



Consequenties van het weglaten van GMO-vitaminen in het voer voor biologisch gehouden varkens

P.A. Kemme, A.W. Jongbloed en M.J. Groot



Rapportnummer: 06/I00791

Divisie Veehouderij



Copyright

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van Animal Sciences Group van Wageningen UR te Lelystad.

Goedgekeurd door het divisiehoofd Veehouderij

Ir. P.W.J. Vriesekoop

April 2006

Consequenties van het weglaten van GMO-vitaminen in het voer voor biologisch gehouden varkens

P.A. Kemme¹, A.W. Jongbloed¹ en M.J. Groot²

April 2006

¹Divisie Veehouderij, ASG Wageningen-UR, Lelystad

²RIKILT, Instituut voor Voedselveiligheid, Wageningen-UR, Wageningen

Samenvatting

In deze literatuurstudie is nagegaan wat de consequenties zijn voor de vitaminevoorziening van het achterwege laten van een toevoeging van extra synthetische vitaminen aan voeders voor biologisch gehouden varkens. Op basis van de geadviseerde vitaminegehalten in voeders voor varkens volgens de National Research Council in de Verenigde Staten van Amerika is nagegaan in hoeverre de vitaminevoorziening gedekt wordt. Hiertoe zijn voeders genomen die qua grondstoffensamenstelling gangbaar zijn voor de biologische varkenshouderij in Nederland. Het blijkt dat de vitaminevoorziening ernstig onder druk komt als geen extra vitaminen aan de voeders worden toegevoegd. Door niet gesupplementeerde biggen- en vleesvarkensvoeders wordt de behoefte aan Vitamine A, Vitamine D3, Vitamine E, Vitamine K en Vitamine B12 niet gedekt. Dit geldt tevens voor de voorziening van riboflavine uit biggenkorrel, groei- en afmestvoer. In zeugenvoeders is de voorziening aan vitaminen nog slechter. Hier bestaan tekorten aan Vitamine A, Vitamine D3, Vitamine E, Vitamine K, foliumzuur, pantotheenzuur, riboflavine en Vitamine B12 in alle zeugenvoeders, wanneer geen extra vitaminen aan het voer worden toegevoegd. Daarnaast bestaat er een tekort aan biotine en choline in enkele zeugenvoeders. Mogelijk wordt de behoefte aan beschikbaar niacine niet gedekt. Het weglaten van extra vitaminen uit het voer voor biologisch gehouden varkens kan grote gevolgen hebben op de technische resultaten van deze dieren. Hiervan worden enkele voorbeelden gegeven. Het supplementeren van vitaminen via hun plantaardige bronnen bij biologische varkens is geen haalbare optie om de volgende redenen:

- de grote variatie in vitaminegehalten in de gewassen;
- de noodzaak om de vitaminegehalten in de samengestelde voeders te laten bepalen (kosten);
- mogelijk toxische effecten van andere plant-inhoudstoffen bij sommige bronnen;
- gebrek aan gegevens over acceptatie van de planten als voeder;
- kans op onevenwichtige rantsoensamenstelling.

Vitamine B12 kan niet via plantaardige bronnen worden gesupplementeerd.

In diverse bijlagen zijn gehalten aan vitaminen in droge mengvoedergrondstoffen, in ruwvoeders en vochtrijke diervoeders en in enkele andere gewassen gegeven. Er blijkt een grote variatie binnen en tussen grondstoffen te bestaan in de gehalten aan vitaminen.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	4
INHOUDSOPGAVE	5
1. INLEIDING	6
2. FUNCTIE VAN VITAMINEN EN DE GEVOLGEN VAN TEKORTEN	6
2.1. Vetoplosbare vitaminen	6
2.2. Wateroplosbare vitaminen	7
3. BEHOEFTE NORMEN AAN VITAMINEN VOOR VARKENS EN GEHALTEN IN VOEDERMIDDELEN	8
3.1. Behoefte normen aan vitaminen	8
3.2. Gehalten aan vitaminen in voedermiddelen	11
4. VERGELIJKING VAN DE BEHOEFTE NORMEN MET DE GEHALTEN AAN VITAMINEN IN VOEDERS VOOR BIOLOGISCH GEHOUDEN VARKENS	11
5. EFFECT VAN HET WEGLATEN VAN TOEVOEGING VAN VITAMINEN AAN HET VOER OP DE TECHNISCHE RESULTATEN.....	14
6. MOGELIJKE ALTERNATIEVEN VOOR GMO-VITAMINEN.....	14
6.1. Vetoplosbare vitaminen	15
6.2. Wateroplosbare vitaminen	15
7. CONCLUSIES.....	16
8. LITERATUUR.....	17
BIJLAGEN.....	18

1. Inleiding

De biologische veehouderij kenmerkt zich vooral door het op een zo natuurlijk mogelijke wijze houden van dieren. Gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen in de teelt van gewassen moet geheel of in belangrijke mate gereduceerd worden. Maar er is ook aandacht voor andere in de reguliere veehouderij als gangbare praktijk geaccepteerde werkwijzen. Eén daarvan is het toevoegen van vitaminen die door genetische gemodificeerde organismen worden geproduceerd aan voeders voor varkens. In de reguliere varkenshouderij worden deze vitaminen toegevoegd aan krachtvoer om een eventueel tekort aan vitaminen te voorkomen. Sinds augustus 2000 is het volgens EU-regels niet toegestaan deze synthetische vitaminen aan rantsoenen in de biologische rundveehouderij toe te passen (Smolders et al., 2005). In de praktijk, zowel in Nederland als in de omliggende landen, zijn varkenshouders bevreesd dat deze trend zich doorzet en ook in voeders voor varkens de toevoeging van extra vitaminen moet worden weggelaten.

In het kader van het onderzoeksprogramma Biologische Veehouderij is op basis van een beperkte literatuurstudie beoordeeld in hoeverre met in de biologische varkenshouderij gebruikte rantsoenen voldaan kan worden aan de uiteenlopende behoeftenormen zonder dat er sprake is van toevoeging van synthetische vitaminen. Tevens is gekeken naar de mogelijke alternatieven voor door GMO's geproduceerde vitaminen. Daarmee is een eerste stap gezet in het beantwoorden van de vraag of het toevoegen van deze vitaminen noodzakelijk is. Meer kennis over de daadwerkelijke gezondheidsrisico's van tekorten aan vitaminen is nodig om de vraag naar noodzakelijkheid van de toevoegingen definitief te kunnen beantwoorden.

2. Functie van vitaminen en de gevolgen van tekorten

Vitaminen zijn belangrijke bestanddelen van voeders voor varkens. Gedurende de groei, dracht en lactatie hebben varkens een verhoogde behoefte aan vitaminen. Bijna alle vitaminen worden tegenwoordig door fermentatie geproduceerd, door genetisch gemodificeerde organismen. Er zijn veertien vitaminen: A, C, D, E, K en 9 B-vitaminen (respectievelijk thiamine, riboflavine, niacine, pantotheenzuur, pyridoxine, choline, biotine, foliumzuur en cyanocobalamine). Vitaminen worden onderverdeeld in vetoplosbare (A, D, E, K) en wateroplosbare vitaminen (B en C). Inmiddels is van iedere natuurlijke vitamine een synthetische variant met dezelfde werking voorhanden.

