

*Aus dem Institut für Tierernährung der Universität Hohenheim  
Direktor: Prof. Dr. K. H. Menke*

## **Über Selengehalte pflanzlicher, tierischer und anderer Stoffe\*)**

### **2. Mitteilung**

#### **Selen- und Schwefelgehalte in Nahrungsmitteln**

**Von W. OELSCHLÄGER und K. H. MENKE**

**Mit 3 Tabellen**

**(Eingegangen am 3. Oktober 1968)**

In unserer 1. Mitteilung (1) berichteten wir über Normal selengehalte in Grün- und Rauhfuttermitteln, Knollen- und Wurzelfrüchten, Getreideschrotten und Müllereierzeugnissen, Nebenerzeugnissen der Ölgewinnung, in sonstigen und mineralischen Futtermitteln. Ferner wurde auf die Selenanalytik eingegangen, und die Literatur über die Wirkung des Selens im physiologischen und toxischen Dosisbereich, sowie der Selenbedarf bei landwirtschaftlichen Nutztieren besprochen. In der vorliegenden Arbeit zeigen wir Selengehalte in Nahrungsmitteln auf. Ferner wird über die Selentoxizität beim Menschen berichtet.

Während Selen für die praktische Tierhaltung und Tiergesundheit außer wegen seiner Giftwirkung heute vor allem als essentiell wirkendes Spurenelement von Bedeutung ist und vermutlich manche in letzterer Hinsicht hervorgerufenen wirtschaftlichen Schädigungen in verschiedenen Ländern noch nicht entdeckt worden sind, sind die Selengehalte in den Nahrungsmitteln vielmehr wegen eventueller toxischer Gehalte von Interesse. Durch die vielseitig zusammengesetzte menschliche Nahrung, besonders solcher tierischer Herkunft, ist ein Unterangebot an Selen nicht zu erwarten.

### **1. Ursachen für erhöhte Selenaufnahme beim Menschen**

Über chronische Selenvergiftungen beim Menschen durch Aufnahme selenreicher Nahrung liegen eine Anzahl Untersuchungen vor. Solche Schäden treten vor allem in selengefährdeten Gebieten auf, und zwar durch Aufnahme von relativ viel Selen enthaltendem Getreide (Brot,) Gemüse, Eiern, Milchprodukten, Niere, Leber, Fleisch usw. Hohe Selengehalte können Nahrungsmittel auch dann aufweisen, wenn in den Düngemitteln relativ hohe Selenmengen enthalten sind. Bei einem Selengehalt des Düngemittels von 10,5 mg/kg wurde nach SUZUKI u. a. (2) der Selengehalt in Reis, Weizen bzw. Bohnen auf 0,16 bis 2,75 mg, 0,25–1,42 mg bzw. 0,15–1,58 mg/kg erhöht. Der Selengehalt des Trinkwassers kann auch so hoch sein, daß deutliche Anzeichen von Selenvergiftungen erkennbar werden (3, 4). Eine Menge von 9 mg Se/Liter Trinkwasser verursachte bei einer Anzahl von Menschen chronische Selenosis, obwohl die Nahrungsmittel selenfrei waren (4). ROSENFELD und BEATH (3), sowie

\*) Die Untersuchungen wurden mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt, für deren Bereitstellung an dieser Stelle der Dank ausgesprochen werden soll.

ALLAWAY und CARY (4) weisen auf die Gefährdung durch die Industrie hin, die heute in zunehmendem Maße Selenverbindungen verwendet. Das Ausmaß der Schädigung hängt vor allem von der Löslichkeit der Selenverbindungen ab. Während eingeatmetes metallisches Selen weniger giftig ist, sind die im Staub und in Aerosolen enthaltenen löslichen Verbindungen wie  $\text{SeO}_2$ ,  $\text{SeO}_3$  und gewisse Halogenverbindungen stärker toxisch. Selen wird vor allem über die Lunge, den Verdauungstrakt und die Haut absorbiert (3). Die giftigsten Selenverbindungen sind Selenwasserstoff und gewisse organische Selenverbindungen wie Methyl- und Äthylselenid, sowie verschiedene aromatische Selenverbindungen. Für Menschen, die während 8 Stunden in geschlossenen Räumen arbeiten, liegt die maximal zulässige Konzentration an Selenverbindungen (als Se berechnet) in der Luft (MAK-Wert) nach Angaben der Deutschen Forschungsgemeinschaft bei  $0,1 \text{ mg/m}^3$  (5).

