

Empfohlenes Angebot an Vitamin A, E und D beim Ferkel

Jürg KESSLER und Martin JOST, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux
 Auskünfte: Jürg Kessler, e-mail: juerg.kessler@rap.admin.ch, Fax +41 (0)26 407 73 00, Tel. +41 (0)26 407 71 11

Ferkelrationen enthalten im Vergleich zum empfohlenen Angebot zu wenig natives Vitamin A, E und D. Diese Wirkstoffe müssen deshalb ergänzt werden. Eine über den RAP-Empfehlungen liegende Zufuhr an Vitamin A, E und D verbessert dabei weder die Mastleistung noch die Futterverwertung. Auch hat sie keinen positiven Einfluss auf die Durchfallhäufigkeit. Sie führt demgegenüber zu einer deutlich höheren Vitamin-A-Konzentration in der Leber.

Die Vitamine A, E und D erfüllen im Stoffwechsel des Ferkels lebensnotwendige Funktionen. So beteiligt sich das Vitamin A unter anderem am Wachstum, an der Gewebsdifferenzierung sowie an der Infektionsabwehr. Das Vitamin E wirkt als biologisches Antioxidans und ist im Weiteren für einen korrekten Zellstoffwechsel notwendig. Zusammen mit anderen Grössen reguliert das Vitamin D den Kalzium- und Phosphorstoffwechsel. Die in der Ferkelfütterung üblicherweise eingesetzten Futtermittel wie Getreide und Extraktionschrote sind im Vergleich zum Bedarf des Ferkels arm an Provitamin A sowie Vitamin E und D. Somit muss die Ration mit diesen Wirkstoffen ergänzt werden. Andernfalls werden Leistungsfähigkeit und Gesundheit des Ferkels beeinträchtigt.

Je nach Kategorie unterscheiden sich die Empfehlungen zur Vitaminversorgung recht deutlich. Aber auch innerhalb der

einzelnen Kategorien können grosse Differenzen auftreten. Diese sind beispielsweise das Resultat von Unterschieden in der Zusammensetzung der Versuchsration, der Gewichtung von Versuchsergebnissen oder der Definition von Begriffen wie volle Leistungsfähigkeit und Gesundheit. Auch unterschiedliche Ansichten über die notwendige Reservenbildung können die Ursache sein. Die für das Ferkel publizier-

- **Minimale Empfehlung:** Vitaminmenge, die unter optimalen Haltungsbedingungen (Laborbedingungen) ausreicht, um Mangelsymptome zu verhindern.
- **Korrigierte minimale Empfehlung:** Entspricht der minimalen Empfehlung zuzüglich einer auf definierte Praxisverhältnisse (Haltungsform, Rationstyp) abgestimmten Vitaminmenge.
- **Leistungsorientierte Empfehlung:** Vitaminmenge, die volle Leistungsfähigkeit und Gesundheit sowie eine gewisse Reservenbildung ermöglicht.
- **Effektbezogene Empfehlung:** Entspricht der leistungsorientierten Empfehlung zuzüglich einer bestimmten Vitaminmenge, mit welcher ein Zusatzeffekt (Immunitätssteigerung, Fleischqualität) erreicht werden soll.

