

103

X

ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНГРЕСС РАБОТНИКОВ
И И МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

th EUROPEAN CONGRESS
OF MEAT RESEARCH INSTITUTES

ter EUROPÄISCHER KONGREß
DER FLEISCHFORSCHUNGSINSTITUTE

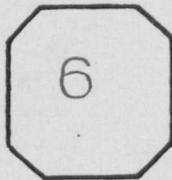
ème CONGRES EUROPEEN
DES INSTITUTS DE RECHERCHES
SUR LES VIANDES

И.Г. Коледин

L.

К ВОПРОСУ О ПРЕДУБОЙНОМ
АНЕСТЕЗИРОВАНИИ СВИНЕЙ

.N



МОСКВА 1963г.

THE ALL-UNION RESEARCH INSTITUTE OF MEAT INDUSTRY
U S S R

ON PRESLAUGHTER ANAESTHETIZING OF PIGS

Koledin I.G., Cand. of Techn. Sci.

S U M M A R Y

The results of the experiments on the electric current use in preslaughter stunning of pigs are given in this paper. These results confirm the fact that temporal bones are the most optimal points of contacts superposition. It has been established that the best results are obtained while applying high frequency current. Alternating current of different frequency is of different effectiveness for pigs stunning. The lower the current frequency, the stronger the irritation in the animal organism, there occur muscle contracture, tissues breaks, haemorrhages, meat pH increase.

The increase of current frequency causes weakening its irritating effect. However, at high frequency anaesthesia does not occur. The optimal current frequency for preslaughter stunning is 2400-3000 cycles/sec.

At 250-300 v, 2400-3000 cycles/sec and 1.0-2.5 amps deep anaesthesia is achieved within 10-12 sec.

This provides good bleeding after slaughter (4.2-4.5% of blood to the live weight). No haemorrhages are noticed on carcasses and parenchymatous organs: the pork pH value reaches 5.9-6.1 in 24 hours after slaughter and cooling carcasses at 4°.

Clako oovallinea itunibelle

The results obtained have been tested and confirmed in commercial practice.

The paper ends in conclusions as to the new method of pigs stunning by means of high frequency current.

105

ALLUNIONS-FORSCHUNGSINSTITUT DER FLEISCHWIRTSCHAFT
U d S S R

ZUR FRAGE DER SCHWEINEANÄSTHESIERUNG VOR DER SCHLACHTUNG

Kand. Techn. Wis. I. G. Koledin

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Ergebnisse der Anwendung des elektrischen Stromes zur Schweinebetäubung vor der Schlachtung werden im vorliegenden Vortrag besprochen. Die Versuche bestätigen, daß die optimalen Kontaktpunkte die Schläfenknochen sind. Die besten Resultate ergibt dabei der frequente Strom. Der Wechselstrom verschiedener Frequenz ergibt auch verschiedene Effektivität beim Schweinebetäuben. Je niedriger die Stromfrequenz, desto stärker die Reizung des Tieres ist, es tritt die Muskelkontraktur auf, werden die Gewebeerregungen und Blutungen sichtbar, steigt der pH-Wert des Fleisches. Mit der Steigerung der Frequenz wird die reizende Wirkung des Stromes auf das Tier schwächer. Jedoch bewirkt der hochfrequente Strom auch keine Anästhesie. Die optimale Stromfrequenz beim Schweinebetäuben ist mit 2400-3000 Hz festgesetzt.

Eine tiefe Narkose wird beim Schwein bei 250 - 300 v , 2400 - 3000 Hz, 1,0 - 2,5 A während 10-12 Sek erreicht.

Nach der Schlachtung wird eine gute Entblutung gewährleistet (4,2 - 4,5% Blut zum Lebendgewicht). Die Schweinekörper und parenchymatösen Organe weisen keine Blutungen auf.

der pH-Wert des Schweinefleisches erreicht 24 Stunden nach
der Schlachtung und Kühlung bei $+4^{\circ}\text{C}$ 5,9 - 6,1.

Die Ergebnisse sind unter den Betriebsverhältnissen ge-
prüft worden.

