

124



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

J. Savió, R. Tadió

DIE ERGÄNZUNGSANGABEN ÜBER  
DIE SCHWEINEBETÄUBUNG MIT KOHLENDIOXYD.  
Die Untersuchungen über den Schweine-  
zustand während und nach der Betäubung  
mit Kohlendioxyd

.N



МОСКВА 1962г.

125

DIE ERGÄNZUNGSANGABEN ÜBER DIE SCHWEINEBETÄUBUNG  
MIT KOHLENDIOXYD.

DIE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN SCHWEINEZUSTAND WÄHREND UND  
NACH DER BETÄUBUNG MIT KOHLENDIOXYD

J. Savić, R. Tadić.

Das Institut der Fleischtechnologie,  
Jugoslawien

In vielen europäischen Ländern werden die Schweine mit elektrischem Strom betäubt; bis zur letzten Zeit wurde diese Methode für die beste gehalten. Die Betäubung mit elektrischem Strom ruft doch neben einer Reihe von unerwünschten Folgen auch Intramuskul- und Kapillarblutergüsse hervor. Die Entwicklung der Wirtschaft, das Wachstum der Forderungen zur Qualität der Endprodukte und der obenbeschriebene Grund veranlaßten uns, nach neuen Betäubungswegen zu suchen. Es ist bekannt, daß in der Praxis sehr schwer ist, eine genaue Stromdosis zu erreichen. Das wird mit individueller Empfindlichkeit jedes Tieres und dem Vorhandensein von Borste und Schmutz, die den Stromlauf erschweren, erklärt. Eine neue bessere Methode der Schweinebetäubung basiert sich auf der Anwendung von Kohlendioxyd.

In der Literatur gibt es viele Angaben über die Wirkung von  $CO_2$  auf das Tierorganismus, über optimale  $CO_2$ -Kon-

zentrationen und über den Zeitabschnitt, der zur Betäubung eines Tieres notwendig ist. Diese Angaben sind aber widerspruchsvoll.

Die Untersuchungen über die Wirkung von  $\text{CO}_2$  auf das Tiernervengebäude sind ungenügend. Es gibt eine Annahme und Angaben (1, 4) darüber, daß ein abgesonderter Nerv im Milieu mit hohem  $\text{CO}_2$ -Druck weniger reizbar ist und man eine stärkere Einwirkung braucht, um dessen Reaktion hervorzurufen. Die 30%ige  $\text{CO}_2$ -Konzentration blockiert zum Teil die Verbindung zwischen Nervenzellen, was auch den Impulsübergang von einer Zelle zu der anderen erschwert.

In diesen Untersuchungen wurde die 30-35%ige  $\text{CO}_2$ -Konzentration verwendet, während die Schweinebetäubung (vor dem Entbluten) bei viel höheren Gaskonzentrationen (60-80%) durchgeführt wird.

In der Literatur gibt es wenig Angaben über die Symptome der Einwirkung von Kohlendioxyd auf die Tiere. Auf Grund des vorhandenen Materials kann man auch annähernd nicht feststellen, ob bei der Betäubung irgendwelche unerwünschte Veränderungen im Tierkörper vor sich gehen. Besonders umfangreiche Angaben darüber wurden in der letzten Zeit vom Institut der Fleischwirtschaft, Dänemark (Blomquist) veröffentlicht, sie sind aber nur auf 5 Tieren geprüft. Aus der Mitteilung des Instituts folgt, daß während der ersten 15 Sek. keine Veränderungen erfolgen. Dann wird bei Schweinen die Erregungserscheinung festgestellt. Nach 15 Sek.

146

fallen die Tiere um, der Kornealberührungsreflex und die Schmerzempfindung werden nicht mehr beobachtet. Nach selch einer Behandlung bleiben die Tiere noch 80 Sek. bewußtlos (in dieser Zeit wird der Kornealreflex allmählig wieder beobachtet). Während der nächsten 1,5-2 Min. kommen die Schweine wieder zu Bewußtsein und nach 10-15 Min. erholen sich endgültig.

