

Zur Aufnahme, Verteilung und Verweildauer von Arsen (As) bei Schlachtschweinen nach Verfütterung von Arsanilsäure (ASS).

WILHELM KREUZER und KLAUS SUREN

Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs, Universität München, Fachbereich Tiermedizin, Bundesrepublik Deutschland

Die Verwendung von ASS als Feed-Additiv, Prophylaktikum und Therapeutikum in der Schweinehaltung war im Hinblick auf As-Rückstände in Fleisch und Organen von Schweinen Veranlassung, die Rückstandskinetik von As, insbesondere seine Resorption, Verteilung und Verweildauer sowie seine Auswirkungen auf die Schlachttierzusammensetzung zu untersuchen. Dafür standen 49 ca. 100 kg schwere, z.Zt. der Schlachtung 6 Monate alte Schweine der Rasse "Deutsches veredeltes Landschwein" zur Verfügung. 10 davon dienten zur Ermittlung der Verteilung des As innerhalb von Muskulatur, Leber und Nieren. Von den restlichen Tieren erhielten 5 Futter mit einem ASS-Gehalt von 50 ppm i.TS (=17,25 ppm As), 5 mit 100 ppm ASS i.TS (=34,50 ppm As) und die übrigen Futter mit 200 ppm ASS i.TS (=69,00 ppm As) jeweils 21 Tage lang. Die Schweine mit 50 bzw. 100 ppm ASS i.TS im Futter wurden nach 1 Tag Absetzfrist geschlachtet, die mit 200 ppm ASS i.TS zumeist in Gruppen von 6 Tieren nach 1, 3, 6, 9 bzw. 18 Tagen.

Pro Schlachtkörper gelangten jeweils eine 20 g schwere Probe Muskel, Leber- und Nierengewebe zur Untersuchung, nachdem innerhalb der Muskulatur, Lebern und Nieren der erwähnten 10 Schweine stets Abweichungen der As-Einzelwerte von den Mittelwerten kleiner als der methodische Fehler der As-Bestimmungsmethode ermittelt worden waren. Die Bestimmung des As erfolgte nach trockenem Aufschluß (<550° C) des Untersuchungsmaterials mit der AgDDTC-Methode colorimetrisch.

Leber enthielt stets die höchsten As-Gehalte und zwar 12 x mehr als Nieren, diese wiederum 5 x soviel wie der Muskel. Die As-Rückstände verhalten sich in den Geweben jedoch nicht direkt proportional zur ASS-Konzentration im aufgenommenen Futter. 50 bzw. 100 ppm ASS i.TS im Futter ergaben in den untersuchten Geweben relativ höhere As-Rückstände als Futter mit 200 ppm i.TS. Nach 1 Tag (d) Absetzfrist befanden sich bei Schweinen, die Futter mit 50 ppm ASS i.TS erhalten hatten, von der insgesamt aufgenommenen Menge As am Schlachttag 0,19 % in der Leber, 0,01 % in den Nieren und 0,46 % in der Muskulatur. Die Rückstände nahmen am schnellsten ab in der Leber, gefolgt von Nieren und Muskulatur.

Die HWZ<sub>biol.</sub> für As betrug in der Leber 4,2, in den Nieren 5,7 und im Muskel 15 d. Bei Schweinen mit 200 ppm ASS i.TS im Futter sanken die As-Gehalte von Lebern und Nieren erst bei einer Absetzfrist von 18 Tagen unter den in der BRD für Innereien diskutierten As-Höchstwert von 0,25 ppm Fg.

Bei Schweinen mit mehr als 100 ppm ASS im Futter war zwar visuell ein vermehrter Fettansatz zu beobachten, der jedoch anhand der Rückenspeckdicke allein nicht objektiviert werden konnte.

Resorption, distribution and elimination of arsenic (As) by slaughter pigs fed with arsenalic acid (ASS).

WILHELM KREUZER and KLAUS SUREN

Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs, Universität München, Fachbereich Tiermedizin, Bundesrepublik Deutschland

The use of ASS as feed-additive, prophylactic or therapeutic agent in pig-farming and the resulting As-residues in meat and organs were the reason for the study of the residue-kinetics of As, especially its resorption, distribution and staying-period as well as its effects on the composition of the carcass. 49 six months old pigs of the "Deutschesveredeltes Landschwein" breed with a weight of about 100 kg were available for these studies. 10 of these 49 pigs were used for the determination of the As-distribution in meat, liver and kidneys. 5 of the remaining pigs were foddered with a feed containing 50 ppm ASS in solid matter (= 17.25 ppm As), 5 pigs with a feed containing 100 ppm ASS in solid matter (= 34.50 ppm As) and 29 pigs with 200 ppm ASS in solid matter (= 69.00 ppm As) each over a period of 21 days. All the pigs fed with 50 or 100 ppm ASS were slaughtered after a withdrawal-time of one day, whereas the pigs fed with 200 ppm ASS were slaughtered - mostly in groups of six animals - after a withdrawal-time of 1, 3, 6, 9 and 18 days respectively.

