

Nach einer Fütterungszeit von 42 bis 45 Tagen wurden die Mäuse getötet, und ihre Blasengalle auf Cholesterin, lipid-löslichen Phosphor und taurin-konjugierte Gallensäuren quantitativ analysiert, um festzustellen, ob bei dieser Tierart die Nahrung, in welcher das Kohlenhydrat gänzlich aus Reisstärke besteht, höhere Werte der Verhältnisse zwischen Gallensäuren und Cholesterin und zwischen lipid-löslichem Phosphor und Cholesterin herbeiführt, als die beiden anderen Nahrungen. Die Ergebnisse zeigten, daß dies nicht der Fall ist. Die Mittelwerte jedes der erwähnten Verhältnisse waren eher ein wenig niedriger für Gruppe 3 als für Gruppe 1 und Gruppe 2. Die früher gefundene Tatsache, daß bei jungen Hamstern, die Nahrung, in welcher das Kohlenhydrat gänzlich aus Reisstärke besteht, zu höheren Werten der erwähnten Verhältnisse führt als die Nahrung, in welcher das Kohlenhydrat aus Glucose besteht, ist somit nicht als ein für alle Arten von Nagern allgemein geltendes Prinzip aufzufassen.

Acknowledgement

We thank Dr. J. SJÖVALL for gifts of bile acids used as standards in this study.

References

1. PRANGE, I., F. CHRISTENSEN and H. DAM, Ernährungswiss. **3**, 59 (1962). — 2. CHRISTENSEN, F., I. PRANGE and H. DAM, Ernährungswiss. **3**, 117 (1962). — 3. SPERRY, W. M., Ind. Eng. Chem., Analyt. Edit. **14**, 88 (1942). — 4. HANSEN, P. W. and H. DAM, Acta Chem. Scand. **11**, 1658 (1957). — 5. SJÖVALL, J., Acta Chem. Scand. **10**, 1051 (1956). — 6. SJÖVALL, J., Arkiv Kemi **8**, 317 (1955). — 7. DANIELSSON, H. and T. KAZUNO, Acta Chem. Scand. **13**, 1141 (1959). — 8. DAM, H. and F. CHRISTENSEN, Ernährungswiss. **2**, 91 (1961).

Authors' address:

Prof. HENRIK DAM, Østervoldgade 10 III L, DK-1350 Copenhagen, Denmark

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

Über Selengehalte pflanzlicher, tierischer und anderer Stoffe*)

1. Mitteilung: Selengehalte in Futtermitteln

Von W. OELSCHLÄGER und K. H. MENKE

Mit 2 Tabellen

(Eingegangen am 25. September 1968)

Im Jahre 1957 ist Selen, das seit 1842 biologisch lediglich wegen seiner Giftwirkung Beachtung fand, zu einem für die Ernährungsphysiologie und die praktische Tierhaltung sehr interessanten Element geworden, als SCHWARZ und FOLTZ (1) in Selen ein lebenswichtiges Spurenelement für höhere Tiere erkannt haben.

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

1. Aufnahme von Selen aus dem Boden durch Pflanzen

Selen kommt, wenn auch meist in geringen Mengen, in sämtlichen Böden vor. Durch Düngung mit Superphosphat und Ammonphosphat werden außerdem dem Boden jährlich einige Gramm pro Hektar zugeführt (2, 3). Das in diesen Düngemitteln enthaltene Selen stammt von der für deren Produktion benötigten Schwefelsäure, die ihrerseits größtenteils aus dem relativ viel Selen enthaltenden Pyrit produziert wird. Bereits toxisch wirkende Pflanzen können daher auch auf Böden Pyrit- (4), sowie auch Schiefer-ton-haltigen Ursprungs wachsen (5). Relativ viel Selen enthaltende Böden sind gewöhnlich alkalisch und enthalten freien kohlensauren Kalk (5). Häufig ist die Bodenart von mit Selen angereicherten Gebieten schwerer Lehm (6). In diesen Böden sind Selenverbindungen in wasserlöslicher Form vorhanden, die von den Pflanzen leicht aufgenommen werden (7). Andererseits können auch saure Böden hohe Selenmengen enthalten. Diese werden jedoch von den Pflanzen nicht oder kaum aufgenommen, da die Selenionen mit den Eisenionen unter Bildung eines schwer löslichen Komplexes reagieren (7). Grundsätzlich richtet sich die Aufnahme von Selen durch Pflanzen nicht nur nach dem absoluten Selengehalt der Böden, sondern auch nach der Form der vorliegenden Selenverbindungen (5–10). Böden, die mehr als 0,5 mg Selen/kg in wasserlöslicher Form enthalten, können für das Vieh gefährlich werden, da hierauf gewachsenes Gras einen Selengehalt von 4–5 mg/kg oder mehr erreichen kann (11).