Anthony, Schmidt u. Stater (5) schreiben, daß bei 60-65%iger Kohlendioxyd-Konzentration die Tiere nach 10-14 Sek. betäubt werden. In seiner ersten Arbeit meint Wernberg (7), daß bei 60-70%iger  $CO_2$ -Konzentration zur Schweinebetäubung 5-10 Sek. notwendig sind; in der letzten Arbeit aber führt er dieselben Angaben wie Blomquist an, d.h. 45 Sek. Demgegenüber schreibt Essig (2), daß zur Tierbetäubung mit 75-80%iger Kohlendioxyd-Konzentration 75 Sek. und mehr notwendig sind. Massarjgin und Duda (3) teilen mit, daß bei 70%iger Gaskonzentration die Betäubung der Tiere nach 3 Min. erreicht wird, und daß sie in diesem Fall 1-3 Min. dauert. Theloe (5) schreibt, daß der Kornealberührungsreflex bei Tieren, die bei 65-75%iger  $CO_2$ -Konzentration betäubt werden, nach 33 Sek. verschwindet.

Alle Verfasser betonen aber, daß das Entbluten der Tiere, die mit dieser Methode betäubt wurden, bedeutend besser als bei den mit elektrischem Strom betäubten erfolgt und daß die Blutergüsse in den Muskeln sehr selten beobachtet werden.

Einige Schlachthöfe in Jugoslawien beginnen schon bei Schweinebetäubung das Kohlendioxyd zu verwenden, darum haben wir in unserer Arbeit folgende Aufgaben gestellt:

- 1) optimale  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen bei Schweinebetäubung festzustellen;
- 2) den Einfluß des Tiergewichtes auf die Betäubungsdauer zu untersuchen;
- 3) die Veränderungen des Tierzustandes während und nach der  $\text{CO}_2$ -Betäubung zu bestimmen;
- 4) die unerwünschten Veränderungen im Tierorganismus, die die Verwendung dieser Methode möglicherweise hervorruft, klinisch zu untersuchen.

#### Versuchstechnik

##### I. Eine Versuchskammer zur Schweinebetäubung mit $\text{CO}_2$ .

Die Schweinebetäubung mit Kohlendioxyd wurde in einer Kammer, deren Länge 2 m, Breite 0,60 m, Höhe 0,90 m und Kapazität  $1,08 \text{ m}^3$  betragen, durchgeführt. An einer Seitenwand dieser Kammer wurden 3 Öffnungen mit Ventilen gemacht. Durch 2 Öffnungen wurde das Kohlendioxyd zugeführt und durch die dritte Öffnung wurde die Probe zur Bestimmung der  $\text{CO}_2$ -Konzentration entnommen. Auf der oberen Kammerseite gab es auch eine Öffnung (40 mm x 40 mm) zur Beobachtung der Schweine während der Betäubung. Außerdem wurde in diesem Kammerteil ein Ventil zum Luftentzug während der Kohlendioxydzufuhr be-



festigt.

Bei geöffneten Kammertüren wird der  $\text{CO}_2$ -Verlust durch ein Vorhängesystem verhütet. Im Kammerinnern werden neben den Türen zwei Vorhänge gestellt. Der erste aus zwei Teilen bestehende Vorhang wird aus Plane verfertigt und auf vier Kammerseiten befestigt. Der Vorhang wird mit Hilfe von Stahlfedern geöffnet. Der zweite Vorhang wird aus dichtem Plüsch hergestellt und nur auf der oberen Kammerwand befestigt.

2. Das Auffüllen der Kammer mit  $\text{CO}_2$  und die Bestimmung dessen Konzentration.

Die Untersuchungen über die Schweinebetäubung wurden bei 30, 40, 50, 55, 60, 70 und 80%iger Kohlendioxydkonzentration durchgeführt. Vor dem Einführen der Tiere wird die Kammer mit  $\text{CO}_2$  aus Flaschen bis zur notwendigen Konzentration aufgefüllt. Dabei frieren die Ventile und Ablaufröhre ein, was die Dauer des Auffüllens wesentlich verlängert. Darum werden die Flaschen abwechselnd ausgenutzt. Die  $\text{CO}_2$ -Konzentration wurde mit Geräten zur Gasanalyse nach Orsat bestimmt (6).

