BEITRAG ZUR FESTSTELLUNG EINIGER PHYSIOLOGISCHER PARAMETER BEI DER ENTWICKLUNG DER INDUSTRIELLEN SCHWEINEPRODUKTION

Sh. Georgiev, I. Boschkov u. R. Teoharova

Zu den hervorstechendsten Merkmalen des Hausschweines vom Gesichtspunkt der Thermo regulation und industriellen Schweineproduktion gehört nicht allein seine Fetteinlagerung, sondern auch seine unvergleichlich große Wachstumsgeschwindigkeit. Damit ist eine schnelle Veränderung des Körpergewichts in relativ kurzer Zeit verbunden, und daraus ergeben sich ganz charakteristische funktionelle Besonderheiten und die Adaptation begrenzende Faktoren.

Der Erfolg der Schweinewirtschaft und der Qualität des Fleisches, das erzeugt wird, hängt von der Art der Fütterung der Tiere und auch vom Mikroklima des Stalles ab.

Die industrielle Technologie der Fleischproduktion steht in Verbindung mit der ununterbrochenen Erzeugung der Schweine in geschlossenen Räumen, was die Bedeutung des Stallklimas für die Qualität des Fleisches erhöht.

Die Erhaltung der Wärmebalance und des Wasser- Elektrolytwechsels in einer bestimmten Höhe, hängt von den Umgebungsbedingungen ab, in denen sich die Tiere befinden.

Auf die außerordentliche Belastung des Organismus des Hausschweines infolge einer Erhöhung der Rektaltemperatur und das Auftreten von Polpnoe bei höherer Außentemperatur, weisen eine Reihe von Autoren hin (ROBINSON u. LEE, 1941; HEITMANN u. Mit., 1949, 1951, 1954; MOUNT, 1962; INGRAM, 1964, 1965; WUNDERSEE, 1964; STUDSZINKI u. STEINHARDT, 1967; STEINHARDT u. Mit., 1967; STEINHARDT, 1970; GEORGIEW u. STEINHARDT, 1970; GEORGIEW, 1970).

Aus den Untersuchungen der oben aufgeführten Autoren ist ersichtlich, daß der Organismus unter den Bedingungen einer erhöhten Umgebungstemperatur, Wasser- und Elektrolytverlust durch eine beschleunigte Atemfrequenz und eine erhöhte exkretorische Funktion der Speicheldrüsen zeigt.

Der Zweck unserer Untersuchungen war die Feststellung derjenigen Grenzen der Außentemperatur, die bei dem Transport von Schweinen optimale Bedingungen schaffen.

Weiterhin sollte der Einfluß erhöhter Umgebungstemperatur auf die Änderung des Wasser- und Elektrolytstoffwechsels und den osmotischen Druck des Harnes, des Plasmas und des Speichels auch unter ontogenetischem Gesichtspunkt festgestellt werden. Diese genannten durch die Umgebungstemperatur veränderbaren Faktoren sind für die Qualität des Fleisches und für die Technologie der Fleischproduktion von entscheidender Bedeutung und bis heute noch nicht in genügendem Maße bekannt.

Material und Methode

Die Versuchstiere waren in zwei Gruppen eingeteilt. Zur ersten Gruppe gehörten 12 weibliche Schweine (BVL) mit einer durchschnittlichen Körpermasse von 22,5 ± 2,5 kg, und zur zweiten Gruppe 12 weibliche Schweine mit einer Körpermasse von 62,0 ± 2,0 Kg.

Die Messungen während der Kontrolle und Wärmebelastung wurden in Zeitabständen von 30 Minuten durchgeführt. Die Bestimmung der Elektrolyte erfolgte mit dem Flammenphotometer, die Osmolarität wurde mit dem "Fiske-Osmometer" festgestellt.