## 2. Giftwirkung von Selen und mögliche Gefahren für den Menschen

Von HADJIMARKOS und Mitarb. (6-9) wurde eine direkte Korrelation zwischen dem Selengehalt der menschlichen Nahrung, des Urins und dem Auftreten von Zahnkaries festgestellt. Der Kariesbefall wurde durch höhere Fluoridierung des relativ wenig Fluor enthaltenden Trinkwassers nicht ausgeglichen. Über das Nahrungsfluor in toxikologischer und kariesprophylaktischer Hinsicht wurde in einer unserer Arbeiten berichtet (10). Karieshäufigkeit wurde auch bei Ratten vermehrt, die Wasser mit 5 und  $10 \text{ mg Na}_2\text{SeO}_3/\text{Liter}$  erhielten (11); die Karieszunahme betrug gegenüber der Kontrollgruppe 38% bzw 54%.

Die ausgeprägtesten Symptome bei 111 Familien (3), die erhöhte Selenmengen mit der Nahrung aufnahmen, waren neben schlechten Zähnen (variierend von Verfärbung bis zu allen Stadien der Zahnpulpa), gelbe Verfärbung der Haut, Hautausschläge, chronische Arthritis und kranke Nägel an den Fingern, z. T. auch an den Zehen. Es gibt jedoch keine Symptome oder Gruppensymptome, die charakteristisch auf Selenvergiftung hinweisen, wie dies z. B. bei Fluorvergiftungen der Fall ist.

Hinsichtlich gewerblicher Selenschädigungen beim Menschen können nach Einatmen von feinem metallischem Selenstaub Katarrh, Nasenbluten, Niesen, Husten, Schwindel, Rötung der Augen und Atembeschwerden auftreten (12, 13). Noch giftiger sind Selendioxid und Natriumselenit, die sehr leicht in die Haut eindringen. Durch diesen Staub können z. B. schwere Dermatitis, schmerzende Entzündungen der Fingernägel, Augenbrennen und allergische Reaktionen der Augen auftreten (14, 15). Selenwasserstoff verursacht Übelkeit, Erbrechen, besonders starken Schwindel, Abgespanntheit und allgemeine Ermüdung (12, 15, 16).

## 3. Selen- und Schwefelgehalte von Nahrungsmitteln

Hierzu haben wir pflanzliche Proben wie Salate, Gemüse, Obst und Kartoffeln in Gärten in und um Stuttgart-Hohenheim entnommen. Ferner wurden aus dem Handel eine Anzahl anderer Proben bezogen wie Hülsenfrüchte, Süßfrüchte und Nahrungsmittel tierischer Herkunft. Die Süßwasserfische wurden in einem in der Nähe von Stuttgart-Hohenheim gelegenen Teich gefangen. In diesen Proben haben wir neben dem Selen- auch den Schwefelgehalt bestimmt, um nachzuprüfen, inwieweit zwischen den Gehalten der beiden Elemente eine Korrelation besteht. Wie bereits erwähnt (1) wird Selen in die Thioaminosäuren

anstelle des Schwefels eingebaut. Ferner kann die Selenaufnahme sowohl bei Pflanzen als auch bei Tieren durch die im Boden bzw. in der Nahrung enthaltenen Mengen an Sulfationen gehemmt werden. Über Selen- und Schwefelgehalte von Nahrungsmitteln pflanzlicher Herkunft gibt Tab. 1 Auskunft.