3. Die Auswahl und Vorbereitung der Tiere zur Betäubung.

Es wurden klinisch gesunde, in einer Gegend gemästete Schweine einer Rasse und eines Geschlechts untersucht. Das

Schweinegewicht betrug 90, 100 und 110 kg. Die Schweine werden zur Versuchsstelle transportiert und bekommen 3 Tage Ausruhezeit. Vor der Untersuchung werden die Tiere während 12 Stunden nicht gefüttert. 6 Stunden vor der Untersuchung bekommen die Schweine kein Wasser.

4. Die Untersuchung des Schweinezustandes während der Betäubung mit CO<sub>2</sub> und nach dem Entfernen aus der Versuchskammer.

Die Veränderungen des Schweinezustandes wurden regelmäßig während der Betäubung, nach dem Entfernen der Tiere aus der Versuchskammer, in der Luftatmosphäre und während des Entblutens registriert. Nach dem Versuch wurden die Schweine in die Luftatmosphäre untergebracht und während 24 Stunden beobachtet. Danach wurden die Tiere ohne ergänzende Betäubung geschlachtet. Nach der Schlachtung wurde die pathologisch-anatomische Analyse des Fleisches und aller Organe durchgeführt.

VERSUCHSERGEBNISSE

A. Die Bestimmung der optimalen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen zur Schweinebetäubung

Die Versuchsergebnisse sind aus der Tabelle I ersichtlich.

144

Tabelle I.

Der Einfluß der Kohlendioxydkonzentration auf die  
Betäubung.

CO <sub>2</sub> - Konzentration	bis 30	von 30 bis 55	60	70	über 80
Die Zeit, nach der die Exzitation beobachtet wird	Die zur Anästhesie ungenügenden Mengen	Die Mengen, die zur Anästhesie ungenügend sind und nur eine kurzfristige Exzitation der Tiere hervorgerufen	13-20"	10-15"	6-12"
Die Exzitationsdauer			10-20"	6-16"	8-15"
Die Zeit des Fehlens von Kornealberührungsreflex seit der Einführung der Tiere in die Versuchskammer			40-80"	29-55"	27-47"
Die Zeit nach der der Kornealber.reflex wieder beobachtet wird			40-70"	70-120"	82-135"
Die Symptome der tiefen Anästhesie					
Nach dem Erwachen der Tiere	Es werden keine Anästhesiefolgen beobachtet				
Die Veränderungen im Fleisch der Schlachttiere				Das Erscheinen der punktförmigen Blutergüsse in der Muskulatur	

Aus den angeführten Angaben ist ersichtlich, dass bei der Kohlendioxydkonzentration unter 55% die Tiere nicht betäubt werden. Bei 60%iger CO<sub>2</sub>-Konzentration ist eine dauernde Betäubung notwendig. Bei Anwendung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 80% wird die Betäubungsdauer praktisch nur unwesentlich verkürzt.

Auf Grund dieser Ergebnisse wurden die nachfolgenden Versuche über die Schweinebetäubung bei 70%iger CO<sub>2</sub>-Konzentration durchgeführt.



## B. Der Einfluß des Gewichtes der Tiere auf die Kohlendioxydbetäubung.

Die Untersuchungen auf den Tieren einer Rasse und eines Geschlechts, aber mit verschiedenem Gewicht (90, 100, 110 kg) ergaben, daß bei gleichen  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen das Gewicht der Tiere die Betäubungsdauer nicht beeinflusst. Die nachfolgenden Versuche wurden auf Tieren mit dem Gewicht 100 kg durchgeführt.

