

Kreeften voor de zwijnen werpen

Rivierkreeften als mogelijke grondstof voor diervoeders

Lucian Miron, Menno Thomas, Fabrice Ottburg & Ivo Roessink



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Kreeften voor de zwijnen werpen

Rivierkreeften als mogelijke grondstof voor diervoeders

Lucian Miron¹, Menno Thomas¹, Fabrice Ottburg² & Ivo Roessink²

1 Zetadec

2 Wageningen Environmental Research

Dit onderzoek is gesubsidieerd door de Europese Unie, Europees Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij, in het kader van het samenwerkingsproject tussen wetenschap en visserij Kennisplatform Rivierkreeft II.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, augustus 2022

Gereviewd door:

Dr A.F.B. van der Poel, Animal Nutrition group, Wageningen University

Akkoord voor publicatie:

Sara Ahrari, teamleider van team Environmental Risk Assessment

Rapport 3187

ISSN 1566-7197

ISBN 978-94-6447-331-5

Lucian Miron, Menno Thomas, Fabrice Ottburg & Ivo Roessink, 2022. *Kreeften voor de zwijnen werpen; Rivierkreeften als mogelijke grondstof voor diervoeders*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3187. 38 blz.; 8 fig.; 20 tab.; 8 ref.

Rivierkreeften houden de gemoederen flink bezig in waterbeheerend Nederland. Hun graafactiviteit en negatieve impact op het aquatische ecosysteem, maken dat veel pogingen tot verwijdering dan wel bestrijding worden ondernomen. Wat er daarna met de rivierkreeften gedaan moet worden, is echter een onderbelicht thema. Deze verkenning onderzoekt of rivierkreeften geschikt zijn als ingrediënt voor (huis)diervoeders en is gebaseerd op de nutriënten- en energieinhoud die nodig is voor specifieke voeders. Tevens is meegenomen bij welke interventieprijs het economisch aantrekkelijk wordt om kreeftenmeel te gaan gebruiken.

Freshwater crayfish have the attention of watermanagers in The Netherlands because of their burrowing activity and negative impact on aquatic ecosystems. As a result, several attempts are being undertaken to remove the crayfish. However, no attention is given to the follow-up step in this process: i.e. what to do with all those crayfish? This investigation will focus on the potential use of freshwater crayfish in animal feed. This will be based on crayfish nutrient and energy composition, the requirements of specific feeds and the intervention costs (i.e. the costs under which it becomes economically viable to incorporate crayfish in feed).

Trefwoorden: rivierkreeft, (huis)diervoeder, interventieprijs, varken, pluimvee, hond, kat

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/574427> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2022 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3187 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: zwemmend varken op zoek naar rivierkreeften? Foto: Fabrice Ottburg©.

Inhoud

Verantwoording	5	
Woord vooraf	7	
Samenvatting	9	
1	Introductie	11
	1.1 Algemeen	11
	1.2 Doelen	12
2	Materiaal en methoden	13
3	Huisdierenvoeding formulering	14
	3.1 Huisdiervoeding in het algemeen	14
	3.2 Kreeftenmeel in hondenvoer formuleringen	15
	3.3 Kreeftenmeel in kattenvoer formuleringen	17
4	Varkensvoer formulering	20
	4.1 Varkensvoer in het algemeen	20
	4.2 Kreeftenmeel in de voersamenstelling voor lacterende zeugen	21
	4.3 Kreeftenmeel in de voersamenstelling voor vleesvarkens (45-110 kg)	24
5	Pluimveevoer	27
	5.1 Pluimveevoerders in het algemeen	27
	5.2 Verwerking van kreeftenmeel in de formulering voor vleeskuikens (11-24 dagen)	27
	5.3 Kreeftenmeel in de voersamenstelling voor legkippenvoer	31
6	Conclusies	34
Literatuur		35
Bijlage 1	Chemische analyse van kreeftenmeel en energiegehalten	36

Verantwoording

Rapport: 3187

Projectnummer: 5200045850

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: UHD/Externe onderzoeker

naam: Dr ir A.F.B. van der Poel

datum: 9 juni 2022

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Sara Ahrari

datum: 16 juni 2022

Woord vooraf

Invasieve rivierkreeften houden de gemoederen in waterbeherend Nederland momenteel flink bezig. De diertjes verspreiden zich razendsnel over het Nederlandse oppervlaktewater en zorgen voor overlast door hun graafgedrag en negatieve invloed op het onderwaterleven. Verschillende initiatieven zijn de laatste jaren ontplooid om de rivierkreeften weg te vangen of meer te weten te komen over hun gedrag en levenswijze onder Nederlandse omstandigheden. Wat echter in alle gevallen wordt aangenomen, is dat weggevangen rivierkreeften vrijwel vanzelf hun weg naar de reguliere handel voor humane consumptie zullen vinden. Deze aanname is echter niet correct: alleen de grote exemplaren zijn geschikt voor consumptie en als er nu daadwerkelijk een bestrijdingsvisserij gaat plaatsvinden, komt er meteen een heel veel groter volume aan rivierkreeft beschikbaar, wat de huidige structuur van de markt voor kreeften voor de nodige uitdagingen zal stellen.

Mocht er daadwerkelijk een grote aanvoer van kreeften komen, dan is er een verwerking nodig die hierop kan inspelen. Een mogelijke optie hiervoor kan de diervoederindustrie zijn. Deze industrie is altijd op zoek naar ingrediënten die tegen een aantrekkelijke prijs een goed rendement kunnen geven en tevens heeft zij een infrastructuur die gebaseerd is op tonnages in plaats van kilo's, wat het verwerken van bulkhoeveelheden mogelijk maakt.

In dit rapport wordt een eerste verkenning gemaakt of rivierkreeften een mogelijk ingrediënt voor (huis)diervoeders kunnen zijn. Deze verkenning vindt plaats op basis van de samenstelling van rivierkreeften, de bruikbaarheid van deze samenstelling voor verschillende diervoeders en de zogenaamde interventieprijs¹, het punt waarop de inzet van kreeftenmeel economisch interessant kan worden.

De uitkomsten van deze verkenning zullen aangeven of het gebruik van rivierkreeften in diervoeders een haalbare optie is of dit met enige aanpassingen wellicht kan worden.

De auteurs

¹ De interventieprijs is een begrip uit de optimalisatie van diervoeders m.b.v. de techniek 'lineair programmeren', waarbij de interventieprijs de waarde van een grondstof weergeeft waarvoor deze grondstof wordt opgenomen in de formulering. Indien de marktwaarde lager is dan de interventieprijs, kan de grondstof worden opgenomen; indien de interventieprijs hoger is, is het niet wenselijk om de grondstof mee te nemen.

Samenvatting

Sinds meer dan een eeuw zijn in West-Europa al dan niet opzettelijk uitheemse Amerikaanse rivierkreeften geïntroduceerd. Deze Amerikaanse rivierkreeften gedijen goed in de Nederlandse wateren en de meest voorkomende soorten in Nederland zijn op dit moment de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (*Faxonius limosus*) en de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*). Met name deze laatste soort is een van de notoireste invasieve soorten wereldwijd, waardoor er ook veel informatie over beschikbaar is. Om te kijken of rivierkreeften ook als ingrediënt voor (huis)diervoeders geschikt zijn, wordt in deze verkenning gekeken of dit kan op basis van hun samenstelling en bij welke interventieprijs dit economisch haalbaar is voor honden-, katten-, varkens- en pluimveevoer.

De rivierkreeftensoort die als voorbeeld genomen wordt in dit onderzoek, is de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*). Deze bestaat grofweg uit 40% ruw eiwit, 4,9% ruw vet, 11,5% ruwe vezel en 32,6% ruwe as. Daaruit volgt dat *Procambarus clarkii* een mogelijk goede alternatieve bron van dierlijke eiwitten is voor gebruik in zowel honden-, katten-, varkens- als pluimveevoeders.

Hoewel er veel huisdieren gehouden worden in Nederland, is de bulk van de voederindustrie gericht op voeders voor vleesvarkens en pluimvee. Om een schatting te krijgen van hoeveel kreeftenmeel er in theorie verwerkt kan worden, is derhalve uitgegaan van de volumes geproduceerd voeder voor vleesvarkens, vleeskuikens en legkippen. De totale hoeveelheid kreeftenmeel die hiervoor gebruikt kan worden, is daarmee 193.250 ton per jaar.