Die Versuchstiere wurden in Rechtslage fixiert und einzeln in einem Vorraum bei 22°C (20 - 25-kg-Ferkel) und bei 17 - 18°C für (60 - 65-kg-Schweine) für 2 Stunden gebracht (Kontrollversuche). Danach wurden die Tiere in den Klimaraum gebracht und blieben dort für die weiteren Untersuchungen in hoher Umgebungstemperatur bei 37°C und 70 - 80 % Luftfeuchtigkeit solange, bis die Rektaltemperatur auf 42,5°C angestiegen war.

Im Vorbereitungsraum wurden intravesikulär Katheter eingelegt und die Harnblase entleert. Die Blutentnahme erfolgte aus der Ohrvene. Der Speichel wurde zur Bestimmung der Gesamtmenge in einem Gefäß aufgefangen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse werden in den folgenden Darstellungen wiedergegeben.

Die Beziehung zwischen Rektaltemperatur und der Osmolarität des Harnes, der Na- und K-Konzentration und der Harnmenge bei 22° C für die erste Gruppe und bei 17 - 18° C für die zweite Gruppe sowie bei 37°C Umgebubgstemperatur für beide Gruppen sind in der Abbildung 1 dargestellt.

In mehreren Versuchen an einem größeren Tiermaterial konnten wir feststellen, daß die Harnosmolarität, die Na- und K-Konzentration und die Harnmenge im Temperaturintervall von 17 bis 22°C keine Veränderungen zeigte. Die Rektaltemperatur (RT) bleibt konstant.

In höherer Umgebungstemperatur wird mit dem Anstieg der RT die Harnflußrate bei beiden Gruppen kontinuierlich veringert. Die Harnosmolarität steigt mit der Erhöhung der RT bis zu einer RT von 40,5°C relativ schnell und fällt dann bei weiterer Erhöhung der RT auf 42,5°C wieder allmälich bei beiden Gruppen ab. Die Na- und K-Konzentration im Harn zeigt in Abhängigkeit von RT, daß mit der Erhöhung der RT die Na-Konzentration bei beiden Gruppen sinkt. Die K-Konzentration wird bis 41,0°C (I. Gruppe) und 41,5°C Rektaltemperatur (II. Gruppe) vermindert, danach steigt sie, bis die Rektaltemperatur 42,5°C erreicht hat.

In dem Temperaturintervall von 17 bis 22°C zeigte die Atemfrequenz keine Veränderungen.

Periphere Vasodilatation und die Erhöhung der Atemfrequenz sind die ersten Reaktionen des Schweines, die sowohl bei exogener (37°C) als auch endogener Hyperthermie eine erhöhte Wärmeabgabe verursachen. Bis zu einer RT von 40,5°C ist ein Anstieg der Atemfrequenz (AF) von 20 - 30 Atemzüge/min bis auf 120 (I Gr.) bzw. 220 Atemzüge/min (II Gr.) festzustellen. Bei der weiteren Erhöhung der RT auf 41°C (Gr. I) bzw. auf 41,5°C (Gr. II) ist nur noch ein verzögerter Anstieg der AF zu beobachten und danach tritt eine Abnahme der Atemfrequenz ein (Abbildung 2).

Mit dem verzögerten Anstieg der Atemfrequenz ab 40,5°C beginnt die Speichelsekretion. Sie erreicht bei der Rektaltemperatur von 42,5°C ihre höchsten Werte.

Die Osmolarität des Speichels steigt bei beiden Gruppén mit der Erhöhung der RT auf 42,5°C von 75- 95 (Gr. I u. II) auf 120 - 150 mosm/l.

Die Beziehung zwischen Na- und K-Gehalt im Plasma, die Osmolarität des Plasmas und Rektaltemperatur (Abb.3) läßt erkennen, daß die Plasmaosmolarität bei beiden Gruppen von 270 - 282 mosm/l (gr. I u. II) auf 297 - 305 mosm/l bei einer RT von 42,5 - 43,0° ansteigt. Der K-Gehalt erhöht sich mit dem Anstieg der RT von 4,7 auf 5,2 mVal/l (Gr. I) und von 5,2 auf 5,6 mVal/l (Gr.II) bei 41-41,5°C RT. Bei einer weiteren Erhöhung der Rektaltemperatur fällt der K-Gehalt ab. Der Na-Gehalt des Plasmas fällt mit der weiteren Erhöhung der Rektaltemperatur um 4,0 mVal/l (Gr. I) und um 5,0 mVal/l (Gr. II) bei 42,5°C RT.

