

Postbus 47 | 6700 AA Wageningen

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Directie Strategie, Kennis en Innovatie (SKI)
t.a.v. directeur ir. A. de Veer
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Geachte mevrouw De Veer,

Op uw verzoek heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) een werkgroep gevormd die heeft nagegaan op welke onderdelen de Handreiking Bedrijfsspecifieke Excretieberekening (BEX) van het ministerie van LNV aangepast dient te worden in 2021. In vorige jaren leidde het ministerie zelf deze actualisatie.

De werkgroep heeft vijf onderwerpen voor actualisatie geïdentificeerd, de acties uitgevoerd, en vervolgens besproken met de klankbordgroep:

Onderwerp	Actie
1. Actualiseren excretieforfaits overige graasdieren	Uitgevoerd
2. Actualiseren RAV-stallen en (stal)emissies	Uitgevoerd
3. Uitbreiding lijst met voedermiddelen	Uitgevoerd; zie bijlage 1
4. Actualisatie VC-RE van voedermiddelen	Uitgevoerd; zie bijlage 2
5. Actualisatie berekening negatieve energiebalans	Uitgevoerd

De check op excretieforfaits 'overige graasdieren' is uitgevoerd (in overleg met RVO), maar er was geen actie nodig. De check op de RAV-lijst heeft tot één aanpassing geleid. De lijst met voedermiddelen is uitgebreid en nu voorzien van verteerbaarheidscoëfficiënten (VCRE en VCOS; bijlage 1). Ook is de berekening van de verteerbaarheid van ruw eiwit (VC-RE) in mengvoeders aangepast (bijlage 2). Verder is de berekening van de extra voederbehoefte door een negatieve energiebalans van melkvee aangepast; voorgesteld wordt deze aanpassing in 2022 door te voeren, gelijktijdig met de aanpassing van de excretieforfaits voor melkvee. Na uw accordering worden de voorgestelde wijzigingen doorgevoerd (zie bijlage 3).

In het verleden werd de onderbouwing van aanpassingen in de Handreiking BEX niet gearhiveerd. Wij pleiten er voor om dat wel te doen, ook om een betere uitwisseling van informatie mogelijk te maken tussen werkgroepen (BEX, WUM, Excretieforfaits).

Ik hoop u hiermee afdoende geïnformeerd te hebben.
Hoogachtend,



Prof. dr. Oene Oenema

cc. dhr. F. Kooiman MA, wnd. directeur Directie PAV, Ministerie van LNV
dhr. C.P.T. de Vos, Directie PAV, Ministerie van LNV
dr.ir. G.L. Velthof (secretaris CDM)

WOT Natuur & Milieu

Wettelijke
Onderzoekstaken
Natuur & Milieu

DATUM
19 april 2021

ONDERWERP
CDM-advies
'Actualisatie Handreiking
bedrijfsspecifieke excretie-
berekening (BEX) in 2021'

ONS KENMERK
2116377/WOTN&M/JvSE

POSTADRES
Postbus 47
6700 AA Wageningen

BEZOEKADRES
Wageningen Campus
Gebouw 101 / Bodenummer
554
Droevendaalsesteeg 3
6708 PB Wageningen

INTERNET
www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

KvK NUMMER
09098104

CONTACTPERSOON
J.W. van Silfhout-Eimers

TELEFOON
0317-485471

E-MAIL
jolanda.vansilfhout@wur.nl

Bijlage 1 bij brief met kenmerk 2116377/WOTN&M/JvSE van 19-04-2021

Voorstel voor DS, RAS, VCRE en VCOS waarden van door Nevedi geselecteerde ontbrekende voedermiddelen in de handreiking BEX

Inleiding

Er zijn een aantal voedermiddelen die in de praktijk gevoerd worden aan melkkoeien maar waar in de Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee (Handreiking BEX, 2020) nog geen waardering voor is opgenomen m.b.t. VCRE (fecale verteerbaarheid van RE voor herkauwers uitgedrukt in procent) en VCOS (fecale verteerbaarheid van organische stof voor herkauwers uitgedrukt in procent) omdat deze voedermiddelen geen voederwaardering hebben in de CVB Veevoedertabel (CVB Veevoedertabel, 2021). De VCRE en VCOS waarden van voedermiddelen zijn van belang omdat deze worden gebruikt voor het berekenen van, respectievelijk, de emissies van ammoniak (NH_3) en methaan (CH_4). Deze voedermiddelen met ontbrekende VCRE en VCOS waarden vallen nu in de groep overige voedermiddelen in de Handreiking BEX en hebben vaste waarden voor emissies van CH_4 en NH_3 . Echter, voor een aantal van deze voedermiddelen is vanuit de literatuur informatie beschikbaar m.b.t. VCRE en VCOS waarden of is het mogelijk om VCRE en VCOS waarden te gebruiken van vergelijkbare voedermiddelen waardoor het mogelijk is om nauwkeuriger VCRE en VCOS waarden te gebruiken.

Door Nevedi is een lijst van voedermiddelen samengesteld die in de praktijk gevoerd worden op melkveebedrijven en waar op dit moment geen VCRE en VCOS waarden voor beschikbaar zijn. Het doel van deze studie is om, indien mogelijk, voor deze producten VCRE en VCOS waarden op een transparante en verantwoorde manier af te leiden, voor gebruik in de Handreiking BEX. In Tabel 1 hieronder worden voorstellen gedaan m.b.t. DS, RAS, VCRE en VCOS waarden. In de laatste kolom van Tabel 1 wordt kort toegelicht waar de voorgestelde waarden vandaan komen. De volgende beslisboom is gehanteerd bij het kiezen van DS, RAS, VCRE en VCOS waarden. Indien voor een product deze waarden beschikbaar zijn in de CVB Veevoedertabel 2021 werden de CVB waarden overgenomen. Indien er geen CVB waarden beschikbaar waren is ervoor gekozen om waarden van de Feedipedia website over te nemen (de Feedipedia website bevat informatie van 1400 voedermiddelen wereldwijd (chemische gehalten en voederwaardegegevens) en is een gezamenlijk project van de onderzoeksinstituten INRAE, CIRAD, AFZ en FAO). Indien ook geen informatie op de Feedipedia website beschikbaar was is er voor gekozen om gegevens uit wetenschappelijke artikelen (meta-analyse studies en verteringsstudies) te gebruiken. Het gebruik van bronnen zoals de CVB Veevoedertabel of de Feedipedia website heeft de voorkeur boven informatie van individuele verteringsstudies omdat zowel bij CVB als Feedipedia de chemische gehalten en voederwaarden van voedermiddelen in de meeste gevallen op meer dan één verteringsstudie zijn gebaseerd.

Tabel 1. Voorstel voor DS, RAS, VCRE en VCOS waarden voor een aantal voedermiddelen die nu nog in de categorie “overige voedermiddelen” van de Handreiking BEX vallen.

code	naam	DS (g/kg)	RAS (g/kg DS)	VCRE (%)	VCOS (%)	Bronvermelding + eventuele motivatie voor gekozen waarden
proxy	DDGS tarwe	916	50	84	83	CVB Veevoedertabel 2021
13100	DDGS mais	903	48	83	83	CVB Veevoedertabel 2021
20888	tarwekiemzemelen	866	46	83	82	CVB Veevoedertabel 2021
31800	saffloerzaadschroot	918	52	79	52	CVB Veevoedertabel 2005 (niet meer aanwezig in meer recente CVB Veevoedertabellen) doordat er nauwelijks chemische analyses voor dit product ter beschikking komen. De VCOS is laag vanwege het hoge vezelgehalte van saffloerzaadschroot (RC = 319 g/kg product) en de lage verteerbaarheid van deze vezelfractie (VCRC=30%). Op de Feedipedia website wordt voor saffloerzaadschroot een VCOS van 48% vermeld en voor VCRE een waarde van 80%. Deze waarden komen goed overeen met de waarden vermeld in de CVB Veevoedertabel 2005.
48200	bestendige raapzaadschroot	877	76	84	75	CVB Veevoedertabel 2021
56000	Biscuitmeel	925	22	73	93	De DS en RAS gehalten zijn gebaseerd op de CVB Veevoedertabel 2021 (gemiddelde DS en RAS gehalten van de vetrijke en vetarme klasse van biscuitmeel. De VCRE en VCOS waarden zijn overgenomen van de Feedipedia website voor het product “Bakery waste”. De waarden voor VCRE is vergelijkbaar met die van tarwe in de CVB Tabel (VCRE tarwe is 74) terwijl de VCOS hoger is dan de VCOS van tarwe in de CVB Tabel (VCOS tarwe is 89). Echter, omdat biscuitmeel, wat voor een groot deel uit tarwezetmeel bestaat, ten eerste een hittebehandeling heeft ondergaan waardoor het zetmeel is ontsloten is, en ten tweede ook een lager vezelgehalte heeft dan tarwe is de hogere VCOS van 93% voor biscuitmeel t.o.v. een VCOS van 89 voor tarwe goed te verklaren.
20201	sodagrain	747	56	55	87	De publicatie van De Campeneere et al. (2006) geeft DS en RAS gehalten van, respectievelijk, 747 g/kg en 56 g/kg DS voor natronloog behandelde tarwe. In de publicatie van Hetta et al.