2.1. Vetoplosbare vitaminen

Vitamine A (retinol) en provitamine A (β -caroteen en γ -caroteen) hebben een functie in de vorming van weefsel (epitheel en membranen). Tekorten kunnen onder andere tot verminderde voeropname, trage groei, verminderd zicht (nachtblindheid), beschadigingen aan vliezen, huid en haar, een verstoorde botgroei, slechtere voortplanting en verhoogde gevoeligheid voor infecties leiden (McDowell, 1989).

Vitamine D (Ergocalciferol - D2: Cholecalciferol – D3) heeft een belangrijke functie bij de botopbouw (calcium- en fosforabsorptie). Klinische symptomen van een tekort bij varkens zijn onder andere verminderde voeropname en groei, slechtere beweging van de dieren en aantasting van het beendergestel (McDowell, 1989).

Vitamine E (α -tocopherol, β -tocopherol, γ -tocopherol en δ -tocopherol) is essentieel voor groei, vruchtbaarheid en voortplanting, in de preventie van verschillende ziekten en bij de weefselvorming. Het vertoont een sterke interactie met selenium, ze zijn beide actief als anti-oxidanten. Ziekten ten gevolge van een tekort aan Vitamine E en selenium komen voort uit een aantasting van het afweermecanisme. In alle diersoorten treedt daarnaast spierdystrofie op (White muscle disease) bij een gebrek aan vitamine E (McDowell, 1989).

Vitamine K (phyloquinone –K1, menaquinone –K2, menadione –K3) is essentieel in de vorming van prothrombine factor VII, IX en X, die noodzakelijk zijn voor normale bloedstolling. Deze eiwitten worden aangemaakt in de lever als inactieve precursors. Door invloed van

Vitamine K worden ze omgevormd tot biologisch actieve stoffen. Deze activering gebeurt door enzymatische γ -carboxylering van specifieke glutamaatresiduen. De gevormde carboxyglutamaatresiduen zijn sterke binders van calcium-ionen die essentieel zijn voor de bloedstolling. Bovendien blijkt Vitamine K betrokken te zijn in het calciummetabolisme (NRC, 1998).

2.2. Wateroplosbare vitaminen

Thiamine (Vitamine B1) vormt een essentieel deel van enzymsystemen die betrokken zijn in het vrijkomen van energie uit geabsorbeerde koolhydraten en vet. Tekort aan thiamine beïnvloedt dan ook de beschikbaarheid van energie. Vroege symptomen van thiamine-tekort zijn spierverslapping en kramp. Het zenuwstelsel wordt ook aangetast en verlamingsverschijnselen kunnen optreden. Marginale tekorten leiden tot verminderde groei, verminderde eetlust, zwakte en mogelijk diarree (NRC, 1998).

Riboflavine (Vitamine B2) is eveneens betrokken in verschillende enzymsystemen. Het is daarom essentieel voor groei en normale gezondheid. Marginale tekorten leiden tot huidontstekingen, zenuwafwijkingen en een verminderde eetlust. In varkens wordt de duur van de dracht verkort waarbij enkele biggen dood worden geboren of wordt de dracht juist sterk verlengd. Verlaging van het toomgewicht treedt op (NRC, 1998).

Niacine (Vitamine B3) is de actieve groep in twee belangrijke co-enzymen, nicotinamide adenine dinucleotide (NAD) en nicotinamide adenine dinucleotide fosfaat (NADP) en zijn betrokken in het metabolisme van eiwit, vet en koolhydraten. Een tekort aan niacine uit zich in afwijkingen van de huid, het maagdarmkanaal en het zenuwstelsel. De eerste tekenen zijn, zoals bij de meeste vitaminetekorten, verminderde eetlust, achterblijvende groei, diarree en andere verteringsafwijkingen. Bij een groter tekort treden ontstekingen en later necrose en zweren in de darm op. Huidontstekingen die ook tong en bek omvatten treden op en degeneratie van het zenuwstelsel, gepaard gaande met epileptische aanvallen en verlamming komt voor in de meest ernstige gevallen (NRC, 1998).

Pantotheenzuur (Vitamine B5) is een essentieel deel van co-enzym A dat zeer belangrijk is in het energiemetabolisme. Het is betrokken in de synthese en afbraak van vetzuren, de citroenzuurcyclus, de vorming van antilichamen en via acetylcholine in de werking van de zenuwen. De eerste tekenen van een tekort zijn, zoals bij de meeste vitaminetekorten, verminderde eetlust en achterblijvende groei. Bij een groter tekort treden huidafwijkingen op aan de mondhoeken, rond de ogen en achter de oren en soms de poten. Vaak is er sprake van depigmentatie en verlies van haar. Bovendien zijn er effecten op de vruchtbaarheid en neonatale sterfte, neurale responsen en darmgezondheid (NRC, 1998).

Pyridoxine (Vitamine B6) is als pyridoxaal 5'-fosfaat (PALP) betrokken in verscheidene enzymsystemen in metabolische processen. Het is betrokken in energieproductie, vetmetabolisme, werking van het centrale zenuwstelsel en de synthese van hemoglobine en globulinen. Bij een marginaal tekort treedt verminderde eetlust, slechtere voederconversie en een verlaagde groei op. Bij grotere tekorten treden met name afwijkingen en (secondaire) ontstekingen van de huid op. Ook kan het zenuwstelsel worden aangetast (NRC, 1998).

Choline (Vitamine B-7) is een belangrijke bouwsteen van de celstructuur en het onderhoud daarvan. Het is een bestanddeel van lecithinen. Choline speelt een essentiële rol in het vetmetabolisme in de lever. Het voorkomt abnormale vetophoping (vette levers) door overtollig vet om te vormen tot lecithine of door de benutting van vetzuren in de lever te stimuleren. Het is een bestanddeel van acetylcholine en is dus belangrijk in de overdracht van zenuwimpulsen. Bovendien is het een donor van methyl-groepen, hoewel deze functie ook (deels) kan worden overgenomen door betaine en methionine. Een eerste teken van een cholinetekort is een reductie van de groei. Latere tekenen zijn een toename van de vetdepositie in de lever, beengebreeken en nierbeschadigingen (NRC, 1998). Ook het ontstaan van spreidzit bij jonge biggen wordt wel eens toegeschreven aan een cholinetekort, maar het bewijs hiervoor is niet eenduidig (Anonymous, 1984).

Biotine (Vitamine B-8 of Vitamine H) is metabolisch belangrijk als co-factor voor verscheidene enzymen. Als deel van pyruvaat carboxylase en propionyl CoA carboxylase is het belangrijk in de gluconeogenese en de citroenzuurcyclus. In zeugen wordt de hardheid van de hoeven door

biotine bevordert en heeft het ook invloed op de normale botontwikkeling. De eerste zichtbare tekenen van een tekort aan biotine uiten zich aan de huid, met name in de schouderregio, en scheuren in het hoorn van de hoeven. Ook wordt de eisprong vertraagd en bestaan er vruchtbaarheidsproblemen (NRC, 1998).