In Temperaturintervall von 17 bis 22°C Umgebungstemperatur zeigen Plasmaosmolari-

tät und der Na- und K-Gehalt im Plasma keine Veränderungen.

Nach Beendigung der Wärmeeinwirkung normalisieren sich die oben beschriebenen Veränderungen der Atemfrequenz, der Harn-, Plasma- und Speichelosmolarität sowie die Na- und K-Konzentration in Harn und Plasma allmälich. Nach etwa 2 - 3 Stunden sind die Normalwerte wieder hergestellt.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Die durch die Hitze ausgeübten nachteiligen Wirkungen auf den Flüssigkeits- und Elektrolytgehalt des Körpers der Schweine äußern sich in Form einer Hitzeerschöpfung.

Da die Körpermasse (KM) bei der Verteilung der Körperwärme die dominierende Rolle spielt, ist es unvermeidlich, daß jede Situation, die entweder übermäßige Speichelverluste oder andere Wasserverluste zur Folge hat, zur Störungen der Wärmeregulierung, des Körperflüssigkeitsvolumens und der Elektrolytkonzentrationen führt.

Hausschweine mit größerer KM sind besonders empfindlich gegenüber hohen Umgebungstemperaturen (UT). Bei ihnen ist die Ausbildung der Hyperthermie ein spezielles Problem - die Mechanismen der Wärmeabgabe sind bei schweren Hausschweinen relativ gering ausgeprägt (STEINHARDT u. GEORGIEW, 1970).

Die Wärmeabstrahlung und -ableitung wird durch die Temperatur der Umgebung, die Luftfeuchtigkeit, die Luftbewegung, die KM der Schweine sowie durch die Menge der infolge der metabolischen Tätigkeit im Körper gebildeten Wärme beeinflußt.

Falls die Temperatur der Umgebung zwischen 18 bis 22°C liegt, findet sowohl bei leichteren als auch schwereren Schweinen eine von der Atemfrequenz (AF) und von der Speichelsekretion unabhängige konstante Verdunstung statt. Steigt die UT, wird durch die zunehmende Wasserabgabe über die Atemwege und die Speichelsekretion der Wasserhaushalt sowohl bei jüngeren wie auch bei älteren Tieren belastet.

Der Wasserhaushalt und die Wasserversorgung der Schweine stellt ein wichtiges Problem schon bei Temperatur (18 - 22°C), aber besonders bei hohen UT dar. Die Untersuchungen von HÖRNICKE (1962) zeigen, daß insbesondere das extrazellunläre Wasser mit der Zunhame der KM stark abnimmt. Bei hohen UT steigt der Wasserverbrauch der Schweine (HOLMES u. MOUNT, 1967). Die Menge des von den Atemwegen abgegebenen Wassers bei 35 - 37°C UT wird vorwiegend durch das Volumen des respiratorischen Austausches und den Wassergehalt der ein- und ausgeatmeten Luft bestimmt. Ein stärkerer Wasserverlust unter diesen Bedingungen kann einer der wesentlichen Faktoren sein, die die Anpassungsfähigkeit der Tiere begrenzen und spielt eine besonders wichtige Rolle beim Transport von Schweinen.

Die Speichelabgabe in Hyperthermie hat offensichtlich eine enge Beziehung zur Regulation des pH-Wertes und des Ionenhaushaltes (STUDSZINSKI u. STEINHARDT, 1967; STUDSZINSKI, 1968). Die Speichelabgabe ist jedoch infolge der im Vergleich zur Niere geringeren Konzentrations- und Selektionsfähigkeit der Speicheldrüsen mit einem größeren Wasserverlust verbunden (STEINHARDT u. GEORGIEW, 1970). Wenn gesunde Schweine einer plötzlichen Erhöhung der UT ausgesetzt sind, beschleunigt sich die Pulsfrequenz beträchtlich und es erhöht sich die Haut- und Rektaltemperatur . Derartige Symptome werden häufig auch bei Transportschäden der Schweine beobachtet. Daneben sind hier auch Veränderungen im pH-Wert des Blutes und des Fleisches sowie in der Ionenverteilung festgestellt worden.