					<p>(2013) worden DS en RAS gehalten van, respectievelijk, 663 g/kg en 67 g/kg DS weergegeven voor natronloog behandelde tarwe. De DS gehalte uit de publicatie van De Campeneere et al. (2006) lijkt nog het meest op het DS gehalte van 758 g/kg die genoemd wordt op de website van Duynie voor sodagrain. Daarom is het voorstel om de DS en RAS gehalten vanuit de publicatie van De Campeneere over te nemen. Er is niet veel informatie te vinden over VCRE en VCOS van natronloog behandeld tarwe. In de publicatie van De Campeneere et al. (2006) is gekeken naar verschillen tussen gerolde tarwe, natronloogbehandelde tarwe en ingekuild onrijp tarwe graan (DS gehalte van 60%). Uit VCOS en VCRE waarden van de rantsoenen bleek dat natronloogbehandelde tarwe numeriek gezien een lagere VCOS en VC-RE had dan gerolde tarwe en ingekuild onrijpe tarwe. Uit de in situ pensafbraakkenmerken van gerolde tarwe uit de studie van De Campeneere lijkt het erop dat de pensverteerbaarheid van RE en OS van gerolde tarwe vergelijkbaar is met pensafbraakkenmerken van gemalen tarwe zoals gebruikt door CVB. Ook uit de studie van Larsen et al. (2009) blijkt dat de pensverteerbaarheid van zetmeel van gemalen en gerolde granen zo goed als gelijk aan elkaar zijn. In de studie van De Campeneere bleek dat de pensafbraakkenmerken van OS en RE van natronloog behandelde tarwe zich ergens tussen die van onbehandelde tarwe (hele tarwekorrels) en gerolde tarwe bevond. In het geval voor de studie van De Campeneere wordt aangenomen dat de VCOS en VCRE van gerolde tarwe hetzelfde is als voor gemalen tarwe (VCOS van tarwe is 89% en VCRE van tarwe is 74%) dan kan uit deze studie berekend worden wat de VCOS en VCRE van natronloog behandelde tarwe is (door middel van een verschilberekening). Wanneer dit wordt uitgerekend dan blijkt de VCOS van natronloog behandelde tarwe 87% te zijn en de VCRE 55%. In vergelijking met gemalen tarwe heeft natronloog behandelde tarwe dus een duidelijk lagere VCRE (55% t.o.v. 74%). Dit komt goed overeen met de in situ pensafbraakkenmerken die door De Campeneere zijn gemeten waarbij de</p>
--	--	--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

						pensafbraaksnelheid van RE van natronloog behandelde tarwe van 2.6 %/uur duidelijk lager lag dan de pensafbraaksnelheid van RE voor gerolde tarwe van 15.1 %/uur.
931	dextrose	1000	0	100	100	Voor dextrose zijn de getallen van suiker uit de CVB Veevoedertabel overgenomen.
	Bestendige vetten - palm olie bijfractie - gefractioneerd/gehydrogeneerd	995	0	100	59	Op de CVB planning staat een update gepland om de verteerbaarheid en energiewaarde van vetten in de CVB Veevoedertabel te actualiseren omdat het erop lijkt dat de fecale verteerbaarheden van vetten zoals deze in de CVB Veevoedertabel staan te hoog zijn. Daarnaast is ook het doel om voor bestendige vetten een waardering op te nemen. Op basis van de meta-analyse van Daley et al. (2020) wordt geadviseerd om voor verzepte vetten een VCOS van 76% te hanteren (dit is het fecaal verteerbare vetzuurpercentage van Ca-salts of palm fatty acid in de studie van Daley) en voor gehydrogeneerde vetten een VCOS van 59% aan te houden (deze waarde is het gemiddelde van de fecaal verteerbare vetzuurpercentage waarden van extensively saturated triglycerides in studie van Daley van 44% en de waarde voor Palmitic acid, about 85% of C16:0 van 73%). Bij de cursieve gehalten is aangenomen dat DS en RAS gehalten hetzelfde zijn als bij plantaardige olie in de CVB Veevoedertabel. De DS en RAS gehalten van verzepte vetten zijn gebaseerd op productspecificaties zoals weergegeven voor het product Megalac van Volac Wilmar en van de producten Profat en Profat Nat van Schils.
	Bestendige vetten - palm olie hoofdfractie - gefractioneerd/gehydrogeneerd	995	0	100	59	
	Bestendige vetten - raap olie bijfractie - gefractioneerd/gehydrogeneerd	995	0	100	59	
	Bestendige vetten - raap olie hoofdfractie - gefractioneerd/gehydrogeneerd	995	0	100	59	
	Bestendige vetten - palm olie bijfractie - verzeppen	995	125	100	76	
	Bestendige vetten - palm olie hoofdfractie - verzeept	995	125	100	76	
	Bestendige vetten - raap olie bijfractie - verzeept	995	125	100	76	
	Bestendige vetten - raap olie hoofdfractie - verzeept	995	125	100	76	
N7	glycerol - van raapzaad	818	44	100	100	
N7	glycerol - van soja	818	44	100	100	
N9	propyleenglycol	950	0	100	100	Uit de literatuur blijkt dat propyleenglycol volledig verteerbaar is (Emery et al. 1964).

proxy	speltdoppen	875	63	33	49	VCOS en RAS gehalte is gebaseerd op studie van Sommerfeld et al. (2020). Voor VCRE wordt voorgesteld om de exponentiele formule: $VC-RE (\%) = 88.7 \times (1 - \text{EXP}(-0.0120 \times RE (\text{g/kg product})))$ te gebruiken. Sommerfeld vond een gemiddeld laag RE gehalte van speltdoppen van 45 g/kg DS. Uitgedrukt op productbasis (39 g/kg) komt dit uit op een VCRE waarde van 33%.
proxy	lijnzaad geplet bestendig	922	43	80	81	Uit de studie van Doreau et al. (2008) Blijkt dat er geen verschillen zijn in fecale verteerbaarheden van organische stof tussen rantsoenen met lijnzaadolie, geëxtrudeerd lijnzaad en gerold lijnzaad. Daarom het voorstel om gehalten van lijnzaad uit de CVB Tabel te gebruiken voor bestendig lijnzaad.
N10	havergriespellets	903	46	38	35	De DS, RAS en VCOS waarden zijn overgenomen van de Feedipedia website voor het product "Oat hulls or Oat mill feed or Oat bran". Voor VCRE wordt voorgesteld om de exponentiele formule: $VC-RE (\%) = 88.7 \times (1 - \text{EXP}(-0.0120 \times RE (\text{g/kg product})))$ te gebruiken. Op de Feedipedia website wordt voor Oat hulls of Oat mill feed een RE gehalte van 52 g/kg DS gepresenteerd. Uitgedrukt op productbasis (47 g/kg) komt dit uit op een VCRE waarde van 38%.
proxy	cacaodoppen	883	95	60	43	De waarden zijn overgenomen van de INRA publicatie "Table of composition and nutritional value of feed materials" voor het product "Cocoa hulls".
N16	tarwestropellets	878	84	23	42	Voor tarwestropellets wordt voorgesteld om de waarden voor tarwestro uit de CVB Veevoedertabel te gebruiken. Er kan een effect aanwezig zijn van behandeling op verteerbaarheid. Zo is het mogelijk dat een deeltjesverkleining als gevolg van malen en pelleteren resulteert in een verlaagde VCOS (waarschijnlijk als gevolg van een verhoogde passagesnelheid en daardoor een kortere verblijfsduur in de pens). Uit de studie van Alawa and Owen (1984) bleek de VCOS van een rantsoen met gemalen tarwestro numeriek iets lager te liggen dan een rantsoen met gehakseld stro maar het verschil was niet significant.
N24	veldboonhullen	888	25	58	61	De VCRE en VCOS waarden zijn gebaseerd op de vermelde waarden in de samenvatting van de studie van Edwards et al. (1973) (verteringsonderzoek met schapen). Het RAS gehalte is

						gebaseerd op de studie van Marquardt et al. (1975). DS gehalte is een aanname.
proxy	camelinaschroot	905	69	77	72	De waarden zijn overgenomen van de Feedipedia website voor het product "Camelina (Camelina sativa) oil meal".
proxy	camelinaschroot bestendig	905	69	77	72	Voorgesteld wordt om de waarden van de Feedipedia website voor het product "Camelina (Camelina sativa) oil meal" te gebruiken. Een vergelijking tussen VCRE en VCOS tussen raapzaadschroot en raapzaadschroot bestendig uit de CVB Veevoedertabel laat zien dat het proces van bestendig maken van schroot slechts een klein negatief effect op VCRE en VCOS heeft.
proxy	appelmelasse	700	100	73	90	Op de websites www.dekoolstofkring.nl en www.kooijgroep.nl staat de volgende informatie (waarschijnlijk gebaseerd op onderzoek van Schothorst Feed Research) voor appelmelasse. DS gehalte van 700 g/kg, RAS gehalte van 100 g/kg DS, RE gehalte van 3.3 g/kg DS en SUI gehalte van 570 g/kg DS. Op basis van deze informatie wordt voorgesteld om voor VCOS en VCRE de zelfde waardes als voor bietmelasse uit de CVB Tabel aan te houden.
N28	maisvlokken	883	15	66	89	De waarden zijn overgenomen van de INRA (2004) publicatie "Table of composition and nutritional value of feed materials" voor het product "Maize, flaked".
N33	geplette tarwe	867	17	74	89	Uit de studie van Larsen et al. (2009) blijkt dat de pensverteerbaarheid van zetmeel van gemalen en geroelde granen zo goed als gelijk aan elkaar zijn. Daarom wordt voorgesteld om voor geplette tarwe dezelfde waarden aan te houden als voor gemalen tarwe in de CVB tabel.
N34	geplette mais	863	14	59	89	Uit de studie van Larsen et al. (2009) blijkt dat de pensverteerbaarheid van zetmeel van gemalen en geroelde granen zo goed als gelijk aan elkaar zijn. Daarom wordt voorgesteld om voor geplette mais dezelfde waarden aan te houden als voor gemalen mais in de CVB tabel.
N35	geplette gerst	873	24	74	85	Uit de studie van Larsen et al. (2009) blijkt dat de pensverteerbaarheid van zetmeel van gemalen en geroelde granen zo goed als gelijk aan elkaar zijn. Daarom wordt voorgesteld om voor geplette gerst dezelfde waarden aan te houden als voor gemalen gerst in de CVB tabel.

N38	Lupinehullen	907	28	47	49	De waarden zijn overgenomen van de Feedipedia website voor het product "Lupin seed hulls".
proxy	zonnebloemzaadhullen	907	38	40	18	De waarden zijn overgenomen van de Feedipedia website voor het product "Sunflower hulls".
proxy	saffloerzaadschilfers	932	44	80	48	De waarden zijn overgenomen van de Feedipedia website voor het product "Safflower (Carthamus tinctorius), meal, expeller extraction". De VCRE en VCOS waarden zijn waarschijnlijk gebaseerd op een monster die niet of slechts gedeeltelijk is ontdopt voor persen.
proxy	Spelt (zonder doppen)	888	34	63	79	VCOS en RAS gehalte is gebaseerd op studie van Sommerfeld et al. (2020). Voor VCRE wordt voorgesteld om de exponentiele formule: $VC-RE (\%) = 88.7 \times (1 - \text{EXP}(-0.0120 \times RE (\text{g/kg product})))$ te gebruiken. Sommerfeld vond een gemiddeld RE gehalte van spelt (zonder dop) van 115 g/kg DS. Uitgedrukt op productbasis (102 g/kg) komt dit uit op een VCRE waarde van 63%.
N41	haverdoppen	903	46	38	35	De waarden voor DS, RAS en VCOS zijn overgenomen van de Feedipedia website voor het product "Oat hulls". Voor VCRE wordt voorgesteld om de exponentiele formule: $VC-RE (\%) = 88.7 \times (1 - \text{EXP}(-0.0120 \times RE (\text{g/kg product})))$ te gebruiken. De Feedipedia website geeft een gemiddeld RE gehalte van haverdoppen van 52 g/kg DS. Uitgedrukt op productbasis (47 g/kg) komt dit uit op een VCRE waarde van 38%.
N42	snoepsiroop	645	12	7	95	Nijsen produceert snoepsiroop premium. Dit product bestaat uit snoep dat is opgelost in water. Volgens de productspecificatie bevat het product 35% vocht, 950 g suiker per kg DS, 953 g FOS per kg DS, 12 g RAS per kg DS en 11 g RE per kg DS. Een VCOS waarde van 95% lijkt zeker niet te hoog aangezien in de CVB voederwaardering wordt aangenomen dat suiker voor 100% verteerbaar is. Voor RE wordt voorgesteld om de exponentiele formule: $VC-RE (\%) = 88.7 \times (1 - \text{EXP}(-0.0120 \times RE (\text{g/kg product})))$ te gebruiken. Het RE gehalte, uitgedrukt op productbasis is 7 g/kg en resulteert in een VCRE waarde van 7%.