## C. Der Schweinezustand während der Betäubung.

Während der Schweinebetäubung bei 70%iger Gaskonzentration wurden 5 Phasen festgestellt: 1) der normale Schweinezustand; 2) die Erregungserscheinung - das Exzitastadium; 3) die Lähmungserscheinung, wobei die Schweine das Bewußtsein verlieren; 4) die leichte Betäubung; 5) die tiefe Betäubung.

### I. Die Phase des normalen Schweinezustandes

Während der ersten 10-15 Sek. nach dem Einführen der Tiere in die Versuchskammer mit 70%iger Kohlendioxydkonzentration werden keine Veränderungen des normalen Schweinezustandes beobachtet. Die Schweine atmen normal das Gemisch von Kohlendioxyd und Luft ein und beschnüffeln die Wände der Kammer. Die Zahl der Atemzüge bleibt unverändert. Einige Tiere leeren sich normal aus.

Diese Phase dauert 10-15 Sek. und bei meisten Versuchstieren (30%) -- 12 Sek.

149

II. Die Erregungsphase -- das Exzitationsstadium.

Nach der ersten Phase wird bei allen Tieren eine starke Erregung -- Exzitation beobachtet. Das äußert sich in unkoordinierten Kopf- und Vorderbeinebewegungen; die Tiere treten zurück, heben die Köpfe hoch und öffnen beim Ein- und Ausatmen den Mund.



Abb. 1. Das Tier während der Exzitation.

Versuchskammer ausgerechnet wird.

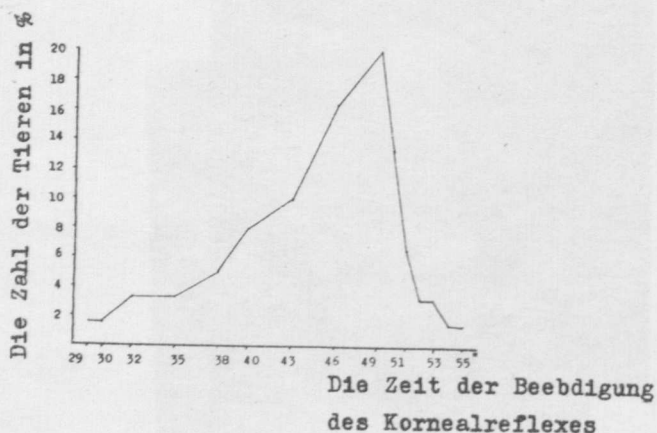


Abb. 4. Die Dauer des Kornealberührungsreflex-Fehlens bei den mit 70%igem Kohlendioxyd betäubten Tieren.

Aus der Abb. ist ersichtlich, daß der Kornealberührungsreflex bei einigen Tieren (1,6%) während min. 29. Sek., bei anderen (1,6%) während max. 55 Sek. und bei den meisten (20%) während 49 Sek. nach deren Einführen in die CO<sub>2</sub>-Betäubungskammer nicht beobachtet wird.

#### V. Die Phase der tiefen Betäubung.

Die Schweine, die nach dem Verschwinden des Kornealberührungsreflexes aus der Kammer entfernt wurden, liegen in der Luftatmosphäre ruhig mit Symptomen der tiefen Betäubung.

Das Erscheinen des Kornealberührungsreflexes wurde wieder 40-80 Sek. nach dem Entfernen der Schweine aus der Versuchskammer beobachtet. Wenn aber das Entbluten der Schweine vor dessen Erscheinung durchgeführt wird, beginnen die Schweine mit Vorder- und Hinterbeinen heftig zu bewegen, was das Entbluten erschwert. Das bedeutet das Aufhören der Betäubungswirkung. Darum wurden die Schweine nach dem Verschwinden des Kornealberührungsreflexes noch einige Zeit in der Kammer gehalten. Zur genügenden Betäubung werden die Tiere in der Betäubungskammer min. 45 Sek., max. 70 Sek. gehalten; meist werden die Schweine 64 Sek. in der CO<sub>2</sub>-Kammer gehalten.