Samples of 20 grams each were taken from the muscles, liver- and kidney-tissue of each carcass after having observed, that the variation of the single As-results within muscles, livers and kidneys of the above mentioned 10 pigs were smaller than the methodical error. The As-content was determined after dry ashing (< 550° C) of the material with a colorimetric method (Ag DDTC).

The highest As-contents were always found in the livers. One twelfth of this content was detected in kidneys and one sixtieth in muscles. The As-residues in the tissues, however, are not proportionally related to the ASS-concentrations in the feed. Feed with 50 or 100 ppm ASS caused relatively higher As-residues in the tissues than the feed with 200 ppm ASS. Pigs, which had been fed with 50 ppm ASS, had after the withdrawal-time (1 day) 0.19 % of the given As-amount in the liver, 0.01 % in the kidneys and 0.46 % in the muscles. The residues disappeared first in the liver, subsequently in the kidneys and finally in the muscles.

The biological half-life of As was 4.2 days in the liver, 5.7 days in the kidneys and 15 days in the muscles. The As-contents of livers and kidneys from pigs fed with 200 ppm ASS did not drop before a withdrawal-time of 18 days under the in Germany discussed limit for organs of 0.25 ppm As per wet tissue.

Pigs fed with more than 100 ppm ASS were more fatty. A relationship between backfat-thickness and the quantity of the fed ASS, however, could not be objectified.

## L 10:2

Absorption, répartition et durée de séjour de l'arsenic (As) chez les porcs de boucherie après consommation de fourrage contenant de l'acide arsénique (ASS).

WILHELM KREUZER et KLAUS SUREN

Institut d'Hygiène et de Technologie des produits de consommation d'origine animale, Université de Munich, Spécialité vétérinaire, RFA.

L'utilisation de l'ASS en addition au fourrage, pour la prophylaxie et la thérapie dans l'élevage des porcs était, étant donné les traces d'As dans la viande et les organes l'occasion d'examiner la cinétique des restes d'As, en particulier sa résorption, répartition et sa durée de séjour ainsi que son effet sur la composition de la bête de boucherie. Pour cela nous disposions de 49 bêtes d'environ 100 kg, porcs de six mois, race "porc noble allemand". Dix d'entre eux nous ont servi à la détermination de la répartition de l'As dans les muscles, le foie et les reins. Cinq autres porcs reçurent du fourrage avec 50 ppm d'ASS sur la matière sèche (m.s.) (17,25 ppm As) et cinq du fourrage contenant 100 ppm d'Ass m.s. (34,50 ppm AS); le reste des porcs avec 200 ppm d'ASS m.s. (69,00 ppm As) et cela pour 21 jours. Les porcs ayant reçu 50 et 100 ppm d'ASS dans le fourrage ont été abattus après un jour de pause, ceux nourris avec 200 ppm ont été abattus en majorité en groupe de 6 bêtes chaque fois après 1, 3, 6, 9 et 18 jours de pause. Après avoir constaté parmi les muscles, le foie et les reins des 10 porcs cités plus haut un écart continu de chaque résultat par rapport à la moyenne, plus petit que l'erreur méthodique de la méthode de mesure de l'As, nous avons examiné un échantillon de 20 g de tissu de muscle, de foie et de rein. La détermination de l'As a été effectuée par la méthode colorimétrique de AgDDTC après traitement à sec (<550 C) de l'échantillon à analyser.

Le foie avait les plus hautes concentrations en As, 12 fois plus que les reins, et ces derniers 5 fois plus que les muscles. Les restes d'As répartis dans les tissus n'était cependant pas directement proportionnel à la concentration en ASS. 50 et 100 ppm d'ASS (m.s.) donnèrent dans les tissus examinés des concentrations en As relativement plus élevées que pour le fourrage à 200 ppm (m.s.). Après un jour de pause (d), nous retrouvâmes chez les porcs ayant reçu 50 ppm d'ASS, 0,19% de la quantité totale d'As absorbé au jour de l'abattage dans le foie, 0,01% dans les reins et 0,46% dans les muscles. Les restes diminuèrent le plus vite dans le foie, puis les reins et enfin les muscles.

La période biologique de l'As est de 4,2 d dans le foie, 5,7 d dans les reins et de 15 d dans les muscles. Pour les porcs ayant reçu 200 ppm d'ASS (m.s.) dans le fourrage les concentrations en As dans le foie et les reins diminuèrent seulement après 18 jours et ceci en-dessous de la valeur maximum discutée de 0,25 ppm par rapport à la viande fraîche, valeur demandée pour les abats en RFA.

Chez les porcs ayant reçu plus de 100 ppm d'ASS dans le fourrage nous avons remarqué, il est vrai visuellement, un dépôt de graisse plus important qui, après avoir examiné l'épaisseur de la graisse du dos ne pouvait être objecté.

### К проблеме резорбции, распределения, продолжительности пребывания мышьяка (As) после кормления арсениковой кислотой (АСК) убойных свиней.