Wouter Spek, Wouter

Wageningen Livestock Research, 15-4-2021

Verantwoording.

De studie is uitgevoerd op verzoek van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) ten behoeve van de update en actualisatie van de Handreiking BEX in 2021. Conceptversies van de notitie zijn becommentarieerd en de finale versie geaccepteerd door Jan Dijkstra (Wageningen Universiteit; Diervoeding), Johan de Boer en Michel de Haan (Wageningen Livestock Research) en Oene Oenema (vz. CDM). Over bepaalde voedermiddelen heeft overleg plaatsgevonden met vertegenwoordigers van NEVEDI. Het finale concept is op 29-03-2021 besproken met de klankbordgroep, met vertegenwoordigers van het Ministerie van LNV, NVWA, en Zuivel.nl.

Referenties

- Alawa, J. P., and E. Owen. 1984. The effect of milling and sodium hydroxide treatment on intake and digestibility of wheat straw by sheep. *Anim. Feed Sci. Techn.* 11:149-157.
- CVB Veevoedertabel 2021. www.cvbdiervoeding.nl.
- Daley, V. L., L. E. Armentano, P. J. Kononoff, and M. D. Hanigan. 2020. Modelling fatty acids for dairy cattle: Models to predict total fatty acid concentration and fatty acid digestion of feedstuffs. *J. Dairy Sci.* 103:6982-6999.
- De Campeneere, S., J. L. De Boever, and D. L. De Brabander. 2006. Comparison of rolled, NaOH treated and ensiled wheat grain in dairy cattle diets. *Livest. Sci.* 99:267-276.
- Doreau, M., E. Aurousseau, and C. Martin. 2009. Effects of linseed lipids fed as rolled seeds, extruded seeds or oil on organic matter and crude protein digestion in cows. *Anim. Feed Sci. Techn.* 150:187-196.
- Edwards, D., I. Duthie, B. Rogers, and E. Owen. 1973. A note on the digestibility by sheep of hulls from the field bean (*vicia faba* L). *Anim. Sci.* 17:329-332.
- Emery RS, Burg N, Brown LD, Blank GN. 1964. Detection, occurrence and prophylactic treatment of borderline ketosis with propylene glycol feeding. *J. Dairy Sci.* 47:1074-1079.
- Feedipedia: <https://www.feedipedia.org>.
- Handreiking BEX 2020. Handreiking bedrijfsspecifieke excretie. Ministerie LNV.
<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/07/20190719%20Handreiking%20Bedrijfsspecifieke%20excretie%20melkvee%202019.pdf>.
- INRA, 2004. Tables of composition and nutritional value of feed materials. ISBN 2-7380-1158-6.
- Jung, B., and A. B. Batal. 2011. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 1. Nutritional value of crude glycerin. *J. Appl. Poult. Res.* 20:162-167.
- Larsen, M., P. Lund, M. R. Weisbjerg, and T. Hvelplund. 2009. Digestion site of starch from cereals and legumes in lactating dairy cows.
- Marquardt, R. R., J. A. McKirdy, T. Ward, and L. D. Campbell. 1975. Amino acid, hemagglutinin and trypsin inhibitor levels, and proximate analyses of faba beans (*Vicia Faba*) and Faba bean fractions. *Can. J. Anim. Sci.* 55:421-429.
- Sommerfeld, V., H. Steingab, C. F. H. Longin, and M. Rodehutscord. 2020. Investigation on the variation of chemical composition and in vitro nutritive value of spelt (*triticum aestivum* ssp. *Spelta*) for ruminants. *J. Anim. Physiol. Nutr.* 104:470-482.

Voorstel berekening van VC-RE o.b.v. het RE gehalte

Introductie

In de Handreiking BEX (Handreiking BEX, 2020) wordt voor de berekening van de TAN-productie gebruikt gemaakt van de VC-RE van voedermiddelen. Voor enkelvoudig geleverde voedermiddelen is de VC-RE bekend, hiervoor worden CVB-tabel waarden gebruikt (CVB Veevoedertabel 2021), of een vergelijkbaar alternatief als het voedermiddel niet in de CVB-tabel voorkomt.

Voor mengvoerders wordt deze waarde niet gesluisd via de EDI-berichten, daarom wordt gebruikt gemaakt van een regressieformule om toch een VC-RE voor deze voedermiddelen te genereren. Op basis van de samenstelling en VC-RE van de 3 standaard productievoeders voor melkvee, is een regressieformule afgeleid die de VC-RE berekent op basis van het RE-gehalte van het mengvoer (Handreiking BEX, 2020). De huidige formule luidt (sinds 2020): $VC-RE (\%) = 63.26 + 0.0854 * RE (g/kg)$.

In de handreiking bedrijfsspecifieke excretie (BEX)¹ worden droge voedermiddelen die *niet* enkelvoudig worden geleverd onder mengvoer geschaard. Dat betekent dat een mengsel van 2 grondstoffen al onder de noemer mengvoer valt.

Aan de benadering van de regressieformule op basis van 3 standaard productievoeders kleven twee belangrijke bezwaren:

- 1) De variatie in grondstoffensamenstelling van productievoeders is veel groter dan van de 3 standaard productievoeders
- 2) Doordat ook grondstoffenmengsels kunnen bestaan uit enkele grondstoffen (bijvoorbeeld twee of drie) is de variatie nog veel groter. In mengvoer met ca. 10 grondstoffen worden namelijk de extremen uitgemiddeld.

Door Jacob Goelema (Teamleader R&D Ruminants bij De Heus voeders) is duidelijk aangetoond dat de huidige formule die een lineair verband veronderstelt tussen VC-RE en RE niet correct is maar dat een curvilineair verband beter op zijn plaats is. In deze notitie is de relatie tussen VC-RE en RE geschat middels curvi-lineaire relaties voor:

1. de voedermiddelen in de CVB Veevoedertabel en
2. een dataset van grondstofmengsels zoals deze gebruikt worden in de praktijk.

De in deze notitie gefitte relaties kunnen gebruikt worden voor het voorspellen van de VC-RE waarden van mengvoerders en van meelmengsels.

Materiaal en Methodes

De mengvoedergrondstoffen uit de CVB Veevoedertabel waarvoor zowel een RE als een VC-RE gehalte bekend is zijn geselecteerd (zie bijlage voor gebruikte mengvoedergrondstoffen). Dit resulteerde in een dataset van 155 voedermiddelen (waarbij voor voedermiddelen die zijn

1

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/07/20190719%20Handreiking%20Bedrijfsspecifieke%20excretie%20melkvee%202019.pdf>

ingedeeld in klassen zoals sojaschroot, elke klasse als een apart voedermiddel geldt). Daarbij zijn 3 modellen op de data gefit. Een exponentieel model, een logaritmisch model en een kwadratisch-gebroken-lijn model.

Het exponentieel model is als volgt:

$$VC-RE (\%) = A \times (1 - \text{EXP}(-B \times RE (\text{g/kg DS}))) + \text{error}$$

Het natuurlijke logaritmische model is als volgt:

$$VC-RE (\%) = C \times \text{LOG}(RE (\text{g/kg DS})) - D + \text{error}$$

Het kwadratisch-gebroken-lijn model is als volgt:

Als $RE (\text{g/kg DS}) < R$:

$$VC-RE (\%) = L + U \times (R - RE (\text{g/kg DS})) \times (R - RE (\text{g/kg DS})) + E \times RC (\text{g/kg DS}) + \text{error}$$

Anders:

$$VC-RE (\%) = L + V \times (RE (\text{g/kg DS}) - R) + E \times RC (\text{g/kg DS}) + \text{error}$$

Verder is ook gekeken naar verschillende subsets van data waarbij voedermiddelen met hoge standard residuals en waarvan tevens het gebruik voor herkauwers in Nederland nauwelijks aan de orde is zijn weggelaten. Tevens zijn de residuals uitgezet tegen nutriëntkenmerken om te analyseren of er naast RE ook andere nutriënten zijn die variatie in VC-RE kunnen verklaren.

De modelresultaten van het exponentieel model en het gebroken lijn model zijn vervolgens gevalideerd op een dataset van mengvoersamenstellingen (bestaande uit een mengsel van voedermiddelen) gebruikt in de praktijk. Deze dataset is ter beschikking gesteld door de Heus en bestaat uit een dataset met 1016 grondstofmengsels die gemaakt worden in 2 fabrieken. Deze 1016 grondstofmengsels bestaan uit droge mengvoergrondstoffen waaraan vloeibare pershulpmiddelen zoals melasse en vinasse zijn toegevoegd, benevens mineralen/premixen en in een aantal gevallen vetachtige producten zoals palmolie, sojaolie of vetzuren daarvan.