Zunehmendes Vitaminangebot

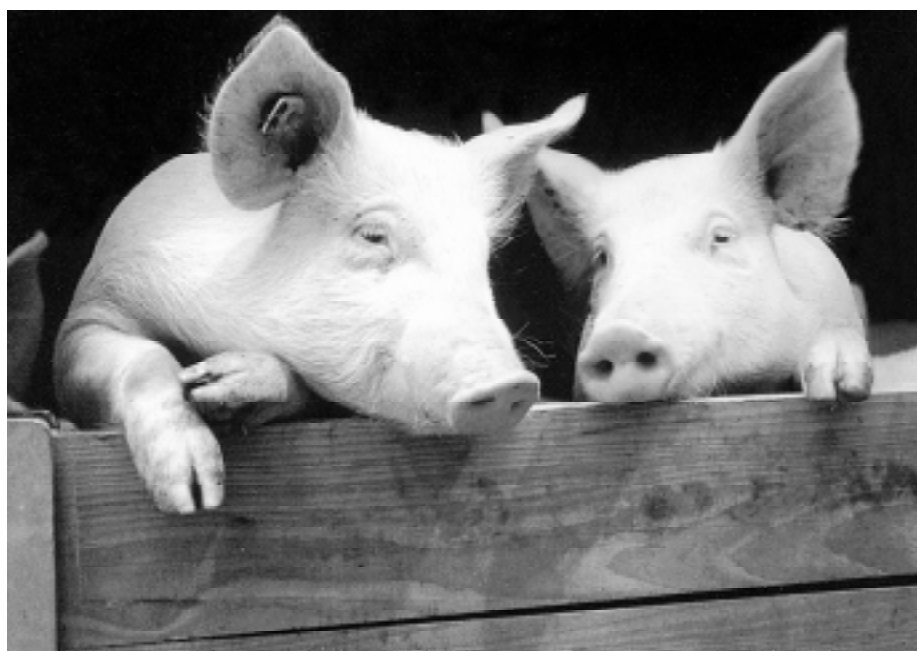
Abb 1. Kategorien von Vitamin-Empfehlungen (vereinfacht).

Bedarfsschätzung

Die Schätzung des Vitaminbedarfes des Ferkels erfolgt mehrheitlich mittels der sogenannten Dosis-Wirkungsbeziehung. Bei dieser Methode verfüttert man an das Ferkel unterschiedliche Mengen des zu prüfenden Vitamins und misst die Wirkung dieser Vitaminmengen auf Grössen wie Lebendgewichts-Entwicklung, Blutwerte und Reservenbildung. Aus den verschiedenen Messwerten wird in einem nächsten Schritt der Bedarf beziehungsweise das empfohlene Vitamin-Angebot abgeleitet.

Kategorien von Vitamin-Empfehlungen

In der Praxis unterscheidet man verschiedene Kategorien von Empfehlungen zur Vitaminversorgung. Vereinfacht können diese gemäss Abbildung 1 zusammengefasst werden.



Die Vitaminempfehlungen der RAP sind auf unsere Bedürfnisse abgestimmt.

ten Vitamin-Empfehlungen streuen sehr stark. Die offiziellen amerikanischen Empfehlungen (NRC 1988) liegen bei 1'750 IE Vitamin A, 11 mg Vitamin E und 200 IE Vitamin D pro kg Futter mit 90 % Trockensubstanz (TS). Im Vergleich dazu empfiehlt die Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung (AWT 1991) eine Vitaminergänzung pro kg Alleinfutter von 10'000 bis 16'000 Vitamin A, 40 bis 100 mg Vitamin E und 1'200 bis 2'000 IE Vitamin D.

Geringe Toxizität

Im Überschuss aufgenommen, sind die Vitamine A und E wenig toxisch. Erst eine Vitamin-A-Aufnahme in der Höhe des 10-fachen Bedarfes kann beim Schwein zu Stoffwechselstörungen führen. Mögliche Störungen sind unter anderem Appetitverlust, Gewichtsabnahme, Skelettdeformationen, spontane Knochenbrüche und innere Blutungen. Über Vitamin-E-Vergiftungen beim Schwein liegen keine Daten vor. Empfindlicher reagiert das Schwein auf eine erhöhte Vitamin-D-Aufnahme. Unter ungünstigen Bedingungen können bei einer länger andauernden Vitamin-D-Aufnahme in der Höhe des 4- bis 10-fachen Bedarfes Stoffwechselstörungen auftreten. Dabei kommt es unter anderem zu Wachstumsstörungen sowie Verkalkungen von Blutgefässen und Organen. Obwohl wenig toxisch, ist eine deutlich über dem Bedarf liegende Vitaminzufuhr unerwünscht. Sie stört das Gleichgewicht zwischen den einzelnen Vitaminen sowie diesen und anderen Futterinhaltsstoffen. Es kann aber auch zu einer erhöhten Einlagerung des betreffenden Vitamines ins Gewebe kommen. Dies ist primär beim Vitamin A der Fall. Im Überschuss aufgenommenes Vitamin A wird in der Leber eingelagert. Hohe Vitamin-A-Lebergehalte sind aber im Hinblick auf eine mögliche Hypervitaminose beim Menschen unerwünscht. Angesichts der recht unterschiedlichen Empfehlungen zur Vitamin-Versorgung des Ferkels wurde an der RAP ein Versuch mit dem Ziel durchgeführt, die Vitamin-Versorgung des Ferkels unter schweizerischen Produktionsbedingungen zu präzisieren.