Вилгелм Крейцер и Клаус Сурен

Институт гигиены и технологии производства животных пищевых продуктов мюнхенского университета

(Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs, Universität München, Fachbereich Tiermedizin, Veterinärstr. 13, D-8000 München 22, BRD).

Применение при содержании свиней АСК в качестве примеси к корму, профилактического и терапевтического средства явилось основанием для того, чтобы исследовать, принимая во внимание возможные остатки мышьяка в мясе и в органах свиней, кинетику мышьяка, в частности резорбцию, распределение, продолжительность пребывания так как и влияние на состав убойного скота. Для того было в распоряжении 49 весящих по 100 кг свиней породы "Дойтчес Ферделетес Ландшвейн" (Deutsches veredeltes Landschwein) в возрасте в сроке убоя 6 месяцев. 10 из них служили для определения распределения мышьяка в мускулатуре, печени, почках. 5-и животным дали за 21 день корм с примесью  $5 \cdot 10^{-3}\%$  АСК в сухом веществе (равно  $1,725 \cdot 10^{-3}\%$  As), 5 другим - с примесью  $0,01\%$  АСК в сухом веществе (равно  $3,45 \cdot 10^{-3}\%$  As), а остальным - с примесью  $0,02\%$  АСК в сухом веществе (равно  $6,9 \cdot 10^{-3}\%$  As). Животные, получившие корм с примесью  $5 \cdot 10^{-3}\%$  и  $0,01\%$  АСК соответственно, колоты через день после срока прекращения, а получившие  $0,02\%$  АСК в сухом веществе - через 1, 3, 6, 9 и 18 дней по группам 6 животных.

После того как были определены в мускулатуре, печени, почках 10 упомянутых животных значения флуктуации по сравнению со средней величиной отдельных концентраций As, которые явились меньшими методической ошибки способа определения концентрации As, у каждого животного исследованы образцы по 20 г тканей мышцы, печени, почки. Концентрация As определена колориметрическим способом после сухого перевода в удобное для исследования состояние материала (<550°C).

Содержания As в печени всегда явились наименьшими, т.е. на 12 раз большими чем в почках, а концентрации в почках - на 5 раз большими чем в мускулатуре. Но остатки As в тканях являются не прямо пропорциональными концентрации АСК в принятом корме. При кормлении с примесью  $0,01\%$  АСК в сухом веществе установлены относительно большие значения концентраций остатков, чем при кормлении с примесью  $0,02\%$  АСК в сухом веществе. Через день после срока прекращения находилось в день убоя в печени свиней, которые получили корм с примесью  $0,005\%$  АСК,  $0,19\%$  всего принятого количества As,  $0,01\%$  - в почках, а  $0,46\%$  - в мускулатуре. Остатки уменьшились втрое всех в печени, а потом в почках и в мускулатуре. Биологический период полураспада As явился в печени 4,2 дня, в почках - 5,7 дня, а в мускулатуре - 15 днями. Свиньи, которые получили корм с примесью АСК больше  $0,01\%$ , показали визуально усиленное скопление жира, объективизация которого только по толщине сала не была возможна.



Zur Aufnahme, Verteilung und Verweildauer von Arsen (As) bei Schlachtschweinen nach Verfütterung von Arsanilsäure (ASS).

WILHELM KREUZER und KLAUS SUREN

Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs, Universität München, Fachbereich Tiermedizin, Bundesrepublik Deutschland (BRD)

Einleitung

Arsanilsäure, chemisch p-Aminophenylarsonsäure, wird in der Schweinehaltung als Therapeutikum vor allem zur Bekämpfung der Schweinedysenterie und anderer infektiöser Enteritiden sowie zur Prophylaxe bei Stressituationen eingesetzt. Aber auch als Feed-Additive zur Beschleunigung von Wachstum, besserer Gewichtsentwicklung und Futterverwertung findet ASS Verwendung, zumeist in Zusätzen zwischen 200-100 ppm zum Futter. Ihr Angriffspunkt ist im intermediären Stoffwechsel zu suchen. Vermutlich beruht dort ihre Wirkung auf einer partiellen Hemmung SH-Gruppen abhängiger, insbesondere an der Übertragung von Sauerstoff in Geweben beteiligter Fermentsysteme. Für die bessere Gewichtsentwicklung bzw. Futterverwertung macht man auch den parasito-statischen Effekt der ASS im Darmkanal der Tiere verantwortlich. As liegt in ASS 5-wertig vor. As-Verbindungen sind toxisch.

Die Möglichkeit einer Speicherung von As im Körper oder einzelner seiner Teile ist bei längerer Aufnahme von ASS, z.B. im Futter nicht mit Sicherheit auszuschließen. Dieser Umstand gab Veranlassung, die Rückstandskinetik des As, insbesondere seine Resorption, Verteilung und Verweildauer im Körper von Schlachtschweinen zu untersuchen. Außerdem sollten die Auswirkungen nutraliver Dosen As im Futter auf die Zusammensetzung der Schlachtkörper und deren Qualität miterfaßt werden. Derartige Untersuchungen erschienen auch zur Fixierung von Absetzfristen für ASS-haltiges Futter zur Vermeidung gesundheitlich bedenklicher As-Rückstände in Fleisch und Organen von Schlachtschweinen angezeigt.