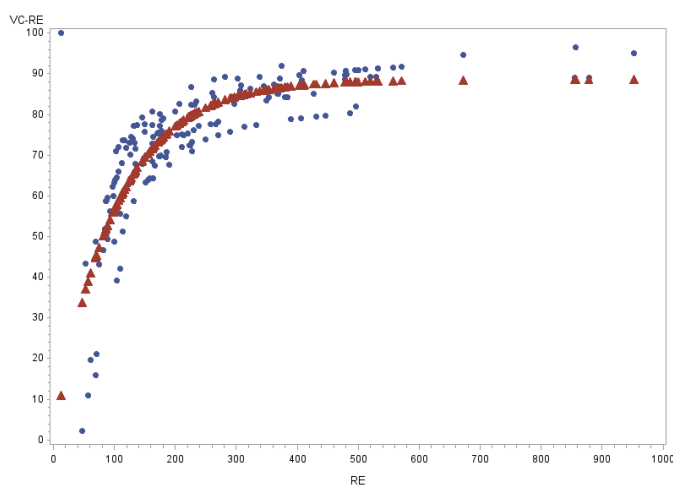
In Tabel 1. Is een overzicht gegeven van de dataset van voedermiddelen uit de CVB Veevoedertabel (CVB Veevoedertabel 2021), die uiteindelijk gebruikt is voor het afleiden van relaties (dataset waarbij uitbijters zijn verwijderd; N = 140 mengvoergrondstoffen) en de dataset van mengvoersamenstelling die door de Heus ter beschikking is gesteld (N = 1016). Uit de resultaten in Tabel 1 blijkt dat er bij het valideren van de resultaten van het exponentieel model en het kwadratisch gebroken lijn model op de dataset van de Heus dat er geen sprake is van extrapolatie (RE en VC-RE waarden van de Heus dataset vallen binnen de range van RE en VC-RE waarden van de CVB Veevoedertabel dataset).

Tabel 1. overzicht van de dataset van voedermiddelen uit de CVB Veevoedertabel (CVB Veevoedertabel 2021), die uiteindelijk gebruikt is voor het afleiden van relaties (dataset waarbij uitbijters zijn verwijderd; N = 140 mengvoergrondstoffen) en de dataset van mengvoersamenstelling die door de Heus (persoonlijke mededeling Jacob Goelema) ter beschikking is gesteld (N = 1016).

		Gemiddelde	Std. deviatie	minimum	Maximum
CVB Veevoedertabel	RE (g/kg product)	232	156.1	48	872
	VC-RE (%)	75.9	12.69	39.3	96.5
De Heus mengvoersamenstellingen	RE (g/kg product)	200	90.3	74	488
	VC-RE (%)	78.2	8.00	47.6	91.6

Resultaten en Discussie m.b.t. dataset met grondstoffen uit de CVB Veevoedertabel

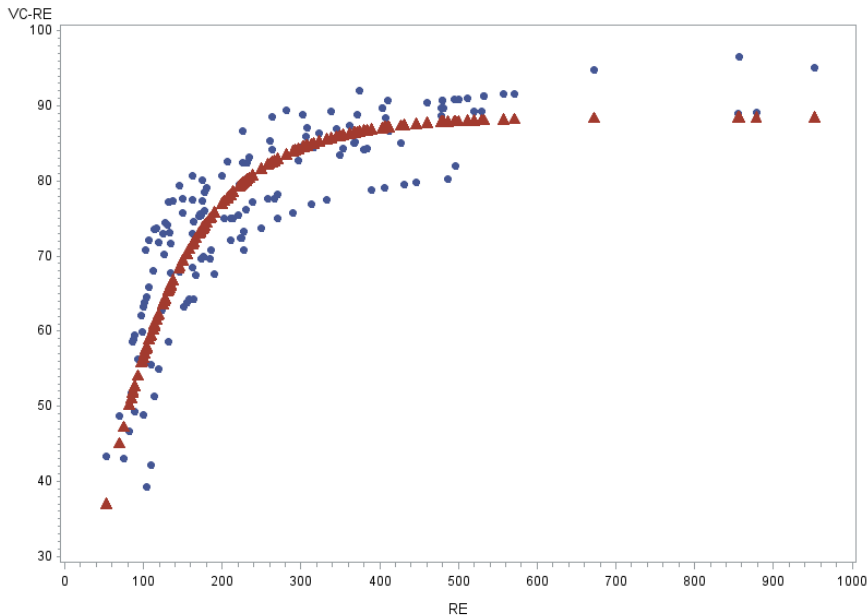
In Fig. 1. Is de relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg DS) voor alle mengvoergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel weergegeven inclusief de modelfit voor het exponentieel model.



Figuur 1. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg DS) voor alle mengvoergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel. De blauwe rondjes zijn de observaties en de rode driehoekjes zijn de gefitte waarden gefit met het exponentieel model. Modeluitkomsten: $A = 88.6 \pm 1.59$, $B = 0.0102 \pm 0.000615$, $R^2 = 0.605$, $\%CV = 14.0$, $RMSE = 10.4$ ($n = 155$).

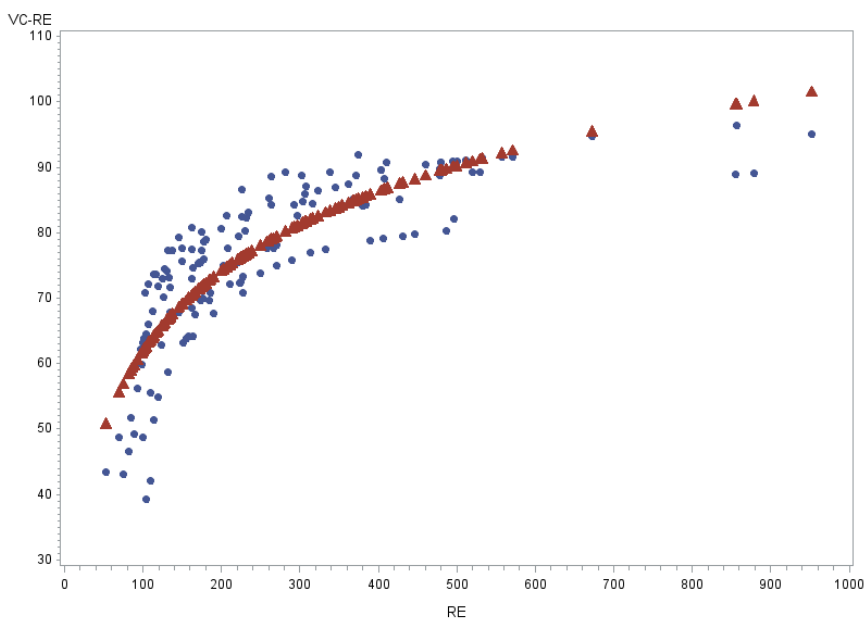
Uit Figuur 1 blijkt dat er in ieder geval één duidelijke uitbijter is met een VC-RE waarde van 100% en een eiwitgehalte van 13 g/kg DS (tapiocazetmeel). In een vervolgstap zijn observaties met standardized residuals groter dan 2 en kleiner dan -2 weggelaten (dit zijn de grondstoffen johannesbrood, aardappelvezels, gedroogd, melasse riet, aardappelchips en tapiocazetmeel). Dit zijn tevens grondstoffen die nauwelijks gebruikt worden als

mengvoergrondstoffen in meelmengsels of krachtvoerders. In Fig. 2. Is de relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg DS) voor de mengvoergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel exclusief de observaties met standardized residuals groter dan 2 of kleiner dan -2 inclusief de modelfit voor het exponentiele model.



Figuur 2. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg DS) voor de mengvoergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel exclusief 6 uitbijters. De blauwe rondjes zijn de observaties en de rode driehoekjes zijn de gefitte waarden gefit met het exponentiele model. Modeluitkomsten: $A = 87.6 \pm 0.86$, $B = 0.0110 \pm 0.00040$, $R^2 = 0.773$, $\%CV = 7.8$, $RMSE = 5.9$ ($n = 149$).

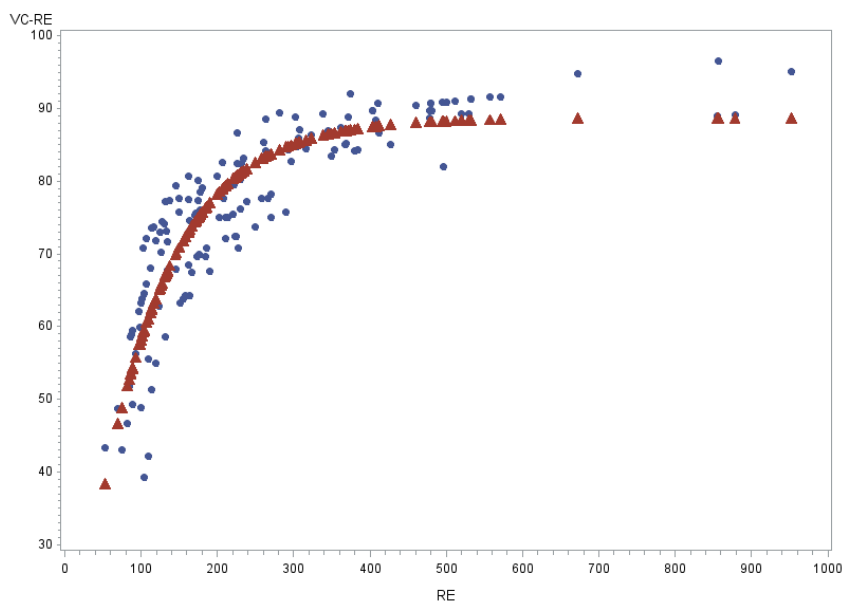
Tevens is op dezelfde dataset exclusief de uitbijters het logaritmische model getest waarvan de resultaten in Fig. 3 zijn weergegeven.



Figuur 3. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg DS) voor de mengvoergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel exclusief 6 uitbijters. De blauwe rondjes zijn de observaties en de rode driehoekjes zijn de gefitte waarden gefit met het logaritmische model. Modeluitkomsten: $C = 17.6 \pm 0.85$, $D = 18.85 \pm 0.4.610$, $R^2 = 0.745$, $\%CV = 8.2$, $RMSE = 6.2$ ($n = 149$).

Uit de modelresultaten in Figuren 2 en 3 blijkt dat het exponentiele verband beter in staat is om variatie in VC-RE te schatten.

Uit Figuren 2 en 3 blijkt dat er in de range van ongeveer 205 – 500 g RE per kg DS er observaties zijn met lagere VC-RE gehalten dan de meeste. Nadere analyse liet zien dat deze observaties voornamelijk uit katoenzaadproducten bestond en uit biergist, gedroogd. Omdat deze producten nauwelijks gebruikt worden in Nederland is er voor gekozen om deze producten weg te laten uit de dataset. In Fig. 4 is de relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg DS) voor de mengvoergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel exclusief de observaties met standardized residuals groter dan 2 of kleiner dan -2 inclusief de modelfit voor het exponentiele model weergegeven en waarbij de katoenzaadproducten niet zijn meegenomen in de analyse.