Als de prijs van kreeftenmeel lager ligt dan haar zogenaamde interventieprijs is het economisch rendabel om kreeftenmeel te gaan gebruiken. Deze interventieprijs varieert momenteel van € 534,00- (vleesvarkensvoer) tot € 369,00- (hondenvoeder), wat dus een maximum- en een minimumprijs betreft. Omgerekend betekent dit dat kreeftenmeel voor de diervoederindustrie beschikbaar moet zijn voor € 0.37 tot € 0.53 per kg. Op dit moment kan de reguliere handel vanuit de beroepsvissers de rivierkreeft niet voor dit bedrag leveren. Zowel de inzet van de vissers als het verwerken van de rivierkreeft tot kreeftenmeel kan niet uit deze prijzen betaald worden. Hiermee is het zeer onwaarschijnlijk geworden dat het gebruik van rivierkreeften voor diervoeders een rendabele, op zichzelf staande economische activiteit kan worden.

Mocht het verdienmodel aan de aanleveringskant echter veranderen doordat er bijvoorbeeld gesubsidieerd gevangen wordt of andere vangstmethoden beschikbaar komen waardoor er meer bulk met minder inspanning gevangen wordt, dan zou het verwerken in diervoeders economisch wellicht interessant kunnen worden. De volgende uitdaging zou dan zijn om een constante aanvoer in volume en kwaliteit van rivierkreeften te garanderen.

1 Introductie

1.1 Algemeen

Sinds meer dan een eeuw zijn in West-Europa al dan niet opzettelijk uitheemse Amerikaanse rivierkreeften geïntroduceerd. De Amerikaanse rivierkreeften gedijen goed in de Nederlandse wateren en de meest voorkomende soorten in Nederland zijn op dit moment de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (*Faxonius limosus*) en de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*, zie Figuur 1). Met name deze laatste soort is een van de meest notoire invasieve soorten wereldwijd. *Procambarus clarkii* is succesvol doorgedrongen in veel verschillende landen, uitgezonderd Antarctica en Australië, vanwege zijn hoge vruchtbaarheid en tolerantie voor slechte waterkwaliteit (El-Kholie et al., 2012).



Figuur 1 De rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*, foto: Fabrice Ottburg©) en het verspreidingsbeeld in Nederland t/m 2020.

De opmars van dergelijke uitheemse rivierkreeftensoorten in de Nederlandse wateren leidt dan ook tot zorgen over de mogelijke impact op flora, fauna en infrastructuur, waardoor bestrijding van deze dieren een onderwerp van discussie geworden is onder waterbeheerders. Wat echter een interessante vervolgvraag is, is wat er vervolgens gedaan moet worden met alle weggevangen rivierkreeften. Kan de huidige markt voor humane consumptie dit opvangen of komt er een dusdanige bulkhoeveelheid aan rivierkreeft vrij dat er een alternatief gebruik voor gevonden moet worden? Om een antwoord op de laatste vraag te vinden, is er een verkenning uitgevoerd naar het mogelijke gebruik van rivierkreeften in voer voor (landbouw)huisdieren (Roessink en Ottburg, 2021).

Op zich is dit geen vreemde gedachte, omdat verschillende aquatische dieren, zoals vis, rivierkreeft, garnaal en krab nu al als een alternatieve bron van voedingseiwitten voor dieren gebruikt worden. Lokaal worden bijproducten zoals vismeel, gemalen rivierkreeft, gemalen garnalenafval en zelfs gemalen kikkerafval toegevoegd aan diervoeding als eiwit-supplement. Hiermee worden de hoge kosten van conventionele eiwit-supplementen vermeden (Ojewola en Udom, 2005).

De kosten van de doorgaans dure eiwitbronnen maken dat hun inzet in voeders scherp gekalibreerd wordt. Het voeren van een overmaat aan energie en nutriënten die niet meer wordt gebruikt door het dier in kwestie leidt doorgaans tot verspilling van economisch waardevolle materialen en blootstelling van het milieu aan hoge nutriëntconcentraties.

Dit heeft ertoe geleid dat de nutritionele en energetische behoefte van groeiende dieren zeer goed gedefinieerd is (Moughan et al., 2018). Een groeiend dier heeft behoefte aan energie, wat gedefinieerd kan worden volgens deze vergelijking, uitgedrukt in het zogenaamde NE (Net Energy) systeem:

$$NE_{Behoeft} = NE_{Onderhoud} + NE_{Eiwitafzetting} + NE_{Vetafzetting} \quad (1)$$

Het selecteren van de juiste ingrediënten kan erg tijdrovend zijn, maar door een zorgvuldige selectie van de juiste ingrediënten wordt ineffektieve inzet van materialen voorkomen, hetgeen leidt tot een reductie in de totale voedingskosten.

Ingrediënten van voeders worden vooraleerst geselecteerd op basis van chemische samenstelling, kosten en beschikbaarheid. Een belangrijk criterium hierbij is de energieconcentratie. Zodra de benodigde voedingswaarden zijn vastgesteld, is de volgende stap het selecteren van die ingrediënten die deze voedingswaarde bieden tegen zo laag mogelijke kosten, waarbij andere factoren als voedselveiligheid, beschikbaarheid en hanteerbaarheid ook meegewogen worden. Deze methode wordt lineair programmeren (LP) genoemd en is bedoeld om de best mogelijke uitkomst te vinden (zoals maximumwinst of minimale kosten) binnen een reeks beperkingen die wiskundig gedefinieerd worden (Suresh, 2016).

Om zeker te zijn dat de beste voedingswaarde verkregen wordt, bevatten de formules minimale en maximale grenswaarden voor de meeste ingrediënten. Deze grenzen worden toegepast om incorrecte ingrediëntspecificaties tegen te gaan, ingrediënten te limiteren die de fysieke kwaliteiten van het voer mogelijk nadelig beïnvloeden (kwaliteit van de pellet, begrenzing van de capaciteit van de gebruikte machines, een te lage bulk dichtheid) en om het gebruik van ingrediënten met een lage beschikbaarheid te reduceren of te verhinderen (Moughan et al., 2018).

1.2 Doelen

Het belangrijkste streven van dit project is de verkenning van het mogelijke gebruik van rivierkreeften of bijproducten afgeleid van rivierkreeften, in de diervoeding of in diervoedingssupplementen. Daartoe wordt de waardeanalyse (schaduwprijsberekening d.m.v. de minimale kostenmethode) van gemalen rivierkreeft, ofwel kreeftenmeel, gebruikt voor het evalueren van de verwerking van een typische samenstelling van kreeftenmeel in:

- Huisdierenvoeding (volwassen honden en katten)
- Voeding voor lacterende zeugen
- Voeding voor groeiende varkens (45-110 kg)
- Vleeskippen-voeding
- Legkippen-voeding

2 Materiaal en methoden

De rivierkreeftensoort die als voorbeeld genomen wordt in dit onderzoek is de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*). Deze soort is op het moment de meest verhandelde rivierkreeft in Nederland en zorgt tevens voor de meeste overlast. Ook is er van deze soort detailinformatie over de samenstelling beschikbaar (zie Bijlage 1) en nemen we deze samenstelling vooralsnog als voorbeeld voor andere soorten rivierkreeften.

De basisanalyse (Ahmad et al., 2013; Santhanam, 2015, zie Bijlage 1) laat zien dat *Procambarus clarkii* bestaat uit 40% ruw eiwit, 4,9% ruw vet, 11,5% ruwe vezel en 32,6% ruwe as. Daaruit volgt dat *Procambarus clarkii* een mogelijk goede alternatieve bron van dierlijke eiwitten is voor gebruik in diervoeding.

Belangrijk om op te merken is dat in dit onderzoek de gemalen rivierkreeft ook een exoskelet bevat. Het exoskelet vertegenwoordigt in de formulering voor diervoeders het zogenaamde asgehalte. Het mogelijke effect van een scheiding van het exoskelet uit het daadwerkelijke kreeftenmeel is in dit onderzoek niet meegenomen, omdat dit een extra verwerkingsstap (en dus extra kosten) betreft die momenteel niet wordt uitgevoerd. Het is echter de verwachting dat de voedingswaarde van het kreeftenmeel stijgt wanneer het chitinehoudende exoskelet wordt weggelaten.