2. Selen als toxisch wirkendes Spurenelement

Die Pflanzen variieren stark hinsichtlich ihrer Fähigkeit, Selen zu absorbieren und zu retenieren. Es gibt Pflanzen, die sehr empfindlich gegen Selen sind und bereits bei sehr geringen Mengen Wachstumsstörungen und Ertragsdepressionen zeigen. Demgegenüber können vor allem Weizen, ferner andere Getreidearten und Gräser größere Selenmengen aufnehmen und dabei keinen (3) oder nur geringen (5) Schaden erleiden. Diese Pflanzen können Selen in Mengen von 10–30 mg/kg TS akkumulieren und sowohl bei Tieren als auch beim Menschen zu chronischen Selenvergiftungen und schließlich zum Tode führen (3). Eine dritte Pflanzengruppe (besonders Arten von *Astragalus*, *Xylorrhiza*, *Oenopsis* und *Stanleya*) nimmt Selen besonders leicht auf. Für das Wachstum dieser Pflanzen ist Selen ein essentielles Spurenelement und kann in solch großen Mengen gespeichert werden (bis nahezu 1,5%), daß nach deren Verfütterung an Tiere akute Selenvergiftung bzw. deren plötzlicher Tod herbeigeführt wird (12). Die Vergiftungserscheinungen werden in den USA in der akuten Form als "blind staggers", in der chronischen als "alkali disease" bezeichnet.

In Gefäßversuchen mit Selendüngung wurde festgestellt, daß von einer Anzahl Pflanzen das höchste Aneignungsvermögen die Sonnenblume besaß (400 mg/kg). Unter den Getreidearten stand Weizenkorn mit 100 mg/kg an der Spitze, gegenüber nur 20 mg/kg und weniger bei Roggen, Hafer und Gerste (13). Über den Mechanismus durch welchen gewisse Pflanzen so hohe Selenmengen konzentrieren hat man bis heute noch keine genaue Kenntnis. Man nimmt an, daß Selen entgiftet wird (5).

Starke Anreicherung von Selen in Pflanzen, und zwar in z. T. bereits schädlichen Konzentrationen, beobachtete man vor allem in verschiedenen

Gebieten der USA, Kanada, Südamerika, Irland, Südafrika, Algerien, Marokko, Bulgarien, Sowjetunion, Frankreich und auch Deutschland (6, 14, 15). Vergiftungen bei Tieren durch Selen sind in Deutschland jedoch noch nicht bekannt geworden (16). Im Vordergrund des Krankheitsbildes stehen Abmagerung, Anämie, Störungen der Leber- und Herzfunktionen, Gelenkerkrankungen durch Steifheit, Lahmheit und Stolpern gekennzeichnet, Haarausfall u. a. m. Oft wandern die Tiere ziellos umher, als ob sie blind wären (5, 6, 16). Bei chronischer Selenvergiftung tritt der Tod der Tiere häufig infolge Gelenkerkrankungen auf. Die Tiere können sich nicht oder kaum mehr bewegen und nehmen daher auch nur wenig Nahrung und Wasser auf. Demgegenüber ist die Todesursache bei akuter Selenvergiftung vor allem mangelnde Atmung. Küken zeigen eine deutliche Abnahme des Futtermittelverbrauchs und damit auch des Körpergewichts. Bei Legehennen wird die Eierproduktion vermindert. Die Schlupffähigkeit dieser Eier ist erheblich geringer. Bei den Embryonen wurden Mißbildungen beobachtet (Fehlen der Augen, Fehlen des oberen Schnabels, verformte Flügel und Füße). Geschädigte Embryonen können auch bei Schweinen, Schafen und Pferden auftreten (6).