Figuur 4. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg DS) voor de mengvoergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel exclusief 6 uitbijters met standard residuals kleiner dan -2 of groter dan 2 en waarbij katoenzaadproducten (katoenzaad, katoenzaadschroot en katoenzaadschilfers) en biergist, gedroogd niet zijn meegenomen. De blauwe rondjes zijn de observaties en de rode driehoekjes zijn de gefitte waarden gefit met het exponentiele model. Modeluitkomsten: $A = 88.8 \pm 0.92$, $B = 0.0107 \pm 0.00038$, $R^2 = 0.796$, $\%CV = 7.6$, $RMSE = 5.8$ ($n = 140$).

In Tabel 2 zijn de correlaties weergegeven tussen de residuals van het exponentiele model gebaseerd op de observaties zonder uitbijters en VC-RE en de nutriëntkenmerken RE, RC, RVET en ZETam. Uit deze resultaten blijkt dat de residuals een significante en negatieve correlatie hebben met de nutriënt RC.

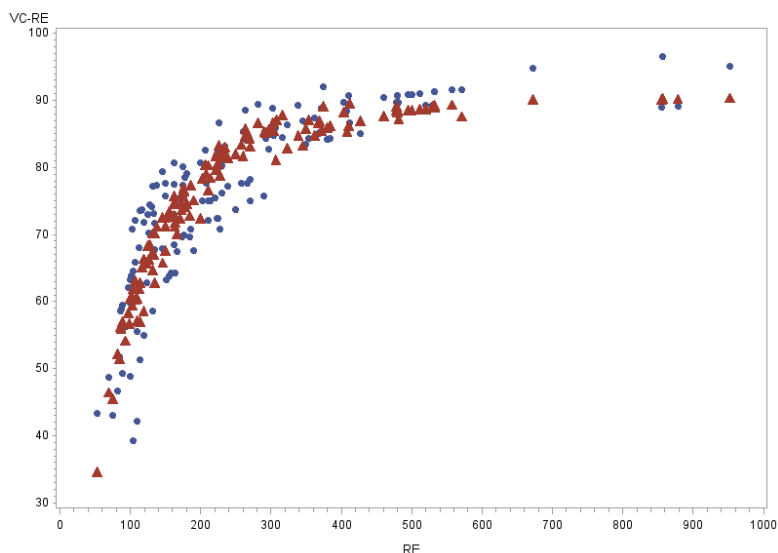
Tabel 2. Pearson correlaties en significanties van deze correlaties (weergegeven tussen haakjes) tussen residuals van exponentiele modeluitkomsten gebaseerd op mengvoedergrondstoffen exclusief uitbijters (n = 149) en nutriëntkenmerken.

	Residuals	VC-RE	RE	RC	ZET	RVET
Residuals	1	0.505 (<.001)	-0.126 (0.126)	-0.234 (0.004)	0.087 (0.288)	0.191 (0.020)
VC-RE		1	0.748 (<.001)	-0.319 (<.001)	-0.385 (<.001)	0.119 (0.149)
RE		0.748 (<.001)	1.000	-0.277 (0.006)	-0.419 (<.001)	-0.058 (0.480)
RC		-0.319 (<.001)	-0.277 (0.006)	1.000	-0.397 (<.001)	0.024 (0.776)
ZET		-0.385 (<.001)	-0.419 (<.001)	-0.397 (<.001)	1.000	-0.255 (0.002)
RVET		0.119 (0.149)	-0.058 (0.480)	0.024 (0.776)	-0.255 (0.002)	1.000

Daarom is ervoor gekozen om ook het RC gehalte op te nemen als verklarende variabele in het model als volgt:

$$VC-RE (\%) = A \times (1 - \text{EXP}(-B \times RE \text{ (g/kg DS)})) + E \times RC \text{ (g/kg DS)}$$

De resultaten van dit model zijn weergegeven in Fig. 5.



Figuur 5. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg DS) voor de mengvoedergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel exclusief 6 uitbijters met standard residuals kleiner dan -2 of groter dan 2 en waarbij katoenzaadproducten (katoenzaad, katoenzaadschroot en katoenzaadschilfers) en biergist, gedroogd niet zijn meegenomen. De blauwe rondjes zijn de observaties en de rode driehoekjes zijn de gefitte waarden gefit met het exponentiele model met RE en RC als verklarende variabelen. Modeluitkomsten: A = 90.4±0.92, B = 0.0113±0.00041, E = -0.0212±0.00491; R² = 0.819, %CV = 7.1, RMSE = 5.4 (n = 140).

Uit een visuele beoordeling van resultaten in Figuren 1, 2, 4 en 5 lijkt het erop dat bij RE gehalten hoger dan 400 g/kg DS door het exponentiele model onderschat worden. Daarom is er voor gekozen om een kwadratisch-gebroken-lijn model toe te passen zoals beschreven door Robbins et al. (2006) :

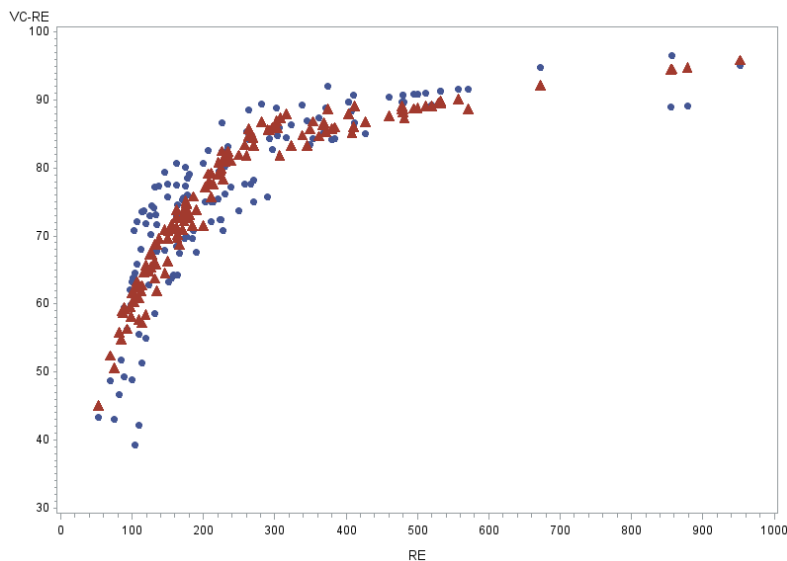
Als RE (g/kg DS) < R:

$$VC-RE (\%) = L + U \times (R - RE (g/kg DS)) \times (R - RE (g/kg DS)) + E \times RC (g/kg DS)$$

Anders:

$$VC-RE (\%) = L + V \times (RE (g/kg DS) - R) + E \times RC (g/kg DS)$$

De resultaten van dit model zijn weergegeven in Fig. 6

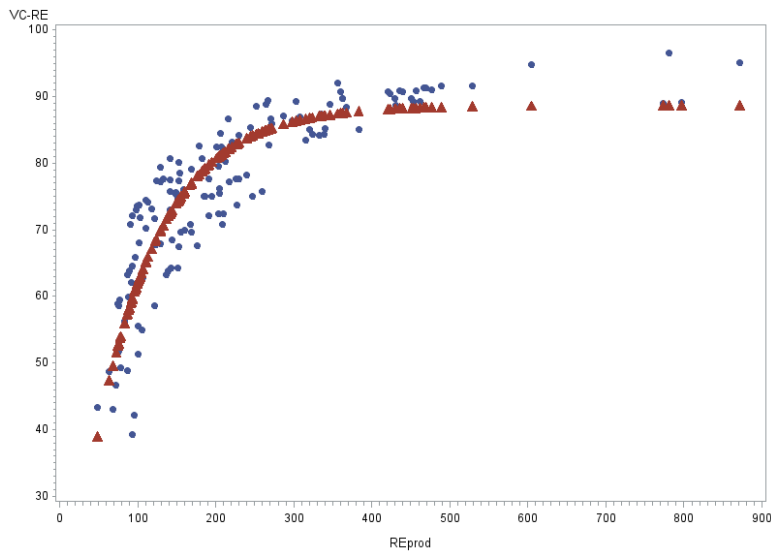


Figuur 6. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg DS) voor de mengvoergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel exclusief 6 uitbijters met standard residuals kleiner dan -2 of groter dan 2 en waarbij katoenzaadproducten (katoenzaad, katoenzaadschroot en katoenzaadschilfers) en biergist, gedroogd niet zijn meegenomen. De blauwe rondjes zijn de observaties en de rode driehoekjes zijn de gefitte waarden gefit met het kwadratisch-gebroken-lijn model met RE en RC als verklarende variabelen en waarbij tevens een breekpunt (R) van RE is geschat waarbij VC-RE waarden boven het breekpunt lineair gerelateerd zijn aan RE met de factor F. Modeluitkomsten: $L = 88.2 \pm 1.47$, $U = -0.00047 \pm 0.000092$, $R = 336 \pm 26.2$, $V = 0.0125 \pm 0.00553$; $E = -0.0197 \pm 0.00524$; $R^2 = 0.813$, $\%CV = 7.3$, $RMSE = 5.5$ ($n = 140$).

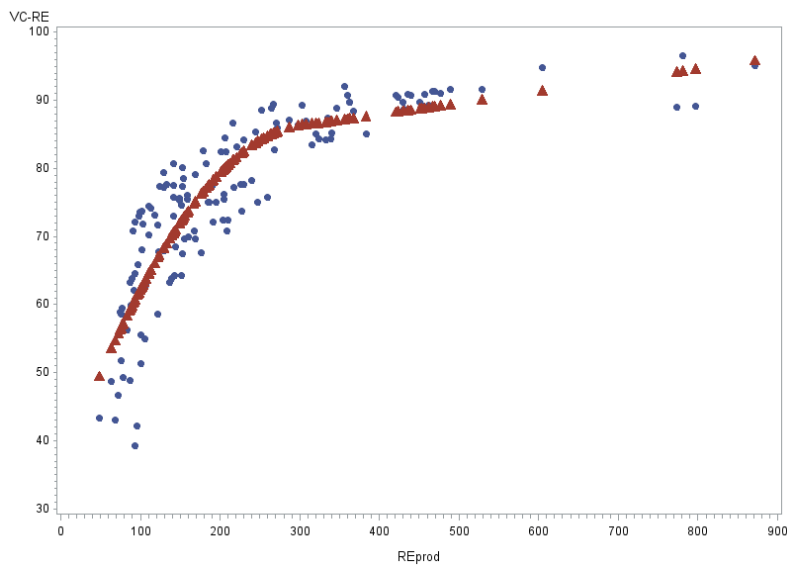
Het kwadratisch-gebroken-lijn model (Fig. 6) heeft een iets mindere modelfit dan het exponentiele model weergegeven in Fig. 5. Echter, het kwadratisch-gebroken-lijn model is een te verkiezen model boven het exponentiele model doordat het een betere schatting geeft (d.w.z. geen onderschatting) van VC-RE van mengvoedergrondstoffen met RE gehalten hoger dan 600 g/kg DS.

