

C ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Empfehlungen für die Ernährung von Igel (*Erinaceus europaeus* L., 1758) zu entwickeln, die sich aus zwingenden Gründen temporär in menschlicher Obhut befinden. Zu diesem Zweck wurden Daten aus der Literatur zusammengetragen und durch eigene Untersuchungen ergänzt. Die eigenen Untersuchungen umfaßten folgende Schwerpunkte:

| | Zahl der erfaßten Tiere bzw. Proben |
|---|---|
| 1. Zusammensetzung des Organismus | |
| Anteile verschiedener Organe und Gewebe | bis 50 |
| Stoffliche Zusammensetzung (organisch und anorganisch) | Gesamtkörper einzelne Organe/Gewebe Körperflüssigkeiten Blut Milch |
| 2. Aufbau und Funktion des Verdauungskanal | |
| anatomisch/histologisch, | 50/5 |
| Enzymaktivitäten, mikrobielle Stoffwechselprodukte | 25 |
| 3. Bestimmung der Verdaulichkeit organ. u. anorg. Futterinhaltsstoffe bei 9 verschiedenen Rationen | 4 - 6 je Ration |
| 4. Optimale Rationen für Säuglinge, wachsende und adulte Igel | |

Hinweis: Details zum Gesamtmaterial s. Tab. I bis IX, zu den angewandten Methoden s. Anhang I 2.2

Ergebnisse

I Natürliche Nahrung:

Käfer, Ohrwürmer, Schmetterlingslarven, Tausendfüßer und Regenwürmer gehören zu den am häufigsten gefundenen Beutespezies. 80 bis 87 % der aufgenommenen Energie wird von Käfern, Schmetterlingslarven und Regenwürmern geliefert. Insgesamt zeichnet sich die Igel-nahrung durch hohe Eiweiß- und Fettgehalte aus. Unter Berücksichtigung der Zusammensetzung der Beutetiere und ihres Anteils am Nahrungsspektrum ist der Rohproteingehalt auf etwa 50 bis 60 % TS bei einem Energiegehalt von rd. 2,3 MJ GE/100 g TS anzusetzen.

II Körpermasse und Wachstum:

Die neugeborenen Igel wiegen zum Zeitpunkt der Geburt 12 bis 25 g, innerhalb von 7 bis 8 Tagen haben sie ihre Körpermasse verdoppelt, unter optimalen Bedingungen können sie innerhalb von 8 bis 10 Wochen über 500 g erreichen. Adulte Igel weisen je nach geographischem Gebiet Körpermassen von 600 - 1500 g auf, wobei während des Winterschlafs Körpermasseverluste von 20 bis 50% auftreten können, die während der aktiven Zeit aufgeholt werden müssen.

III Körperzusammensetzung:

Die **Haut** ist das größte Organ des Igels und mit rd. einem Drittel der Körpermasse größer als bei anderen Tierarten. Der **Verdauungskanal** (rd. 5 % d. KM) und das **Skelett** (rd. 7,3 % d. KM) haben einen im Vergleich zu anderen Tierarten geringen Anteil am Gesamtkörper.

Die chemische Zusammensetzung des **Gesamtkörpers** entspricht der anderer Tierarten. Der relativ geringe Wassergehalt (rd. 42 % d. uS) und der relativ hohe Proteingehalt (rd. 23 % d. uS) mögen auf den hohen Anteil der wasserarmen, proteinreichen Haut zurückzuführen sein. Die relativ geringen Ca- (rd. 33 g/kg fettfreie TS) und P-Gehalte (rd. 20 g/kg fettfreie TS) stehen wahrscheinlich mit dem hohen Haut- und dem geringen Skelettanteil im Zusammenhang. Im Verlauf des Wachstums nehmen Fett-, Protein- und Aschegehalt auf Kosten eines sinkenden Wassergehaltes zu.

Die **Leber** (rd. 4 - 5 % d. KM) ist auch beim Igel Speicherort für Spurenelemente und Vitamin A. Sie enthält bei adulten Tieren etwa 13 % des Gesamtkörpereisens, 12 % des gesamten Kupfers und 10 % des im Körper enthaltenen Zinks. Die Vitamin A-Gehalte in der Leber adulter Igel lagen mit im Mittel 1700 IE/g uS (n=6) relativ hoch. Die Rohaschegehalte der **Knochen** sowie die Anteile der einzelnen Mineralstoffe in der Rohasche entsprachen wie auch die Pb-Gehalte den Verhältnissen bei anderen Tierarten.