Tab. 1. Schwefel- und Selengehalte von Nahrungsmitteln pflanzlicher Herkunft

Nahrungsmittel	g S/kg TS	mg Se/kg TS
a) Salate		
Endiviensalat	3,3	0,13
Kopfsalat	3,5	0,11
Ackersalat	3,0	0,10
b) Gemüse		
Blumenkohl	9,9	0,16
Rosenkohl	9,7	0,18
Rotkohl	7,5	0,15
Weißkraut, spitz	14,8	0,16
Weißkraut, rund	7,5	0,20
Kohlrabi, geschält	6,7	0,08
Rettich	5,6	0,30
Wirsing	6,8	0,08
Gelbe Rübe	1,8	0,03
Rote Rübe	1,0	0,07
Spinat	5,1	0,18
Sellerie	1,8	0,10
Lauch	6,2	0,14
Zwiebel	3,5	0,10
Tomate	9,2	0,10
c) Obst		
Äpfel	1,9	0,06
Birnen	1,6	0,08
Weintrauben	0,9	0,15
Bananen ohne Schale	0,6	0,17
Orangen ohne Schale	2,3	0,24
Zitronen ohne Schale	—	0,12
d) Kartoffeln		
Salatkartoffeln gekocht ohne Schale	1,3	0,08
Speisekartoffeln gekocht ohne Schale	1,8	0,09
e) Hülsenfrüchte		
Linsen	2,3	0,11
Bohnen	2,5	0,22
Erbsen	3,0	0,27
f) Sonstige		
Reis	1,5	0,13
Haferflocken	2,5	0,08
Hartweizengrieß	1,9	1,01
Zitronenschale	1,2	0,07
Erdnüsse	4,0	0,38
Camembert	—	0,06
Stuttgarter Leitungswasser	1,6 µg/Liter	
Mineralwasser	5,3 µg/Liter	

Wie man aus der Tab. 1 ersehen kann, sind die Selengehalte sämtlicher pflanzlicher Nahrungsmittel mit Ausnahme von Hartweizengrieß relativ niedrig und wenig unterschiedlich. In zwei anderen Weizenproben sowie weiteren Getreidearten fanden wir nur etwa ein Fünftel dieser Selenmenge (1). Diese Untersuchungsergebnisse stimmen auch etwa mit denen von ROBINSON (17) überein, der in 29 aus verschiedenen Teilen der Welt bezogenen Weizenproben zwischen 0,1 und 1,5 mg Se/kg ermittelte. In selengefährdeten Gebieten Nordamerikas wurden folgende Mengen in Getreide gefunden: Weizen 1,1–18,8 mg, Mais 1,0–14,9 mg, Gerste 1,6–15,7 mg, Hafer 2–10 mg, Roggen 0,9–3,8 mg/kg (18). Noch höhere Selengehalte wurden in Süddakota (USA) und Irland festgestellt. Durch Kochen geht von dem in Gemüse enthaltenen Selen relativ viel in das Kochwasser (19) über. Der im Stuttgarter Leitungswasser enthaltene Selengehalt ist sehr gering. Höhere Selengehalte ermittelten wir in fünf aus Bad Cannstatt und Bad Mergentheim stammenden Mineralwasserproben; wir fanden 5,3 (4,3–6,3)  $\mu\text{g}/\text{Liter}$ . In Nordseewasser wurde eine ähnlich hohe Selenmenge (3,8  $\mu\text{g}/\text{Liter}$ ) ermittelt (20).

Tab. 2. Schwefel- und Selengehalte von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft

Nahrungsmittel	Proben Anzahl	g S/kg TS	mg Se/kg TS
a) Vom Rind			
Fleisch	3	8,4 (8,3– 8,7)	0,22 (0,17–0,27)
Leber	3	8,0 (7,3– 8,5)	0,30 (0,20–0,40)
Herz	4	8,3 (8,2– 8,3)	0,47 (0,27–0,68)
Lunge	3	8,7 (8,6– 8,9)	0,35 (0,27–0,45)
Milz	3	9,4 (9,0–10,0)	0,31 (0,27–0,41)
Niere	3	10,2 (9,0–12,3)	3,97 (3,45–4,41)
b) Vom Schwein			
Fleisch	3	9,3 (8,4– 9,9)	0,31 (0,20–0,47)
Leber	3	8,6 (8,0– 9,0)	0,58 (0,39–0,89)
Herz	3	9,1 (8,8– 9,7)	0,88 (0,40–1,26)
Lunge	3	8,6 (8,1– 9,2)	0,19 (0,11–0,29)
Milz	3	8,5 (7,9– 8,8)	0,35 (0,32–0,37)
Niere	4	9,6 (9,4– 9,7)	3,53 (0,95–7,33)
c) Fische			
Seefische			
Kabeljau ohne Gräten	1	15,6	1,24
Goldbarsch ohne Gräten	1	12,0	1,96
Grüne Heringe ohne Gräten	1	12,2	1,43
Süßwasserfische			
Forelle	1	9,3	1,43
Hecht	1	8,7	1,66
Brachse	1	8,1	1,60
Rotauge	1	8,5	1,34
Karpfen	1	—	1,37
d) Sonstige			
Vollmilchpulver	1	2,7	0,14
Volleipulver	1	7,2	1,01