Of het gebruik van kreeftenmeel in een specifiek voer wel of niet mogelijk is, hangt niet alleen af van de eiwit- en energiesamenstelling van het kreeftenmeel, maar ook of de kosten hiervan kunnen concurreren met de kostprijs van de huidige ingrediënten uit deze voeders. Dit komt tot uitdrukking in de zogenaamde interventieprijs. Indien kreeftenmeel onder deze prijs geleverd kan worden, is er een mogelijkheid tot 'interventie' (lees: vervanging).

De techniek voor het berekenen van de interventieprijs is de wiskundige techniek genaamd 'lineair programmeren'. Hierbij is een database beschikbaar met chemische en nutritionele kenmerken van verschillende voor diervoeders te gebruiken grondstoffen, inclusief de prijs van deze grondstoffen. Verder is een lijst beschikbaar met de minimale en maximale energiehoeveelheid, aminozuur- en vetzuurbehoeften van het doeldier in een specifieke levensfase. Aanvullende eisen kunnen worden gesteld aan inclusiepercentage van bepaalde componenten. Zo is het gebruikelijk dat 1% van de formulering bestaat uit een mineralen- of vitaminen-premix die de door het dier benodigde micronutriënten waarborgt. De techniek van het lineair programmeren combineert de aangeboden grondstoffen tot wordt voldaan aan alle nutritionele en inclusie-eisen van de gebruiker, tegen de minimale totale kostprijs van het recept. Echter, vaak wordt de techniek van het lineair programmeren ook gebruikt om strategische beslissingen door te rekenen. Het betreft dan vaak de waarde van een bepaalde grondstof op een (termijn)markt waarbij wordt gekeken naar de waarde van de nutriënten t.o.v. de benodigde toekomstige hoeveelheden. Eveneens wordt gekeken wat de waarde van alternatieve grondstoffen is en in welke range zulke grondstoffen kunnen worden opgenomen in (toekomstige) rantsoenen. Enige begrippen die relevant zijn m.b.t. de techniek van het lineair programmeren zijn:

- Min/max-waarden: door de nutritionist gestelde waarden waaraan de formulering qua nutriënten of grondstoffen moet voldoen. Bijv. minimaal 220 gr/kg eiwit en maximaal 5% tarwegries in de formulering.
- Marginale kosten: indien een minimum- of maximumgrens wordt bereikt, geven de marginale kosten aan wat de geldelijke waarde is van het verruimen van de eis.
- Limiet prijzen: geven aan waarbinnen de prijzen van de grondstof mogen fluctueren zonder de einduitkomst van de berekening te beïnvloeden.
- Huidige prijs: de waarde waarvoor de grondstof is aangekocht.
- Interventieprijs: de geldelijke waarde van een (nieuwe) grondstof in de receptuur.

De techniek van het, door middel van lineair programmeren, berekenen van de diervoeder samenstelling heeft bijgedragen aan de hoge kwaliteit en de economische efficiëntie van het gebruik van diervoeder en hun grondstoffen. Grondstoffen treden in open competitie met elkaar v.w.b.t. hun nutriënten en de waarde ervan. Indien de grondstof onvoldoende nutriënten biedt voor het prijsniveau wordt deze grondstof *niet* opgenomen.

3 Huisdierenvoeding formulering

3.1 Huisdiervoeding in het algemeen

Huisdierenvoerders worden zo geformuleerd dat het enerzijds aangenaam smaakt en anderzijds zorgt voor een lang en gezond leven van het huisdier.

De meeste commerciële diervoedingsproducten worden zo samengesteld dat ze nutriënten bevatten die nodig zijn voor specifieke levensfasen van het dier. Huisdiervoeding-formuleringen hebben ook als doel obesitas bij huisdieren te verhinderen en aan te pakken. Dit moet er in resulteren de specifieke kwaliteit van de stoelgang en de daadwerkelijke vacht conditie (als de eigenaars perceptie daarop) te verbeteren (Moughan and Hendriks, 2018).



Figuur 2 Commerciële diervoedingsproducten worden zoveel mogelijk aangepast op de specifieke nutritionele en energetische behoefte van de huisdieren en de levensfase waar ze zich in bevinden (foto: shutterstock).

3.2 Kreeftenmeel in hondenvoer formuleringen

In Tabel 1 worden de ingrediënten-, nutritionele en energiebehoeften van een volwassen hond getoond.

Tabel 1 Ingrediëntvereisten en berekende nutritionele behoefte (afgerond op 2 decimalen) van een volwassen hond gebaseerd op de nutritionele behoefte in de praktijk (overgenomen uit NRC, 2006).

Ruwe Stof Code	Ruwe stof	Eenheid	Kwantiteit	Min	Max	Marg. Kosten
1	Ruw eiwit	g/kg	220	220		-0,49
2	Ruw vet	g/kg	100	100		-0,56
3	Ruwe vezels	g/kg	23,41		50	
4	Vocht	g/kg	110,34			
5	Ruwe as	g/kg	74,24		100	
6	Zetmeel	g/kg	379,17			
7	Suikers	g/kg	15,50			
8	Ca	g/kg	13	12	13	0,38
9	P	g/kg	10	10	13,5	-1,67
11	Lysine	g/kg	10,47			
12	Methionine	g/kg	5,47			
13	Methionine + Cysteïne	g/kg	8,22			
14	Tryptofaan	g/kg	2,00			
15	Threonine	g/kg	7,57			
16	Isoleucine	g/kg	7,43			
51	Na	g/kg	4	3	4	0,29
52	Mg	g/kg	2	2	3	-0,23
53	K	g/kg	5,20		8	
54	Cl	g/kg	6,39			
187	C 18:2	g/kg	18,51			
193	N-3 vetzuren	g/kg	0			
8106	ME _{hond}	kCal/kg	3479,67			
8107	ME _{dog} v. Atw	kCal/kg	3272,05			
20000	Massa	kg	100,00	100	100	-1,84

Tabel 2 toont een veel gebruikte ingrediëntenlijst voor diervoeders met de bijbehorende nutritionele en energiebehoeften van een volwassen hond.

Tabel 2 Lijst van veelgebruikte ingrediënten en ruwe materialen met hun restricties, zoals gebruikt in hondenvoedingsformuleringen.

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Kwantiteit (%)	Min (%)	Max (%)	Gewenste toe te voegen hoeveelheid (%)	Limiet (€/ton)	Prijs (€/ton)	Huidige Prijs (€/ton)
30000	Kippenmeel 68% CP	22,80		100		533,26	902,28	600
30120	Maïs	35,00		35	36,99	0,41	251,88	211
30140	Tarwe	25,00		25	27,01	0,42	251,56	210
30150	Rijst	1,98		100		213,14	268,73	250
30200	Bietenpulp	3,50	2,50	3,5	5,5	0,19	229,54	211
30230	Monocalciumfosfaat	1,10		100		-345,92	873,34	500
30254	Hond PreMix basic 1.25%	1,25	1,25	100		-12,54	246,04	1500
30260	Kalksteen	0,79		100		-106,73	515,33	40
30270	Zout (NaCl)	0,63		100		-43,87	9154,18	70
30280	Magnesiumoxide 85%	0,12		100		2223,87	416,27	300
30410	Talk	5,82	1	100		695,41	1286,84	740
30500	Digestaat	2,00	2	100		-1,87	262,91	450

Een ingrediënt wordt pas toegevoegd aan de voeding voor volwassen honden als de zogenaamde interventieprijs lager is dan de marktprijs van dit ingrediënt; nieuw te gebruiken producten zijn aangegeven in Tabel 3. De berekende toe te voegen hoeveelheid – als de prijs van het ingrediënt lager is dan de interventieprijs – is te zien in de kolom "Kwantiteit (%)". Hieruit volgt dat kreeftenmeel zal worden toegevoegd aan hondenvoeding met een hoeveelheid van 2,53% als de prijs van kreeftenmeel lager is dan 369,31 euro/ton (interventieprijs).

Tabel 3 Interventieprijs en kwantiteit van ingrediënten geschikt voor toevoeging aan hondenvoer formulering.