Foliumzuur (Vitamine B11) is met name belangrijk in de afbraak en opbouw van specifieke aminozuren, zoals threonine en histidine, in de synthese van purine en gelijksoortige stikstof-bevattende basen en het dragen van methyl-groepen afkomstig van methionine en choline. Omdat purine-basen belangrijke bestanddelen van nucleïnezuren zijn kan foliumzuurtekort ernstige effecten hebben op de synthese van nucleïnezuren die essentieel zijn voor celvorming en –functie. Bij een marginaal tekort treedt verminderde eetlust, slechtere voederconversie en een verlaagde groei op. In een zwaardere tekortsituatie worden de metabolische processen waar foliumzuur is betrokken als drager van monokoolstofverbindingen geblokkeerd. Dit gebeurt het eerst in weefsels met een hoge eiwit-turnover waar een snelle ontwikkeling is van nieuwe cellen. De groei stopt en bloedcellen worden niet meer opnieuw aangemaakt met als gevolg bloedarmoede (NRC, 1998).

Cyanocobalamine (Vitamine B12) is een essentieel deel van verscheidene enzymsystemen van basale metabolische functies in combinatie met andere vitaminen als foliumzuur. Het is met name betrokken in het eiwitmetabolisme (synthese van methionine) maar ook in het metabolisme van vet en koolhydraten. Bij een marginaal tekort aan Vitamine B12 treedt een groeidepressie op. Bij een groter tekort treden zenuwafwijkingen op gevolgd door ongecoördineerde bewegingen en toegenomen irritatie (NRC, 1998).

3. Behoeftenormen aan vitaminen voor varkens en gehalten in voedermiddelen

3.1. Behoeftenormen aan vitaminen

Er zijn twee recente behoeftetabellen voor vitaminen voor varkens van wetenschappelijke instanties, te weten de Amerikaanse (NRC, 1998) en de Britse (BSAS, 2003). Tussen deze twee tabellen blijken aanzienlijke verschillen te bestaan, waarbij BSAS (2003) voor vrijwel alle vitaminen duidelijk hogere gehalten per kg voer adviseert (Tabellen 1 en 2). Uit Tabel 1 blijkt dat BSAS (2003) alleen voor choline een lager gehalte per kg voer adviseert dan NRC (1998). Verder zijn de geadviseerde gehalten aan Vitamine A, biotine en riboflavine in het eindtraject gelijk aan die van NRC (1998). Uit Tabel 2 blijkt dat BSAS (2003) alleen voor choline een lager en alleen voor biotine een gelijk gehalte in de voeders voor zeugen adviseert. Daarnaast zijn er diverse behoeftetabellen opgesteld door de vitamine-producerende industrie. In het algemeen liggen de hierin geadviseerde gehalten per kg voer nog weer duidelijk hoger. In deze studie zijn wij verder uitgegaan van de behoeftenormen door NRC (1998), omdat deze het best de minimale behoefte aan vitaminen weerspiegelen.

De geadviseerde minimum gehalten nemen toe in de loop der jaren. Dit heeft vermoedelijk zowel te maken met toegenomen productie waardoor per dier meer input nodig is, als ook met het beschikbaar komen van scherpere of andere criteria zoals immuniteitsstatus, voortplanting of andere bijvoorbeeld aan welzijn gerelateerde criteria. Voor de biologische veehouderij speelt verder mee dat een deel van het rantsoen uit ruwvoer dient te bestaan. De gehalten aan vitaminen in het aanvullende krachtvoer moeten dan meestal worden verhoogd.

Tabel 1. Behoeftenormen aan vitamines van biggen en vleesvarkens per kg voer volgens NRC (1998) en BSAS (2003)

NRC (1998)	BW (kg)					
	3-5	5-10	10-20	20-50	50-80	80-120
Gemiddeld gewicht in range (kg)	4	7,5	15	35	65	100
DE-gehalte voer (MJ/kg)	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
ME-gehalte voer (MJ/kg)	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7
NE-gehalte voer (MJ/kg)	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
Geschatte DE-opname (MJ/dag)	3,6	7,1	14,2	26,4	36,7	43,7
Geschatte ME-opname (MJ/dag)	3,4	6,8	13,7	25,3	35,2	42,0
Geschatte NE-opname (MJ/dag)	2,4	4,9	9,7	18,0	25,0	29,9
Geschatte voeropname (g/dag)	250	500	1000	1855	2575	3075
Vitaminebehoefte per kg voer van groeiende varkens die ad libitum gevoerd worden						
Vitamine A (IU)	2200	2200	1750	1300	1300	1300
Vitamine D3 (IU)	220	220	200	150	150	150
Vitamine E (IU)	16	16	11	11	11	11
Vitamine K (mg)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Biotine (mg)	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Choline (g)	0,60	0,50	0,40	0,30	0,30	0,30
Foliumzuur (mg)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Niacine, available (mg)	20,00	15,00	12,50	10,00	7,00	7,00
Pantotheenzuur (mg)	12,00	10,00	9,00	8,00	7,00	7,00
Riboflavine (mg)	4,00	3,50	3,00	2,50	2,00	2,00
Thiamine (mg)	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vitamine B6 (mg)	2,00	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00
Vitamine B12 (µg)	20,00	17,50	15,00	10,00	5,00	5,00

BSAS (2003)	BW (kg)			
	10-30	30-60	60-90	90-120
Gemiddeld gewicht in range (kg)	20	45	75	105
ME-gehalte voer (MJ/kg)	13,2	13,2	13,2	13,2
NE-gehalte voer (MJ/kg)	9,4	9,4	9,4	9,4
Vitaminen toe te voegen per kg voer				
Vitamine A (IU)	5000	4000	4000	1300
Vitamine D3 (IU)	800	800	600	600
Vitamine E (IU)	60	50	30	30
Vitamine K (mg)	2,00	2,00	1,00	1,00
Biotine (mg)	0,15	0,10	0,05	0,05
Choline (g)	0,20	0,10	0,05	0,05
Foliumzuur (mg)	1,50	0,50	0,50	0,50
Niacine, available (mg)	20,00	20,00	20,00	20,00
Pantotheenzuur (mg)	15,00	10,00	10,00	10,00
Riboflavine (mg)	4,00	3,00	2,00	2,00
Thiamine (mg)	2,00	2,00	2,00	2,00
Vitamine B6 (mg)	3,00	2,00	2,00	2,00
Vitamine B12 (µg)	40,00	30,00	20,00	20,00

Tabel 2. Behoeftenormen aan vitaminen van drachtige en lacterende zeugen en dekberen per kg voer volgens NRC (1998) en BSAS (2003)