Eine Korrelation zwischen den Schwefel- und Selengehalten der pflanzlichen Nahrungsmittel ist aus den Analysenergebnissen nicht ersichtlich. Der Hauptteil der relativ hohen Schwefelmenge in den zu der Familie der Cruziferen gehörenden Gemüsepflanzen – Blumenkohl, Rosenkohl, Rotkohl, Weißkraut, Kohlrabi, Rettich und Wirsing – ist auf deren Gehalt an Senföl zurückzuführen. In Spinat und Lauch, sowie besonders in Tomaten ermittelten wir ebenfalls relativ hohe Schwefelmengen.

Wie man aus der Tab. 2 ersehen kann, sind die Schwefelgehalte von Fleisch, Leber, Herz, Lunge und Milz vom Rind und Schwein etwa ebenso hoch wie die von Süßwasserfischen und Volleipulver. Seefische enthalten noch höhere Schwefelmengen. Demgegenüber ist in Vollmilchpulver etwa so wenig Schwefel enthalten wie in den pflanzlichen Nahrungsmitteln (Ausnahme Cruziferen).

Im Vollmilchpulver ermittelten wir ferner auch die geringsten Selengehalte gegenüber sämtlichen anderen tierischen Nahrungsmitteln. In den tierischen Nahrungsmitteln vom Rind und Schwein und besonders in See- und Süßwasserfischen, sowie Volleipulver sind im Verhältnis zu den pflanzlichen Nahrungsmitteln (Ausnahme Hartweizengrieß) erheblich höhere Selenmengen enthalten. Dabei ist auch von Interesse, daß wir in den beiden von uns untersuchten Proben von Gräten vom Kabeljau und vom grünen Hering etwa die gleich hohen Selengehalte wie im Fleisch dieser Fische fanden (1,47 bzw. 1,78 mg Se/kg TS). Im Fleisch von landwirtschaftlichen Nutztieren aus selengefährdeten Gebieten wurden 1,17–8,0 mg/kg ermittelt (19). Mit Abstand die höchsten Selenmengen bestimmten wir jedoch in den Nierenproben. Dabei ist bemerkenswert, daß die biologische Wirksamkeit von Selen, das in Form von gemahlenen Nieren an selenarm gefütterte Ratten zur Verhütung von Lebernekrose gegeben wurde, 2,5–3mal so wirksam war als anorganische sowie rein organische Selenverbindungen. Um noch weitere Kenntnis über die in Nieren vom Kalb, Rind und Schwein enthaltenen Selenmengen zu erlangen, untersuchten wir eine größere Anzahl Proben, die uns freundlicherweise vom Versuchsgut des Instituts für Tierzucht der Universität Hohenheim zur Verfügung gestellt wurden (Tab. 3).

Tab. 3. Selengehalte in Nieren vom Kalb, Rind und Schwein

Tierart	Probenanzahl	Se-Gehalt mg/kg TS
Kalb	9	2,60 (1,07– 3,41)
Rind	18	5,01 (4,05– 5,47)
Schwein	12	10,68 (8,62–11,92)

Wie man aus der Tab. 3 entnehmen kann, sind die Selengehalte in den Nieren relativ hoch, und zwar steigend vom Kalb zum Rind und Schwein. Der durchschnittliche Selengehalt der von den Rindern stammenden Nieren ist etwa doppelt so hoch wie der von den Kälbern, jedoch nur halb so hoch wie der von Schweinen. Gegenüber den in der Tab. 2 dargestellten Selengehalten der Nieren von Rindern und Schweinen (vom Handel bezogen), sind die in der Tab. 3 aufgezeigten etwas höher bzw. etwa 3mal so hoch. Eine Beziehung zwischen dem Selengehalt der Nieren jener 12 Schweine und der Fütterung mit und ohne (nur 1 Tier) Fischmehl, konnte nicht festgestellt werden. Den Kälbern wurde ein vor allem aus Trockenmagermilch bestehendes Milchaustauschfutter und den Rindern Grassilage (satt), 2 kg Heu und Kraftfutter