Am Ende werden Schlußfolgerungen in bezug auf die neu-
entwickelte Methode der Schweineanästhesierung mit frequentem
Strom dargelegt.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
мясной промышленности. СССР

К ВОПРОСУ О ПРЕДУБОЙНОМ АНЕСТЕЗИРОВАНИИ СВИНЕЙ

Канд. техн. наук И. Г. Коледин

АННОТАЦИЯ

В докладе излагаются результаты исследований по применению электротока при предубойном анестезировании свиней. Экспериментальными данными подтверждается, что наиболее оптимальными точками наложения контактов являются височные кости. При этом установлено, что лучшие результаты достигаются при применении тока повышенной частоты. Переменный ток с различной частотой дает разную эффективность при анестезировании свиней. Чем ниже частота тока, тем сильнее раздражение, вызываемое в организме животного, появляются контрактура мышц, разрывы тканей, кровоизлияния и повышается рН мяса. С повышением частоты электротока соответственно ослабевает его раздражительное действие на организм животного. Однако при больших частотах электротока не достигается анестезия. Оптимальная частота тока для предубойного анестезирования свиней определена в 2400-3000 гц.

При напряжении 250-300 в, частоте 2400-3000 гц и силе тока 1,0-2,5 а и при 10-12-секундном воздействии достигается глубокий наркоз свиней.

После забоя свиней обеспечивается хорошее обескровливание туш (4,2-4,5% крови к живому весу животного). На тушах и паренхиматозных органах не обнаруживаются кровоизлияния, а рН свинины через 24 часа

после убоя и охлаждения ее при температуре плюс 4°
достигает 5,9-6,1.

Полученные результаты проверены в производствен-
ных условиях и подтверждены.

В заключение доклада даются выводы по разработан-
ному новому методу анестезирования свиней током по-
вышенной частоты.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
мясной промышленности, СССР

К ВОПРОСУ О ПРЕДУБОЙНОМ АНЕСТЕЗИРОВАНИИ СВИНЕЙ

Канд. техн. наук И. Г. Коледин

Задача обеспечения населения биологически наиболее ценным и вкусным мясом и мясопродуктами тесно связана с технологией убой скота и разделкой мясных туш. При этом особо важное значение имеет предубойное анестезирование животных.

Учитывая важность этого вопроса, нами в широком плане были проведены исследования по предубойному анестезированию свиней электрическим током. Изучение действия электротока на животный организм тесно связано с электропроводностью его тканей. Был проведен ряд опытных измерений электропроводности тканей свиньи при пропускании тока между отдельными анатомическими точками.

Определение электропроводности тканей в организме живой свиньи производилось переменным током при помощи мостика Уитстона с максимальным напряжением до 10 в. Для этого накладывали два контакта в разных точках анатомических частей, между которыми определялась электропроводность. При этом омическое сопротивление определялось по формуле

$$R = \frac{\pi \cdot 1000}{X}, \text{ где } R - \text{ омическое сопротивление в омах;}$$

π - положение переключателя;

X - число делений на шкале,

1000 - константа.

Результаты показывают, что решающую роль в получении предубойного наркоза свиней имеет выбор места наложения контактов. Эти результаты подтверждают наше прежнее заключение о том, что временное выключение отделов головного мозга и в первую очередь больших полушарий из сферы деятельности не вызывает необратимых параличей жизненных центров организма и что достигнуть хороших результатов можно только при расположении контактов на голове анестезируемого животного. Причем, как выяснилось, взаимное расположение двух контактов на голове требует обязательного их нахождения в разных точках головы с захватом области расположения головного мозга, т.е. воображаемые прямые линии, проведенные от одного контакта к другому, должны захватывать большие полушария головного мозга.

При таком расположении контактов ток встречает наименьшее омическое сопротивление и проходит главным образом через область расположения головного мозга. Было бы большой ошибкой допускать, что при битемпоральном расположении контактов прохождение тока строго ограничивается теми участками тканей, которые расположены между ними. Ток проходит и в других частях организма животного, но количество электричества, проходящего в единицу времени в отдельных анатомических участках, постепенно снижается, по мере удаления от прямой, соединяющей контакты. Это явление наблюдалось нами в подавляющем большинстве проведенных опытов. Например, во всех опытах с расположением одного контакта в области затылочного гребня, а второго — на копытах конечностей, при включении тока достаточного напряжения животное медленно падало с наличием сильнейшего тетануса конечностей и особенно той пары конечностей, на которую был наложен контакт. Но одновременно той же силы тетанус наступал и в мышцах шеи, а иногда и туловища, если второй электрод подключали к задним конечностям.

