем более, что современное состояние микропроцессорной электроники позволяет легко это осуществить. Тогда, вероятно, можно будет понять некоторые нераскрытые причины досрочного изменения рН, ведущие к выбраковке туш по PSE/DFD признакам и породные особенности развития животных в селекционном процессе. Более того, предложенный подход может быть применен и к измерениям других показателей качества мяса (например, влагоемкости), что даст ценную информацию об индивидуальных особенностях животных (в ходе селекции) и позволит принципиально модернизировать имеющиеся методы.

Выводы

Итак, можно заключить, что среди рассмотренных основных, существующих в настоящее время, методов определения рН мяса свиней наиболее удобным для практики, по-нашему мнению, является третий. Хотя он и недостаточно достоверен. Остальные либо довольно сложны (второй), либо исчерпали все возможности какой бы то ни было модернизации (первый) и поэтому не имеют перспективы развития, либо относятся к несколько другой области (четвертый), подразумевающей активное направленное изменение качества мяса, хотя и с использованием практически любой из описанных здесь методик. Предложенный нами метод имеет наилучшие, с нашей точки зрения, перспективы применения и развития в мясоперерабатывающей промышленности и селекции, поскольку содержит вполне здравую мысль об индивидуальном подходе к определению качества мяса в туше.

Литература

1. Бараников А.И., Тариченко А.И., Козликин А.В. и др. Продуктивность и технологические характеристики мясного сырья свиней специализированных пород и типов / А.И. Бараников, А.И. Тариченко, А.В. Козликин и др. - ДонГАУ, п. Персиановский, 2010. – 141с.
2. Баньковская И.Б. Мясная продуктивность и качество мяса свиней новых специализированных генотипов / И. Б. Баньковская: автореф. дисс. канд. с.-х. наук: 06.02.01. - Полтава, 1993. - 26 с.

3. Evaluation and control of meat quality in pigs /A Seminar in the CEC Agricultural Research Programme, Dublin, Ireland, 21-22 Nov.1987 // Edited by Tarrant P.V.,Eikelenboom G.,Monin G. - 1987. - 93p.
4. Иванов С., Кишенько И., Крыжова Ю. Исследование качественных показателей сырья мясоперерабатывающей отрасли Украины / С. Иванов, И. Кишенько, Ю. Крыжова // Maisto chemija ir technologija. - 2013. - V.47.- N.1. - С.36-48.
5. Шигимага В.А. Определение качества мяса по биофизическим свойствам / В.А. Шигимага: автореф. дис.... канд. с.-х. наук; 06.02.04. - Харьков, 1994.- 24 с.
6. Кайм Г. Технология переработки мяса. Немецкая практика / - Перевод с немецкого Г.В. Соловьевой, А.А. Куреленкова. — СПб.: Профессия, 2008. — 488 с.
7. Выбор качественных признаков свинины /Ж-л Все о мясе. - 2007.- №1. - с.45-46.
8. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В.Антипова, И.А.Глотова, И.А. Рогов. М.: КолосС, 2004. – 571 с.
9. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. Книга 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин // Учебник - М.: Колос, 2009. — 565 с.
10. Feldhusen F.,Neumann-Fuhrmann D.,Wenzel S. Die Leitfähigkeit als Parameter der Fleischbeschaffenheit / F. Feldhusen, D. Neumann-Fuhrmann, S. Wenzel // Fleischwirtschaft. - 1987. – V.67. - N4. -S.455-460.
11. ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74). Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (рН). – Введен 2001-01-01. - М.: Стандартинформ, 2010.
12. Спосіб визначення якості м'яса свиней : пат. 21109 Україна: G01N 33/12 / Шигимага В.О.; - №97031207; заявл.18.03.97; опубл. 04.11.97; Бюл. №21.- 3с.
13. рН-метр-милливольтметр типа рН-150 // Паспорт 2.840.858ПС, исполнение рН-150.2 для мясной промышленности.-Гомель.-1990.-53с.
14. Шигимага В.А., Файзуллин Р.А. Метод измерения рН мяса / В.А. Шигимага, Р.А. Файзуллин // Свиноводство. - М. - 1998. - N3. - с.14-16.
15. Дайсс-Хемметер У., Форстер С., Штоле Ф. Качество свинины. Влияние электростимуляции на качество мяса убойных свиней / У. Дайсс-Хемметер, С. Форстер, Ф. Штоле // Ж-л Все о мясе. - 2008. - №2. - С.24-29.

ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
МЕТОДІВ рН-МЕТРІЇ М'ЯСА СВИНЕЙ

Шигимага В.О., д.т.н., доцент,

Харківський національний технічний університет сільського
господарства ім. П.Василенка

Файзулін Р.А., к.с.-г.н., провідний наук. співр.

Федеральна державна бюджетна наукова установа

"Удмуртський науково-дослідний інститут сільського господарства"

Анотація. У статті розглянуто у порівнянні методи рН-метрії, що використовуються для визначення якості м'яса свиней. Запропоновано спосіб визначення якості м'яса свиней за швидкістю природного падіння його рН. Показано перспективи розвитку розглянутих методів рН-метрії м'яса на переробних підприємствах та у селекції свиней.

Ключові слова: м'ясо свиней, рН, методи визначення, якість, перспективи.

APPLICATION AND DEVELOPMENT PROSPECTS

METHODS pH-METRY OF PIGS MEAT

Shigimaga V.A., Dr. Sci (eng), Associate Prof. of

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture

Faizullin R.A., PhD, leading researcher,

Federal state budgetary scientific institution

"Udmurt research Institute of agriculture"

Abstract. The pH-metry role in evaluation of meat quality, especially pork, is extremely high. Suffice it to say that it is only, moreover, easy to measure universal indicator of meat quality in general. In this connection many enterprises of food industry and research laboratories prefer to estimate mainly on this indicator of carcasses quality directly on the line (in the first hour after slaughter - pH45). The widespread adoption intensive technologies of pork production, accelerating the process of animal development introduced in practice of pig production such undesirable effects like malformations resulting in super-constitutional of pigs to stress, disruption normal process of post-slaughter glycolysis of meat and the appearance in 40-50% of cases substandard pork meat known as DFD and PSE meat. Moreover, in the first hours after slaughter the pH value that may not be reflected. Now the rating is only for pH45 or even on the final pH (after aging for 24-48 hours) does not fully reflect the carcass quality, as normal dynamics of falling this indicator has changed significantly.

We suggest that method of meat pH-metry can get a new development, retaining its advantages, only considering the individual characteristics of meat glycolysis in the carcass immediately after slaughter. In other words, in the process of assessing the meat quality should introduce a new element - pH

measurement in the glycolytic processes dynamics in carcass, or rather, determination the rate of pH fall in the initial phase of meat maturation. The basis of developed by us method allowed to determine the rate of natural decrease in pH (the rate of pH fall) in meat glycolysis. Definition of meat quality includes two-time pH measurement in carcass after slaughter, and repeated pH measurements is carried out after a few minutes after the first and then determine the natural fall of meat pH in interval between two measurements, i.e. pH is measured twice in an interval of 45-60 min after slaughter. To do this, use a pH meter with a combined electrode knife, which is introduced into carcass incision. Next, calculate the rate pH fall, after which meat will belong to relevant quality category. When velocity $(0.4-1.2) \cdot 10^{-2}$ pH/min, meat is considered good quality, and at speeds above $1.2 \cdot 10^{-2}$ pH/min and below $0.4 \cdot 10^{-2}$ pH/min) - low quality. Determination the rate of natural drop in pH allows to increase the accuracy determining quality of pork in the carcass, using the available means of measurement at a low cost materials and labor in terms production of meat and pigs breeding for meat content.

Key words: pigs meat, pH, methods of determining, quality, prospects.