Der Grad der Toxizität ist vor allem abhängig von der Tierart, der chemischen Form des Selen, der Dauer der Aufnahme und dem Einfluß der Futterzusammensetzung. Die biologische Wirkung der einzelnen Selenverbindungen ist verschieden, die Ursachen hierfür sind noch nicht geklärt. Bezogen auf die gleichen Mengen Selen findet man das Toxizitätsgefälle Selenat, Selenit, Selenid (5). Metallisches Selen ist am wenigsten toxisch. In den Pflanzen ist Selen sowohl in anorganischen Verbindungen (als Selenit und Selenat), als auch in organischen (in den S-haltigen Aminosäuren) enthalten, wobei die Toxizität der letzteren Verbindungen mindestens so groß ist wie die der ersteren (6). Selen wird leicht und schnell resorbiert, schnell transportiert und von den Geweben aufgenommen. Mit dem Blut geht Selen anscheinend ungehemmt in die Jungtiere schon vor der Geburt, ferner geht es in Milch über (17), was zur Erkrankung der Kälber führen kann.

3. Selen als essentielles Spurenelement

Während in einer Reihe von Krankheitszuständen Tokopherol (Vitamin E) durch Selen, das relativ schnell anstelle des Schwefels in die Thioaminosäuren eingebaut wird, ersetzt werden kann (z. B. ernährungsbedingte Lebernekrose bei Ratten und Schweinen, exsudative Diathese beim Geflügel), können andere Schäden nur z. T. mit Selen (z. B. Muskeldystrophie, vermindertes Wollwachstum, Wachstumshemmungen, Fruchtbarkeit) oder allein mit Vitamin E verhütet werden (17). Selenmangelzustände betreffen vor allem das wachsende Tier. Selenmangel, der sich in der mildesten Form in Wachstumsverzögerung beim Jungtier und in der schwersten Form in Resorptionssterilität und Totgeburten äußert, führt in den betroffenen Betrieben zu erheblichen wirtschaftlichen Einbußen und ist vor allem in den USA und Neuseeland (18), ferner in der Türkei (17), Schottland (19), Frankreich (20), Finnland, Japan und Rußland (5) usw. verbreitet. Auch in Deutschland trat die Muskeldystrophie (Weißmuskelerkrankung) gehäuft bei Mastkälbern auf, die mit Magermilch, welche mit einem 40%igen Fettkonzentrat mit hohem Anteil an ungesättigten Fettsäuren aufgewertet worden war, gefüttert wurden. Eine Kontrollgruppe,

die mit Magermilch, Vollmilch und Wirkstoffzusätzen gemästet worden war, blieb frei von Krankheitserscheinungen. Häufig kam es zum Festliegen und Todesfällen (21). Wahrscheinlich kommen Selenmängel, wenn auch nicht derart ausgeprägt und deshalb unerkannt bleibend, auch in anderen Ländern vor (14). Es gibt jedoch auch Gebiete, wo keine klinischen Anzeichen von Selenmangel beobachtet wurden und trotzdem nach Selengaben signifikante Zunahmen des Körpergewichts, der Fruchtbarkeit und der Wollmenge bei Schafen festgestellt wurden (6).

In Neuseeland betrifft der Selenmangel 20–30% der Schafbestände (= 10 bis 15 Millionen Schafe). In einem 3jährigen Großversuch (18) an etwa 50000 Schafen der gefährdeten Gebiete in Neuseeland wurde gefunden, daß die Unfruchtbarkeit von 30% auf 2% reduziert wurde und die Ablammziffer je 100 Mutterschafe von 74 auf 116 stieg. Die Verbesserung der Gewichtszunahme der Lämmer betrug 250% und die des Wollertrags 50%. Schließlich wurde die Sterblichkeit der Lämmer (30%) und das Auftreten der Weißmuskelkrankheit (bis 37%) praktisch beseitigt.

Auch in Südaustralien tritt gehäuft die Weißmuskelkrankheit im Zusammenhang mit erhöhter Unfruchtbarkeit bei Schafen auf (22). Signifikante Zunahmen des Gewichts und des Wollertrags wurden bei Schafen auch nach Injektionen von 3 mg Se als Na_2SeO_4 festgestellt (23). Muskeldystrophie tritt außer bei Schafen auch bei Rindern enzootisch auf. Beim Schwein ist neben der Muskeldystrophie die Hepatositis dietica vorherrschend (17). Selenmangelerscheinungen findet man auch bei Hühnern und Pferden.