Die Mittelwerte sind nach der Summe der Betäubungszeiten für alle untersuchten Tiere und nicht nach der minimalen und maximalen Betäubungsdauer ausgerechnet.

D. Der Schweinezustand in der Luftatmosphäre und während des Entblutens.

1. Der Schweinezustand in der Luftatmosphäre.

Um festzustellen, ob die CO<sub>2</sub>-Betäubung irgendwelche unerwünschte Veränderungen im Tierorganismus hervorruft, wurden die Schweine nach der Entfernung aus der Versuchskammer in der Luftatmosphäre liegengelassen.

Die aus der Betäubungskammer entfernten Schweine lagen auf der Seite ohne Bewegungen, mit vorgestreckten Beinen. Die Schmerzempfindlichkeit und der Kornealberührungsreflex

fehlten. Nach der Entfernung der Tiere aus der Betäubungskammer schwankte die Zahl der Atemzüge zwischen 5 und 7, und die Zahl der Herzschläge -- zwischen 140 und 170 in einer Min. Die Vorder- und Hinterbeine kann man leicht bewegen. Es wird eine Überfüllung der Konjunktival- und Nasenschleimhautblutgefäße beobachtet. In diesem Stadium wird jeder Atemzug durch heftiges Mundöffnen begleitet.



Abb. 5. Der Schweinezustand unmittelbar nach dem Entfernen aus der Versuchskammer.

Bei einigen Tieren (12%) wird eine geringe Speichelabsonderung beobachtet. Nach dem Entfernen der Tiere aus der Betäubungskammer erscheint der Kornealberührungsreflex wieder



152

min. nach 70 Sek. (3%), max. nach 120 Sek. (6%) und bei  
meisten Tieren (20%) nach 95 Sek. In dieser Zeit wird auch  
wieder die Schwereempfindlichkeit beobachtet. Unmittelbar  
vor den obengenannten Erscheinungen werden die Atemzüge tie-  
fer und kürzer.

Die meisten Versuchstiere (90%) heben sich 1-2 Min.  
nach dem Erscheinen des Kornealberührungsreflexes auf die  
Vorderbeine und nach noch 20-60 Sek. auf die Hinterbeine.

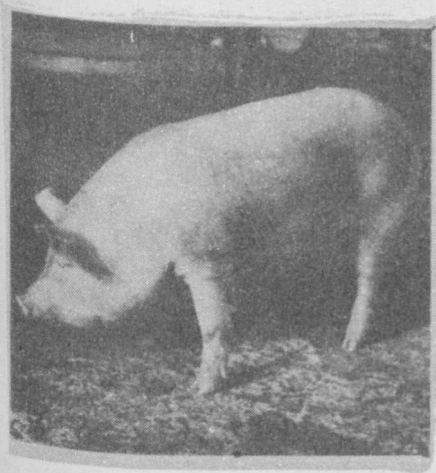


Abb. 6. Das Tier erhob sich.

Dabei sind die Vorderbeine breit gespreizt und die  
Hinterbeine unter den Körper gezogen.

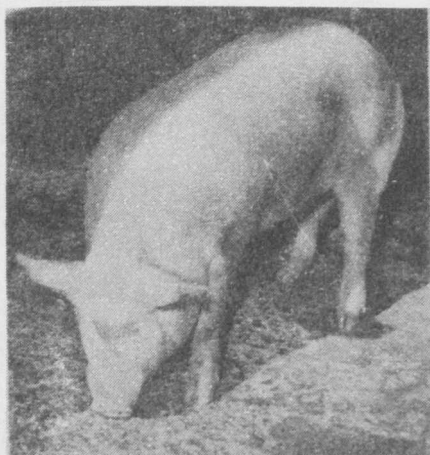


Abb. 7. Der normale Zustand des Tieres.