verabreicht. Aufgrund einer Anzahl von Untersuchungsergebnissen verschiedener Forscher (18) sind bei chronischer und akuter Selenvergiftung bei sämtlichen Tieren die höchsten Selenmengen in Nieren und Leber enthalten. Während nach UNDERWOOD (18) bei normal ernährten Tieren Muskeln und Leber Selenmengen von 0,4–0,8 mg und 0,8–1,6 mg/kg enthielten, wurden bei solchen, die klinische Symptome von chronischer Selentoxizität aufwiesen, die 10fachen und noch höhere Selenmengen gefunden.

#### 4. Selentoleranzgrenze für den Menschen

Eine genaue Angabe über die Selen-Toleranzgrenze für den Menschen liegt nach ALLAWAY und CARY (21) noch nicht vor. Nach ROSENFELD und BEATH (3) kann eine Selenmenge von 5 mg/kg Nahrung oder 0,5 mg/Liter Trinkwasser oder Milch schädlich sein. MUNSELL und Mitarb. (22) geben als toxische Grenze 3–4 mg/kg Nahrung-TS an. Das Tierexperiment hat ergeben, daß die Verabreichung von 3 mg Se/kg Futter bei Ratten Leberzirrhose zur Folge hat und bei Verfütterung über noch längere Zeit hinweg zu Leberkrebs führt (23). Auch beim Menschen kennt man die karzinogene Wirkung von Selen, vorwiegend bei Lungenkrebs.

#### Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden Selen- und Schwefelgehalte in pflanzlichen Nahrungsmitteln wie Salate, Gemüse, Obst, Kartoffeln, Hülsenfrüchten und sonstigen aufgezeigt. Ferner wurden Nahrungsmittel tierischer Herkunft, und zwar vom Kalb, Rind und Schwein, sowie von See- und Süßwasserfischen auf jene beiden Elemente untersucht. Während pflanzliche Nahrungsmittel Selengehalte von 0,07–1,01 mg/kg TS (Mittel 0,16 mg/kg TS) aufwiesen, wurden in Nahrungsmitteln tierischer Herkunft (Rind und Schwein) folgende durchschnittliche Se-Gehalte/kg TS ermittelt: Fleisch 0,27, Leber 0,44, Herz 0,64, Lunge 0,27, Milz 0,33. Die höchsten Se-Mengen fanden wir in Nieren: Kalb 2,60, Rind 4,86, Schwein 8,88 mg/kg TS. In See- und Süßwasserfischen waren die durchschnittlichen Se-Gehalte 1,54 und 1,48 mg/kg TS; im Vollmilch- und Volleipulver 0,14 und 1,01 mg/kg TS. Die Se-Gehalte im Stuttgarter Leitungswasser und einigen Mineralwässern waren 1,6 und 5,3  $\mu$ g/Liter.

Die S-Gehalte der pflanzlichen Nahrungsmittel (Ausnahme Cruziferen) sind erheblich niedriger als die der tierischen, besonders Seefische.

#### Summary

In this publication are shown selenium- and sulfur contents of vegetable foodstuffs as salads, vegetables, fruits, potatoes, pulse and others. Furthermore we determined the selenium- and sulfur contents of animal foodstuffs of the calf, cattle and pig, moreover of fishes of the sea and fresh water. In vegetable foodstuffs the selenium content is 0,07 to 1,01 mg/kg TS (average value 0,16 mg/kg TS). In animal foodstuffs (cattle and pig) we found average values of Se/kg TS: meat 0,27; liver 0,44; heart 0,64; lung 0,27; milt 0,33. The highest selenium contents we found in kidneys: calf 2,60; cattle 4,86; pig 8,88 mg Se/kg TS. In fishes of the sea and fresh water we found average Selenium contents of 1,54 and 1,48 mg/kg TS; in milk and dried whole eggs 0,14 and 1,01 mg Se/kg TS. The selenium contents in tap water of Stuttgart and in several mineral waters have been determined with 1,6 and 5,3  $\mu$ g/Liter.

The sulfur contents of the vegetable foodstuffs (except cruziferes) are very much lower as those of the animal foodstuffs, especially sea fishes.