Geprüfte Vitamin-Empfehlungen

In zwei sich folgenden Serien erhielten jeweils 64 ♀ und ♂ Ferkel der Rasse Edelschwein während 34 Tagen ein Alleinfutter

Tab. 1. Geprüfte Vitamin-Konzentrationen

Verfahren	Konzentration in IE bzw. mg/kg Futter mit 88 % TS		
	Vitamin A	Vitamin E	Vitamin D
A	4'000	16	500
B	6'500	16	1'100
C	10'000	25	1'500
D	18'500	40	1'700

mit unterschiedlichen Konzentrationen an Vitamin A, E und D. Dabei wurden die Tiere im Alter von 32 Tagen in der Serie 1 beziehungsweise 35 Tagen in der Serie 2 nach den Kriterien Abstammung, Geschlecht und Lebendgewicht den in der Tabelle 1 aufgeführten vier Verfahren zugeordnet.

Das Versuchsfutter setzte sich zur Hauptsache aus Gerste, Mais, Weizen, Weizenkleie, Haferflocken, Soja- und Rapsextraktionsschrot sowie Kartoffeleiweiss zusammen. Es hatte einen durchschnittlichen Energiegehalt von 13,2 MJ Verdauliche Energie Schwein und der mittlere Proteingehalt lag bei 16,8 %. Leistungsförderer wurden keine eingesetzt. Die Versuchsparameter bildeten der Tageszuwachs und die Futterverwertung. Zudem wurde ein metabolisches Profil erstellt, die Konzentration an Rohasche, Kalzium und Phosphor im Vordermittelfussknochen bestimmt und die Vitamin-A- und Vitamin-E-Konzentration in der Leber gemessen. Weitere Einzelheiten zur Versuchsanlage vermittelt Tabelle 2.

Durchfall-Behandlungen: messbare Differenzen

In Tabelle 3 sind die im Versuch verzeichneten Tierabgänge sowie die während des

Tab. 3. Tierabgänge und Durchfallbehandlungen

	A	B	C	D
Anzahl Tierabgänge				
Serie 1	0	1	0	0
Serie 2	1	0	0	0
Versuch	1	1	0	0
Durchfall-Behandlungen¹				
Anzahl Tiere				
Serie 1	7	7	5	10
Serie 2	3	9	8	8
Versuch	10	16	13	18
Anzahl Tage²				
Serie 1	17	15	9	26
Serie 2	4	22	9	14
Versuch	21	37	18	40
Anzahl Buchten³				
Serie 1	4	4	4	4
Serie 2	2	3	3	4
Versuch	6	7	7	8

¹ Baytril

² Behandelte Tiere mal Behandlungstage

³ mit behandelten Tieren

Versuches durchgeführten Durchfall-Behandlungen zusammengefasst. Mit zwei Abgängen (Kolienterotoxämie) auf 128 eingestellte Ferkel waren die Tierverluste gering. Ein Tier wurde wegen Lahmheit aus dem Versuch genommen. Zahlreiche Tiere mussten wegen Durchfall behandelt werden. Mit zehn Ferkeln weist das Verfahren A mit tiefem Vitamin-Angebot die geringste Anzahl an Behandlungen auf. Demgegenüber ist mit 18 die Anzahl Durchfall-Behandlungen beim Verfahren D mit hoher Vitamin-Versorgung am höchsten. Die Verfahren B und C nehmen eine Zwischenstellung ein. Bei der Anzahl Behandlungstage schneiden die Verfahren B und D, mit doppelt soviel Tagen wie die Verfahren A und C, am schlechtesten ab. Ausser den Durchfall-Behandlungen mussten weder in der Serie 1 noch in der Serie