Aufgrund jüngster Untersuchungen (24) ist Selen schließlich auch deshalb von Bedeutung, weil in den äußeren Segmenten der Netzhautstäbchen des Auges Selen-haltige Photorezeptoren entdeckt wurden, welche die Lichtimpulse in elektrische Signale umwandeln. Diese werden dann an das Gehirn weitergeleitet und von diesem als Licht empfunden. So wurde in der Netzhaut von Tieren mit sehr gutem Sehvermögen (z. B. Reh, Seeschwabe) mehr als 100mal so viel Selen gefunden, als in der Netzhaut von Tieren mit schwachem Sehvermögen.

4. Bestimmung von Selen

Im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Ernährungsforschung“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft haben wir eine Arbeit über die chemische Bestimmung von Selen in biologischen Substanzen durchgeführt und publiziert (25). Gegenüber dieser ersten Vorschrift wurden inzwischen geringfügige Abänderungen vorgenommen. Die Trocknung der Proben wurde im Trockenschrank bei etwa 60 °C mit Frischluftzufuhr durchgeführt, da bei zu hohen Temperaturen Selen zu einem geringen Teil flüchtig gehen kann. Bei pflanzlichen Proben betrug die Einwaage 20 g, bei Nieren 5 g und bei anderen Weichgeweben 10 g. Die Reaktionstemperatur für den nach dem nassen Aufschluß mit konzentrierter Salpetersäure abgedampften und mit Magnesiumnitrat versehenen Rückstand wird im Laufe eines Tages von 100 °C auf 160 °C gesteigert. Bei tierischen Proben sind hierfür nahezu zwei Tage erforderlich. Die weitere Steigerung der Temperatur von 160 °C auf 210 °C erfolgt im Laufe von 3 bis 4 Stunden. Nach dem Veraschen wird der Rückstand allgemein mit 25 ml konzentrierter Salzsäure aufgenommen. Zu pflanzlichen Proben muß zur Ver-

hütung des Ausfallens von Phosphaten Diammoniumhydrogencitrat in einer Menge bis zu 20 g gegeben werden. Als Volumen der bei pflanzlichen Proben zu extrahierenden Lösungen wählt man 100 ml. Bei der Einstellung des p_H -Wertes mit m-Kresolpurpurlösung geht der Farbumschlag von orange nach gelb. Noch besser verwendet man ein p_H -Meßgerät. Die Schwefelbestimmungen in den Nahrungsmitteln wurden nach der von uns publizierten Methode durchgeführt (26).

5. Selengehalte in Futtermitteln

Während über Selengehalte von Futtermitteln aus Selen-gefährdeten Gebieten eine Anzahl Untersuchungsergebnisse vorliegen, gibt es über Normalgehalte nur wenige Angaben. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Bestimmung größerer Selenmengen erheblich leichter durchzuführen ist, als die sehr geringer Selenmengen. Hierzu haben wir Grün- und Rauhfuttermittel, sowie Knollen- und Wurzelfrüchte in Gärten und Feldern in und um Stuttgart-Hohenheim entnommen. Ferner wurden aus dem Handel eine Anzahl anderer Proben bezogen wie Getreideschrote und Müllereierzeugnisse, Nebenerzeugnisse der Ölgewinnung und mineralische Futtermittel.

Wie man aus der Tab. 1 ersehen kann, nehmen die Futterpflanzen unter normalen Verhältnissen nur sehr wenig Selen aus dem Boden auf. Die Selengehalte in den Getreidearten und Müllereierzeugnissen liegen etwas höher. In

Tab. 1. Selengehalte von Grün- und Rauhfuttermitteln, von Knollen- und Wurzelfrüchten, deren Verarbeitungsprodukten, sowie Getreideschroten und Müllereierzeugnissen