NRC (1998)	Dracht	Lactatie	Dekbeer
DE-gehalte voer (MJ/kg)	14,2	14,2	14,2
ME-gehalte voer (MJ/kg)	13,7	13,7	13,7
NE-gehalte voer (MJ/kg)	9,7	9,7	9,7
Geschatte DE-opname (MJ/dag)	26,3	74,7	28,5
Geschatte ME-opname (MJ/dag)	25,3	71,7	27,3
Geschatte NE-opname (MJ/dag)	18,0	51,1	19,5
Geschatte voeropname (kg/dag)	1,85	5,25	2,00
Vitaminebehoefte per kg voer			
Vitamine A (IU)	4000	2000	4000
Vitamine D3 (IU)	200	200	200
Vitamine E (IU)	44	44	44
Vitamine K (mg)	0,50	0,50	0,50
Biotine (mg)	0,20	0,20	0,20
Choline (g)	1,25	1,00	1,25
Foliumzuur (mg)	1,30	1,30	1,30
Niacine, available (mg)	10,00	10,00	10,00
Pantotheenzuur (mg)	12,00	12,00	12,00
Riboflavine (mg)	3,75	3,75	3,75
Thiamine (mg)	1,00	1,00	1,00
Vitamine B6 (mg)	1,00	1,00	1,00
Vitamine B12 (µg)	15,00	15,00	15,00
BSAS (2003)			
	Dracht	Lactatie	
ME-gehalte voer (MJ/kg)	13,2	13,2	
NE-gehalte voer (MJ/kg)	9,4	9,4	
Vitaminen toe te voegen per kg voer			
Vitamine A (IU)	8500	8500	
Vitamine D3 (IU)	800	1000	
Vitamine E (IU)	50	50	
Vitamine K (mg)	1,50	1,50	
Biotine (mg)	0,20	0,20	
Choline (g)	0,30	0,30	
Foliumzuur (mg)	3,00	3,00	
Niacine, available (mg)	20,00	20,00	
Pantotheenzuur (mg)	15,00	15,00	
Riboflavine (mg)	5,00	5,00	
Thiamine (mg)	2,00	2,00	
Vitamine B6 (mg)	3,00	3,00	
Vitamine B12 (µg)	30,00	30,00	

3.2. Gehalten aan vitamines in voedermiddelen

Er is vrij weinig bekend over gehalten aan vitamines in voedermiddelen. BSAS (2003) geeft in het geheel geen gehalten in voedermiddelen en gaat alleen uit van toevoegingen aan vitamines, zodat de inbreng vanuit de voedermiddelen geheel verwaarloosd wordt. In deze studie is een dataset opgebouwd met gehalten aan vitamines in voedermiddelen die regelmatig in voeders voor biologisch gehouden varkens worden gebruikt. Zoveel mogelijk is uitgegaan van de gehalten aan vitamines zoals die gegeven zijn door NRC (1998). Waar nodig zijn deze data aangevuld met data van Roche (Anonymous, 1984) en wanneer er dan nog verdere leemtes bestonden met data uit Dr. Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Databases.

De volgende conversiefactoren werden gebruikt. Conversie van β -caroteen naar Vitamine A: 1 mg volledig trans β -caroteen = 267 IU Vitamine A of 80 μ g Vitamine A alcohol (retinol) of 92 μ g retinyl acetaat. 1 IU Vitamine D3 = 0,025 mcg cholecalciferol. 1 IU Vitamine E = 0,67 mg D- α -tocopherol of 1 mg DL- α -tocopheryl acetaat.

Opvallend zijn de grote verschillen in gehalten aan vitamines tussen de genoemde bronnen. Deze verschillen kunnen gemakkelijk een factor 2 à 3 bedragen. Verschillen tussen de bronnen kunnen (deels) verklaard worden uit verschillen in klimaat (gematigde temperaturen en vochtige omstandigheden zijn gunstig voor een hoog gehalte aan caroteen (voorloper van vitamine A) en tocopherol (vitamine E)), weersomstandigheden tijdens de oogst (onder natte omstandigheden zijn de gehalten lager), leeftijd (ouderdom) van het gewas bij de oogst (jong geoogst gewas bevat meer caroteen en tocopherol dan oud geoogst gewas; oud geoogst gewas bevat daarentegen meer vitamine D dan jong geoogst gewas) en technologische bewerkingen en methode en duur van de bewaring (bij de oogst en bewaring speelt o.a. mee dat caroteen en tocopherol worden afgebroken door oxidatie). Dat proces wordt versneld door ultraviolet licht en warmte. Bij kunstmatig drogen blijft het grootste deel van caroteen en tocopherol behouden. Tijdens malen en pelletieren kunnen de gehalten aan vitamines echter wel dalen.

De beschikbaarheid van vitamines in voedermiddelen voor varkens is onder andere afhankelijk van de aard van voedermiddelen en van eventuele tekorten of overschotten aan andere vitamines en mineralen in voedermiddelen.

Het is mogelijk dat vitamine D niet per se in het rantsoen opgenomen hoeft te worden wanneer biologisch gehouden varkens voldoende vitamine D zelf kunnen vormen in de huid onder invloed van ultraviolet licht. Ze moeten dan wel aan zonlicht blootgesteld worden en dus voldoende uitloop hebben. Nagegaan zou kunnen worden of zonlicht in de winter ook onder Nederlandse omstandigheden kan voorzien in de vitamine D-behoefte van varkens. NRC (1998) geeft behoeftenormen voor niacine uitgedrukt als available niacine. Tevens wordt aangegeven dat de beschikbaarheid van niacine in maïs, sorghum, tarwe en gerst nihil is. Ook de beschikbaarheid van niacine in de bijproducten van deze granen zal zeer slecht zijn, tenzij ze een fermentatie- of nat maalproces hebben ondergaan.

4. Vergelijking van de behoeftenormen met de gehalten aan vitamines in voeders voor biologisch gehouden varkens

De grondstoffsamenstelling van enkele biologische varkensvoerders (n=28) werd verkregen van Anonymous (2003) en Tijkorte (2003). De gemiddelde vitaminegehalten in deze voeders zijn gegeven in Tabel 3 en 4. De variatie binnen een voersoort zijn gegeven in Bijlage 1, 2 en 3.

Tabel 3. Gemiddelde vitaminegehalten per kg voer (alleen afkomstig uit grondstoffen) in voeders voor biggen en vleesvarkens

	Speenvoer n=1	Biggenkorrel n=2	Startvoer n=6	Groeivoer n=3	Afmestvoer n=3	Volledig vleesvarkensvoer n=4
Vitamine A (IU)	600	499	315	435	193	1090
Vitamine D3 (IU)	0	0	0	0	0	0
Vitamine E (IU)	6	6	6	4	2	7
Vitamine K (mg)	0	0	0	0	0	0
Biotine (mg)	0,13	0,12	0,18	0,15	0,10	0,26
Choline (g)	1,04	0,97	1,37	1,14	0,74	1,69
Foliumzuur (mg)	0,47	0,53	0,73	0,50	0,46	1,09
Niacine (mg)	42,62	39,90	39,07	37,72	24,36	47,89
Pantotheenzuur (mg)	10,67	9,45	11,26	8,91	9,10	11,17
Riboflavine (mg)	3,84	2,42	2,49	1,57	1,16	2,12
Thiamine (mg)	4,01	4,63	5,26	5,42	6,81	6,22
Vitamine B6 (mg)	4,51	4,73	4,17	3,32	3,47	4,18
Vitamine B12 (µg)	4,68	1,30	1,50	0	0	0

Uit Tabel 3 blijkt dat voeders voor biggen en vleesvarkens geen Vitamine D3 en Vitamine K bevatten. Vleesvarkensvoeders bevatten bovendien geen Vitamine B12, omdat in deze voeders geen dierlijke producten worden opgenomen. De gehalten aan Vitamine A en Vitamine E zijn bovendien laag.