Das **Blut** des Igels zeichnet sich im Vergleich zu anderen Tierarten durch hohe Harnstoffkonzentrationen aus (rd. 13 bis 34 mmol/l). Gesamteiweiß-, Kreatinin-, Gesamtlipid-, Cholesterin- und Glukosegehalte weichen nicht oder nur geringfügig von den Vergleichswerten der Haustiere ab.

Die **Milch** des Igel ist nach den eigenen Untersuchungen (n=2) - in Übereinstimmung mit BEN SHAUL (1962) - protein- und fettreich (jeweils rd. 40 % der TS). Besonders niedrig - im Vergleich zu anderen Tierarten - ist der ermittelte Laktosegehalt (0,04 % d. uS). Hoch sind die Konzentrationen der Spurenelemente, insbesondere des Eisens (rd. 50 µg/g uS).

IV Aufbau und Funktion des Verdauungskanals:

Der Verdauungskanal des Igels ist einfach gebaut und ähnelt dem der Fleischfresser. Dün- und Dickdarm sind gleichlumig und nur histologisch zu differenzieren, ein Zäkum fehlt. Das Verhältnis von Darmlänge zu Körperlänge beträgt im Mittel 6 : 1. Dementsprechend ist die Passagezeit relativ kurz (8 - 12 h für flüssige, 12 - 20 h für feste Marker).

Die Aktivität der Amylase in Pankreas (im Mittel rd. 70 U/g uS) und Dünndarmchymus (im Mittel etwa 10 U/g uS) sowie die Saccharaseaktivität in der Dünndarmschleimhaut (im Mittel etwa 20 U/g Protein) ist, ähnlich wie bei der streng karnivoren Katze, gering. Einzig die Maltaseaktivität ist etwas höher (im Mittel rd. 300 U/g Protein), sie liegt in der Größenordnung wie beim Hund. Eine Laktaseaktivität konnte weder bei adulten Igeln noch bei Igelsäuglingen nachgewiesen werden. Sowohl im Pankreas als auch im Chymus war eine Lipaseaktivität nachweisbar (im Mittel 130 bzw. 50 U/g uS).

Die Konzentration von Laktat und flüchtigen Fettsäuren im Chymus steigt im Verlauf des Verdauungskanals an (jeweils von < 10 mmol/l im Magen bis auf bis zu 90 mmol/l im Dickdarm) und erreicht annähernd die Größenordnung wie bei den monogastrischen Haustieren.

V Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Futtermitteln:

Die Ergebnisse der Fütterungsversuche zeigen, daß der Igel eine hohe Verdauungskapazität für Fett (im Mittel 90 %, 78 bis 98), aber auch für Rohprotein (im Mittel 78 %, 72 bis 93) hat. Aufgeschlossene Stärkeprodukte werden ausreichend verdaut (sV NfE im Mittel 78 %; 65 und 86). Pflanzliche Rohfaser (nicht Chitin) hat sogar noch etwas mehr als bei anderen Tierarten einen negativen Effekt auf die Gesamtverdaulichkeit. Die ermittelten Nettoabsorptionsraten der Mengenelemente (Ca: im Mittel ± 0 %, -50 bis 20, P: rd. 55 %, 30 bis 90, Mg: rd 2 5%, 10 bis 40, Na: rd. 80 %,70 bis 93 und K: 86 %, 70 bis 94) weisen daraufhin, daß ähnlich wie bei den meisten Haustieren Kalzium - wenn im Überschuß absorbiert - überwiegend über den Darm ausgeschieden wird, während Phosphor, Magnesium und vor allem Natrium und Kalium hauptsächlich über die Niere exkretiert werden. Die Absorption von Eisen, Kupfer, Zink und Mangan wird offensichtlich, wie bei anderen Tierarten, über den Darm reguliert und z.T. über die Galle ausgeschieden.

VI Energie und Nährstoffbedarf:

Anhand der vorliegenden Unterlagen werden Energie- und Nährstoffbedarf für Erhaltung, Wachstum und Reproduktion abgeschätzt (Tab. 84 - 91).

Im Erhaltungsstoffwechsel ist von einem Energiebedarf von rd. 500 kJ/kg KM/Tag auszugehen. Für den Fettansatz adulter Igel vorm Winterschlaf werden bei 7 bis 10 g erwünschter Zunahme pro Tag 320 bis 450 kJ/Tag zusätzlich benötigt. Wachsende Igel benötigen pro g Zuwachs etwa 25 kJ DE. Im letzten Drittel der Gravidität liegt der Energiebedarf etwa 50 % über dem Erhaltungsbedarf. Während der Laktation steigt er bis auf das 3fache an. Bei einem Proteingehalt im Futter von 15 g pro MJ, ist bei bedarfsgerechter Energieaufnahme die Proteinversorgung in Erhaltung, Wachstum und Reproduktion ausreichend. Bei wachsenden und laktierenden Tieren muß dem erhöhten Ca- und P-Bedarf durch höhere Gehalte im Futter Rechnung getragen werden.