Der Harnfluß wird mit dem Ansteig der RT, insbesondere bei höheren RT verringert. Bei schwereren Tieren hat die Niere die Fähigkeit zur Absonderung eines Konzentrierten Harns bei einer RT von 40,5°C offensichtlich ihr Maximum erreicht und bei weiterer Steigerung der RT verringert sich diese Fähigkeit noch. Die Durchblutung der Niere und die Versorgung

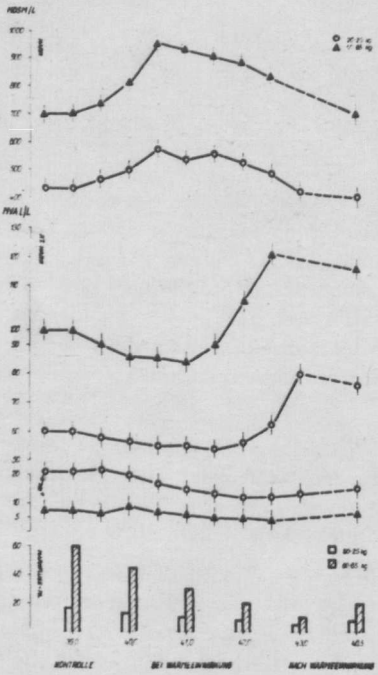
mit Sauerstoff scheinen dabei von besonderer Bedeutung zu sein. Die größeren Na-Verluste (im Speichel und teilweise im Harn) sowie auch ungünstige Ionenverschiebungen zwischen dem intra- und extrazellulären Raum, die zur Hyponatriämie und Hyperkalimäie führen, beeinflussen das innere Milieu erheblich, wobei auch die Fleischqualität Veränderungen aufweisen könnte.

Die besondere Rolle des Wasserhaushaltes bei der Steigerung der Atemfrequenz in Hyperthermie wird durch die Feststellung bekräftigt, daß der relative Flüßigkeitsverlust bei den Tieren mit 60 - 65 kg Körpermasse am größten und bei jüngeren Tieren (20 - 25 kg) niedriger ist. Es liegen genügend Anhaltspunkte dafür vor, daß es im Organismus der Schweine ein oder mehrere homeostatische Zentren gibt, die gegenüber Veränderungen des Volumens oder der Verteilung der extrazellulären Flüßigkeit äußerst empfindlich reagieren, während im Gegensatz dazu die Osmorezeptoren besonders auf Veränderungen der Osmolarität ansprechen.

Der Wirkungsgrad des Wärmehechelns wird durch die mit der verstärkten Tätigkeit der Atemmuskulatur verbundene, erhöhte Wärmebildung eingeschränkt (STEINHARDT u. GEORGIEW, 1970). Weitere den Wirkungsgrad einschränkende Faktoren stehen im Zusammenhang mit der pH- und Osmoregulationsfähigkeit (GEORGIEW u. STEINHARDT, 1970).

Die Untersuchungen an Hunden und Rindern deuten darauf hin, daß die Änderung der Osmolarität des Plasmas bei Dehydratisierung die Atmungsfunktion und die Schweißsekretion beeinflußt (DONTAS, 1939; BIANKA, 1968). Nach Beobachtungen von SENAY (1968,1969) bei dehydratisierten Menschen reduziert die vergrößerte Plasmaosmolarität in Hyperthermie die Atemraktion. Es liegt nahe, die Veränderungen des Wasserhaushaltes der Hausschweine in hohen UT der Plasmaosmolarität unter diesen Bedingungen als Faktoren zu betrachten, die die Atmungsfunktion und die Beziehung zwischen Atmungsfunktion und RT beeinflußen. Bei einem weiteren Anstieg der Plasmaosmolarität oberhalb von 42°C wird die Atemfrequenz bereits verringert und dadurch die Wärmeregulationsfähigkeit noch weiter eingeschränkt.