Tabel 4. Gemiddelde vitaminegehalten per kg voer (alleen afkomstig uit grondstoffen) in voeders voor fokzeugen

	Zeugenvoer dracht n=2	Zeugenvoer lactatie n=6	Volledig zeugenvoer n=1
Vitamine A (IU)	552	294	1631
Vitamine D3 (IU)	0	0	0
Vitamine E (IU)	13	9	10
Vitamine K (mg)	0	0	0
Biotine (mg)	0,16	0,16	0,21
Choline (g)	0,97	1,20	1,32
Foliumzuur (mg)	0,46	0,67	0,87
Niacine (mg)	44,97	40,99	47,62
Pantotheenzuur (mg)	9,02	9,76	10,95
Riboflavine (mg)	1,53	1,75	2,37
Thiamine (mg)	5,94	5,18	5,32
Vitamine B6 (mg)	3,65	3,44	3,77
Vitamine B12 (µg)	0	0	0

Uit Tabel 4 blijkt dat voeders voor zeugen geen Vitamine D3, Vitamine K en Vitamine B12 bevatten. De gehalten aan Vitamine A en Vitamine E zijn bovendien laag.

In Tabel 5 en 6 is aangegeven in hoeverre het aanbod aan vitaminen met het voer de behoefte dekt (volgens NRC, 1998).

Tabel 5. Dekking van de vitaminebehoefte (alleen afkomstig van grondstoffen) uit voeders voor biggen en vleesvarkens (%)

	Speenvoer	Biggenkorrel	Startvoer	Groeivoer	Afmestvoer	Volledig vleesvarkensvoer
Vitamine A	27	31	24	33	15	84
Vitamine D3	0	0	0	0	0	0
Vitamine E	40	63	58	40	19	67
Vitamine K	0	0	0	0	0	0
Biotine	254	233	359	309	197	516
Choline	208	245	458	380	246	562
Foliumzuur	158	211	243	168	153	362
Niacine	284	334	391	539	348	684
Pantotheenzuur	107	98	141	127	130	160
Riboflavine	110	72	100	78	58	106
Thiamine	401	492	526	542	681	622
Vitamine B6	300	326	417	332	347	418
Vitamine B12	27	10	15	0	0	0

Uit Tabel 5 blijkt dat de behoefte aan Vitamine D3 en Vitamine K uit de voeders voor biggen en vleesvarkens in het geheel niet gedekt wordt. In de voeders voor vleesvarkens wordt bovendien de behoefte aan Vitamine B12 in het geheel niet gedekt. De voorziening aan Vitamine A, Vitamine E in alle voeders, Vitamine B12 in biggenvoeders en startvoer en riboflavine in biggenkorrel, groei- en afmestvoer is eveneens duidelijk beneden de behoefte, wanneer geen extra vitaminen aan deze voeders worden toegevoegd. In de voeders werd 52-69% granen en graanbijproducten opgenomen. Niacine is in deze producten niet of nauwelijks beschikbaar, zodat mogelijk de voorziening aan niacine uit de voeders voor biggen en vleesvarkens marginaal zal zijn.

Tabel 6. Dekking van de vitaminebehoefte (alleen afkomstig van grondstoffen) uit voeders voor fokzeugen (%)

	Zeugen dracht	Zeugen lactatie	Volledig zeugenvoer
Vitamine A	14	15	41
Vitamine D3	0	0	0
Vitamine E	30	20	22
Vitamine K	0	0	0
Biotine	79	80	105
Choline	77	120	105
Foliumzuur	35	52	67
Niacine	450	410	476
Pantotheenzuur	75	81	91
Riboflavine	41	47	63
Thiamine	594	518	532
Vitamine B6	365	344	377
Vitamine B12	0	0	0

Uit Tabel 6 blijkt dat de behoefte aan Vitamine D3, Vitamine K en Vitamine B12 uit de voeders voor fokzeugen in het geheel niet gedekt wordt. De voorziening aan Vitamine A, Vitamine E, foliumzuur, pantotheenzuur en riboflavine in alle voeders, biotine in zeugenvoer-dracht en lactatie en choline in zeugenvoer-dracht is eveneens duidelijk beneden de behoefte, wanneer geen extra vitaminen aan deze voeders worden toegevoegd. In de voeders werd 52-69% granen en graanbijproducten opgenomen. Niacine is in deze producten niet of nauwelijks beschikbaar, zodat mogelijk de voorziening aan beschikbaar niacine uit de voeders voor fokzeugen marginaal zal zijn.

5. Effect van het weglaten van toevoeging van vitaminen aan het voer op de technische resultaten

Jakobsen en Jensen (2000) onderzochten de effecten van het al dan niet toevoegen van extra vitaminen en mineralen aan een ecovoer bij vleesvarkens die geen of wel weidegang hadden tegen een conventioneel controlevoer. De resultaten staan vermeld in Tabel 7.

Tabel 7. Technische resultaten van vleesvarkens in afhankelijkheid van voersoort, vitaminevoorziening en weidegang (Jakobsen en Jensen, 2000)

Groep	1	2	3	4	5	
Voer	Conv.	Eco	Eco	Eco	Eco	
Vitaminen + mineralen	+	+	-	+	-	
Houderij	Stal	Stal	Stal	Weide	Weide	Significantie
Begingewicht (kg)	18	18	17	18	17	NS
Eindgewicht (kg)	101	98	93	98	92	NS
Groei (g/dag)	859 ^a	811 ^{ab}	688 ^c	805 ^{ab}	750 ^{bc}	$P < 0,01$
Voederconversie	2,01	2,31	2,22	2,47	2,64	-

Uit Tabel 7 blijkt dat het weglaten van extra vitaminen een reductie in de groeiprestaties geeft van ca. 15% wanneer de vleesvarkens op stal worden gehuisvest. Wanneer de dieren weidegang hebben (extra vitaminen uit gras en zonlicht), dan blijft deze reductie beperkt tot ca. 7%.

Maass en Roth-Maier (2002) onderzochten het effect van B-vitaminen (riboflavine, Vitamine B6, Vitamine B12, choline) op de technische resultaten bij pasgespeende biggen. Tabel 8 geeft een overzicht.

Tabel 8. Technische resultaten van pasgespeende biggen in afhankelijkheid van de voorziening aan B-vitaminen (Maass en Roth-Maier, 2002)

Behandeling	1	2	3 (controle)
B-vitamine toevoeging	0	B12	riboflavine, B6, B12, choline
Voeropname (g/dag)	632 ^b	626 ^b	772 ^a
Groei (g/dag)	322 ^b	325 ^b	425 ^a
Voederconversie	2,24 ^a	2,09 ^{ab}	1,87 ^b

Uit Tabel 8 blijkt dat wanneer geen extra B-vitaminen aan het voer worden toegevoegd, pasgespeende biggen een zeer grote reductie in voeropname (18%) en groei (24%) laten zien. Ook de voederconversie verslechtert aanzienlijk (20%). Wanneer alleen Vitamine B12 extra wordt toegevoegd dan verbetert de voeropname en groei niet. Wel verbetert de voederconversie dan enigszins.