VII Futtrationen:

Anhand der Kenntnisse über die Zusammensetzung der Igelmilch werden verschiedene Ersatzmilchrezepturen für die Aufzucht verwaister Igelsäuglinge vorgeschlagen. Für Hundewelpen bestimmte Ersatzmilchpräparate kommen mit ihrer Zusammensetzung der Igelmilch am nächsten. Berichte von Aufzuchterfolgen aus der Praxis unterstreichen dieses Ergebnis.

Nach den ermittelten Bedarfswerten für Erhaltung, Wachstum und Reproduktion sollte ein Igelalleinfutter 2,0 bis 2,6 MJ GE/100 g TS enthalten, mit 35 bis 60 % der Energie in Form von Protein und 30 bis 50 % als Fett. Wegen ihrer z.T. geringen Proteingehalte erscheinen die untersuchten kommerziellen Igeltrockenfutter als Alleinfuttermittel auf längere Sicht kaum empfehlenswert. Alleinfuttermittel für Hunde und Katzen stellen eine kostengünstige, leicht verfügbare Alternative zu eigenen Mischungen dar. Entsprechend den ermittelten Bedarfswerten zusammengestellte Rationen auf der Grundlage von Rind- oder Geflügelfleisch, ergänzt durch Leber, Ei, Öl und Weizenkleie (Tab. 98) gewährleisten, nach den Ergebnissen dieser Arbeit, eine ausgewogene Ernährung.

Struck, Susanne :

Nutrition of the hedgehog
(*Erinaceus europaeus* L., 1758)
Literature overview and own research

D SUMMARY

The aim of this study was to develop recommendations for the nourishment of hedgehogs, which have temporarily fallen under human charge due to compelling reasons. Data from research literature was compiled and supplemented by the author's own research and analyses to serve this purpose. The author's research focused on the following topics:

| | No. of test animals or specimens |
|--|-------------------------------------|
| 1. Composition of the organism | |
| Share of diverse organs and tissue | up to 50 |
| Chemical composition | 25 |
| (organic and inorganic) | |
| total corpus | 5 - 12 |
| selected organs/tissue | |
| body fluids | 5 - 9 |
| blood | 2 |
| milk | |
| 2. Structure and function of the digestive tract | |
| anatomical/histological | 50/5 |
| enzyme activity, microbial metabolite | 25 |
| 3. Determination of the digestibility of organ. and inorgan. feed components (with nine different rations) | 4 - 6 per ration |
| 4. Optimal rations for sucklings, growing and adult hedgehogs | |

Note: Details on the aggregate material see tab. I to IX, concerning the applied methods see appendix I 2.2.

Results

I Natural diet:

According to the results of most researchers beetles, earwigs, lepidoptera larvae, myriapodes and earthworms belong to the most frequently found prey species. 80 to 87 % of the absorbed energy is provided by beetles, lepidoptera larvae and earthworms. Altogether the hedgehogs diet is characterized by a high protein and fat content. The daily food intake is estimated to consist of 50 to 60 % crude protein from dry matter with an energy content of approximately 2,3 MJ gross energy per 100 g dry matter.

II Body mass and growth:

Newborn hedgehogs weigh between 12 and 25 g at time of birth; within 7 to 8 days they have doubled their body mass. Under optimal conditions they can reach a weight over 500 g within 8 to 10 weeks. According to geographic area, adult hedgehogs have a body mass of 600 - 1500 g. Hibernation causes an estimated 20 - 50 % reduction in body mass. During the active period this mass must be regained.

III Body composition:

The skin is the hedgehog's largest organ, making up approximately one third of its body mass. The digestive tract (approx. 5 % of the body mass) and skeleton (approx. 7.3 %) comprise only a small part of the hedgehog's mass in comparison with other species.

The chemical composition of the body corresponds with that of other species. The relatively low water and relatively high protein contents (approx. 42 and 23 % of body mass respectively) could be attributed to the large proportion of skin which is high in protein and has a relatively low water content. The relatively low calcium (approx. 33g/kg fat free dry matter) and phosphorus concentrations (approx. 20 g/kg fat free dry matter) are probably due to the large skin and relatively small skeleton proportions (see above). With growth the fat, protein, and ash content increases parallel to a decrease in water content.

Similar to other species the hedgehog's liver (approx. 4 - 5 % of body mass) serves as a storage for trace elements and vitamin A. In adult animals it contains approximately 13 % of the body's iron, 12 % of its copper and 10 % of its zinc. The vitamin A content in the liver of adult hedgehogs was relatively high with an average of 1700 IU/g liver. The bones' ash content as well as the mineral composition of the ash correspond to those of other species, as did the lead concentration.