Tab. 2. Versuchsanlage

Versuchstiere:	2 x 64 ♀ und ♂ Ferkel der Rasse Edelschwein im Gewichtsbereich 8,6 bis 16,7 kg Lebendgewicht
Versuchsdauer:	2 Serien zu je 34 Tagen
Haltung:	in Gruppen zu vier Tieren in Flachbatterien
Versuchsanordnung:	vier Verfahren, Blockanordnung, Versuchseinheit Gruppe (4 Tiere)
Futter:	Alleinfutter ohne Leistungsförderer; Kohlezusatz an den Versuchstagen 1, 2, 3, 8, 9 und 10
Fütterung:	<i>ad libitum</i> an Futterautomaten
Versuchsparameter:	- Lebendgewicht und Futterverzehr - Häufigkeit von Durchfall-Behandlungen - Aspartat-Aminotransferase (ASAT), Alanin-Aminotransferase (ALAT), Alkalische Phosphatase (AP), Creatinkinase (CK), Lactat-Dehydrogenase (LDH), Glutathion-Peroxidase (GSH-Px), Kalzium, Phosphor, Vitamin A und E im Blut zu Versuchsbeginn und zu Versuchsende - Konzentration an Vitamin A und E in der Leber - Rohasche-, Kalzium- und Phosphorkonzentration im Vordermittelfussknochen

**Tab. 4. Gewichtsentwicklung und Tageszuwachs**

		A	B	C	D	s _x ¹	P ²
Lebendgewicht in kg							
Serie 1	Beginn	7,3	7,2	7,3	7,2	0,07	
	Ende	12,9	12,5	13,5	12,2	0,37	> 15
Serie 2	Beginn	9,9	10,0	9,9	10,1	0,10	
	Ende	19,9	18,7	19,9	19,0	0,57	> 15
Versuch	Beginn	8,6	8,6	8,6	8,7	0,06	
	Ende	16,4	15,6	16,7	15,6	0,32	5,1
Tageszuwachs in g							
Serie 1		165	156	183	146	10	> 15
		296	255	292	260	18	> 15
Versuch		230	206	238	203	10	5,1

¹ Standardabweichung der Mittelwerte² Irrtumswahrscheinlichkeit in %**Tab. 5. Futterverzehr und Futterverwertung**

	A	B	C	D	s _x ¹	P ²
Futterverzehr in g/Tier und Tag						
Serie 1	317	305	328	299	12	> 15
Serie 2	477	469	501	467	24	> 15
Versuch	397	387	414	383	12	> 15
Futterverwertung in kg/kg ³						
Serie 1	1,97	2,00	1,80	2,07	0,08	> 15
Serie 2	1,62	1,83	1,72	1,80	0,07	> 15
Versuch	1,80	1,92	1,76	1,93	0,05	7,6

¹ Standardabweichung der Mittelwerte² Irrtumswahrscheinlichkeit in %³ kg Futter je kg Zuwachs**Tab. 6. Vitamin-A- und Vitamin-E-Konzentration in der Leber**

	A	B	C	D	s _x ¹	P ²
Vitamin A in IE/g FS	108 ^a	173 ^b	287 ^c	446 ^d	15,2	< 1
Vitamin E in mg/100 g FS	0,27	0,18	0,30	0,29	0,05	> 15

Mittelwerte einer Zeile mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant verschieden (P < 1%).

¹ Standardabweichung der Mittelwerte² Irrtumswahrscheinlichkeit in %

2 Tiere wegen einer Krankheit behandelt werden.

liegt der im vorliegenden Versuch gemessene Tageszuwachs an der unteren Grenze.