Material und Methodik

Für die Untersuchungen standen insgesamt 49, zur Zeit der Schlachtung etwa 6 Monate alte, je 100 kg schwere Schweine der Rasse "Deutsches veredeltes Landschwein" zur Verfügung. Davon dienten 39 der Feststellung von Aufnahme, Verteilung und Verweildauer des As in Schweinen, 10 in einem Vorversuch zur Ermittlung der Verteilung des As innerhalb von Muskulatur, Leber und Nieren. In ihnen war verschiedentlich über nicht unerhebliche Unterschiede berichtet worden. In deren Lebern und Nieren wurden zu diesem Zweck jeweils an 6 verschiedenen Stellen Proben entnommen.

Es handelte sich dabei um 5 Schweine aus der breiten Landeszucht und 5 Tiere, die 3 Wochen lang bis einen Tag vor ihrer Schlachtung Futter mit 40 ppm ASS erhalten hatten. Die restlichen 39 Schweine, davon 23 weibliche Tiere und 16 Kastraten, stammten aus der Nachkommenschaft von 4 Ebern und 12 Sauen einer staatlichen Versuchsanstalt. Von diesen erhielten 5 Tiere Futter mit einem ASS-Gehalt von 50 ppm i.TS (17,25 ppm As), 5 mit 100 (34,5) und 20 mit 200 (69,0), jeweils 21 Tage lang. Die Schweine mit 50 bzw. 100 ppm ASS im Futter wurden nach 1 Tag Absetzfrist geschlachtet, die mit 200 ppm zur Ermittlung der Verweildauer des As im Schweinekörper zumeist in Gruppen von 6 Tieren nach 1, 3, 6, 9 bzw. 18 Tagen. 6 weitere dienten als Kontrolle. Die Schweine wogen zu Versuchsbeginn im Schnitt 85 kg. Sie erhielten ein standardisiertes Mastfutter mit 16 % Eiweißkonzentrat, dem je nach Versuchsgruppen entweder 50, 100 oder 200 ppm ASS homogen beigemischt worden waren.

Die durchschnittliche Futteraufnahme pro Tag betrug zu Versuchsbeginn 3 kg, später 3,2 kg. Die täglichen Gewichtszunahmen lagen im Durchschnitt bei 700 g. Pro Schlachtkörper gelangten jeweils eine 20 g schwere Probe Muskelfleisch, Leber- und Nierengewebe zur Untersuchung, nachdem im Vorversuch Muskulatur, Lebern und Nieren stets Abweichungen der As-Einzelwerte von den Mittelwerten kleiner als der methodische Fehler der As-Bestimmungsmethode aufgewiesen hatten.

Die Bestimmung des As im Untersuchungsmaterial erfolgte nach dessen alkalischem Trockenschluß mittels Silberdiäthylthiocarbaminat ( $\text{AgDDTC}$ ) in Anlehnung an die AOAC-Methode colorimetrisch.

Die organische Substanz (2 x 10 g für Doppelansatz) wird dazu unter Zusatz von  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  und  $\text{MgO}$  bei Temperaturen nicht höher als maximal  $550^\circ \text{C}$  vorsichtig verascht, die Asche nach dem Abkühlen mit heißem Aqua dest. gelöst, mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  conc. angesäuert, das ganze in einem 100 ml Meßkolben gefüllt und dort mit Aqua dest. auf 100 ml aufgegossen. Aus einem Aliquot der Lösung wird As als Arsenwasserstoff in eine Vorlage mit  $\text{AgDDTC}$  überführt. Es bildet dort mit  $\text{AgDDTC}$  eine photometrisch meßbare, rotgefärbte Komplexverbindung.

Die Nachweisgrenze der Methode liegt bei 0,005 mg As/kg Untersuchungsmaterial. Die Wiederauffindungsrate belief sich in Lebergewebe mit einem  $\text{As}_2\text{O}_3$ -Zusatz von 1  $\mu\text{g}$  auf 94 %, bei 2  $\mu\text{g}$  auf 96 und bei 5  $\mu\text{g}$  auf 98 %. Der methodische Fehler in Leberhomogenat betrug bei einem As-Gehalt von 0,23 ppm  $\pm$  7,9 %, bei 0,06 ppm  $\pm$  13,4 %. Der Meßfehler ist zu ungefähr 15 % am Gesamtfehler der As-Bestimmung beteiligt.

Ergebnisse und Diskussion

Schweine ohne ASS-Zusätze im Futter enthielten in den Lebern im Schnitt 0,07 ppm As i.Fg, in Nieren 0,06 und in Muskelfleisch 0,06 ppm As i.Fg. Die Werte in Lebern und Nieren stimmen gut mit den As-Gehalten im Gros der von KNÖPPLER et al. (10) untersuchten Lebern und Nieren überein, die As-Gehalte im Fleisch mit den Daten von HECHT (9). In der Literatur werden für Muskelfleisch As-Gehalte von 0,08 - 0,102 ppm i.Fg mitgeteilt, in Lebern zumeist zwischen 0,01 und 0,49 und in Nieren zwischen 0,01 und 0,25 ppm i.Fg (1; 2; 9; 10; 11).