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Interventieprijs (€/ton)	Kwantiteit (%)	Prijs (€/ton)	Min (%)	Max (%)
13026	Sojaboon concentraat 60% RE	494,73	5,55	910	0	100
17737	Kreeftenmeel	369,31	2,53	9999	0	100
30040	Lamsmeel 50% RE	533,48	10,13	900	0	100
30041	Lamsmeel 45% RE	526,46	7,19	900	0	100
30050	Vismeele 71% RE	624,08	21,68	1600	0	5
30080	Weipoeder	246,90	2,12	990	0	100
30121	Maisgluten 60% RE	522,34	6,29	720	0	100
30180	Lijnzaad	504,30	4,65	520	0	2
30210	Biergist	448,79	4,06	715	0	2
30420	Visolie	738,32	4,84	2000	0	100



Figuur 3 Of het diervoeder smaakvol is en wordt opgegeten door het huisdier is een belangrijk aspect van de formulering (foto: shutterstock).

3.3 Kreeftenmeel in kattenvoer formuleringen

In Tabel 4 staan de ingrediënten en bijbehorende nutritionele en energiebehoeften van kattenvoer voor volwassen katten.

Tabel 4 Ingrediënt met berekende energie- en nutritionele behoefte (afgerond op 2 decimalen) voor kattenvoer (premium) formulering gebaseerd op de nutritionele behoefte in de praktijk (overgenomen uit NRC, 2006).

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Eenheid	Kwantiteit	Min	Max	Marg. Kosten
1	Ruw eiwit	g/kg	280	280	320	-0,83
2	Ruw vet	g/kg	110	110		-0,48
3	Ruwe vezel	g/kg	20,39	17,5	50	
4	Vocht	g/kg	119,09			
5	Ruwe as	g/kg	70		70	0,2
6	Zetmeel	g/kg	309,42			
7	Suikers	g/kg	11,34			
8	Ca	g/kg	11	9	11	14,88
9	P	g/kg	10	7	10	
11	Lysine	g/kg	13,46			
12	Methionine	g/kg	5,36			
13	Methionine + Cysteïne	g/kg	8,84			
14	Tryptofaan	g/kg	2,19			
15	Threonine	g/kg	9,54			
16	Isoleucine	g/kg	9,67			
51	Na	g/kg	5,32	4	6	
52	Mg	g/kg	0,95	0,5	0,99	
53	K	g/kg	5,51			
54	Cl	g/kg	9,41	7		
140	Cystine	g/kg	1,97			
141	Arginine	g/kg	6,07			
142	Leucine	g/kg	12,80			
143	Valine	g/kg	5,99			
144	Histidine	g/kg	3,02			
145	Fenylalanine	g/kg	5,97			
146	Tyrosine	g/kg	4,69			
187	C 18:2	g/kg	15,36	15		
193	N-3 vetzuren	g/kg	2,96			
194	EPA + DHA	g/kg	1,8	1		
7107	Fosforzuur	g/kg	5	5		-6,26
8047	Yucca extract	mg/kg	0			
8048	Glucosaminesulfaat	mg/kg	0			
8106	ME _{kat}	kCal/kg	3554,34			
8107	ME _{kat} v. Atw	kCal/kg	3316,82			
20000	Massa	kg	100	100		-2,64

Tabel 5 laat een lijst zien van veelgebruikte ingrediënten, die gebruikt worden om tegemoet te komen aan de nutritionele en energiebehoefte van volwassen katten.

Tabel 5 *Lijst van veelgebruikte ingrediënten en ruwe materialen met hun restricties, zoals gebruikt in formuleringen voor kattenvoer.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Kwantiteit (%)	Min (%)	Max (%)	Gewenste toe te voegen hoeveelheid (%)	Limiet (€/ton)	Prijs (€/ton)	Huidige Prijs (€/ton)
30001	Kippenmeel 60% RE	25,22	20	30		440,57	826,12	500
30050	Vismeel 71% RE	5	5	10	0,56	-10,74	526,33	1600
30120	Maïs	20	5	20	22,92	0,91	301,62	211
30121	Maïsgluten 60% RE	5,67		7,5		637,13	971,64	720
30140	Tarwe	10		10	12,99	0,96	305,96	210
30150	Rijst	17,81	15	100		223,66	344,09	250
30180	Lijnzaad	0,5	0,5	0,5		-0,09	510,52	520
30200	Bietenpulp	2,5	2	2,5	5,64	1,03	313,52	211
30210	Biergist	2	2	2,5		-2,69	446,43	715
30256	Kat premix 1,5%	1,5	1,5	1,5		-12,65	234,93	1500
30260	Kalksteen	0,64		100		-2849,73	2061,11	40
30270	Zout (NaCl)	1,07	0,2	100		-121,95	1769,2	70
30410	Talk	3,90	1	100		712,68	1223,37	740
30420	Visolie	0,5	0,5	100	0,06	-12,61	738,76	2000
30490	Fosforzuur 75% vloeibaar	0,67		100		0,00	5794,86	1100
30500	Digestaat	3	3	3		-1,05	344,87	450

Een ingrediënt zal alleen dan aan kattenvoer voor volwassen katten toegevoegd worden als de interventieprijs lager is dan de prijs zoals te zien in Tabel 6. In de kolom "Kwantiteit (%)" staat de berekende toe te voegen hoeveelheid in het geval de prijs van het ingrediënt lager is dan de interventieprijs. Het kreeftenmeel zal in 1,98% worden toegevoegd aan kattenvoer als de prijs van kreeftenmeel lager is dan 399,84 euro/ton.

Tabel 6 *Interventieprijs en kwantiteit van ingrediënten die geschikt zijn voor toevoeging aan kattenvoer formulering.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Interventieprijs (€/ton)	Kwantiteit (%)	Prijs (€/ton)	Min (%)	Max (%)
17737	Kreeftenmeel	399,84	1,98	9999	0	100
30014	Varkensmeel 55% RE	515,42	1,92	600	0	15
30040	Lamsmeel 50% RE	386,79	2,11	900	0	100
30041	Lamsmeel 45% RE	555,60	1,30	900	0	100
30080	Weipoeder	195,06	2,98	990	0	100
30230	Monocalciumfosfaat	-3606,16	0,36	500	0	100
30280	Magnesiumoxide 85%	78,03	0,35	300	0	100



Figuur 4 De bruikbaarheid van ingrediënten hangt ook af van hun interactie met andere ingrediënten tijdens het bereidingsproces. Een combinatie van ingrediënten dat resulteert in een slechte brok zal niet succesvol zijn (foto: shutterstock).

4 Varkensvoer formulering

4.1 Varkensvoer in het algemeen

Voor het vaststellen van de netto energiewaarde voor varkens zijn de volgende aspecten van belang:

- De chemische samenstelling van het diervoeder.
- De fecale verteerbaarheid van ruw eiwit, ruw vet en non-zetmeel polysachariden (NZP).
- De ileale (daadwerkelijke) verteerbaarheid van zetmeel en de verteerbaarheid (enzymatisch of via fermentatie) van suikers.

De formule om de netto energiewaarden (NE_{2015}) te berekenen voor diervoeders is als volgt:

$$NE_{2015} = 11,70 * VRP + 35,74 * VRVh + 14,14 * (ZET_{am-enz} + 0,90 * SUI_{enz}) + 9,7 * FKH \quad (2)$$

De waarden voor NE_{2015} worden uitgedrukt in kJ (kJ/kg product). De formule kan zowel gebruikt worden voor de berekening van de NE_{2015} op basis van droge stof (g/kg DS) als op productbasis (alleen als de nutriëntgehalten op dezelfde manier zijn uitgedrukt). De formule is aangepast in 2015.

De in de formule gebruikte parameters worden hieronder uitgelegd:

VRP – Verteerbaar ruw eiwit

VRVh – Verteerbaar ruw vet (ruw vet, geanalyseerd na hydrolyse)

ZET_{am-enz} – Enzymatisch verteerbaar zetmeel

SUI_{enz} – Enzymatisch verteerbare suikers

FKH – Som van gefermenteerde afbreekbare koolhydraten

4.2 Kreeftenmeel in de voersamenstelling voor lacterende zeugen

De nutritionele behoefte van lacterende zeugen hangt voornamelijk af van de melkproductie van de betreffende zeug. De groei van de speenvarkens is afhankelijk van de melkproductie, daardoor bestaat er een duidelijke relatie tussen de dagelijkse NE₂₀₁₅ behoefte van de zeug en de dagelijkse gewichtstoename van haar biggen. In Tabel 7 staan de ingrediënten, de berekende energie- en nutritionele behoeften van lacterende zeugen.

Tabel 7 Ingrediënt, berekende energie- en nutritionele behoefte (afgerond op 2 decimalen) voor lacterende zeugen.