Futtermittel	Probenzahl	Se-Gehalt mg/kg TS
<i>A. Grün- und Rauhfuttermittel</i>		
Wiesengras, -heu	8	0,10 (0,03–0,21)
Rotklee, grün, 1. Schnitt	1	0,11
Luzerneheu	1	0,06
Luzernegrünmehl	2	0,09 (0,05–0,13)
<i>B. Knollen- und Wurzelfrüchte sowie deren Verarbeitungsprodukte</i>		
Kartoffeln, gedämpft	4	0,10 (0,08–0,14)
Futterrübe	1	0,03
Futterrübenblatt	1	0,08
Trockenschnitzel	1	0,17
Tapiokamehl	1	0,10
Tapiokawurzel	1	0,07
<i>C. Getreideschrote und Müllereierzeugnisse</i>		
Gerstenschrot	2	0,19 (0,16–0,21)
Weizenschrot	3	0,20 (0,12–0,29)
Roggenschrot	2	0,20 (0,19–0,20)
Haferschrot	2	0,21 (0,16–0,25)
Maisschrot	2	0,11 (0,07–0,14)
Weizenkleie	1	0,44
Weizenbollmehl	1	0,11

der Tab. 2 sind Selengehalte von Futtermitteln aus Nebenerzeugnissen der Ölgewinnung, mineralischen und anderen Futtermitteln aufgezeigt.

Wie aus der Tab. 2 zu entnehmen ist, sind die Selengehalte mit Ausnahme von Fischmehl und dem fluorarmen Rohphosphat etwa ebenso hoch wie der in der Tab. 1 aufgezeigten Futtermittel. Ähnlich hohe Selengehalte wie in Fischmehl ermittelten wir auch in See- und Süßwasserfischen (Mittlg. 2). Die nach bestimmten Verfahren getrockneten Futtermittel wie Trockenhefe und Trockenmagermilch können infolge Reduktion des Selen durch die organische Substanz bei höheren Temperaturen extrem selenarm sein (Verflüchtigung) (14, 27).

Tab. 2. Selengehalte von Nebenerzeugnissen der Ölgewinnung, sonstigen und mineralischen Futtermitteln

Futtermittel	Probenanzahl	Se-Gehalt mg/kg TS
<i>A. Nebenerzeugnisse der Ölgewinnung</i>		
Sojaschrot	3	0,20 (0,06–0,38)
Erdbnußschrot	1	0,28
Palmkerne	1	0,12
Sonnenblumen	1	0,10
Baumwollkuchen	1	0,06
<i>B. Sonstige Futtermittel</i>		
Fischmehl	7	1,61 (1,20–1,92)
Torula-Trockenhefe	1	0,08
Brauerei-Trockenhefe	1	0,11
Blutmehl	4	0,07 (0,04–0,13)
Magermilchpulver	1	0,08
<i>C. Mineralische Futtermittel</i>		
Kohlensaurer Futterkalk	1	0,17
Dicalciumphosphat	2	0,21 (0,15–0,27)
Rohphosphat (fluorarm)	1	1,67
Bolus alba	1	0,18
Knochenfuttermehl entleimt	1	0,01

Selenbedarf der landwirtschaftlichen Nutztiere unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren

Eine kritische Grenze unter welcher Muskeldystrophie oder andere durch Selenmangel bedingte Schäden auftreten, kann man besonders bei Wiederkäuern nicht exakt angeben, da besonders andere Nahrungsfaktoren und z. T. auch gewisse Stressumstände Einfluß haben (6). So wird Selenmangel vor allem durch hohe Gehalte an Schwefel bzw. Sulfatschwefel, der in größeren Mengen auch häufig in antilaxierenden Mineralstoffmischungen enthalten sein kann, und Eiweiß verstärkt. Andererseits können höhere Vitamin-E-Gehalte den Bedarf an Selen senken.

Muskeldystrophie tritt bevorzugt in Gebieten mit relativ hohen Niederschlagsmengen und solchen mit intensiver Bewässerung auf. Ferner kann sie auf leguminosenhaltigen Weiden oder nach Verzehr von Futter mit hoher

Qualität auftreten. Dies gilt vor allem dann, wenn die Düngung mit größeren Mengen Superphosphat (relativ hoher Sulfatgehalt) über eine Reihe von Jahren erfolgte (6). Von den Leguminosen enthält vor allem Luzerne ziemlich hohe Schwefelmengen. Auch in anderen Futterpflanzen kann unter gewissen Gegebenheiten der Schwefelgehalt sehr hoch sein. So fanden wir z. B. in Gras aus dem Iran und einer in Südwesafrika von den Wiederkäuern sehr gern gefressenen Pflanze (*Petallidium variabile*) Gesamt-S-Gehalte von über 10 mg bzw. 15,9 mg/kg TS (28). Die Reaktion der Böden, auf denen selenarme Futterpflanzen wachsen, ist im allgemeinen sauer bis neutral. Häufig besteht gleichzeitig ein Mangel an Spurenelementen wie Kupfer und Kobalt (6).