Über die Mittelwerte der As-Gehalte in Lebern, Nieren und Muskelfleisch und deren Schwankungsbreiten nach 21-tägiger Aufnahme von Futter mit 50, 100 bzw. 200 ppm ASS unterrichtet für die untersuchten Schweine Tabelle 1.

g ASS/t Futter (feed)	n	As-Gehalte ppm i.Fg (As-contents ppm fwt)		
		Leber (liver)	Niere (kidney)	Muskelfleisch (muscle)
Kontrollgruppe (control group)	6	0,07 (0,06-0,08)	0,06 (0,04-0,07)	0,06 (0,05-0,08)
50	5	1,15 (0,96-1,31)	0,41 (0,32-0,52)	0,09 (0,07-0,11)
100	5	1,51 (0,90-2,15)	0,64 (0,42-1,00)	0,13 (0,11-0,15)
200	6	2,76 (2,27-3,30)	1,24 (0,97-1,33)	0,22 (0,17-0,26)

Tabelle 1

Mittelwerte und Schwankungsbreiten der As-Gehalte in Lebern, Nieren und Muskelfleisch nach 21-tägiger Aufnahme von Futter mit 50, 100 bzw. 200 ppm ASS nach 1 Tag Absetzfrist. Mean values and ranges of As in liver, kidney and muscle after 21 days long intake of food with 50, 100 and 200 ppm ASS after one day withdrawal period.

Tabelle 1 ist zu entnehmen, daß die Aufnahme von Futter mit ASS-Gehalten zwischen 50 und 200 ppm schon 1 Tag nach seinem Absetzen zu einem beachtlichen Anstieg der As-Gehalte, vor allem in Lebern und Nieren, führte. Sie lagen in beiden Organen um ein viel- z.T. sogar um ein zehnfaches höher als bei Schweinen ohne ASS-Gaben. In Muskelfleisch nahmen die As-Gehalte bei Aufnahme von Futter mit 100 bzw. 200 ppm ASS nur um das 2- bzw. 3,5-fache zu. In der Literatur wurde häufiger über noch höhere Anstiege berichtet, z.T. sogar bei niedrigeren ASS-Gehalten im Futter (3). Erhebliche Unterschiede in der Versuchsanstellung, in Haltung und Fütterung sowie Alter und Rasse der Tiere lassen einen Vergleich praktisch nicht zu (2; 3; 4; 6; 7; 8).

Tabelle 1 zeigt weiter, daß die As-Gehalte nach Zufütterung von ASS am stärksten in der Leber zunehmen, gefolgt von Nieren und Muskelfleisch. Die As-Gehalte bei Lebern lagen ca. 12 x höher als im Muskel und mehr als doppelt so hoch wie in den Nieren. Die Nieren enthielten etwa das 5-fache an As wie der Muskel. HANSON et al. (5) fanden ähnliche Relationen. Die Tabelle läßt weiter erkennen, daß offensichtlich eine Abhängigkeit der As-Gehalte in Lebern, Nieren und Muskelfleisch vom ASS-Gehalt im Futter besteht. Abb. 1 veranschaulicht diesen Zusammenhang. Er kann durch die Funktion  $y = a + bx$  beschrieben werden. Für die Beziehung As-Gehalt Leber/ASS-Gehalt Futter errechnete sich ein Korrelationskoeffizient von  $r = 0,90$ , bei Nieren von 0,88 und bei Muskelfleisch von 0,93.

Tabelle 1 und Abb. 1 (S. 4) kann ferner entnommen werden, daß die As-Gehalte in Lebern, Nieren und Muskelfleisch nicht proportional zur im Futter enthaltene Menge ASS steigen.