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Eenheid	Kwantiteit	Min	Max	Marg. Kosten
1	Ruw eiwit	g/kg	140	140	160	-0,25
2	Ruw vet	g/kg	50	50		-0,04
3	Ruwe vezel	g/kg	74,00	50	75	
6	Zetmeel	g/kg	342,61	340		
8	Ca	g/kg	9	9	9,5	-0,34
9	P	g/kg	5,20			
30	EW*100		105	105		
31	NETTO ENERGIE varkens	kCal/kg	2206,61	2205		
32	P _{vert.} varkens	g/kg	3,3	3,3		-2,92
34	i _{vert. LYS} varkens ong.	g/kg	6,4	6,4		-2,64
35	i _{vert. MET} varkens ong.	g/kg	1,9	1,9		
36	i _{vert. MET+C} varkens ong.	g/kg	3,71	3,6		
37	i _{vert. TRYP} varkens ong.	g/kg	1,2	1,2		-8,83
38	i _{vert. THREO} varkens ong.	g/kg	3,9	3,9		-1,01
51	Na	g/kg	2	2	3	-0,43
53	K	g/kg	8,25		12	
54	Cl	g/kg	4,46	2	7	
133	mel. + vin.	%	4	4	8	-0,85
187	C 18:2	g/kg	14	14	18	-0,17
193	N-3 vetzuren	g/kg	4,57			
194	EPA + DHA	g/kg	0			
8034	Phytase	FTU/kg	500		500	0,01
8036	Ca enzym	g/kg	1			
20000	Massa	Kg	100	100		0,90

Tabel 8 laat een lijst zien van ingrediënten die veel gebruikt worden om tegemoet te komen aan de nutritionele en energiebehoefte van lacterende zeugen.

Tabel 8 *Lijst met veelgebruikte ingrediënten en ruwe stof beperkingen zoals gebruikt in voer voor lacterende zeugen.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Kwantiteit (%)	Min (%)	Max (%)	Gewenste toe te voegen hoeveelheid (%)	Limiet (€/ton)	Prijs (€/ton)	Huidige Prijs (€/ton)
747	PREMIX (Ca 0 g/kg)	1	1	1	0,64	-10,90	-89,66	1000
1001	Zout (NaCl)	0,45		100		-2734,87	234,22	70
1005	Monocalciumfosfaat	0,85		100		-190,86	1021,91	500
1010	Krijt	1,18		100		-1110,04	173,46	40
1012	MAGNESIUMOXIDE 83%	0,1	0,1	0,1		-3,90	-89,66	300
1199	L-Threonine 98% FG EU	0,08		0,2		-3954,81	2257	1300
1200	DL-Methionine 99%	0,04		0,2		-4508,11	4259,41	2250
1205	L-Lysine HCL 98.5%	0,25		0,25	0,26	12,03	2453,45	1250
1210	L-Tryptofaan 98.5%	0,02		0,1		-2186,98	17621,22	9000
8002	Mais	8,05		30		206,32	224,72	211
8033	Gerst	10	10	30	4,1	-0,06	184,26	190
8053	Tarwevoerbloem	5	5	15	3,8	-0,13	151,43	164
8059	Triticale	30		30	38,05	0,14	207,73	194
8062	Lupine	9,38		10		265,71	290,42	275
8065	Erwten	9,44		15		235,69	255,7	250
8078	Palmpitten exp.	0,46		3		159,62	174,5	169,5
8091	Zonnebloempit extr. RE 28%	2,5	2,5	20	1,65	-0,39	168,77	207,5
8095	Lijnzaad	2,5	2,5	5	1,77	-1,57	362,83	520
8105	Sojabonenschillen, ruwe vezel 320-360	5	5	7,5	4,16	-1,15	68,08	183
8138	Bietenpulp suiker 150-200	3	3	10		-0,40	171,17	211
8141	Suiker	2	2	4	1,33	-6,23	226,94	850
8159	Alfafameel gedehydrateerd RE 15%	2,5	2,5	5	1,66	-1,8	82,68	263
8177	Suikerstroop >475	4		100		162,11	255,14	170
8606	Sojaolie	1,09		8		659,53	855,96	820
8901	NATUPHOS 500 FTU/g Varkens	0,01		100		-30570,9	0	6000
8946	Palmolie	1,10		100		702,55	779,04	705

Een ingrediënt zal alleen worden toegevoegd aan de formulering voor lacterende zeugen als de interventieprijs lager is dan de prijs zoals getoond in Tabel 9. In de kolom "Kwantiteit" staat het berekende verwerkingspercentage wanneer de ingrediëntenmarktprijs lager is dan de interventieprijs. Het kreeftenmeel zal in 2,10% worden toegevoegd aan het voer voor lacterende zeugen als de prijs ervan lager is dan 402 euro/ton.

Tabel 9 Interventieprijs en kwantiteit van ingrediënten die geschikt zijn voor incorporatie in het voer voor lacterende zeugen.

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Interventieprijs (€/ton)	Kwantiteit (%)	Prijs (€/ton)	Min (%)	Max (%)
8007	Maisglutenmeel	415,91	1,41	720	0	100
8009	Maisglutenvoer RE 200-230	165,37	0,62	217	0	100
8049	Tarwe	199,19	8,55	210	0	40
8101	Raapzaadextract	233,38	0,63	264	0	5
8106	Geroosterde sojabonen	418	6,40	461	0	12,5
8176	Rietsuikermelasse suiker < 475	162,11	3,67	170	0	10
8185	Dierlijk vet	737,33	1,00	740	0	4
8195	Vismeel 65% RE	603,65	2,79	1350	0	6
8276	Soja 45/46 (e+v) Z-Am	344,61	9,12	382,5	0	100
8277	Soja, hipro	376,67	7,82	407	0	100
17737	Kreeftenmeel	402	2,10	9999	0	100



Figuur 5 Daar het zogen van de biggen een grote inspanning van de zeug vergt, wordt het voer hierop aangepast om het moederdier hierin zoveel mogelijk te faciliteren (foto: Fabrice Ottburg©).

4.3 Kreeftenmeel in de voersamenstelling voor vleesvarkens (45-110 kg)

In Tabel 10 staan de ingrediënten, energie- en nutritionele behoeftes voor vleesvarkens met een gewicht tussen 45 kg en 100 kg.

Tabel 10 Ingrediënten en berekende voedingsbehoeften (afgerond op 2 decimalen) voor vleesvarkens (45-110 kg).

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Eenheid	Kwantiteit	Min	Max	Marg. Kosten
1	Ruw eiwit	g/kg	170	170		-0,61
2	Ruw vet	g/kg	36,27			
3	Ruwe vezel	g/kg	43,23			
6	Zetmeel	g/kg	414,25	340		
7	Suikers	g/kg	49,46			
8	Ca	g/kg	6,6	6,6	6,7	-0,47
9	P	g/kg	3,81			
30	EW*100		110	110		-2,44
31	NETTO ENERGIE varkens	kCal/kg	2312,49	2310		
32	P _{vert.} varkens	g/kg	2,2	2,2	2,3	-3,07
34	i _{vert.} LYS varkens	g/kg	7,4	7,4		-0,67
35	i _{vert.} MET varkens	g/kg	2,5	2,5		-1,84
36	i _{vert.} MET+C varkens	g/kg	4,77	4,5		
37	i _{vert.} TRYP varkens	g/kg	1,30	1,3		
38	i _{vert.} THREO varkens	g/kg	4,44	4,4		
51	Na	g/kg	1,2	1,2	1,8	-0,57
53	K	g/kg	8,03		12	
54	Cl	g/kg	2,86	1	6	
133	mel. + vin.	%	3	3	5	-1,01
187	C 18:2	g/kg	9,92	8	14	
8034	Phytase	FTU/kg	500			
20000	Massa	Kg	100	100	100	1,45

Tabel 11 laat een lijst zien van ingrediënten die veel gebruikt worden om te voldoen aan de energie- en nutritionele behoeften van vleesvarkens.