Nach dem Erheben versuchen die Tiere, sofort zu bewegen; die Bewegungen sind aber sehr unsicher. 5 Min. nach dem Entfernen aus der Kammer bewegen sich die meisten Schweine schon ganz normal. Während der nachfolgenden 10 Min. werden die Atemzüge und Herzschläge normal, einige Schweine nehmen Futter ein. Zu dieser Zeit wird die Konjunktival- und Schleimhaut-Blutgefäßüberfüllung nicht mehr beobachtet. 24 Stunden nach der Betäubung werden keine Unterschiede zwischen Kontroll- und Versuchsschweinen festgestellt.

Nach der Schlachtung ohne ergänzende Betäubung wird Sanitätsbeschau von Schweinehälften, serösen Häuten, Lymph-

153

knoten und inneren Organen (Herz, Lungen, Leber, Milz und Nieren) durchgeführt. Es wurden keine Betäubungsfolgen nachgewiesen.

## 2. Der Zustand der betäubten Tiere während des Entblutens.

Die Schweine aus der anderen Versuchsgruppe wurden nach der Betäubung für das rechte Hinterbein aufgehängt und auf gewöhnliche Weise behandelt. Die Schlachtung erfolgte 30 Sek. nach dem Entfernen aus der Betäubungskammer.

Während der ganzen Zeit seit dem Aufhängen auf der Entblutungslinie reagierten die Tiere auf kein äußeres Reizmittel. In keinem Fall reagierten die Schweine auch auf den Messerschlag. Das Blut floß in einem vollen und gleichmäßigen Strahl; das Blut hatte eine dunkle Farbe.

Während der ganzen Entblutungsperiode wurden bei Tieren keine Lebensmerkmale außer Herzschläge, die bei der Auskultation mit Stethoskop festgestellt wurden, beobachtet. Das bedeutet, daß die Tiere genügend betäubt wurden.

### Besprechung der Ergebnisse

Unsere Arbeit ergab, daß der Tierorganismus auf die Einwirkung des 70%igen Kohlendioxyds immer auf bestimmte Weise reagiert. So werden in der ersten Phase keine klinischen Veränderungen festgestellt. Nach 10-15 Sek. (die zweite Phase) werden Exzitationsmerkmale und nach noch

15 Sek. die ersten Betäubungssymptome (die dritte Phase) beobachtet. Mit dem Verschwinden des Kornealberührungsreflexes verstärkt sich die Betäubung (die vierte Phase), aber erst nach noch 15 Sel. erfolgt eine genügend tiefe Betäubung (die fünfte Phase).

So eine immer gleiche Reihenfolge einzelner Betäubungsphasen zeugt davon, daß die Wirkung von Kohlendioxyd auf den Tierorganismus von annähernd gleichen Symptomen und Intensität (trotz allen physiologischen und anderen Einwirkungen) begleitet wird. Für andere Betäubungsmethoden, bei denen der Betäubungsgrad weniger richtig erreicht wird, ist es nicht der Fall.

Wir untersuchten auch die Frage, ob das Fehlen des Kornealberührungsreflexes gleichzeitig auch eine tiefe Betäubung, d.h. ein schmerzloses Entbluten und eine volle Immobilität (Unbeweglichkeit) des Tieres, bedeutet. Meist wird das Fehlen des Kornealberührungsreflexes für das wichtigste Betäubungssymptom gehalten. Unsere Untersuchungen ergeben aber, daß bei der Schweinebetäubung mit  $\text{CO}_2$  das Fehlen des Kornealberührungsreflexes für ein Merkmal der tiefen Betäubung, die zum normalen Entbluten notwendig ist, nicht gehalten werden kann. In der Praxis sollen die Tiere nach dem Verschwinden des Kornealberührungsreflexes noch einige Zeit in der Gaskammer gehalten werden. Erst dann wird eine volle und tiefe Bewußtlosigkeit der Tiere erreicht.

154

Ohne die Behauptungen der Literatur und besonders Physiologie über die Bedeutung des Kornealberührungsreflexes für das Erreichen des vollen Narkosezustandes zu besprechen, kommen wir zur Schlußfolgerung, daß nach dem Verschwinden des Kornealberührungsreflexes die Betäubung von dem **techno- Standpunkt aus** logischen noch einige Zeit dauern muß (das ist die letzte Betäubungsphase).