Das Gras von Gebieten, in denen Muskeldystrophie auftritt, enthält selten mehr als 0,1 mg Se/kg TS; im allgemeinen weniger als 0,05 mg/kg TS (6). Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen in der praktischen Tierhaltung geben BEESON (29), sowie UNDERWOOD (6) die Empfehlung, daß bei allen Tierarten der Selengehalt der Futtertrockenmasse nicht unter 0,1 mg/kg liegen sollte. Nach KEHRER (30) ist als Pflichtbestandteil für unsere Mineralstoffmischungen neben Kupfer, Kobalt und Zink auch Selen als Pflichtbestandteil für unsere Mineralstoffmischungen anzusehen; er empfiehlt beim Rind pro Tag und Tier 0,5 mg Selen. Im Gegensatz zu Selenit und Selenat ist eine Zugabe von elementarem Selen wegen seiner minimalen Wasserlöslichkeit und Resorbierbarkeit nicht ratsam; erst in einer Dosierung von 3–10 mg/kg Futter-TS zeigt es eine gewisse Schutzwirkung (17).

Schlußbemerkung

Man kann aus den Tab. 1 und 2 ersehen, daß der Selenbedarf mit den dort aufgezeigten Futtermitteln wohl meist gedeckt werden dürfte. Zur Klärung gewisser fragwürdiger Tiererkrankungen, besonders bei Kälbern, Schweinen und Geflügel, dürfte jedoch auch in Deutschland die Untersuchung der Futterration auf deren Gehalt an Selen von Interesse sein. Gedeckt wird der Selengehalt jedoch stets dann, wenn in der Futterration Fischmehl enthalten ist. Grundsätzlich ist bei der Anwendung von Selen jedoch Vorsicht geboten, da die Spanne zwischen nutritivem Gehalt des Futters einerseits und toxisch wirkenden Konzentrationen andererseits kleiner ist als bei allen anderen Spurenelementen. Bei Selengehalten von 3–4 mg/kg Futter-TS (Wiederkäuer, Schweine) (14, 31) bzw. beim Geflügel von 5 mg/kg TS (6) zeigen sich die ersten Anzeichen von Schädigungen. Die toxischen Wirkungen höherer Selenaufnahmen durch Tiere können jedoch durch eine Erhöhung des Anteils an Eiweiß sowie Sulfat und Arsen (in noch durchaus unschädlichen Konzentrationen) (14) im Futter verhindert oder gemildert werden. Erhöhte Zugaben an Cu, Co, Zn, Ni, Mo, Cr, Fe, F und Ascorbinsäure hatten demgegenüber keinen Einfluß auf die Giftwirkung (5).

Zusammenfassung

In der Arbeit werden Normal-Selengehalte in Grün- und Rauhfuttermitteln, Knollen- und Wurzelfrüchten, Getreideschroten und Müllereierzeugnissen, Nebenerzeugnissen der Ölgewinnung, in sonstigen und mineralischen Futtermitteln aufgezeigt. Die Futterpflanzen nehmen unter normalen Verhältnissen sehr wenig Selen auf. Etwas höher liegen die Selengehalte in Getreideschroten und Nebenerzeugnissen der Ölgewinnung. Relativ hoch sind

die Selengehalte in Fischmehl und in einem für die Fütterung z. T. angewandten fluor-armen Rohphosphat. Zur Klärung fragwürdiger Ursachen von Tiererkrankungen, besonders bei Kälbern, Schweinen und Geflügel, sollte man auch in Deutschland die Futterrations evtl. auf deren Gehalt an Selen überprüfen. Ferner wird über Selenanalytik, Selen als toxisches und essentielles Spurenelement, sowie über Selenbedarf der landwirtschaftlichen Nutztiere berichtet.