Tabel 11 *Lijst van veelgebruikte ingrediënten en ruwe stof beperkingen, die gebruikt worden in het voer voor vleesvarkens.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Kwantiteit (%)	Min (%)	Max (%)	Gewenste toe te voegen hoeveelheid (%)	Limiet (€/ton)	Prijs (€/ton)	Huidige Prijs (€/ton)
747	PREMIX (Ca 0 g/kg)	1	1	1	0,75	-11,45	-145,06	1000
1001	Zout (NaCl)	0,27		100		-3192,91	285,92	70
1005	Monocalciumfosfaat	1,17		100		-661,1	1060,46	500
1010	Krijt	1,08		100		-505,49	224,92	40
1200	DL-Methionine 99%	0,05		100		-4324,04	4060,77	2250
1205	L-Lysine HCL 98.5%	0,09		100		-1430,47	1734,14	1250
8002	Maïs	33,67		40		204,08	221,89	211
8059	Triticale	25		25	30,93	0,18	212,31	194
8062	Lupine	7,5		7,5	7,76	0,32	306,64	275
8065	Erwten	10		10	10,44	0,15	264,81	250
8078	Palmpitten exp.	5		5	5,61	0,1	179,84	169,5
8177	Melasse suiker >475	3		100		161,64	270,95	170
8185	Dierlijk vet	0,81		4		737,49	785	740
8277	Soja, hipo	12,36		100		397,06	452,68	407
8901	NATUPHOS 500 FTU/g Varkens	0,01		0,01	0,01	423,68	48367,89	6000

Een ingrediënt wordt alleen toegevoegd aan het voer voor vleesvarkens als de interventieprijs lager is dan de prijs in Tabel 12. In de kolom "Kwantiteit (%)" staat de berekende toe te voegen hoeveelheid, wanneer de prijs van het ingrediënt lager is dan de interventieprijs. Het kreeftenmeel zal worden toegevoegd aan het voer voor vleesvarkens met 0,37% als de prijs ervan lager is dan 449,63 euro/ton.

Tabel 12 *Interventieprijs en kwantiteit van ingrediënten die geschikt zijn voor incorporatie in het voer voor vleesvarkens.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Interventieprijs (€/ton)	Kwantiteit (%)	Prijs (€/ton)	Min (%)	Max (%)
1199	L-THREONINE 98% FG EU	554,88	0,03	1300	0	100
1210	L-TRYPTOFAAN 98.5%	584,12	0,12	9000	0	100
8007	Maisglutenmeel	554,01	0,06	720	0	100
8009	Maisglvoer RE200-230	188,72	0,24	217	0	100
8033	Gerst	182,92	18,46	190	0	40
8049	Tarwe	201,21	7,52	210	0	30
8053	Tarwevoerbloem	145,47	3,73	164	0	15
8091	Zonnebloempit extr. RE 28%	184,7	3,30	207,5	0	10
8101	Geëxtraheerd raapzaad	257,66	0,67	264	0	10
8105	Sojabonenschillen Ruwe vezel 320-360	52,24	8,54	183	0	100
8106	Geroosterde Sojabonen	436,09	0,75	461	0	7,5
8138	Bietenpulp suiker 150-200	179,53	0,94	211	0	10
8176	Rietsuikermelasse suiker <475	161,64	3	170	0	10
8276	Soja 45/46 (e+v) Z-Am	372,00	6,41	382,5	0	100
8606	Sojaolie	756,43	0,79	820	0	4
8946	Palmolie	702,66	0,86	705	0	100
17737	Kreeftenmeel	449,63	0,37	9999	0	100



Figuur 6 Groeiende vleesvarkens krijgen een uitgebalanceerd voer voor optimale ontwikkeling (foto: Fabrice Ottburg©).

5 Pluimveevoer

5.1 Pluimveevoerders in het algemeen

Net als bij varkens zijn de behoeften voor energie en nutriënten voor pluimvee goed gedefinieerd. Het overvoeren met energie en nutriënten is ongunstig zowel door verspilling van voer (kosten) als door de blootstelling van het milieu aan de hoge concentratie van voedingsstoffen die niet vastgehouden worden door het groeiende dier.

De energiewaarde (ME = Metaboliseerbare Energie) die vastgesteld is in volwassen hanen wordt uitgedrukt met de afkorting ME_{pl} (= ME pluimvee). Deze waarde kan ook worden gebruikt voor andere soorten pluimvee, zoals kalkoenen en eenden.

Uit de beschikbare data voor de bepaling van de ME_{pl} -waarde voor pluimveevoer zijn ook de zogenaamde verteerbaarheidscoëfficiënten afgeleid. Hiervoor zijn de volgende vergelijkingen gebruikt:

$$ME_{pl}(MJ/kg) = (18,03 * VRE + 38,83 * VRV + 17,32 * VNVE)/1000 \quad (3)$$

$$ME_{pl}(kcal/kg) = 4,31 * VRE + 9,28 * VRV + 4,14 * VNVE \quad (4)$$

Hierbij worden de waarden voor VRE, VRV en VNVE uitgedrukt in gram per kilogram.

5.2 Verwerking van kreeftenmeel in de formulering voor vleeskuikens (11-24 dagen)

Voor grondstoffen waarbij de ME_{vk} berekend is aan de hand van verteerbaarheidscoëfficiënten, wordt de volgende vergelijking gebruikt:

$$ME_{vk}(MJ/kg) = (15,56 * VRE + 38,83 * VRVh + 17,32 * VNVEh)/1000 \quad (5)$$

of

$$ME_{vk}(kcal/kg) = (3,72 * VRE + 9,28 * VRVh + 4,14 * VNVEh) \quad (6)$$



Figuur 7 Vleeskuikens krijgen een afgestemd voer voor optimale ontwikkeling (foto: shutterstock).

In Tabel 13 staan de ingrediënten, energie en nutritionele behoeften voor vleeskuikens.

Tabel 13 *Ingrediënten, berekende energie- en nutritionele behoeften (afgerond op 2 decimalen) voor vleeskuikens.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Eenheid	Kwantiteit	Min	Max	Marg. Kosten
1	Ruw Eiwit	g/kg	200	200	220	-0,46
2	Ruw Vet	g/kg	69,05		100	
3	Ruwe Vezel	g/kg	26,00		40	
6	Zetmeel	g/kg	400,22	340		
8	Ca	g/kg	7,5	7,5	7,6	-0,71
9	P	g/kg	5,63			
11	Lysine	g/kg	11,90			
12	Methionine	g/kg	5,70			
13	Methionine + Cysteïne	g/kg	8,98			
14	Tryptofaan	g/kg	2,29			
15	Threonine	g/kg	7,82			
16	Isoleucine	g/kg	8,15			
39	ME Vleeskuikens	kCal/kg	3000	3000		-0,13
42	Vert. LYS Pluimvee	g/kg	10,5	10,5		-0,91
43	Vert. MET Pluimvee	g/kg	5,34	4		
44	Vert. M. + C. Pluimvee	g/kg	8	8		-1,76
45	Vert. TRYP Pluimvee	g/kg	2,02	1,7		
46	Vert. THRE Pluimvee	g/kg	6,7	6,7		-0,86
47	Vert. ISOL Pluimvee	g/kg	7,19	6,8		
48	Pav Pluimvee	g/kg	3,9	3,9		-3,05
51	Na	g/kg	1,6	1,6	2	-1,82
53	K	g/kg	8,71		10	
54	Cl	g/kg	2	1,5	2	0,71
141	Arginine	g/kg	12,99			
143	Valine	g/kg	9,50			
154	Vert. ARG pluimvee	g/kg	11,54	10,7		
159	Vert. VAL pluimvee	g/kg	8,2	8,2		-4,26
187	C 18:2	g/kg	30,58			
7007	Ruw Eiwit enzym	g/kg	2,25			
8033	P-gem./-vert. enzym	g/kg	0,8			
8034	Fytase	FTU/kg	500		500	0,02
8036	Ca enzym	g/kg	1			
8094	Salinomycine-Na	g/kg	0,07	0,07	0,07	-18,71
8133	ME van enzym	kCal/kg	53			
20000	Massa	Kg	100	100	100	2,45

In Tabel 14 staat een lijst met veelgebruikte ingrediënten die kunnen voorzien in de energie en andere nutriëntenbehoeften van vleeskuikens.