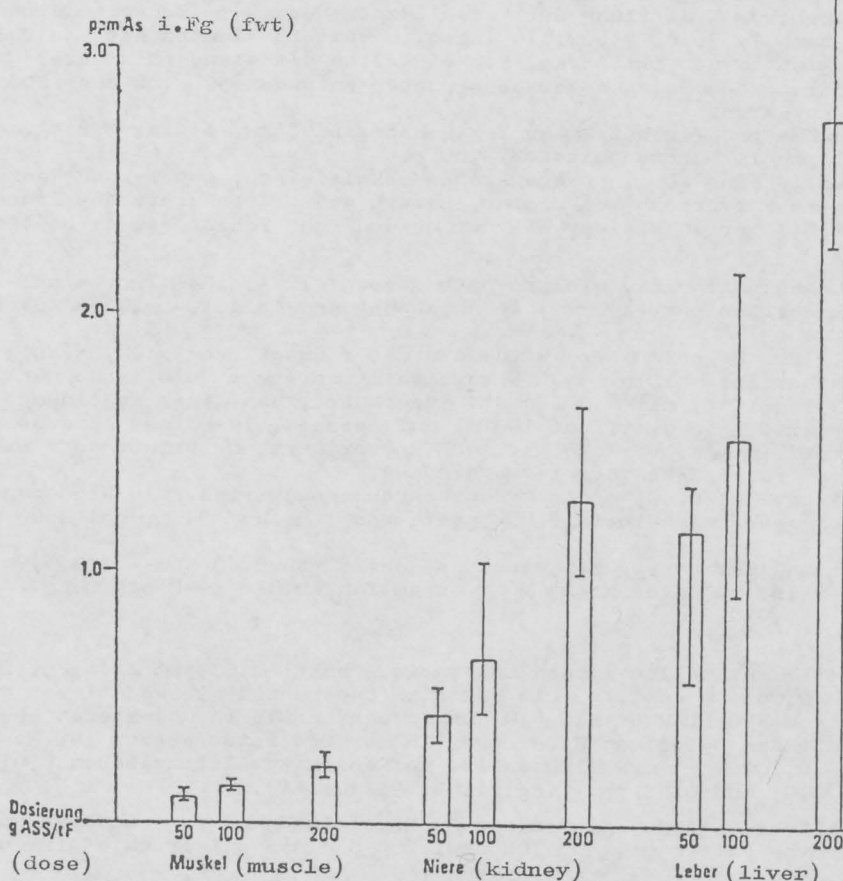


Abb. 1 As-Rückstände in Lebern, Nieren und Muskelfleisch nach 21-tägiger Verfütterung von Futter mit ASS-Gehalten von 50, 100 und 200 ppm bis 1 Tag vor der Schlachtung.

fig. 1 As-residues in liver, kidney and muscle in hogs after a period of 21 days with 50, 100 and 200 ppm ASS added to food until 1 day prior to slaughter.

Bei niedrigeren Dosen ASS im Futter entstehen in diesen Geweben relativ höhere As-Rückstände als bei Verfütterung von Futter mit größeren Gehalten an ASS. Ein ähnliches Verhalten war auch schon bei anderen Substanzen beobachtet worden. Im Falle des As könnten sie damit erklärt werden, daß bei höherem ASS-Angebot im Futter entweder die As-Resorption aus dem Magen-Darmtrakt ab- oder die Ausscheidungsgeschwindigkeit resorbierten As zunimmt. Sie könnte aber auch die Folge einer rascheren Gleichgewichtseinstellung zwischen As-Aufnahme und -Ausscheidung bei Aufnahme von Futter mit höheren Dosen ASS sein. Ein vermehrter Übergang von As in die Speicherorgane, Borsten, Klauen und Haut wäre ebenfalls denkbar. Aus Abb. 1 und Tabelle 1 geht



weiter hervor, daß die As-Gehalte von Lebern, Nieren und Muskelfleisch sowohl innerhalb der einzelnen als auch zwischen den verschiedenen Versuchsgruppen stets im gleichen Verhältnis zu einander stehen, obwohl ihr Futter mit 50, 100 bzw. 200 ppm unterschiedliche Gehalte an ASS enthalten hatte. Daraus kann gefolgert werden, daß in der Verstoffwechslung unterschiedlicher Mengen ASS zwar graduelle aber keine prinzipiellen Unterschiede bestehen.

Die Kenntnis der mit dem Futter innerhalb 21 Tage aufgenommenen Mengen As gestattet bei Bekanntsein der Gewichtsanteile von Leber, Nieren oder Muskelfleisch am Gesamtgewicht des Schlachttieres für jedes dieser Gewebe den Prozentsatz an As zu berechnen, den es zum Zeitpunkt der Schlachtung enthalten hatte. Nach 1 Tag Absetzfrist geschlachtete Schweine wiesen bei einem ASS-Gehalt im Futter von 50 ppm in Lebern 0,19 % der in ihm verabreichten Menge As auf. In den Nieren waren es 0,01, in Muskelfleisch 0,46 %. Bei Aufnahme von Futter mit 100 ppm ASS beliefen sich die Prozentsätze an As in der Leber auf durchschnittlich 0,12 %, in den Nieren auf 0,01 und im Muskelfleisch auf 0,33, bei Futter mit einem Gehalt an 200 ppm ASS auf 0,11 % bei Lebern, auf 0,09 in Nieren und auf 0,26 % in Muskelfleisch.

Über die mittleren Gehalte an As nach Absetzfristen von 1, 3, 6, 9 und 18 Tagen in ppm i.Fg und % in Lebern, Nieren und Muskelfleisch der Schweine, die 21 Tage lang Futter mit einem ASS-Gehalt von 200 ppm erhalten hatten, informiert Tabelle 2.