При этом после включения тока мышцы головы воз-

буждались постепенно. В первые секунды у животного появлялись жевательные движения, дрожание век, затем широко открывался рот, и только через 7-10 сек. мышцы головы переходили в тетаническое состояние. Аналогичные явления наблюдались и при проверке эффективности действия тока, когда контакты располагались между областью корня уха (игла) и задней ногой, закрепленной на подвесном пути, или между передним входным отверстием грудной клетки (где контактом служил нож) и задней ногой, закрепленной на подвесном пути.

При расположении контактов вне головы немедленного выключения деятельности головного мозга не наступает, о чем свидетельствует немедленный визг свиней после снятия с них контактов.

По мере удаления от воображаемой прямой линии, проведенной между контактами, наложенными на отдельные анатомические точки животного, это ослабление может достигнуть столь большой величины (при значительном удалении обоих контактов от головы), что не вызывает никакого наркоза у животного. Отсутствие же защитных функций организма животного во время прохождения через него тока в этих случаях объясняется не потерей сознания, а только параличом голосовых связок, тетанусом скелетной мускулатуры и другими факторами вторичного порядка. Это подтверждается и наблюдениями людей на собственной практике: Лица, пострадавшие от электротравм без смертельных исходов, включавшиеся в электрическую цепь точками своего тела, расположенными ниже головы, как правило, при прохождении через них тока не теряли сознания, ощущали мучительные боли, но крикнуть или оттолкнуться от проводников тока не могли из-за судорожного сокращения всей мускулатуры тела. Наоборот, во всех случаях прохождения тока выше 60 в через голову всегда наблюдалось немедленное выключение сознания.

При битемпоральном расположении контактов в наших опытах (поставлено свыше 550 опытов) за время пропускания тока не наблюдалось ни одного случая со

смертельным исходом.

При расположении контактов, даже одного из них, за пределами области головы, необходимого наркоза в наших опытах никогда не получалось. Во всех этих случаях констатировали либо смертельный исход, либо недостаточное оглушение животного. Ток, проходя вдоль всего тела и замыкаясь от одной пары конечностей до другой, вызывает настолько сильную контрактуру мышц, что во многих случаях получают разрывы мышц, переломы позвоночника и внутримышечные кровоизлияния.

В результате исследований головного мозга свиней, подвергавшихся электронаркозу, приходим к заключению, что функции головного мозга у подопытных животных выключались с наступлением анемии головного мозга, которая сохранялась некоторое время (в среднем 20 сек.) и после выключения тока. Следует отметить, что нормальные функции головного мозга не восстанавливались после исчезновения анемии и, как правило, даже после появления гиперемии в периферийных участках организма.

В стадии расширения периферической части кровеносных сосудов, нужно полагать, и происходят точечные кровоизлияния и отечность головного мозга, которая систематически обнаруживалась при его осмотре.

Как показали опыты, при электронаркозе свиней также играет существенную роль характер тока. Постоянный ток оказался для этих целей неприемлемым. Постоянный пульсирующий ток вызывает наркоз у свиней с относительно хорошими результатами при частоте импульсов 145 в секунду; длительность паузы 0,0069 сек., длительность импульса 0,004 сек.

Переменный ток с различной частотой дает различную эффективность при наркозе свиней. Особенно сильная реакция со стороны организма наблюдается при пропускании через него тока частотой до 200 гц: сильная контрактура мышц, разрывы тканей, кровоизлияния и получение свинины с повышенным рН. Эти отрицательные явления постепенно уменьшаются с увеличением

частоты тока, пропускаемого через организм. Например, при действии тока 600 гц у свиней не наблюдалось резко выраженного тетануса скелетной мускулатуры, но при этом еще сохранялся ряд отрицательных последствий — точечные кровоизлияния на шпике и паренхиматозных органах, повышение рН свинины до 6,3.

Применение переменного тока с более высокой частотой улучшало результаты электронаркоза свиней. Оптимальная частота при испытаниях оказалась 2400–3000 гц. Применение такой частоты тока значительно снизило обычный показатель рН свинины до 6,9–6,1. На шпике, как правило, отсутствовали точечные кровоизлияния, и только в отдельных случаях обнаруживались едва заметные петехии на легких. Точечные кровоизлияния на легких обнаруживались в большинстве случаев у животных, страдающих туберкулезом, чумой, рожей или только что перенесших эти заболевания и находящихся в той или иной стадии выздоровления.