Tabel 14 *Lijst met veelgebruikte ingrediënten en ruwe stof limieten die gebruikt worden in vleeskuikenvoer.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Kwantiteit (%)	Min (%)	Max (%)	Gewenste toe te voegen hoeveelheid (%)	Limiet (€/ton)	Prijs (€/ton)	Huidige Prijs (€/ton)
747	PREMIX (Ca 0 g/kg)	0,5	0,5	0,5		-12,45	-244,82	1000
815	Zout (NaCl)	0,18		100		-350,87	3369,38	70
817	Kalksteen	1,09		100		-1344,52	302,52	30
828	MCP	0,87		100		-6489,73	1030,33	450
1002	Natriumcarbonaat	0,28		100		-2090,43	533,47	250
1199	L-Threonine 98% FG EU	0,07		0,5		-9450,23	2121,38	1300
1200	DL-Methionine 99%	0,28		0,5		-9136,48	3962,38	2250
1205	L-Lysine HCL 98.5%	0,23		0,5		288,12	1913,25	1250
1220	L-Valine 99%	0,04		0,5		-3963,01	9072,98	5000
1580	Salinomycine 12%	0,06		100		0	4244,82	2000
8002	Maïs	30		30	33,86	0,32	242,74	211
8049	Tarwe	30		30	33,82	0,06	215,98	210
8065	Erwten	4,93		10		219,87	254,64	250
8277	Soja, hipro	26,62		100		388,99	506,72	407
8606	Sojaolie	4		4	4,67	0,33	853,26	820
8902	Natuphos 5000 FTU/G	0,01		100		-	0	6000
8946	Palmolie	0,84		5		686,47	731,52	705

Een ingrediënt wordt alleen toegevoegd aan het voer voor vleeskuikens als de interventieprijs lager is dan de (markt)prijs in Tabel 15. In de kolom "Kwantiteit (%)" staat de berekende toe te voegen hoeveelheid wanneer de prijs van het ingrediënt lager is dan de interventieprijs. Het kreeftenmeel zal worden toegevoegd aan het voer voor vleeskuikens met 3,26% als de prijs ervan lager is dan 534,31 euro/ton.

Tabel 15 *Interventieprijs en toe te voegen hoeveelheid voeringrediënten die geschikt zijn voor gebruik in vleeskuikenvoeding.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Interventieprijs (€/ton)	Kwantiteit (%)	Prijs (€/ton)	Min (%)	Max (%)
1210	L-TRYPTOFAAN 98.5%	634,43	0,90	9000	0	0,5
8009	Maïsglutenvoer RE200-230	144,75	3,88	217	0	100
8033	Gerst	144,02	3,23	190	0	5
8053	Tarwevoerbloem	60,88	2,94	164	0	5
8059	Triticale	150,75	3,58	194	0	15
8062	Lupine	237,33	6,40	275	0	5
8091	Zonnebloempit extr. RE 28%	109,95	3,88	207,5	0	5
8101	Geëxtraheerd Raapzaad	218,95	5,75	264	0	3
8106	Geroosterde Sojabonen	443,3	4,51	461	0	100
8185	Dierlijk Vet	721,15	0,83	740	0	5
8195	Vismeel 65% RE	814,15	1,96	1350	0	100
8276	Soja 45/46 (e+v) Z-Am	358,19	22,16	382,5	0	100
17737	Kreeftenmeel	534,31	3,26	9999	0	100

5.3 Kreeftenmeel in de voersamenstelling voor legkippenvoer

Bij de berekening van de ME_{ik} met behulp van verteerbaarheidscoëfficiënten wordt de volgende vergelijking gebruikt:

$$ME_{ik}(MJ/kg) = (18,83 * VRE + 44,65 * VRV + 17,32 * VNVE)/1000 \quad (7)$$

of

$$ME_{ik}(kcal/kg) = 4,31 * VRE + 10,67 * VRV + 4,14 * VNVE \quad (8)$$

Met de waarden voor VRE, VRV en VNVE uitgedrukt in g/kg.

De gebruikte coëfficiënt voor VRV is:

in MJ: $38,83 * 1,15 = 44,65$

in kcal: $9,28 * 1,15 = 10,67$

Tabel 16 laat de ingrediënten, energie-en nutritionele behoeften zien van legkippen.

Tabel 16 *Ingrediënten en berekende energie- en nutritionele behoeften (afgerond op 2 decimalen) voor legkippen.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Eenheid	Kwantiteit	Min	Max	Marg. Kosten
1	Ruw Eiwit	g/kg	155	155	180	-0,47
2	Ruw Vet	g/kg	60	60	80	-0,12
3	Ruwe Vezel	g/kg	39,80		60	
6	Zetmeel	g/kg	373,93	330		
8	Ca	g/kg	40	40	40,5	-0,28
9	P	g/kg	5,01			
11	Lysine	g/kg	7,70			
12	Methionine	g/kg	3,96			
13	Methionine + Cysteïne	g/kg	6,67			
14	Tryptofaan	g/kg	1,76			
15	Threonine	g/kg	5,57			
16	Isoleucine	g/kg	6,13			
41	ME Lagen	kCal/kg	28	2800		-0,07
42	Vert. LYS Pluimvee	g/kg	6,4	6,4		-0,82
43	Vert. MET Pluimvee	g/kg	3,61	3,1		
44	Vert. M. + C. Pluimvee	g/kg	5,7	5,7		-1,83
45	Vert. TRYP Pluimvee	g/kg	1,5	1,5		-8,52
46	Vert. THRE Pluimvee	g/kg	4,5	4,5		-0,84
47	Vert. ISOL Pluimvee	g/kg	5,29	5		
48	Pav Pluimvee	g/kg	3	3		-2,78
49	Xantophyl	ppm	6,93			
51	Na	g/kg	1,3	1,3	1,75	-0,37
53	K	g/kg	7,43		9	
54	Cl	g/kg	1,90	1,2	999	
143	Valine	g/kg	7,18			
159	Vert. VAL Pluimvee	g/kg	6,00	5600		
187	C 18:2	g/kg	15	15		-0,2
8034	Phytase	FTU/kg	300		300	0,02
20000	Massa	Kg	100	100	100	0,69

Tabel 17 toont een lijst met veelgebruikte ingrediënten die tegemoetkomen aan de energie- en nutritionele behoeften van legkippen.

Tabel 17 *Lijst van veelgebruikte ingrediënten voor legkippenvoer.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Kwantiteit (%)	Min (%)	Max (%)	Gewenste toe te voegen hoeveelheid (%)	Limiet (€/ton)	Prijs (€/ton)	Huidige Prijs (€/ton)
117	Kalksteen	7,5	7,5	7,5	9,43	0,03	37,78	35
1001	Zout (NaCl)	0,23		100		-1076,55	211,66	70
1005	Monocalciumfosfaat	0,46		100		-751,49	1016,88	500
1010	Krijt	1,88		100		-614,22	42,85	40
1199	L-Threonine 98% FG EU	0,01		0,1		-637,56	2097,02	1300
1200	DL-Methionine 99%	0,15		0,3		1203,47	2595,94	2250
1205	L-Lysine HCL 98,5%	0,05		0,3		1137,18	1633,64	1250
1210	L-Tryptofaan 98,5%	0,01		0,02		5440,66	9937,15	9000
8002	Mais	35	35	50	28,07	-0,03	208,46	211
8049	Tarwe	17,5		17,5	19,99	0,01	210,85	210
8053	Tarwevoerbloem	8		8	10,66	0,03	167,3	164
8065	Erwten	6,21		10		248,3	250,59	250
8091	Zonnebloempit extr. RE 28%	4,73		5		200,07	211,4	207,5
8277	Soja, hipro	14,01		100		404,46	412,8	407
8606	Sojaolie	0,21		4		745,7	900,71	820
8903	Natuphos 5000 FTU/G	0,01		0,006		-80149,8	0	6000
8946	Palmolie	3,55		100		669,91	800,08	705
500621	Layer premix 0,5% std	0,5	0,5	0,5	2,04	0,17	17,35	0

Een ingrediënt wordt alleen toegevoegd aan het voer voor legkippen als de interventieprijs lager is dan de prijs in Tabel 18. In de kolom "Kwantiteit (%)" staat de berekende toe te voegen hoeveelheid wanneer de (markt)prijs van het ingrediënt lager is dan de interventieprijs. Het kreeftenmeel zal worden toegevoegd aan het voer voor legkippen met 5,76% als de prijs ervan lager is dan 437,35 euro/ton.