Absetzfrist in Tge (withdrawal period)	n	As-Gehalte (As-contents)					
		Leber (liver)		Nieren (kidney)		Muskelfleisch (muscle)	
		ppm i.Fg	(fwt) %	ppm i.Fg	(fwt) %	ppm i.Fg	(fwt) %
1	6	2,67	100	1,24	100	0,22	100
3	6	2,13	77,2	0,85	68,5	0,19	86,4
6	6	1,28	46,4	0,47	37,9	0,19	86,4
9	6	0,61	22,1	0,33	26,6	0,11	50,0
18	6	0,18	6,5	0,15	12,1	0,10	45,5
Kontrollgruppe (control group)	6	0,07		0,06		0,06	

Tabelle 2

table 2

Mittlere Gehalte an As nach verschiedenen Absetzfristen in ppm i.Fg und % in Lebern, Nieren und Muskelfleisch von Schweinen nach Verfütterung von Futter mit einem ASS-Gehalt von 200 ppm im Futter.

Mean values (ppm fwt and %) after various withdrawal periods from liver, kidney and muscle in hogs, fed 21 day with food containing 200 ppm of ASS.

Abb. 2 gibt die Abnahme der As-Gehalte in den untersuchten Geweben während dieses Zeitraumes auch graphisch wieder. Es sind jeweils die Mittelwerte und ihre Schwankungsbreiten angetragen.

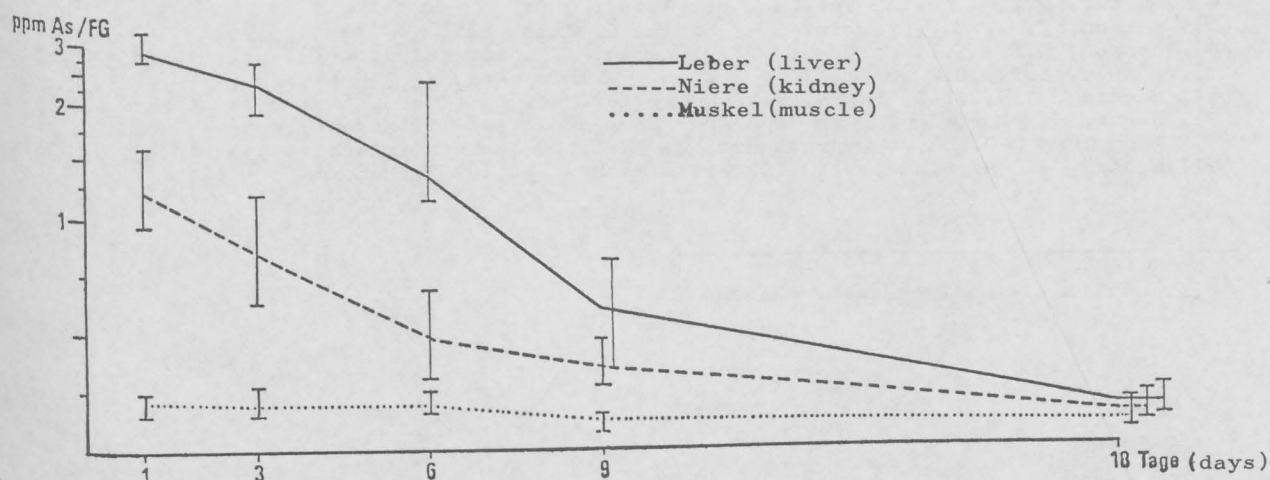


Abb. 2 Abnahme der As-Gehalte (Mittelwerte und Schwankungsbreiten) in Lebern, Nieren und Muskelfleisch von Schweinen nach Verfütterung von Futter mit einem ASS-Gehalt von 200 ppm nach Absetzfristen von 1, 3, 6, 9 und 18 Tagen.

fig. 2 Decreasing of As-values (mean and range) from liver, kidney and muscle in hogs, fed with 200 ppm of ASS after withdrawal periods of 1, 3, 6, 9 and 18 days.

Tabelle 2 und Abb. 2 zeigen, daß die As-Gehalte in Lebern, Nieren und Muskelfleisch mit steigenden Absetzfristen kontinuierlich abnehmen. Die Abhängigkeit ihrer Abnahme von der Zeit läßt sich durch Berechnung der Regressionen wiedergeben. Die Regressionskurven genügen der Exponentialfunktion  $y = a \cdot e^{-bt}$ . Der Korrelationskoeffizient für die Beziehung As-Gehalt Gewebe/Zeit beträgt bei Lebern  $r = -0,97$ , für Nieren  $-0,94$  und für Muskelfleisch  $-0,81$ . Aus der Exponentialfunktion kann die Verweildauer des As in den untersuchten Geweben berechnet werden. Ein Maß für die Verweildauer ist die biologische Halbwertszeit ( $HWZ_{biol}$ ). Sie gibt an, nach welcher Zeit im Körper oder in einzelnen seiner Gewebe nur noch die Hälfte eines Stoffes nach seiner Aufnahme vorhanden ist.

Die  $HWZ_{biol}$  des As in Lebern errechnete sich auf 4,2, in den Nieren auf 7,5 und in Muskelfleisch auf 15 Tage.

Demnach nehmen die As-Rückstände nach Absetzen der ASS am schnellsten in Lebern und Nieren ab. Sie verringerten sich 9 Tage nach dem Absetzen in der Leber gegenüber deren As-Gehalt nach

1 Tag Absetzfrist um knapp 80 und am 18. Tag um 93,5 %, in den Nieren um 73,4 bzw. 87,9 %. Am langsamsten wird As offensichtlich aus der Muskulatur eliminiert. Sie enthielt nach 9 Tagen 50 % und nach 18 Tagen noch 45,5 %.