Die klinischen Untersuchungen auf einer großen Zahl der Tiere, die mit  $\text{CO}_2$  betäubt wurden, ergaben, daß nach einer bestimmten Zeitdauer der Zustand aller Schweine wieder normal wird.

Dabei wird auch eine bestimmte Symptomenreihenfolge beobachtet: die Zunahme der Zahl von Atemzügen und die Abnahme der Zahl von Herzschlägen, die Beinebewegungen, das Mundöffnen, das Wiedererscheinen des Kornealberührungsreflexes, die Versuche, sich zu bewegen, und die allmähliche Schwächung von cyanotischen Symptomen. Nach 24 Stunden werden schon keine Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollschweinen festgestellt.

Auf Grund der obengenannten Angaben kann man behaupten, daß die entwickelte Betäubungsmethode das Erreichen einer tiefen Narkose ohne irgendwelche unerwünschte Veränderungen im Tierorganismus ermöglicht.

Von dieser Behauptung ausgehend, worüber in der Literatur ziemlich vorsichtig berichtet wird, untersuchten wir den Zustand der mit Kohlendioxyd betäubten Tiere



während des Entblutens und stellten fest, daß die beschriebene Methode den Forderungen der gegenwärtigen Fleischbearbeitungstechnologie entspricht.

Die Bewertung der Symptome, die während der Betäubung und des Entblutens beobachtet werden, ergab, daß die Betäubung mit Kohlendioxyd von technologischem und physiologischem Standpunkt aus eine verwendbare und bessere Betäubungsmethode ist.

#### Schlußfolgerung

Auf Grund der erreichten Resultate kann man folgendes feststellen:

1). Die  $\text{CO}_2$ -Konzentration beeinflußt nicht nur die Betäubungsintensität während einzelner Phasen, sondern auch den Grad der erreichten Betäubung;

2). Das Fehlen des Kornealberührungsreflexes kann nicht für ein richtiges Merkmal der tiefen Betäubung die zum erfolgreichen Entbluten notwendig ist, gehalten werden. Nach dem Verschwinden des Kornealberührungsreflexes soll das Tier zur ergänzenden Gaseinwirkung in der Versuchskammer noch 15 Sek. gehalten werden;

3) Die gleiche Reihenfolge einzelner Betäubungsphasen zeigt, daß die Wirkung von Kohlendioxyd auf den Tierorganismus von annähernd gleichen Symptomen und Intensität (trotz physiologischen und anderen Einwirkungen\*) begleitet wird;

- 4) Die in unseren Untersuchungen verwendete CO<sub>2</sub>-Betäubungsmethode ermöglicht eine tiefe Schweinebetäubung ohne irgendwelche unerwünschte Veränderungen im Tierorganismus;
- 5) Die entwickelte Betäubungsmethode kann auf den großen fleischbearbeitenden Betrieben verwendet werden.

Л и т е р а т у р а:

1. Blomquist, S.: The CO<sub>2</sub> Method of Stunning Pigs for Slaughter, Publication No 1, slagteriernes Forskningsinstitut, Boskilde, 1957.
2. Essig, A.: Kohlensäurebetäubung in einem deutschen Schlachthof, Die Fleischwirtschaft, 7, 558-560, 1959.
3. Массарыгин А. Дуда, З: Опыт предубойной газовой анестезии свиней, Мясная индустрия СССР, № 6 50-53, 1958.
4. Савич И.: Оглушение свиней углекислотой. Технология мяса № 1, 1960 г.
5. Theloe, S.: A kábitási időtartam, a gázközpontáció, valamint a kivérzés mértéke a sertés, CO<sub>2</sub>-dal történi kábitásánál, Húsipar, No 1-2, 33-36, 1961.
6. Тутунджич П. Технический анализ газов, Белград, 1947.
7. Wernberg, W.: Anlagen für die CO<sub>2</sub>-Betäubung von Schlachtschweinen. Die Fleischwirtschaft No 12, 1957.