Tageszuwachs ohne wesentlichen Einfluss

Die Ferkel der vier Verfahren unterscheiden sich im Endgewicht beziehungsweise im Tageszuwachs (Tab. 4) statistisch nicht wesentlich (P ≥ 5 %). Tendenzmässig (P = 5,1 %) weisen die Verfahren A und C im Vergleich zu den Verfahren B und D einen höheren Tageszuwachs auf. Dies gilt für die einzelnen Serien als auch für den ganzen Versuch.

Die Tageszunahmen der Ferkel der ersten Serie sind im Vergleich zu denjenigen der zweiten Serie deutlich tiefer. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass der Anteil der Ferkel, die von Jungsauen abstammen, in der ersten Serie deutlich höher ist als in der zweiten Serie. Zudem waren die Ferkel beim Einstellen etwas jünger. Im Vergleich zu anderen Untersuchungen

Futterverzehr und -verwertung, geringe Unterschiede

Zwischen den vier Verfahren besteht im Futterverzehr keine signifikante Differenz (Tab. 5). Gleiches gilt für die Futterverwertung. Mit 1,80 und 1,76 kg Futter je kg Zuwachs im Vergleich zu 1,92 beziehungsweise 1,93 kg Futter je kg Zuwachs haben die Ferkel der Verfahren A und C in der Tendenz (P = 7,6 %) eine bessere Futterverwertung als diejenigen der Verfahren B und D. Im Vergleich zu anderen Versuchen sind die vorliegenden Werte für die Futterverwertung gering.

Blutwerte kaum beeinflusst

In den zu Versuchsbeginn und zu Versuchsende im Blut analysierten Enzymaktivitäten (ASAT, ALAT, AP, CK, LDH,

GSH-Px) unterscheiden sich die vier Verfahren nicht signifikant. Mit Ausnahme der GSH-Px ist bei allen Parametern im Verlauf des Versuches eine vermutlich durch das Alter und das Absetzen bedingte Abnahme zu beobachten. Keine gesicherte Differenz zwischen den Verfahren findet sich auch bei den Elektrolyten Kalzium und Phosphor. Auch hier nehmen die Werte im Laufe des Versuches bei allen Verfahren leicht ab.

Mehr Vitamin A: höhere Leberkonzentrationen

Die unterschiedliche Vitamin-A-Versorgung der Ferkel widerspiegelt sich deutlich in den Vitamin-A-Leberkonzentrationen. So nehmen die Konzentrationen vom Verfahren A zum Verfahren D zu (Tab. 6). Die Differenzen zwischen den einzelnen Verfahren sind statistisch hoch signifikant (P < 1 %). Zwischen der Vitamin-A-Konzentration der Ration und derjenigen der Leber besteht eine Beziehung von $r^2 = 0,91$ (P < 1 %, $y = 26,8923 + 0,0233865 \cdot \text{Vitamin-A-Konzentration der Ration}$). Im Gegensatz zum Vitamin A unterscheiden sich die Vitamin-E-Leberkonzentrationen der Ferkel der vier Verfahren nicht wesentlich (Tab. 6). Obwohl die Ferkel der Verfahren A und B gleichviel Vitamin E erhielten, weisen Letztere geringere Werte auf. Die Vitamin-E-Konzentrationen der Lebern der Verfahren C und D sind praktisch identisch, obwohl im Verfahren D der Gehalt der Ration an Vitamin E deutlich höher war.

Knochenparameter vergleichbar

Mit Werten zwischen 514 und 538 g pro kg TS weichen die Rohaschen-Gehalte der Vordermittelfussknochen der vier Verfahren statistisch nicht wesentlich voneinander ab (P ≥ 5 %). Auch beim Kalzium- (188 bis 198 g/kg TS) und Phosphorgehalt (88 bis 94 g/kg TS) liegen die verschiedenen Verfahren recht nahe beieinander. Dieses Ergebnis weist auf eine für die einzelnen Verfahren vergleichbare Knochenmineralisierung hin.