Переменный ток частотой 17500 гц и выше не вызывает наркоза у свиней.

Применение тока повышенной частоты порядка 2400–3000 гц для получения предубойного наркоза свиней имеет также преимущество (по сравнению с другими видами токов) и по своей меньшей опасности для обслуживающего персонала.

При получении предубойного наркоза у свиней существенную роль играет напряжение и сила тока, пропускаемого через организм животного. Для переменного тока частотой 50–300 гц требуется напряжение не менее 60 в, а для более высоких частот, например 2400–3000 гц, минимальное напряжение тока увеличивается до 120 в. Более низкие напряжения тока вызывают нестойкий наркоз или совсем его не вызывают. Повышение напряжения тока, пропускаемого через животное, увеличивает стойкость наркоза; такое напряжение не смертельно даже до 300 в (нами проверено до 350 в) если ток пропускается только через голову животного.

Опытным путем нами подобраны оптимальные напря-

жения, удовлетворяющие требованиям получения стойкого наркоза и не вызывающие значительного снижения качества свинины. Для переменного тока частотой 2400-3000 гц оптимальное напряжение составляет 250-300 в, а для пульсирующего - 100-110 в. Причем указанные нами оптимальные напряжения могут быть в значительной степени снижены в зависимости от условий того или иного мясокомбината, но не ниже минимальных пределов, которые нами указаны выше.

Сила тока, проходящего через организм животного, при одном и том же напряжении подаваемого тока определяется размером омического сопротивления у животного. Это сопротивление пропускаемому току значительно колеблется у каждой свиньи. Однако измерение силы тока необходимо для контроля за процессом анестезирования. При битемпоральном расположении контактов прохождение тока частотой 2400-3000 гц и напряжением 250 в при силе тока от 1,0 а до 2,5 а надежно обеспечивает получение стойкого наркоза.

Время, необходимое для прохождения тока через организм свиньи и получения наркоза, зависит от индивидуальных особенностей животного, но, как правило, оно равно 3-10 сек. Включение тока на более длительный срок в пределах не более 2-3 мин., хотя и безопасно для жизни животного, но значительно ухудшает качество свинины (появление петехий и повышение рН). Поэтому вряд ли целесообразно увеличивать срок выдержки анестезируемых свиней под током более 10 сек.

Омическое сопротивление организма свиньи прохождению тока, как это было определено в начале работы, зависит от многих индивидуальных особенностей каждого животного, предварительно установить которые в условиях производства невозможно.

Омическое сопротивление организма значительно снижается если животное отдохнуло и находится в спокойном состоянии. Повторное пропускание тока значительно увеличивает омическое сопротивление организма. Для получения наркоза свиньи, уже подвергавшейся до этого

действию тока, приходилось увеличивать силу пропускаемого тока за счет повышения напряжения на 50-80 в против ранее применявшегося тока.

Заслуживает внимания наблюдавшееся изменение омического сопротивления организма: в незначительную долю первой секунды ток проходит через животное при очень небольшом омическом сопротивлении, затем неожиданным скачком сопротивление быстро возрастает и удерживается постоянно на этом уровне до конца. Причем это более резко сказывается при прохождении тока через всю длину организма, почти незаметно при ритмическом расположении контактов и совсем не происходит у обескровленного животного. Увеличение омического сопротивления, как мы наблюдаем в опытах, свойственно только живому организму. Мы относим это явление за счет нервных стволов и именно в местах перерыва миелиновой оболочки, называемых перехватами Ранвье. Большинство прежних и современных исследователей считает плазматическую мембрану нервного волокна поляризуемой оболочкой, к которой закон Ома в его простейшей форме неприменим. Обычно эту мембрану наделяют особым свойством, а именно — при пропускании через нее электрического тока прогрессивно нарастает электродвижущая сила, действующая в противоположном направлении, и, следовательно, по мере прохождения тока изменяется сопротивление мембраны.

В заключение считаем необходимым рассмотреть состояние организма свиньи при прохождении через него тока. Пропуская ток через головной мозг и прекращая его деятельность, мы одновременно воздействуем на ряд других важных жизненных центров — сердечно-сосудистый, дыхания, желез внутренней секреции и др. Полагаем, что обычно наблюдающееся торможение деятельности сердца в первые секунды прохождения тока вызывается раздражением блуждающего нерва. Толчки сердца быстро ослабевают, и через 3-5 сек. развивается тахикардия. К этому времени наступает

резко выраженная анемия вследствие сужения кровеносных сосудов, в том числе, видимо, и коронарных, что ведет к нарушению питания сердечных мышц и дальнейшему их ослаблению.