### Literatur

1. OELSCHLÄGER, W. und K. H. MENKE, Z. Ernährungsforschg. **9**, 208 (1969). —
2. SUZUKI, Y., K. NISHIYAMA, Y. TAKANO, T. TAJIRI and I. SAKURAYAMA, Tokushima J. Exptl. Med. **6**, 243 (1959). — 3. ROSENFELD, J. and O. A. BEATH, Selenium. Geobotany, Biochemistry, Toxicity, and Nutrition, S. 279, 287, 290, 292 (New York and London 1964). —
4. ALLAWAY, W. H. and E. E. CARY, Feedstuffs **38**, 62 (1966). — 5. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Kommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Mitt. II (Nov. 1961), S. 15. — 6. HADJIMARKOS, D. M. and C. W. BONHORST, J. Pediat. **59**, 256 (1961). — 7. HADJIMARKOS, D. M., C. A. STORVICK and L. F. REMMERT, J. Pediat. **40**, 455 (1952). — 8. HADJIMARKOS, D. M., J. Pediat. **48**, 195 (1956). — 9. HADJIMARKOS, D. M. and C. W. BONHORST, J. Pediat. **52**, 274 (1958). — 10. OELSCHLÄGER, W. und U. RHEINWALD, Öffentl. Gesundheitswesen **30**, 11 (1968). — 11. BÜTTNER, W., Arch. oral. Biol. **6**, 40 (1961). — 12. AMOR, A. J. and P. PRINGLE, Bull. Hyg. **20**, 239 (1945). — 13. CLINTON, M. Jr., J. Ind. Hyg. Toxicol. **29**, 226 (1947). — 14. PRINGLE, P., Brit. J. Dermatol. Syphilis **54**, 54 (1942). — 15. GLOVER, J. R., Trans. Assoc. Ind. Med. Officers **4**, 94 (1954). — 16. BUCHAN, R. F., Occup. Med. **3**, 439 (1947). — 17. ROBINSON, W. O., J. Assoc. Offic. Agr. Chem. **16**, 423 (1933). — 18. UNDERWOOD, E. J., The Mineral Nutrition of Livestock. S. 202 (Aberdeen 1966). — 19. UNDERWOOD, E. J., Trace Elements in Human and Animal Nutrition. S. 387 (New York 1956). — 20. GOLDSCHMIDT, V. M. und L. W. STOCK, Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Jahresber. **1**, 123 (1935). — 21. ALLAWAY, W. H. and E. E. CARY, Feedstuffs **38**, 62 (1966). — 22. MUNSELL, H. E., G. E. DE VANEY and M. H. KENNEDY, U. S. Dept. Agr. Tech. Bull. **534**, 1 (1936).

#### Anschrift der Verfasser:

Dr. W. OELSCHLÄGER und Dr. K. H. MENKE  
Institut für Tierernährung der Universität Hohenheim  
7000 Stuttgart-Hohenheim, Emil-Wolff-Straße 8

*Aus dem Institut für Physiologische Chemie der Universität Münster*

### Untersuchungen über den Einfluß einer kohlenhydratarmen Langzeitdiät auf die Arteriosklerose des Huhnes

Von W. LUTZ, G. ANDRESEN und E. BUDDECKE

Mit 1 Abbildung und 6 Tabellen

(Eingegangen am 10. Oktober 1968)

Während zwischen dem prozentualen Fettgehalt der Nahrung, dem Serum-Cholesterinspiegel und der Häufigkeit arteriosklerotischer Komplikationen (Herz- und Hirninfarkt) beim Menschen eindeutige Relationen bestehen (Literatur bei 1), liegen über die Beziehungen zwischen Kohlenhydratanteil der Nahrung und degenerativen Gefäßleiden unzureichende Angaben vor. Der mögliche Arteriosklerose-begünstigende Einfluß einer kalorien- und kohlenhydratreichen Diät ergibt sich jedoch schon aus der Tatsache, daß ein erhöhter Triglyceridspiegel auch nach kohlenhydratreicher Ernährung beobachtet und als kohlenhydratinduzierte Hypertriglyceridämie bezeichnet wird (2, 3, 4, 5, 6). Orientierende Versuche (7) ließen einen günstigen Einfluß einer kohlenhydratarmen Nahrung auf die Entwicklung der Arteriosklerose des Haushuhnes vermuten.