Summary

In this publication are shown normal selenium contents of green forages and roughage of tuber crops, ground grains and milling products, by-products of the oil manufacture further in other and mineral feedstuffs. At normal conditions the absorption of selenium by forage plants is very little. A little higher are the selenium contents in ground grains and by-products of the oil manufacture. Relatively high are the selenium contents in fish meal and in one for to some extent utilized rock phosphate, phosphate for feeding, which is relatively poor in its fluorine content. For the clearing-up of questionable causes of diseases at animals, especially at calves, pigs and poultry, it would be advantageous to examine the feeding ration to the content of selenium. In the publication is moreover reported of the analysis of selenium, of selenium as a toxic and essential trace element, as well as of the requirement of selenium at agricultural productive animals.

Literatur

1. SCHWARZ, K. and C. M. FOLTZ, J. Amer. Chem. Soc. **79**, 3292 (1957). — 2. GMELINS Handbuch der anorganischen Chemie: Selen, Teil A 10, S. 22 (Weinheim 1953). — 3. KOLTHOFF, J. H., P. J. ELVING and E. B. SANDELL, Treatise on Analytical Chemistry **7**, S. 141, 142, 214 (1961). — 4. MANVILLE, J. A., Amer. J. publ. Health **29**, 709 (1939). — 5. ROSENFELD, J. and O. A. BEATH, Selenium, Geobotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition, S. 41, 91, 120, 145, 182, 292 (New York, London 1964). — 6. UNDERWOOD, E. J., The Mineral Nutrition of Livestock S. 202-222 (Aberdeen 1966). — 7. COMAR, C. L. and F. BRONNER, Mineral Metabolism. Vol. 2, Part B. S. 545 (New York, London 1962). — 8. PAINTER, E. B., Chem. Reviews **28**, 179 (1941). — 9. HORACE, G., H. G. BYERS, and L. T. ALEXANDER, Ind. Engng. Chem. **29**, 1200 (1937). — 10. WALSH, T. and G. A. FLEMING, Selenium levels in rocks, soils and herbage from a high selenium locality in Ireland. Trans. Inter. Soc. Soil Sci., Comm. II and IV, **2**, 178 (1952). — 11. MOXON, A. L., South Dakota Agr. Expt. Sta. Bull. **311**, 1 (1937). — 12. HAMILTON, J. W. and O. A. BEATH, Agron. J. **55**, 528 (1967). — 13. TRELEASE, S. F. and O. A. BEATH, Selenium (Burlington, Vermont 1949). — 14. BECKER, M. and K. NEHRING, Handbuch der Futtermittel. **3**, Band, S. 387 (Hamburg Berlin 1967). — 15. ROBINSON, N. O., Ind. Eng. Chem. **28**, 736 (1936). — 16. ROSENBERGER, G., Staub **23**, 15 (1963). — 17. STRUNZ, K., Dtsch. Tierärztl. Wschr. **72**, 272 (1965). — 18. WOLF, E., V. KOLLONITSCH and C. H. KLINE, J. Agr. Food Chem. **11**, 355 (1963). — 19. BLAXTER, K. L., F. BROWN, and A. M. McDONALD, Brit. J. Nutrit. **7**, 105 (1953). — 20. LAMAND, M., Ann. Nutr. Aliment **20**, 13 (1966). — 21. MATZKE, P. und E. WEISS, Berliner-Münchener Tierärztl. Wschr. **80**, 244 (1967). — 22. DAVIES, H. L., J. Austr. Inst. Agr. Sci. **32**, 216 (1966). — 23. QUARTERMAN, J., C. F. MILLS, and A. C. DALJANO, Proc. Nutr. Soc. **25**, 18 (1966). — 24. SIRÉN, M. J., Science Tools, the LKB instrument journal **11**, 37 (1964). — 25. OELSCHLÄGER, W., Landw. Forschg. **18**, 79 (1965). — 26. OELSCHLÄGER, W., Schriftenreihe über Mangelkrankheiten, Heft 5, 172 (1956). — 27. FINK, H., Chem. Ztg. **85**, 87 (1961). — 28. OELSCHLÄGER, W. und G. SCHWEDTFFGER, Mengen- und Spurenelement-Analysen von Südwestener Weidepflanzen (Windhoeck). — Die SWA Boer, der SWA Farmer **45**, 7 (1959). — 29. BEESON, W. M., Feedstuffs **36**, 54 (1964). — 30. KEHRER, A., Kraftfutter **50**, 131 (1967). — 31. MUNSELL, H. E., DE VANEY, G. E., 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 der Universität Hohenheim
7000 Stuttgart-Hohenheim, Emil-Wolff-Straße 8