Omdat in de BEX alleen RE gehalten op productbasis worden gerapporteerd en er geen RC gehalten gerapporteerd worden is het exponentiele model en het aangepaste exponentiele model ook gefit op de 140 mengvoedergrondstoffen met RE gehalte als verklarende

variabele uitgedrukt op productbasis (RE_{prod}). In Fig. 7 is de modelfit van het exponentiele model weergegeven en in Fig. 8 is de modelfit van het kwadratisch-gebroken-lijn model weergegeven zonder RC als verklarende variabele in het model.



Figuur 7. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg product) voor de mengvoergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel exclusief 6 uitbijters met standard residuals kleiner dan -2 of groter dan 2 en waarbij katoenzaadproducten (katoenzaad, katoenzaadschroot en katoenzaadschilfers) en biergist, gedroogd niet zijn meegenomen. De blauwe rondjes zijn de observaties en de rode driehoekjes zijn de gefitte waarden gefit met het exponentiele model. Modeluitkomsten: $A = 88.7 \pm 0.94$, $B = 0.0120 \pm 0.00044$, $R^2 = 0.784$, $\%CV = 7.8$, $RMSE = 5.9$ ($n = 140$).



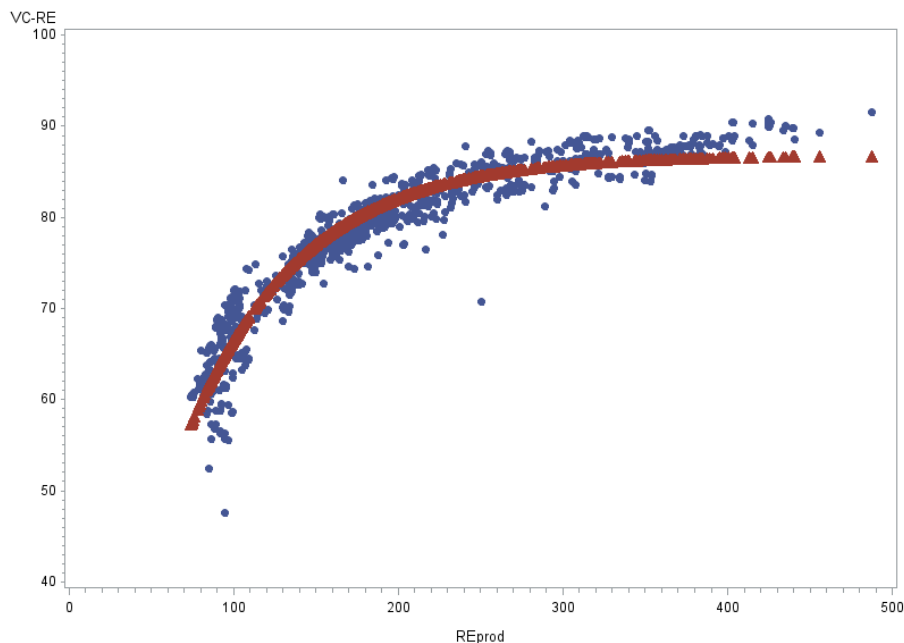
Figuur 8. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg product) voor de mengvoergrondstoffen in de CVB Veevoedertabel exclusief 6 uitbijters met standard residuals kleiner dan -2 of groter dan 2 en waarbij katoenzaadproducten (katoenzaad, katoenzaadschroot en katoenzaadschilfers) en biergist, gedroogd niet zijn meegenomen. De blauwe rondjes zijn de observaties en de rode driehoekjes zijn de gefitte waarden gefit met het kwadratisch-gebroken-lijn model met RE als verklarende variabele en waarbij tevens een breekpunt (R)

van RE is geschat waarbij VC-RE waarden boven het breekpunt lineair gerelateerd zijn aan RE met de factor F. Modeluitkomsten: $L = 86.6 \pm 1.54$, $U = -0.00050 \pm 0.000106$, $R = 320 \pm 27.8$, $V = 0.0168 \pm 0.00660$; $R^2 = 0.783$, $\%CV = 7.8$, $RMSE = 5.9$ ($n = 140$).

Uit een vergelijking van bovenstaande 2-tal schattingsformules om VC-RE te schatten m.b.v. RE_prod lijkt het kwadratisch-gebroken-lijn model in eerste instantie de beste optie doordat het t.o.v. van het exponentiele model een betere schatting geeft van VC-RE van mengvoedergrondstoffen met RE gehalten hoger dan 600 g/kg DS en ten tweede dat dit model een ietwat betere modelfit heeft in vergelijking met de formule die is gebaseerd op de lineaire regressie van RE_prod op VRE_prod.

Resultaten en Discussie m.b.t. dataset met mengvoersamenstellingen zoals gebruikt in de praktijk

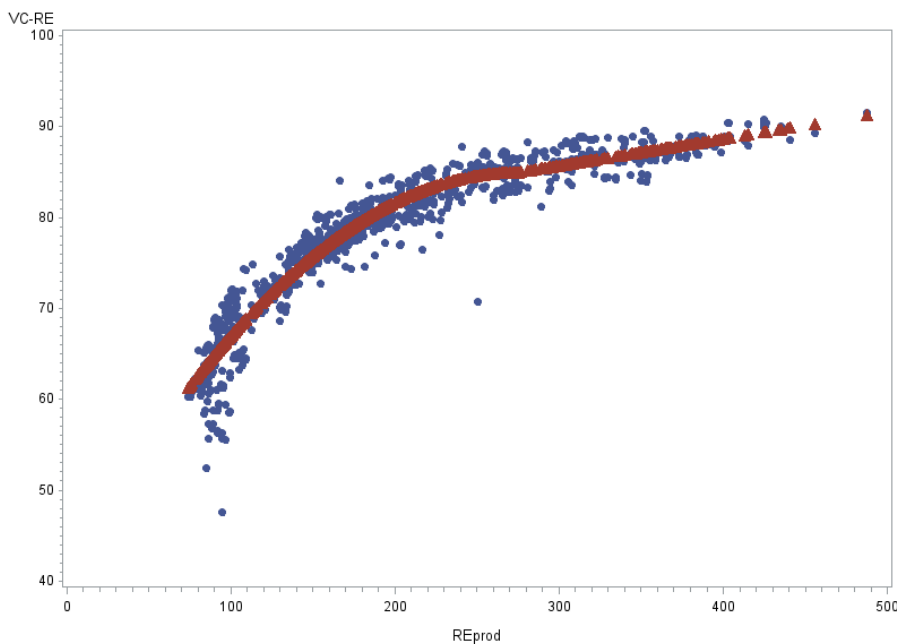
In figuur 9 is het exponentiele model gefit op de dataset van mengvoersamenstellingen van de Heus gebruikt in de praktijk. In het geval de modelresultaten vergeleken worden met de modelresultaten op de voedermiddelen uit de CVB Veevoedertabel (Fig. 7) dan blijkt dat de plateauwaarde van 86.8% een absolute 1.9% lager te liggen dan de plateauwaarde van 88.7 gefit op de dataset van voedermiddelen uit de CVB Veevoedertabel en dat de exponentiele toename ietwat hoger te liggen (0.0128 t.o.v. 0.0120).



Figuur 9. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg product) voor de dataset van mengvoersamenstellingen gebruikt in de praktijk. De blauwe rondjes zijn de observaties en de rode driehoekjes zijn de gefitte waarden gefit met het exponentiele model. Modeluitkomsten: $A = 86.8 \pm 0.14$, $B = 0.0128 \pm 0.00009$, $R^2 = 0.910$, $\%CV = 3.1$, $RMSE = 2.4$ ($n = 1016$).

In figuur 10 is het kwadratisch-gebroken-lijn model gefit op de data van mengvoersamenstellingen gebruikt in de praktijk. In het geval de modelresultaten vergeleken

worden met de modelresultaten op de voedermiddelen uit de CVB Veevoedertabel (Fig. 8) dan blijkt dat de plateauwaarde van 85.0% een absolute 1.6% lager te liggen dan de plateauwaarde (L) van 86.6 gefit op de dataset van voedermiddelen uit de CVB Veevoedertabel, dat het brekpunt (R) iets eerder bereikt is (275 t.o.v. 320), dat de kwadratische toename (U) ietwat hoger ligt (0.00058 t.o.v. 0.00050) en dat de lineaire toename (V) na het bereiken van het brekpunt hoger ligt (0.0296 t.o.v. 0.0168).



Figuur 10. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg product) voor de dataset van mengvoersamenstellingen gebruikt in de praktijk. De blauwe rondjes zijn de observaties en de rode driehoekjes zijn de gefitte waarden gefit met het kwadratisch-gebroken-lijn model met RE als verklarende variabele en waarbij tevens een brekpunt (R) van RE is geschat waarbij VC-RE waarden boven het brekpunt lineair gerelateerd zijn aan RE met de factor F. Modeluitkomsten: $L = 85.0 \pm 0.25$, $U = -0.00058 \pm 0.000025$, $R = 275 \pm 4.6$, $V = 0.0296 \pm 0.00241$; $R^2 = 0.923$, %CV = 2.9, RMSE = 2.2 (n = 1016).

In Tabel 3 zijn goodness-of-fit parameters weergegeven van de relatie tussen VC-RE waarden van de 1016 observaties uit de mengvoerdataset en de voorspelde VC-RE waarden van het exponentiele model en het kwadratisch-gebroken-lijn model die beide zijn gebaseerd op de dataset van 140 voedermiddelen uit de CVB Veevoedertabel.

In Tabel 4 zijn goodness-of-fit parameters weergegeven van de relatie tussen VRE waarden van de 1016 observaties uit de mengvoerdataset en de voorspelde VRE waarden van het exponentiele model en het kwadratisch-gebroken-lijn model die beide zijn gebaseerd op de dataset van 140 voedermiddelen uit de CVB Veevoedertabel. De voorspelde VRE waarden zijn berekend door de voorspelde VC-RE percentages te delen door 100 en vervolgens te vermenigvuldigen met het RE gehalte.

Tabel 3. Goodness-of-fit parameters van de relatie tussen VC-RE (%) waarden van de 1016 observaties (afhankelijke variabele) uit de mengvoerdataset en de voorspelde VC-RE (%) waarden van het exponentiele model en het kwadratisch-gebroken-lijn model die beide zijn gebaseerd op de dataset van 140 voedermiddelen uit de CVB Veevoedertabel (onafhankelijke variabele).