Abb.1



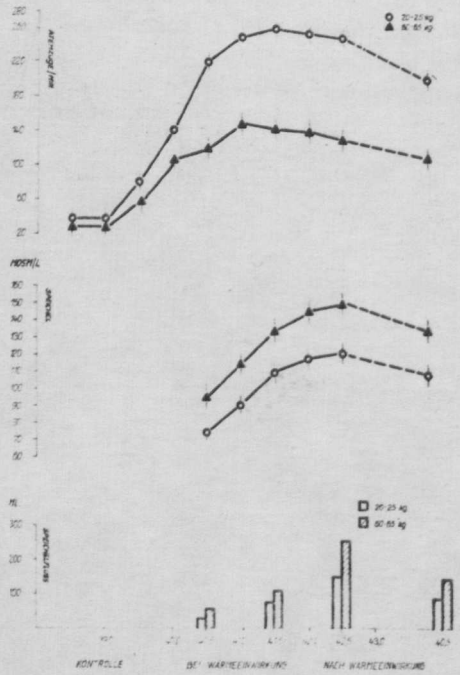


Abb.2

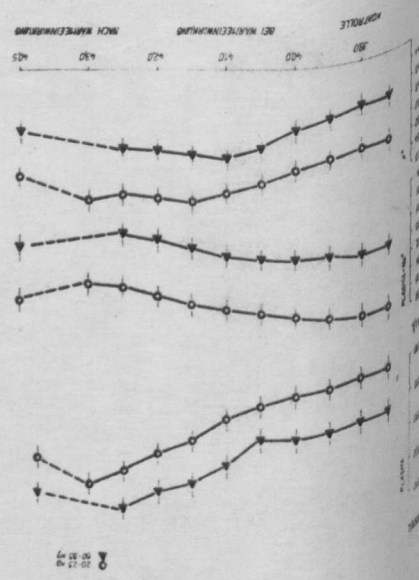


Abb.3

LITERATUR

1. Bianka, W. — Brit. Vet. 5, 113, 227-232 (1957)
2. Dontas, S. — Pflügers Arch. ges. Physiol. 16, 409-412 (1933)
3. Georgiev, Sh. — Internationale Physiol. Symposium Sofia 1969
4. Georgiev, Sh., M. Steinhardt — Arch. exp. Vet. Med.)im Druck) 1970
5. Heitmann, H., E.H. Hughes — J. of Animal Science 8, 171-181 (1949)
6. Heitmann, H., E.H. Hughes, C.F. Kelly — J. of Animal Science 10, 907-915 (1951)
7. Heitmann, H., T.E. Dond, C.F. Kelly — California agriculture 8, 8-15 (1954)
8. Holmes, H., W. Mount
9. Ingram, D.H. — Res. vet. Sci. 5, 357-362 (1967)
10. Ingram, D.H. — Res. vet. Sci. 6, 9 - 12 (1965)
11. Mount, L.E. — J. Physiol. 164, 274-281 (1962)
12. Robinson, K.W., LEE, D.H.K. — Proc. Roy-Soc. Queensland 53, 145-150 (1941)
13. Senay, L. — J. Appl. Physiol. 25, 2, 149-152 (1968)
14. Senay, L. — Pflügers Arch. 309, 167 - 175 (1969)
15. Steinhardt, M., T. Studzinski, L. Lyhs, R. Glowatzki — Arch. exp. Vet. Med. 21, 5 1257 -1267 /1967/
16. Steinhardt, M — VEB Gustav Fischer-Verlag Jena 1970
17. Steinhardt, M., Sh. Georgiev — 16th European Meeting of Meat Research Workers Sofia 1970
18. Studzinski, T. — Mh. Vet. Med. 23, 17, 744-749 (1967)
19. Studzinski, T., M. Steinhardt — Mh. Vet. Med. 23, 17, 664-666 (1968)
20. Wundersee, W. S — Vet.Med. Diss. Berlin 1964