Abschliessende Beurteilung der Versuchsergebnisse

Unter den vorliegenden Versuchsbedingungen verbessert eine Erhöhung des Angebotes an Vitamin A, E und D über die RAP-Empfehlungen von 4000 IE Vitamin

A, 15 mg Vitamin E und 500 IE Vitamin D je kg Futter mit 88 % TS (FAG 1995) hinaus weder den Tageszuwachs noch die Futterverwertung der Ferkel. Auch der Gesundheitszustand, beurteilt an der Anzahl Durchfall-Behandlungen sowie anderer Krankheitsbehandlungen, wird nicht positiv beeinflusst. Ebenso weisen die gemessenen Enzymaktivitäten und Elektrolytkonzentrationen im Blut nicht auf mögliche Unterschiede im Gesundheitszustand hin. Gemessen an der Rohasche-, Kalzium- und Phosphorkonzentration im Vordermittelfusssknochen scheint sich das unterschiedliche Vitamin-Angebot auch nicht auf die Skelettmineralisierung auszuwirken.

Wird die Leistung und Gesundheit des Ferkels durch die höheren Vitamin-A-Vorlagen nicht wesentlich beeinflusst, so kommt es demgegenüber zu einer erhöhten Speicherung von Vitamin A in der Leber. Dies ist aus Sicht der Humanernährung unerwünscht. Grund dafür bildet die Möglichkeit einer Hypervitaminose A beim Menschen. Nach Empfehlungen der wissenschaftlichen Expertenarbeitsgruppe der Eidgenössischen Ernährungskommission (EEK 1996) sollten Vitamin-A-Konzentrationen von rund 500 IE je g Frischleber nicht überschritten werden. Die im Verfahren D analysierten Werte liegen nur knapp unter diesem empfohlenen Grenzwert. Je nach Vitamin-A-Angebot in der nachfolgenden Mastphase kann diese Konzentration verringert, konstant gehalten oder noch erhöht werden. Vorab im letzten Fall könnten Konzentrationen erreicht werden, die deutlich über dem von der EEK empfohlenen Wert von 500 IE/g Frischleber liegen.

Die Beobachtung, dass die Verfahren A und C beziehungsweise B und D zu ähnlichen Ergebnissen in Bezug auf Leistung und Gesundheit führen, lässt sich mit den vorliegenden Versuchsparametern nicht erklären. Sicher ist, dass bei der Dosierung der fettlöslichen Vitamine A und E, die zwischen den beiden Wirkstoffen bestehenden Wechselwirkungen nicht zu vernachlässigen sind. So gilt es unter anderem zu berücksichtigen, dass ein hohes Angebot an Vitamin A zu einer erhöhten intestinalen Oxydation von Vitamin E und einem beschleunigten Vitamin-E-Stoffwechsel führen kann (Hanck *et al.* 1991). Ab welcher Vitamin-A-Konzentration diese Wechselwirkungen praktisch relevant sind, das heisst die Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Produktqualität beeinflussen, darüber ge-

hen die Meinungen jedoch auseinander (Wagner 1996).

LITERATUR

■ AWT, 1991. Vitamine in der Tierernährung. Bonn. 52 S.

■ EEK, 1996. Wissenschaftliche Expertenarbeitsgruppe der Eidgenössischen Ernährungskommission. Persönliche Mitteilung.

■ FAG, 1995. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Schweine. LmZ Zollikofen. 129 S.

■ Hanck A. B., Kuenzle C. C. und Rehm W. F., 1991. Vitamin A. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 84 S.

■ NRC, 1987. Vitamin tolerance of animals. National Academy Press, Washington, 96 p.

■ NRC, 1988. Nutrient requirements of swine. National Academy Press, Washington, 93 p.

■ Wagner F., 1996. Untersuchungen zu Wechselwirkungen zwischen Aminosäuren und zwischen Vitaminen. *Die Mühle + Mischfüttertechnik* 133 (25), 409 - 414.