Model	Intercept	helling	R ²	RMSE	%CV	ECT*	ER*	ED*	CCC*
Exponentieel	18.7±0.55	0.781±0.0071	0.922	2.24	2.86	28.3	34.6	37.2	0.918
Kwadratisch-gebroken-lijn	16.3±0.59	0.817±0.0077	0.918	2.29	2.93	42.9	20.4	36.7	0.918

ECT = error in central tendency (of algemene verschil tussen voorspeld en waargenomen); ER = error due to regression (is de mate waarin de regressiehelling afwijkt van één); ED = error due to disturbance (random fout); CCC = concordance correlation coefficient (waarde kan variëren tussen 0 en 1 waarbij een waarde van 1 een perfecte overeenkomst betekent tussen voorspeld en waargenomen).

Tabel 4. Goodness-of-fit parameters van de relatie tussen VRE (g/kg) waarden van de 1016 observaties (afhankelijke variabele) uit de mengvoerdataset en de voorspelde VRE (g/kg) waarden van het exponentiele model en het kwadratisch-gebroken-lijn model die beide zijn gebaseerd op de dataset van 140 voedermiddelen uit de CVB Veevoedertabel (onafhankelijke variabele).

Model	Intercept	helling	R ²	RMSE	%CV	ECT*	ER*	ED*	CCC*
Exponentieel	5.1±0.26	0.983±0.0014	0.998	3.92	2.40	24.2	9.7	66.2	0.998
Kwadratisch-gebroken-lijn	6.4±0.26	0.982±0.0014	0.998	3.93	2.41	40.5	8.3	51.3	0.998

ECT = error in central tendency (of algemene verschil tussen voorspeld en waargenomen); ER = error due to regression (is de mate waarin de regressiehelling afwijkt van één); ED = error due to disturbance (random fout); CCC = concordance correlation coefficient (waarde kan variëren tussen 0 en 1 waarbij een waarde van 1 een perfecte overeenkomst betekent tussen voorspeld en waargenomen). ECT plus ER plus ED is samen 100.

Uit de resultaten van Tabel 3 blijkt dat beide modellen zeer goed in staat zijn om variatie in VC-RE van de 1016 mengvoersamenstellingen te voorspellen. Als er toch een keuze gemaakt moet worden dan lijkt het exponentiele model de beste keuze omdat dit een minder complex model is in vergelijking tot het kwadratisch-gebroken lijn model en omdat bij dit model de meeste onverklaarbare variatie in VRE (zie Tabel 4) zich in het ED (random fout) gedeelte bevindt.

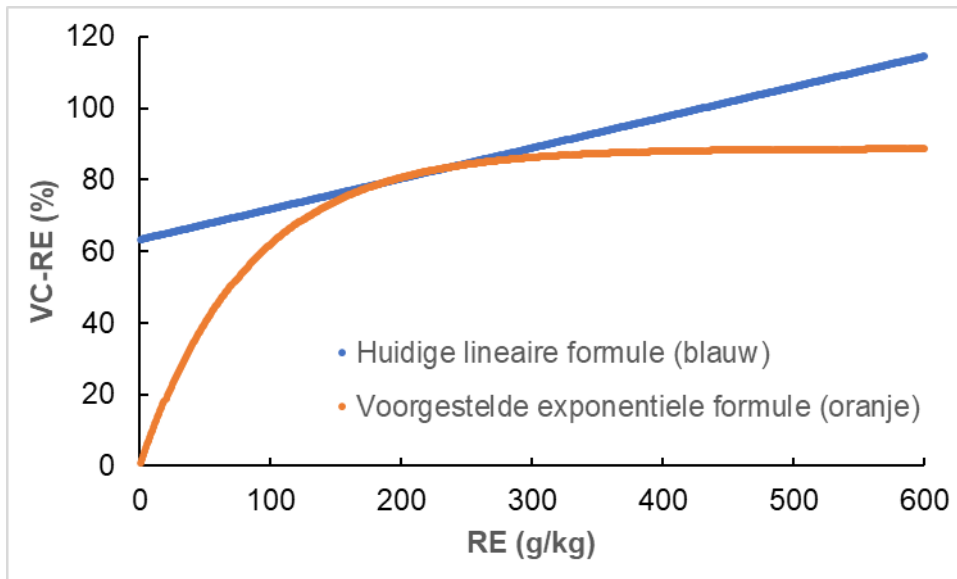
Conclusies en aanbeveling

De in deze studie gefitte exponentiele en kwadratisch-gebroken-lijn modellen voor het verklaren van variatie in VC-RE van mengvoergrondstoffen uit de CVB Veevoedertabel zijn zeer goed toepasbaar voor mengvoermengsels gebruikt in de praktijk. Een logaritmisch model bleek minder geschikt. Omdat het exponentiele model eenvoudiger is toe te passen dan het kwadratisch-gebroken-lijn model en omdat bij dit model de meeste onverklaarbare variatie in VRE zich in het ED (random fout) gedeelte bevindt dan bij het kwadratisch-gebroken-lijn model wordt geconcludeerd dat het exponentiele model het meest geschikt is

voor het verklaren van variatie in mengvoersamenstellingen in de praktijk. Aanbevolen wordt om variatie in VC-RE te voorspellen met het volgende model:

$$\text{VC-RE (\%)} = 88.7 \times (1 - \text{EXP}(-0.0120 \times \text{RE (g/kg product)}))$$

In Figuur 11 is de hierboven aanbevolen exponentiele relatie tussen VC-RE en RE (g/kg) weergegeven inclusief de relatie tussen VC-RE en RE van de huidige formule ($\text{VC-RE (\%)} = 63.26 + 0.0854 \times \text{RE (g/kg)}$).



Figuur 11. Relatie tussen VC-RE (%) en RE (g/kg) voor de huidige gebruikte lineaire formule ($\text{VC-RE (\%)} = 63.26 + 0.0854 \times \text{RE (g/kg)}$) en de in dit document voorgestelde exponentiele formule ($\text{VC-RE (\%)} = 88.7 \times (1 - \text{EXP}(-0.0120 \times \text{RE (g/kg)}))$).

Uit Figuur 11 blijkt duidelijk dat slechts voor een beperkt traject (ruwweg het traject van RE gehalten tussen 160 en 270 g/kg) de voorspelde VC-RE waarden van de huidige lineaire regressieformule overeenkomt met de voorspelde VC-RE waarden van de nieuwe voorgestelde exponentiele formule.

Door Johan de Boer is geëvalueerd wat toepassen van de nieuw aanbevolen exponentiele formule voor effect heeft op berekende N-excretie en NH₃ emissie van Kringloopwijzer gegevens van 979 melkveebedrijven uit het jaar 2019. In het geval de nieuw aanbevolen exponentiele model wordt gebruikt t.o.v. de huidige formule om VC-RE te voorspellen dan blijkt voor een grote dataset (N = 979) van gegevens van KLV-bedrijven van het jaar 2019 dat toepassen van de nieuwe exponentiele formule resulteert in een gemiddeld 0.1% hogere N-excretie (range: -0.0 – 0.7%) en een 1.1% lagere NH₃ emissie (range: -6.5 – 0.4%).

Wouter Spek

Wageningen Livestock Research, 13-4-2021

Verantwoording.

De studie is uitgevoerd op verzoek van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) ten behoeve van de update en actualisatie van de Handreiking BEX in 2021. Conceptversies van de notitie zijn becommentarieerd en de finale versie geaccepteerd door Jan Dijkstra (Wageningen Universiteit; Diervoeding), Johan de Boer en Michel de Haan (Wageningen Livestock Research) en Oene Oenema (vz. CDM). Het beschikbaar stellen van een uitgebreide dataset door Koninklijke De Heus BV en het overleg daarover met Jacob Goelema is zeer op prijs gesteld. Het finale concept is op 29-03-2021 besproken met de klankbordgroep, met vertegenwoordigers van het Ministerie van LNV, NVWA, en Zuivel.nl.

Referenties

CVB Veevoedertabel 2021. www.cvbdiervoeding.nl.

Handreiking BEX 2020. Handreiking bedrijfsspecifieke excretie. Ministerie LNV.

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/07/20190719%20Handreiking%20Bedrijfsspecifieke%20excretie%20melkvee%202019.pdf>.

Bijlage Overzicht mengvoedergrondstoffen gebruikt voor analyse

Tabel 5. Overzicht mengvoedergrondstoffen uit de CVB Veevoedertabel gebruikt voor de analyses in dit document.

Mengvoedergrondstof	klasse	subklasse	VC_RE (%)	RE (g/kg DS)	RC (g/kg DS)	RVET(h) (g/kg DS)	ZETam (g/kg DS)	RVET (g/kg DS)
Johannesbrood			2.2	47	75	9	0	9
Melasse, riet-,	SUI > 475 g/kg		11.0	57	8	1	0	1
Aardappelvezels, gedroogd	CP < 90 g/kg		15.9	69	187	3	286	3
Aardappelchips			19.7	61	12	312	462	312
Melasse, riet-,	SUI < 475 g/kg		21.2	71	8	1	0	1
Aardappelen, gedroogd			39.3	104	28	4	668	4
Aardappelvezels, gedroogd	RE 90 - 130 g/kg		42.1	109	171	4	277	4
Rijstafvallen			43.1	75	291	57	139	57
Havermoutafvalmeel			43.4	53	295	20	200	20
Rijst	ruw, met dop		46.6	82	115	21	522	21
Citruspulp			48.7	70	139	23	11	23
Sorghum			48.8	99	26	32	695	32
Rijst	ontdopt, gepolijst		49.3	88	8	9	808	9
Sojabonenschillen	RC > 360 g/kg		51.3	114	406	18	7	18
Bietenpulp, gedroogd	SUI < 100 g/kg		51.8	84	196	10	8	10
Sojabonenschillen	RC 320 - 360 g/kg		54.9	119	389	24	8	24
Luzernemeel/-brok	RE < 140 g/kg		55.6	109	327	19	12	19
Cichoreipulp, gedroogd			56.3	93	214	18	7	18
Maisvoerbloem			58.6	86	9	14	783	14
Grasmeel/-brok	RE < 140 g/kg		58.6	132	253	27	14	27
Mais			58.9	87	28	43	690	43
Mais, ontsloten			59.5	89	21	37	696	37
Bietenpulp, gedroogd	SUI 100 - 150 g/kg		59.9	98	184	9	8	9
Palmpitten			62.2	98	104	512	2	512
Graszaad			62.8	124	121	13	495	13
Rijstevoermeel	RAS > 90 g/kg		63.3	150	66	194	236	194
Maisvoerschroot			63.3	100	29	38	564	38
Rijstevoermeel	RAS < 90 g/kg		63.8	155	62	178	293	178
Maisvoermeel			63.8	101	47	72	527	72
Grasmeel/-brok	RE 140 - 160 g/kg		64.2	163	228	35	14	35
Rijstevoerschroot			64.3	158	126	17	300	17
Maiszemelgrint			64.6	104	102	46	338	46
Bietenpulp, gedroogd	SUI 150 - 200 g/kg		65.9	107	151	8	8	8
Luzernemeel/-brok	RE 140 - 160 g/kg		67.4	167	313	24	12	24
Grasmeel/-brok	RE 160 - 200 g/kg		67.6	190	227	41	14	41
Saffloerzaad			67.8	135	375	301	0	301
Sojabonenschillen	RC < 320 g/kg		67.8	146	347	32	10	32
Bietenpulp, gedroogd	SUI > 200 g/kg		68.0	112	143	8	8	8
Tarweglutenvoer, gedroogd	RAS < 40 g/kg		68.5	162	62	35	331	35
Luzernemeel/-brok	RE 160 - 180 g/kg		69.6	184	302	27	12	27
Tarweglutenvoer, gedroogd	RAS 40 - 50 g/kg		69.6	173	89	50	217	50