6. Mogelijke alternatieven voor GMO-vitaminen

Alle vitaminen hebben natuurlijke bronnen, maar niet alle bronnen zijn geschikt voor toepassing in voeders voor biologische varkens. In het volgende is een overzicht gegeven van de mogelijkheden en beperkingen van plantaardige bronnen voor de verschillende vitaminen. In Bijlage 4 is een overzicht gegeven van vitaminegehalten in diverse (droge) mengvoedergrondstoffen, in Bijlage 5 voor die in diverse ruwvoerders en in Bijlage 6 voor andere gewassen. Uit deze bijlagen blijkt dat nog veel gegevens ontbreken. Een probleem is dat niet duidelijk is of de gehalten volgens Duke's database in het verse material is gegeven of in de droge stof. Ook uit correspondentie met betrokkenen blijkt dat dit niet bekend is.

6.1. Vetoplosbare vitaminen

Vitamine A

Bronnen van beta-caroteen zijn gele maïs, groenvoer, zongerijpt fruit, lucernemeel en visolie. Beta-caroteen is niet stabiel en wordt afgebroken door blootstelling aan lucht, licht, hoge temperatuur, opslag, contact met metalen en bij vermalen. Andere bronnen voor vitamine A zijn: zoete aardappels, worteltjes, tarwe, haver, groene kool en koolraap.

Vitamine D

Vitamin D₂ bronnen zijn zongerijpt hooi, gist, en gedroogd lucernemeel. In de zomer kunnen varkens via de huid vitamine D aanmaken. Volgens Duke bevat ook tarwe veel ergosterol (12 ppm ergosterol).

Vitamine E

Vitamine E of alfa-tocoferol komt voor in tarwe, worteltjes, sterrenkers, rabarber, het blad van bonen, zonnebloemolie, bietenblad, bloemkoolblad etc.

Vitamine K

Vitamin K komt voor in twee vormen, K1, (phylloquinone) wordt gevonden in planten en K2 (menaquinone) dat door vele bacteriën kan worden gesynthetiseerd. Daarnaast is er een synthetische vorm K3 (menadione). Vitamine K1 zit veel in bosbessen (300 ppm) en tarweblad en ook linzen bevatten veel vitamine K (2,5 ppm).

In varkens wordt doorgaans voldoende vitamine K geproduceerd door de darmbacteriën. Bij beschimmeld voer wordt de opname van vitamine K gestoord en kunnen tekorten ontstaan (Rea et al., 1993).

6.2. Wateroplosbare vitaminen

Van de groep wateroplosbare vitaminen zijn biotine, vitamine C in de regel geen probleem bij varkens. B-vitaminen komen voor in gist, sommige algen (spirulina) en plantaardige producten.

Thiamine

Thiamine (vitamine B1) komt voor veel in bonenspruiten en asperges.

Riboflavine

Riboflavine (vitamine B2) komt voor in groentehooi, melkbijproducten en dierlijke bijproducten.

Niacine

Niacine (vitamine B3) komt voor in brouwerijbijproducten (bostel) en in kaf van graan. Ook spruiten van bonen zijn een goede bron.

Pantotheenzuur

Voor pantotheenzuur (vitamine B5) zijn bronnen als melkproducten, lucernemeel, tarwekaf en visproducten van belang. Veel dieeten vertonen tekorten. Opvallende bronnen zijn koolsoorten, andijvie, erwten, haver en selderij.

Pyridoxine

Pyridoxine (vitamine B6) komt voor in granen zoals tarwe, gerst en rijst.

Choline

Choline (vitamine B7) is nodig voor biggen, ze kunnen het maken uit methionine. Veel in choline is te vinden in fenegriek, erwten en bonen.

Foliumzuur

Foliumzuur (vitamine B11) is een essentieel vitamine voor varkens. Het komt voor in groenten (linzen, andijvie, spinazie) en de dieren kunnen het ook in de darm maken. Ze moeten dan wel toegang tot de mest hebben om het op te kunnen nemen.

Cyanocobalamine

Cyanocobalamine (vitamine B12) komt alleen voor in dierlijke bijproducten en niet in planten. Dit moet dus gesupplementeerd worden.

In bovenstaand overzicht zijn de vitaminen en hun natuurlijke bronnen besproken. Het is duidelijk dat voor sommige B-vitaminen er eenvoudige natuurlijke bronnen beschikbaar zijn, terwijl voor bv vitamine A en D dit veel lastiger is.

De overzichten in de Bijlagen 4, 5 en 6 geven een indicatie van de te verwachten gehalten. De werkelijke vitaminegehalten kunnen sterk variëren per soort, geografische spreiding, bewaarcondities, bewerking, contaminatie etc. Vitamine B12 heeft geen plantaardige oorsprong. Als vitaminen alleen via natuurlijke bronnen met het voer gegeven moeten worden zullen van diverse samenstellende grondstoffen deze gehalten bekend moeten zijn, waarbij de nadruk zal moeten liggen op de vetoplosbare vitaminen. Het is vanwege de kosten ondoenlijk mengvoeders op deze gehalten te analyseren

Sommige in de lijsten genoemde bronnen van vitaminen zijn giftige planten (bv nachtschade soorten), andere zijn exoten en moeilijk verkrijgbaar en ook over de acceptatie van veel van deze planten is weinig bekend. Daarbij zal soms het rantsoen duurder worden als naast eiwit en energie ook nog op het vitaminegehalte moet worden gelet.

7. Conclusies

Wanneer geen extra synthetische vitaminen aan voeders voor biologisch gehouden varkens worden toegevoegd dan komt de vitaminevoorziening van de varkens ernstig onder druk. Door niet gesupplementeerde biggen- en vleesvarkensvoeders wordt de behoefte aan Vitamine A, Vitamine D3, Vitamine E, Vitamine K en Vitamine B12 niet gedekt. Dit geldt tevens voor de voorziening van riboflavine uit biggenkorrel, groei- en afmestvoer. In zeugenvoeders is de voorziening aan vitaminen nog slechter. Hier bestaan tekorten aan Vitamine A, Vitamine D3, Vitamine E, Vitamine K, foliumzuur, pantotheenzuur, riboflavine en Vitamine B12 in alle zeugenvoeders, wanneer geen extra vitaminen aan het voer worden toegevoegd. Daarnaast bestaat er een tekort aan biotine en choline in enkele zeugenvoeders. Mogelijk wordt de behoefte aan beschikbaar niacine niet gedekt. Het weglaten van extra vitaminen uit het voer voor biologisch gehouden varkens kan grote gevolgen hebben op de technische resultaten van deze dieren. Het supplementeren van vitaminen via hun plantaardige bronnen bij biologische varkens is geen haalbare optie om de volgende redenen:

- de grote variatie in vitaminegehalten in de gewassen;
- de noodzaak om de vitaminegehalten in de samengestelde voeders te laten bepalen (kosten);
- mogelijk toxische effecten van andere plant-inhoudstoffen bij sommige bronnen;
- gebrek aan gegevens over acceptatie van de planten als voeder;
- kans op onevenwichtige rantsoensamenstelling.