Hedgehog blood is characterized, in comparison with other species, by high urea levels (approx. 13 - 34 mmol/l). Total protein, creatinine, total lipid, cholesterol and glucose levels deviate only slightly, if at all, from comparable data based on domestic animals.

Based on the author's own examinations hedgehog milk is, in agreement with BEN SHAUL (1962), rich in protein and fat (respectively approx. 40 % of dry matter). Particularly low, in comparison to other species, is the ascertained lactose content (0.04 % of milk). The concentration of trace elements is high, particularly of iron (approx. 50 µg/g milk).

IV Structure and function of the digestive tract:

The hedgehog digestive tract is simply built and similar to the carnivore's. The differentiation between the large and small intestine can only be histologically ascertained as both sections are equal in diameter and a caecum is lacking. The correlation between intestinal and body length amounts to 6 : 1. Accordingly, the rate of ingesta flow is relatively high (8 - 12 hrs. for liquid, 12 - 20 hrs. for solid markers). The activity of amylase in the pancreas (on average approx. 70 U/g wet weight) and in the chyme from the small intestine (on average approx. 10 U/g chyme), as well as the sucrase activity in the small intestine mucosa (on average approx. 20 U/g protein) is, similar to that of the strictly carnivorous cat, minimal. Only the maltase activity is somewhat higher (on average approx. 300 U/g protein); comparable to the maltase activity in dogs. Lactase activity was detected neither in adult hedgehogs nor in hedgehog sucklings. Lipase activity was ascertainable in both the pancreas and the chyme (on average 130 and 50 U/g wet weight respectively).

The concentration of lactate and volatile fatty acids in chyme increases along the course of the digestive tract (in each case from <10 mmol/l in the stomach up to 90 mmol/l in the colon) and roughly approaches the levels in monogastric domestic animals.

V Digestibility of feedstuffs:

The result of the feeding experiments show that the hedgehog has a high digestive capacity for fat (on average 90 %; 78 to 98), but also for crude protein (on average 78 %; 72 to 93). Processed starch products are sufficiently digested (apparent digestibility of Nfe on average 78 %, 65 to 86). Similar to the case with other species, vegetable crude fibre has a negative effect on the total digestibility. The determined net absorption rates of the minerals (Ca: on average ± 0 %, ranging from -50 to 20; P: 55 %, 30 to 90; Mg: 25 %, 10 to 40, Na: 80 %, 70 to 93; K: 86 %, 70 to 94) show that similar to most domestic animals calcium absorption is regulated and after absorbed the excess is excreted by the bile. While phosphorus, magnesium and all above sodium and potassium are being excreted mainly by the kidneys. Iron, copper, zinc and manganese absorption is apparently regulated in the gut and excreted from the intestines as among other species.

VI Energy and nutrient requirements:

Guided by the presented material, energy and nutrient requirements for maintenance, growth and reproduction are estimated (tab. 84 - 91). An energy supply of approximately 500 kJ/kg body mass per day is to be presumed for maintenance. For the fat increase in adult hedgehogs before hibernation an additional 320 to 450 kJ per day are required for a desired increase of 7 to 10 g body mass per day. Growing hedgehogs require about 25 kJ digestible energy per g gain. In the last third of gravidity the energy demand lies about 50 % above the maintenance requirement. During lactation this demand can increase to 3 times that of the subsistence level. With a protein content in the feed of 15 g per 1 MJ gross energy the protein supply in maintenance, growth and reproduction is sufficient if the energy intake in accordance with demand. In the case of growing or lactating animals, the higher calcium and phosphorus demand has to be covered by higher concentrations of these minerals in the feed.

VII Feeding rations:

Based on knowledge of the composition of hedgehog milk, the suitability of various substitutes for the nursing of orphaned sucklings will be discussed. Substitute milk products for puppies are closely related to hedgehog milk in their chemical composition. Reports of successful rearing underline these results.

In accordance with the ascertained requirements for maintenance, growth and reproduction nutritionally balanced feedstuff should contain 2.0 to 2.6 MJ gross energy per 100 g of dry matter, with 35 to 60 % of the energy consisting of protein and 30 to 50 % consisting of fat. Because of their relatively low protein content, the examined commercial hedgehog feedstuffs, given as sole feed, are hardly to be recommended on a long term basis. Dog and cat food (moist varieties) represent an reasonable and readily available alternative to own blends. However, according to this study, nutritionally balanced rations based on beef or poultry and complemented with liver, egg, oil and wheat bran (tab. 98) still provide the most suitable feedstuffs for hedgehogs in temporary captivity.