As akkumuliert in den untersuchten Geweben offenbar nicht. Die Unterschiede in ihren As-Gehalten sind vermutlich Ausdruck von Stoffwechselumsatz und -intensität. HANSON et al. (6) ermittelten 7 Tage nach Absetzen eines während der gesamten Mastperiode verabreichten Futters mit 50 ppm ASS in den Nieren der Schweine eine Verringerung der As-Gehalte um 90, in den Lebern um 85 und in Muskelfleisch um 50 %. Auch GITTER et al. (4) war nach Gaben von Futter mit 250 ppm ASS über 28 Tage nach einer Absetzfrist von 6 Tagen zu den eigenen Daten vergleichbaren Ergebnissen gelangt.

Absetzfristen von 5, 7 und 10 Tagen, wie sie in der Literatur (3; 4; 7) für unterschiedlich bemessene Zusätze an ASS zum Schweinefutter (60 - 250 ppm) als ausreichend erachtet wurden, erwiesen sich bei Verabreichung von Futter mit 200 ppm ASS in den eigenen Versuchen zur Einhaltung der diskutierten zulässigen Höchstwerte für Leber und Nieren von 0,25 ppm und 0,1 ppm i.Fg für Muskelfleisch, bei Lebern und Nieren als ausreichend, für Muskelfleisch jedoch als zu kurz. Zur Unterschreitung seines Toleranzwertes bedarf es offensichtlich einer längeren Absetzfrist als 18 Tage. Sie kann durch Extrapolation aus Abb. 2 ermittelt werden und dürfte dieser zufolge mindestens 21 Tage betragen. Die Absetzfristen aus der Literatur waren i.d.R. auf höhere Toleranzwerte bezogen worden als sie der Entwurf der "VO über zulässige Höchstwerte an As, Pb, Cd und Hg in und auf Lebensmitteln" der BRD vorsieht.

Im Zusammenhang mit dem wachstumstimulierenden Effekt von ASS erschien es bei ihrer roborie-renden Wirkung wesentlich zu prüfen, ob der bei ihrer Verfütterung erzielte Gewichtszuwachs auch tatsächlich in realem Fleisch- und nicht in einem vermehrten Fettansatz besteht. Die Beurteilung ihres Einflusses auf die Schlachtkörperqualität erfolgte anhand der Beurteilungskriterien der "Handelsklassen für Schweinehälften" der BRD, d.h. durch Messen der Rückenspeckdicke über der Mitte und der Lende des Schlachtkörpers und der Bewertung der Fleischfülle der fleischtragenden Körperpartien.

Insbesondere bei Schweinen mit 200 ppm ASS im Futter, aber auch schon bei solchen mit 100 ppm war bei der visuellen Beurteilung ihrer Schlachtkörper ein vermehrter Fettansatz zu beobachten. Dies drückte sich auch in ihrer Zuordnung zu höheren Handelsklassen aus. Sie wurden nicht selten schlechter eingestuft als Schweine mit einem As-Zusatz von 50 ppm im Futter oder die Schlachtkörper von Wurfgeschwistern ohne ASS-Verabreichung.

Ein Zusammenhang zwischen der Rückenspeckdicke der Schlachtkörper und dem ASS-Gehalt im Futter war jedoch statistisch nicht absicherbar. Dafür hätte es vermutlich der Untersuchung einer größeren Anzahl Schweine als in den eigenen Versuchen bedurft.

#### Literatur

- (1). Berger, K.G., H.E. Haller, Mitteilungsblatt GDCh 18 (1964), 113;
- (2). Bridges, J.H., F. Hale, H.O. Kunkel, C.M. Lyman, J. Anim. Sci. 13 (1954), 912;
- (3). Frost, D.V., H.S. Perdue, L.R. Overby, Feedstuffs 1 (1961), 78;
- (4). Gitter, M., G. Lewis, Vet.Rec. 85 (1969), 389;
- (5). Hanson, L.E., E.F. Ferrin, S.N. Singh, J. Anim. Sci. 14 (1955), 525;
- (6). Hanson, L.E., E.L. Carpenter, J.W. Auman, E.F. Ferrin, J. Anim. Sci. 14 (1955), 513;
- (7). Hanson, L.E., E.G. Hill, E.F. Ferrin, J. Anim. Sci. 15 (1956), 280;
- (8). Harding, J.D.J., G. Lewis, J.T. Done, Vet.Rec. 83 (1968), 560;
- (9). Hecht, H., Vortrag Tagung GDCh über Spurenanalysen, Erlangen, 1973;
- (10). Knöppler, H.-O., H.J. Donnerbauer, A. Philipp, Fleischwirtschaft 55, (1975), 1460;
- (11). Krosza, W., M. Schuh, Wien.Tierärztl.Mschr. 12 (1973), 366.

<sup>+</sup>d.h. qualitativ weniger ansprechenden