RÉSUMÉ

Apports recommandés en vitamines A, E et D chez le porcelet

Au cours de deux séries successives, réunissant chacune 4 x 16 porcelets ♀ et ♂ de la race Grand Porc Blanc, il a été distribué durant 34 jours, un aliment complet avec les concentrations suivantes en vitamines A, E et D: Traitement A: 4000 UI, 16 mg, 500 UI; Traitement B: 6500 UI, 16 mg, 1100 UI; Traitement C: 10000 UI, 25 mg, 1500 UI; Traitement D: 18500 UI, 40 mg, 1700 UI par kg d'aliment à 88 % MS. L'aliment expérimental était composé en majorité d'orge, de maïs, de blé, de son de blé, de flocons d'avoine, de tourteaux d'extraction de soja et de colza. Sa teneur moyenne en matière azotée était de 16,8 % alors que sa teneur moyenne en énergie s'élevait à 13,2 MJ EDP par kg d'aliment. Aucun stimulateur de performance n'a été utilisé. Le gain journalier, l'indice de consommation, l'état sanitaire ainsi que les concentrations en vitamines dans le foie ont constitué, entre autres, les paramètres expérimentaux.

Avec un gain journalier de respectivement 230 g, 206 g, 238 g et 203 g pour les traitements A, B, C et D, les quatre traitements ne se distinguent pas de façon significative ($P \geq 5\%$). Il en est de même pour l'indice de consommation. Concernant l'état sanitaire, jugé sur la base du nombre de traitements contre les diarrhées et contre d'autres maladies, il n'existe pas de différences importantes entre les quatre traitements. On n'a pas non plus constaté de différences significatives dans le profil métabolique ainsi que dans la minéralisation osseuse. Par contre, la concentration en vitamine A dans le foie augmente significativement avec un apport accru de cette substance ($P < 1\%$). Les valeurs corres-

pondantes pour les traitements A, B, C et D s'élèvent à 108^a, 173^b, 287^c et 446^d UI de vitamine A par g de matière fraîche. Entre la concentration en vitamine A de la ration et de celle du foie, il existe une relation de $r^2 = 0,91$ ($P < 1\%$, $y = 26,8923 + 0,0233865 \cdot$ concentration en vitamine A de la ration). Les résultats d'essai montrent que les recommandations suisses de 4000 - 8000 UI de vitamine A, 15 mg de vitamine E et 500 - 1000 UI de vitamine D par kg d'aliment à 88 % MS (FAG 1993) permettent un approvisionnement correct du porcelet en vitamines avec les conditions de garde habituelles.

SUMMARY

Recommended vitamin A, E and D for piglets

During 34 days 4 x 16 female and castrated male piglets of the large white breed received a complete feed with the following vitamin A, E- and D-concentrations in two consecutive series: Treatment A: 4000 IE, 16 mg, 500 IE; treatment B: 6500 IE, 16 mg, 1100 IE; treatment C: 10000 IE, 25 mg, 1500 IE; treatment D: 18500 IE, 40 mg, 1700 IE per kg feed with 88% dry matter. The experimental feed consisted of barley, maize, wheat, wheat bran, oat flakes, soya- and rape meal. The average energy content per kg feed was 13.2 MJ DEP and 16.8% crude protein, respectively. No growth promoting substances were used. Daily gain, feed conversion, health status as well as liver-vitamin-concentrations were investigated. With a daily gain of 230 g, 206 g, 238 g and 203 g for the treatments A, B, C and D the treatments do not differ significantly ($P \geq 5\%$). The same is valid for the feed conversion. As to the health status, judging from the number of diarrhoea and other treatments, there are no differences between the four treatments. No differences were observed neither in the metabolic profile nor in the bone mineralization. In contrast to this the vitamin A concentration in the liver significantly increases with growing vitamin amount ($P < 1\%$). The corresponding values for treatments A, B, C and D are: 108^a, 173^b, 287^c and 446^d IE vitamin A/g fresh matter. Between the vitamin A concentration of the ration and that of the liver there is a relation of $r^2 = 0.91$ ($P < 1\%$, $y = 26.8923 + 0.0233865 \cdot$ vitamin A concentration of the ration). The results show, that Swiss feeding standards with 4000 - 8000 IE vitamin A, 15 mg vitamin E and 500 - 1000 IE vitamin D (FAG 1993) allow an adequate vitamin supplementation of piglets under normal housing conditions.

KEY WORDS: piglets, vitamin A, vitamin E, vitamin D, requirements, liver