Vitamine B12 kan niet via plantaardige bronnen worden gesupplementeerd.

8. Literatuur

- Anonymous (1984). Roche VITEC animal nutrition and vitamin news, volumes 1, 2 and 3. Roche products Ltd., Dunstable, Beds, UK.
- Anonymous (2003) 100% Biofütterung bei Schweinen. In: Sundrum, A., Rübesam: Bio-Futter und Qualitätsoffensive. Bioland p.16-17.
- Baker, D.H. (1995). In: Bioavailability of nutrients for animals. Amino acids, minerals and vitamins, edited by Ammerman, C.B., Baker, D.H. & Lewis, A.J., Academic Press Inc, 415-431.
- BSAS (2003). Nutrient requirement standards for pigs. British society of animal science, Penicuik, Midlothian, UK.
- Dr. Duke's Phytochemical and Etnobotanical Databases. <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/duke/highchem.pl> .
- Jakobsen, K. and Jensen, S.K. (2000). Zur Vitamin- und Mineralstoffversorgung in der ökologischen Schweinemast. 1. Produktionsergebnisse sowie Nährstoff- und Fettsäurezusammensetzung des Fleisches nach Verabreichung von ökologischem Futter mit oder ohne Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen und mit oder ohne Zugang zu Gras im Vergleich zu konventioneller Haltung. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 9:79.
- Maass, N. and Roth-Maier, D.A. (2002). Influence of dietary B-vitamin supply on performance of weanling piglets. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 11:160.
- McDowell, L. R. (1989). Vitamins in animal nutrition. Comparative aspects to human nutrition. San Diego, Academic Press Inc. 11-131.
- NRC (1998). Nutrient requirements of swine. Tenth revised edition. National research council, Washington DC.
- Rea, J.C. and Veum, T.L.. Vitamin Requirements of Swine. <http://muextension.missouri.edu/explore/agguides/ansci/q02321.htm>
- Smolders, G., Eekeren, N. van, Neijenhuis, F. (2005). Vitaminen in rantsoenen voor biologisch melkvee. PraktijkRapport Rundvee no. 80, Praktijkonderzoek Veehouderij, november 2005.
- Tijkorte, A. B. (2003). Persoonlijke mededeling.

Bijlagen

Bijlage 1. Gemiddelde, hoogste en laagste vitaminegehalten per kg voer in biologisch speenvoer, biggenkorrel en startvoer

	Speenvoer	Biggenkorrel			Startvoer		
	gem. (n=1)	gem. (n=2)	min.	max.	gem. (n=6)	min.	max.
Vitamine A (IU)	600	499	463	536	315	89	523
Vitamine D3 (IU)	0	0	0	0	0	0	0
Vitamine E (IU)	6	6	5	7	6	5	8
Vitamine K (mg)	0	0	0	0	0	0	0
Biotine (mg)	0,13	0,12	0,12	0,12	0,18	0,16	0,20
Choline (g)	1,04	0,97	0,95	0,98	1,37	1,29	1,58
Foliumzuur (mg)	0,47	0,53	0,43	0,63	0,73	0,50	0,94
Niacine (mg)	42,62	39,90	38,11	41,70	39,07	28,11	45,40
Pantotheenzuur (mg)	10,67	9,45	8,85	10,04	11,26	9,00	15,40
Riboflavine (mg)	3,84	2,42	2,16	2,69	2,49	1,67	4,45
Thiamine (mg)	4,01	4,63	4,35	4,92	5,26	4,12	5,74
Vitamine B6 (mg)	4,51	4,73	4,57	4,88	4,17	3,14	5,10
Vitamine B12 (µg)	4,68	1,30	1,15	1,44	1,50	0	5,40

Bijlage 3. Gemiddelde, hoogste en laagste vitaminegehalten per kg voer in biologische zeugenvoeders

	Zeugenvoer dracht			Zeugenvoer lactatie			Volledig zeugenvoer gem. (n=1)
	gem. (n=2)	min.	max.	gem. (n=6)	min.	max.	
Vitamine A (IU)	552	389	715	294	32	733	1631
Vitamine D3 (IU)	0	0	0	0	0	0	0
Vitamine E (IU)	13	7	19	9	7	13	10
Vitamine K (mg)	0	0	0	0	0	0	0
Biotine (mg)	0,16	0,12	0,19	0,16	0,08	0,22	0,21
Choline (g)	0,97	0,75	1,19	1,20	0,58	1,57	1,32
Foliumzuur (mg)	0,46	0,36	0,56	0,67	0,26	1,00	0,87
Niacine (mg)	44,97	42,11	47,83	40,99	28,75	48,33	47,62
Pantotheenzuur (mg)	9,02	8,77	9,27	9,76	6,31	12,70	10,95
Riboflavine (mg)	1,53	1,49	1,58	1,75	1,59	1,96	2,37
Thiamine (mg)	5,94	5,24	6,65	5,18	3,77	6,38	5,32
Vitamine B6 (mg)	3,65	3,55	3,75	3,44	2,02	4,38	3,77
Vitamine B12 (µg)	0	0	0	0	0	0	0

Bijlage 4. Gehalten aan vitamines in droge mengvoedergrondstoffen (niet duidelijk of gehalten in DS of in vers zijn).