Следует отметить, что при проведении опытов мы установили некоторую последовательность в сокращениях мышечной ткани под действием тока. Скелетная мускулатура немедленно включалась в процесс сокращения под влиянием указанного раздражения. При торможении деятельность сердца вступает в стадию трепетания лишь спустя 3-5 сек. после начала действия тока на животное, т.е. почти одновременно с возникновением общей анемии кожи и слизистых оболочек. После выключения тока приведенная последовательность также соблюдалась: скелетные мышцы немедленно расслаблялись, сердечные мышцы усиливали свою работу через 5-10 сек., а сосудосуживающие - расслаблялись только через 15-20 сек., т.е. 5-10 сек. гладкие мышцы держали кровеносные сосуды в суженном состоянии при возобновившейся деятельности сердца. В этот период всегда обнаруживалось повышенное кровяное давление, которое через 1 мин. обычно достигало более 200 мм. Следует полагать, что именно в этот период образуется точечное кровоизлияние в тканях организма. Хотя не исключена возможность возникновения точечных кровоизлияний и в момент клонических движений конечностей, когда кровяное давление достигает максимального увеличения. Все эти явления имеют наиболее выраженную форму при действии переменного тока низкой частоты, несколько меньшую - при пульсирующем токе с частотой импульсов 145 в секунду, длительностью паузы 0,0069 сек. и длительностью импульса 0,004 сек. При действии переменного тока частотой 2400-3000 гц напряжение скелетных мышц слабо выражено, и кровоизлияние на тушах и паренхиматозных органах, как правило, отсутствовало.

В итоге проведенных экспериментальных работ можно сделать следующие выводы.

1. Переменный ток 2400-3000 гц является наиболее действенным средством для получения предубойного наркоза свиней, по сравнению с другими видами токов.
2. Синусоидный ток частотой 2400-3000 гц, напряжением 100-200 в, силой 0,6-1,5 а при битемпоральном расположении контактов вызывает в течение 8-10 сек. глубокий наркоз у свиней.
3. После выключения тока общая анестезия организма свиньи сохраняется в течение 2-5 мин., что вполне достаточно для проведения последующих операций по переработке свиней.
4. Хороший наркоз может быть получен только при битемпоральном расположении контактов.
5. Прохождение тока через организм живой свиньи при битемпоральном расположении контактов не вызывает смертельных исходов если это воздействие будет продолжаться не более 3 мин.
6. При битемпоральном расположении контактов исключаются переломы позвоночника, трубчатых костей, разрывы мышечной ткани и крупных кровеносных сосудов с образованием внутримышечных гематом. Количество точечных кровоизлияний на тканях организма значительно сокращается, а в ряде случаев они совсем отсутствуют.
7. Свинина, полученная от свиней, анестезированных перед убоем переменным током в 2400-3000 гц, имеет рН в среднем 6,0, т.е. почти равное рН свинины от свиней, забитых без какого-либо наркоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Blomquist M. Beobachtungen bei der elektrischen Betäubung von Schweinen, "Fleischwirtschaft", 11, 1958.
2. Горбатов В.М. Убой свиней под наркозом, "Мясн. индустр. СССР", 6, 1952.
3. Коледин И.Г. Электронаркоз убойных животных, Тр. ВНИИМПа, вып. 41, 1934.
4. Коледин И.Г., Дубов А.В. Электрический способ оглушения животных на мясокомбинатах, Тр. ВНИИМПа, вып. 1, 1932.
5. Коледин И.Г., Дубов А.В. Электрооглушение, "Мясн. индустр. СССР", 3, 1932.
6. Коледин И.Г. Электрооглушение крупного рогатого скота, Пищепромиздат, 1935.
7. Корнеев Н.Е., Жуленко В.Н. Дитилин для расслабления мускулатуры у свиней, "Ветеринария", 1, 1962, 62.
8. Тасаки И. Проведение нервного импульса, Изд. иностр. лит., 1957.
9. Koch Stunning Pistol, "Meat", september, 1956.