Tarweglutenvoer, gedroogd	RAS > 60 g/kg	69.9	176	71	45	208	45
Millet (gierst)		70.2	126	112	45	564	45
Tarweglutenvoer, gedroogd	RAS 50 - 60 g/kg	70.8	185	90	50	204	50
Havervoermeel		70.9	103	133	50	304	50
Grasmeel/-brok	RE > 200 g/kg	70.9	227	219	44	14	44
Millet (parelgierst)		71.6	134	21	50	665	50
Triticale		71.8	119	25	15	630	15
Rogge		72.1	107	24	15	591	15
Luzernemeel/-brok	RE > 180 g/kg	72.1	210	257	32	12	32
Kokosschilfers	RVET > 100 g/kg	72.4	223	135	129	12	129
Kokosschilfers	RVET < 100 g/kg	72.4	224	125	94	12	94
Tarwemaalderijproducten	Tarwezemelen	72.9	162	144	33	117	33
Melasse, biet-		73.0	124	0	3	0	3
Gerstevoermeel		73.1	133	155	43	228	43
Katoenzaad	niet ontdopt, RC > 100 g/kg	73.3	227	259	211	0	211
Haver		73.6	114	121	49	426	49
Gerst		73.7	117	54	21	574	21
Kokosschroot		73.8	250	141	26	10	26
Boekweit		74.1	131	129	22	527	22
Tarwe		74.4	127	26	17	647	17
Palmpitschilfers	RC > 180 g/kg	74.6	164	213	92	2	92
Hennepzaad		75.0	214	185	346	0	346
Moutkiemen	RE < 200 g/kg	75.0	203	139	20	132	20
Bierbostel, gedroogd		75.0	271	144	73	44	73
Maisglutenvoer	RE < 200 g/kg	75.0	210	82	22	183	22
Palmpitschroot	RC > 190 g/kg	75.3	171	233	18	2	18
Maanzaad		75.4	221	59	472	0	472
Palmpitschilfers	RC < 180 g/kg	75.5	173	182	93	3	93
Tarwemaalderijproducten	Tarwezemelgrint	75.5	172	125	36	159	36
Zonnebloemzaad	niet ontdopt, RC > 200 g/kg	75.7	150	295	396	4	396
Maisspoeling, gedroogd		75.8	290	79	110	60	110
Palmpitschroot	RC < 190 g/kg	76.0	177	194	27	2	27
Maisglutenvoer	RE 200 - 230 g/kg	76.3	230	85	34	136	34
Katoenzaadschroot	niet ontdopt, RC > 200 g/kg	76.9	313	230	40	22	40
Moutkiemen	RE > 200 g/kg	77.2	238	135	20	110	20
Weipoeder		77.3	132	0	9	0	9
Tarwemaalderijproducten	Tarwegries	77.3	175	101	41	209	41
Broodmeel		77.4	138	12	49	557	49
Roggegries		77.5	162	69	37	148	37
Katoenzaadschilfers	niet ontdopt, RC > 210 g/kg	77.5	333	249	66	12	66
Gersteslijpmeel		77.6	150	122	51	264	51
Raapzaad		77.6	207	123	456	16	456
Maiskiemschroot		77.7	258	102	29	243	29
Bonen (Phaseolus), verhit		77.7	266	52	19	378	19
Maisglutenvoer	RE > 230 g/kg	78.2	270	83	34	109	34
Tarwemaalderijproducten	Tarwevoermeel	78.6	177	83	42	265	42

Katoenzaadschilfers	ged. ontdopt, RC 140 - 210 g/kg	78.8	389	182	79	12	79
Zonnebloemzaad	ged. ontdopt, RC 90 - 200 g/kg	79.0	180	191	470	4	470
Katoenzaadschroot	ged. ontdopt, RC 140 - 200 g/kg	79.1	406	186	28	22	28
Haver, gepeld		79.3	145	15	71	614	71
Nigerzaad		79.5	222	158	447	9	447
Katoenzaad	ontdopt, RC < 100 g/kg	79.5	431	30	329	0	329
Katoenzaadschilfers	ontdopt, RC < 140 g/kg	79.8	446	139	112	12	112
Tarwemaalderijproducten	Tarwevoerbloem	80.1	175	51	43	383	43
Lijnzaad		80.3	230	103	435	15	435
Katoenzaadschroot	ontdopt, RC < 140 g/kg	80.3	486	134	34	22	34
Zonnebloemzaadschilfers	niet ontdopt, RC > 315 g/kg	80.7	200	407	113	2	113
Tarwemaalderijproducten	Tarwebloem	80.7	162	13	27	645	27
Biergist, gedroogd		82.1	496	19	8	73	8
Erwten		82.4	232	61	12	480	12
Zonnebloemzaad	ontdopt, RC < 90 g/kg	82.4	226	81	563	4	563
Tarwekiemzemelen		82.7	206	60	53	296	53
DDGS, Mais		82.7	296	75	138	32	138
Sesamzaad		83.2	234	46	455	0	455
Raapzaadschilfers		83.5	349	135	112	8	112
Raapzaadschroot bestendig, Mervobest		84.2	379	151	34	12	34
Linzen		84.2	264	52	15	473	15
Raapzaadschroot	RE < 370 g/kg	84.3	384	141	32	9	32
DDGS, Tarwe		84.3	353	77	74	12	74
Paardebonen bontbloeiend		84.4	293	89	13	378	13
Vinasse, biet	RE < 240 g/kg	84.5	316	2	.	0	.
Paardebonen, witbloeiend		84.7	304	95	11	388	11
Raapzaadschroot	RE > 370 g/kg	85.1	427	128	20	12	20
Lijnzaadschroot		85.1	367	110	34	40	34
Lijnzaadschilfers		85.2	368	97	87	25	87
Grondnoten	niet ontdopt, RC > 85 g/kg	85.4	260	185	375	66	375
Zonnebloemzaadschroot	niet ontdopt, RC > 245 g/kg	85.9	307	302	18	9	18
Zonnebloemzaadschilfers	ged. ontdopt, RC 200 - 315 g/kg	86.4	323	245	104	4	104
Weipoeder, melksuikerarm	RAS > 210 g/kg	86.7	225	0	43	0	43
Vinasse, biet	RE > 240 g/kg	86.7	412	0	3	0	3
Zonnebloemzaadschroot	ged. ontdopt, RC 195 - 245 g/kg	87.0	345	251	18	3	18
Grondnoten	ontdopt, RC < 85 g/kg	87.2	308	25	526	66	526
Zonnebloemzaadschilfers	ontdopt, RC < 200 g/kg	87.4	362	194	96	5	96
Zonnebloemzaadschroot	ged. ontdopt, RC 150 - 195 g/kg	88.3	408	195	10	9	10

Weipoeder, melksuikerarm	RAS < 210 g/kg		88.6	264	0	56	0	56
Sorghumglutenmeel			88.7	478	40	60	273	60
Grondnootschilfers	niet ontdopt, RC > 145 g/kg		88.8	371	168	104	66	104
Tarwekiemen			88.8	303	40	97	234	97
Aardappeleiwit	RAS > 10 g/kg		89.0	856	10	12	1	12
Aardappeleiwit	RAS < 10 g/kg		89.1	878	7	12	1	12
Sojaschroot bestendig: Mervobest soja			89.2	519	68	20	11	20
Lupinen	RE < 335 g/kg		89.2	339	171	58	13	58
Sojaschroot bestendig: CovaSoy			89.3	530	49	18	7	18
Melkpoeder, volle-			89.4	282	0	256	0	256
Sojabonen, rauw			89.7	403	55	220	8	220
Sojabonen, verhit			89.7	403	55	220	8	220
Sesamzaadschilfers			89.7	478	66	121	0	121
Sesamzaadschroot			89.8	482	131	18	0	18
Grondnootschilfers	ged. ontdopt, RC 75 - 145 g/kg		90.4	460	103	95	66	95
Sojaschilfers			90.7	480	69	88	9	88
Sojaschroot	RC > 70 g/kg		90.7	480	86	17	14	17
Lupinen	RE > 335 g/kg		90.8	410	156	53	24	53
Grondnootschroot	ontdopt, RC < 75 g/kg		90.9	500	70	13	66	13
Sojaschroot	RC 45 - 70 g/kg	RE < 450 g/kg	90.9	495	72	17	10	17
Grondnootschilfers	ontdopt, RC < 75 g/kg		91.0	511	65	87	66	87
Sojaschroot	HiPro RC < 45 g/kg	RE < 485 g/kg	91.4	532	42	15	12	15
Sojaschroot	RC 45 - 70 g/kg	RE > 450 g/kg	91.4	533	55	18	6	18
Sojaschroot	HiPro RC < 45 g/kg	RE > 485 g/kg	91.6	557	41	15	9	15
Grondnootschroot	ged. ontdopt, RC 75 - 145 g/kg		91.6	571	125	10	66	10
Melkpoeder, mager			92.0	375	0	9	0	9
Maisglutenmeel			94.7	672	11	66	196	66
Caseine			95.1	952	0	12	0	12
Tarweglutenmeel			96.5	857	5	62	32	62
Tapiocazetmeel			100.0	13	2	2	972	2