Grondstof	Latijnse naam	Onder-deel	Bron	β-Caroteen	Vit. C	α-Tocopherol	Thiamine Vit B1	Riboflavine Vit. B2	Pyridoxine Vit. B6	Niacine Vit. B3	Pantotheenzuur Vit. B5	Foliumzuur Vit. B11	Biotine Vit. B8/Vit. H	Vit. B12	Choline Vit. B7
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	µg	ppm
Bierbostel	Hordeum vulgare		2	0.2			0.6	1.4	0.7	43	8	7.1	0.24	0	1723
Biergist			2			10	91.8	37	42.8	448	109	9.9	0.63	1	3984
Bieten	Beta vulgaris	Wortel	1	438	50 - 868	0.5 - 3.6	0.1 - 2.4	0.2 - 3.9	0.5 - 3.6	2 - 32	1.5 - 12	0.8 - 8			
Bietenpulp	Beta vulgaris		2	10.6		13.2	0.4	0.7	1.9	18	1.3			0	818
Boekweit	Fagopyrum esculentum	Zaad	1				2.7 - 9	1.7 - 1.8	3.0	20 - 44	14	0.64	0.06		440
Erwten	Pisum sativum	Zaad	1	1	44 - 1892	22	13.9	1.2 - 6.7	1.6 - 8.6	20 - 105	5	3	82	0.004	2800
Gerst	Hordeum vulgare	Zaad	1	1		11	1-10	9	11	17 - 115	2 -12	1.48	0.1 - 0.9		1617
Grondnoten	Arachis hypogaea	Zaad	1	0.34	190	83 - 116	17	1.3 - 3.1	3.0 - 3.7	141 - 182	30	3	0.35-0.39	0	1850
Haver	Avena sativa	Zaad	1	3.7		4.4 - 10.1	2.6 - 12.1	0.7 - 11.7	2.4	44	28	0.75	1.4	0	134-1712
Hennepzaad	Cannabis sativa	Zaad	1	0.06			3.2 - 3.7	1.7 - 2							
Katoenzaadschr.	Gossypium arboreum		1	0.2	20 - 88	14-35	3.2	2.3	5.1-5.3	16	11	3.8	0.3	0	2750-2930
Kokos			1			2	0.3 - 1	0.2 - 0.7	4.4	5-10	6.5	0.3	0.25		
Lijnzaad	Linum usitatissimum	Zaad	1	0.321			1.8	1.7		14.9					910 - 1180
Lijnzaad	Linum usitatissimum	Olie	1			5									
Lijnzaadschroot	Linum usitatissimum		2	0.2		2	7.5	2.9	6	33	14.7	1.3	0.41	0	1512
Linzen	Lens culinaris	Zaad	1	16	42 - 70		2.6 - 6	2-3	5-6	17 - 30	22	1.1	132	0	2230
Lupine (blauw)	Lupinus angustifolius	Zaad	1			7.5	6-7	2-3		22-24					
Luzerne	Medicago sativa	Plant	1	0.1 - 394 (blad)	1470 - 9364	26 - 257	1.3 - 7.5	13.6-15.2	6.5-8.0	38-45	29-34	4.36	0.18	6.5-8.0	1400-1420
Maanzaad	Papaver somniferum	Zaad	1				7.8 - 9.9	1.6 - 1.93	4.4 - 4.7	9.2 - 11					
Magere melkpoeder			2			4.1	3.7	19.1	4.1	12	36.4	0.47	0.25	36	1393
Mais	Zea mays	Zaad	1	0.5 - 2.5		8.3	3.5	1.2	1-3	16 - 71	4-34	0.1 - 0.4	5	0	430
Maisglutenvoer	Zea mays		2	1		8.5	2	2.4	13	66	17	0.28	0.14	0	1518

Grondstof	Latijnse naam	Onder-deel	Bron	β-Carooten	Vit. C	α-Tocopherol	Thiamine Vit B1	Riboflavine Vit. B2	Pyridoxine Vit. B6	Niacine Vit. B3	Pantotheenzuur Vit. B5	Foliumzuur Vit. B11	Biotine Vit. B8/Vit. H	Vit. B12	Choline Vit. B7
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	µg	ppm
Maisweekwater	Zea mays		2	8			2.9	8.6		75	14	0.9	0.78	0	2637
Millet (gierst)	Panicum milliaceum	Zaad	2				7.3	3.8	5.8	23	11	0.23	0.16	0	440
Paardebonen	Vicia faba	Zaad	1	2.1 - 11		0.8	1.7 - 9	1.1 - 6		26	50		0.03	0	50 - 340
Raapzaadschr.	Brassica napus		2			13.4	5.2	5.8	7.2	160	9.5	0.83	0.98	0	6700
Rijst	Oryza sativa	Zaad	2			2	2.2 - 3.9	0.5 - 0.7	28	40 - 65	6-17	0.2	0.08	0	880
Rogge	Secale cereale	Zaad	2			9	3.6	1.6	2.6	10 - 111	10-11	0.6	0.08	0	419
Saffloerzaad	Carthamus tinctorius	Zaad	1			16	5.9 - 6.2	1-2	3	5 - 5.3	33.9-39.1	0.5-1.6	1.03	0	820-3248
Sesamzaad	Sesamum indicum	Zaad	1	0.2		22-24	5-10	0.6 - 3	12.5	36 - 57	6	1.0	0.06	0	1320
Sojabonen	Glycine max	Zaad	1	11.3	849		4-10	1.7 - 13	3-6	13-32	15	0.3 - 4	750	0	2490
Sojaschroot	Glycine max		2	0.2		2.3	4.5	2.9	6	34	16	1.37	0.27	0	2794
Sorghum	Sorghum caffrorum	Zaad	2			5	3	1.3	5.2	41	12.4	0.17	0.26	0	668
Tapioka	Manihot esculenta	Wortel	1	150		0.2	0.3 - 7.1	0.8	0.7	6-44	0.3	3	0.05	0	
Tarwe	Triticum aestivum	Zaad	1	0.22		1271	1.1 - 12	0.7 - 8	4.3-5.1	15 - 117	20	0.9	216	0	530 - 1800
Tarwegries	Triticum aestivum		2	1		16.5	8	4.6	12	186	31	0.63	0.36	0	1232
Triticale	Triticale hexaploide	Zaad	2			1.7		0.4							462
Veldbonen	Phaseolus vulgaris	Zaad	1	0.1 - 9.8	177		3.7 - 10	1.2 - 3	2.8 - 3.3	15-38		4.1 - 5.3			
Vismeel			2			5-15	0.3-1.7	4.9-9.9	4-5.9	55-100	9-17	55-100	0.13	90-403	3056-5306
Weipoeder			2			23-25	4.1-5.7	27.1-37.2	4.0-4.4	10-19	47-69	0.7-0.85	0.27	4.0-4.4	1820-3571
Zonnebloemzaad	Helianthus annuus	Zaad	1	0.3		9.1	24	2-3	11.1-13.7	48	24.0-29.9	1.14	1.40-1.45	0	1200

Bron 1= Duke's phytochemical and ethnobotanical databases

Bron 2= Nutrient requirements of swine (1998)

Gearceerd: aangevuld met NRC-data

Bijlage 5. Vitaminegehalten in ruwvoerders en vochtrijke diervoeders (niet duidelijk of gehalten in DS of in vers zijn).

Grondstof	Latijnse naam	Onder-deel	Bron	β -Caroteen ppm	Vit. A IU	Vit. C	Vit. D2/D3 IU	α Toco-pherol ppm	Vit. E IU	Thiamine ppm	Ribo-flavine ppm	Niacine ppm	Folium-zuur ppm	Biotine ppm
Bietenblad	Beta vulgaris	blad	1					439		14	26			
Bietenperspulp	Beta vulgaris		1	0	40		270		15					
Biet	Beta vulgaris	wortel											8	
Grasbrok			3	82	32738		904		43					
Grashooi			3	4	1429		4547		27					
Graskuil			3	56	22497		1779		25					
GPS			3	15	5968		1220		37					
Klaver, rode	Trifolium pratense	bloem	1	12		2966		126 - 400		4.2	3.3	125		
Lucerne	Medicago sativa	plant	1			1470-9364		26 - 257		1.3 - 7.5	1.4 - 16.1			0.18
Maissilage	Maize silage		3	14	5617		1056		13					
Voederbiet	Beta vulgaris	blad	1							14				
Witlof	Cichorium intybus	blad	1							14	29			

Bron 1= Duke's phytochemical and ethnobotanical databases

Bron 3= Smolders et al. (2005).