Tabel 18 *Interventieprijs en toe te voegen hoeveelheid voeringrediënten die geschikt zijn voor gebruik in legkippenvoer.*

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Interventieprijs (€/ton)	Kwantiteit (%)	Prijs (€/ton)	Min (%)	Max (%)
1220	L-Valine 98.5%	609,59	0,80	5000	0	100
8007	Maïsglutenmeel	559,12	4,77	720	0	100
8009	Maïsglvoer RE200-230	207,47	7,11	217	0	100
8033	Gerst	186,6	2,71	190	0	10
8062	Lupine	262,41	6,76	275	0	5
8159	Gedehydrateerd Alfalfameel RE 15%	80,48	3,00	263	0	4
8185	Dierlijk vet	703,65	2,84	740	0	4
8276	Soja 45/46 (e+v) Z-Am	365,99	17,8`1	382,5	0	100
17737	Kreeftenmeel	437,35	5,76	9999	0	100



Figuur 8 Legkippen zouden ook gebruik kunnen maken van kreeftenmeel in hun voer (foto: shutterstock).

6 Conclusies

Op basis van de ingrediënten is kreeftenmeel geschikt om te verwerken in diverse (huis)diervoeders. Voor zowel honden-, katten-, varkens- en pluimveevoeders is het product geschikt.

Hoewel er veel huisdieren gehouden worden in Nederland, is de bulk van de voederindustrie gericht op voeders voor vleesvarkens en pluimvee. Om een schatting te krijgen van hoeveel kreeftenmeel er in theorie verwerkt kan worden, is derhalve uitgegaan van de volumes geproduceerd voeder voor vleesvarkens, vleeskuikens en legkippen (Tabel 19). De totale hoeveelheid kreeftenmeel die hiervoor gebruikt kan worden, is daarmee 193.250 ton per jaar.

Tabel 19 Hoeveelheid kreeftenmeel welk op jaarbasis verwerkt zou kunnen worden in diervoeder.

Verwerking van kreeften meel in diervoeding formulering voor	Volume diervoeder geproduceerd op jaarbasis (megaton)	Volume kreeftenmeel dat gebruikt kan worden (ton)
Vleesvarkens	3,3	12206
Vleeskuikens	2,05	66854
Legkippen	2	115190
Totaal		193250

Of kreeftenmeel ook daadwerkelijk gebruikt gaat worden voor deze toepassing, hangt af van de prijs. Als de prijs van kreeftenmeel lager ligt dan de zogenaamde interventieprijs is het economisch rendabel om kreeftenmeel te gaan gebruiken. Deze interventieprijs varieert momenteel tussen de € 534,31 en € 369,31 per ton voor respectievelijk vleesvarkens- en hondenvoer (Tabel 20).

Tabel 20 Interventieprijs en toe te voegen hoeveelheid kreeftenmeel die geschikt zijn voor gebruik in diverse (huis)diervoeder formuleringen.

Incorporatie van kreeften meel in diervoeding formulering voor	Interventieprijs (€/ton)	Kwantiteit (%)
Hondenvoer	369,31	2,53
Kattenvoer	399,84	1,98
Lacterende zeugen	402	2,10
Vleesvarkens	449,63	0,37
Vleeskuikens	534,31	3,26
Legkippen	437,35	5,76

Omgerekend betekent dit dat kreeftenmeel voor de diervoederindustrie beschikbaar moet zijn voor € 0,37 tot € 0,53 per kg. Op dit moment kan de reguliere handel vanuit beroepsvissers de rivierkreeft niet voor dit bedrag leveren. Zowel de inzet van de vissers als het verwerken van de rivierkreeft tot kreeftenmeel kan hier niet uit betaald worden. Hiermee is het zeer onwaarschijnlijk geworden dat het gebruik van rivierkreeften voor diervoeders een rendabele, op zichzelf staande economische activiteit kan worden.

Mocht het verdienmodel aan de aanleveringskant echter veranderen doordat er bijvoorbeeld gesubsidieerd gevangen wordt of andere vangstmethoden beschikbaar komen waardoor er een grotere hoeveelheid tegen minder inspanning gevangen wordt, dan zou het verwerken van kreeftenmeel economisch interessant kunnen worden. De volgende uitdaging zou zijn om een constante aanvoer in volume en kwaliteit van rivierkreeften te kunnen garanderen.

Literatuur

- Ahmad, S., U. Birnin-Yauri, et al. (2013). "Comparative analysis on the nutritional values of crayfish and some insects." African journal of food science and technology 4(1): 9-12.
- El-Kholie, E. M., S. A. Khader, et al. (2012). "Chemical, physical, microbiological and quality attributes studies on River Nile crayfish." African Journal of Biotechnology 11(51): 11262-11270.
- Moughan, P. J., W. H. Hendriks, et al. (2018). Feed evaluation science. Wageningen, Netherlands, Wageningen Academic Publishers.
- NRC. (2006). National Research Council (US). Ad Hoc committee on Dog and Cat nutrition. Nutrient requirements of dogs and cats. National Academic Press, Washington.
- Ojewola, G. S. and S. F. Udom (2005). "Chemical Evaluation of the Nutrient Composition of Some Unconventional Animal Protein Sources." International Journal of Poultry Science 4(10): 745-747.
- Roessink, I. and F. G. W. A. Ottburg (2021). Rivierkreeften: Deltafact. Amersfoort, Stowa.
- Santhanam, R. (2015). Nutritional Freshwater Life, CRC Press.
- Suresh, A. V. (2016). 2 - Feed formulation software. Aquafeed Formulation. S. F. Nates. San Diego, Academic Press: 21-31.

Bijlage 1 Chemische analyse van kreeftenmeel en energiegehalten

Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Eenheid	Analyse
1	Ruw Eiwit	G/KG	400,00
2	Ruw Vet	G/KG	49,00
3	Ruwe Vezel	G/KG	115,00
4	Vocht	G/KG	0,00
5	Ruwe As	G/KG	326,00
6	Zetmeel	G/KG	0,00
7	Suikers	G/KG	0,00
8	Ca	G/KG	133,00
9	P	G/KG	8,90
11	Lysine	G/KG	25,80
12	Methionine	G/KG	23,70
13	Meth+cys.	G/KG	25,10
14	Tryptofaan	G/KG	4,40
15	Threonine	G/KG	6,00
16	Isoleucine	G/KG	26,80
30	EW*100		84,00
31	NETTO ENERGIE varkens	kCal/kg	1775,00
32	P _{vert.} varkens	G/KG	6,90
33	inos P	G/KG	0,00
34	il _{vert} LYS varkens	G/KG	22,96
35	il _{vert} MET varkens	G/KG	20,86
36	il _{vert} MET+CYS varkens	G/KG	21,84
37	il _{vert} TRYP varkens	G/KG	3,70
38	il _{vert} THRE varkens	G/KG	5,16
39	ME vleeskuikens	kCal/kg	2286,00
40	ME pluimvee	kCal/kg	2300,00
41	ME lagen	kCal/kg	2357,00
42	vert. LYS pluimvee	G/KG	23,30
43	Vert. MET pluimvee	G/KG	21,60
44	Vert. MET+CYS pluimvee	G/KG	22,80
45	Vert. TRYP pluimvee	G/KG	4,00
46	Vert. THRE pluimvee	G/KG	5,10
47	Vert. ISOL pluimvee	G/KG	23,80
48	Pav pluimvee	G/KG	6,60
51	Na	G/KG	11,50
52	Mg	G/KG	2,50
53	K	G/KG	7,00
54	Cl	G/KG	16,70
140	Cystine	G/KG	1,40
141	Arginine	G/KG	45,50
142	Leucine	G/KG	39,30
143	Valine	G/KG	26,80
144	Histidine	G/KG	12,40
145	Phenylalanine	G/KG	16,40
146	Tyrosine	G/KG	9,20
147	Glycine	G/KG	23,30
148	Glutamine	G/KG	44,80
149	Asparaginezuur	G/KG	37,90
150	Proline	G/KG	16,00
151	Serine	G/KG	11,60
152	Alanine	G/KG	22,40


Ruwe Stof Code	Ruwe Stof	Eenheid	Analyse
153	Vert. CYS pluimvee	G/KG	1,20
154	Vert. ARG pluimvee	G/KG	41,90
155	Vert. PHE pluimvee	G/KG	14,60
156	Vert. HIS pluimvee	G/KG	10,40
157	Vert. LEU pluimvee	G/KG	35,80
158	Vert. TYR pluimvee	G/KG	8,10
159	Vert. VAL pluimvee	G/KG	24,40
160	Vert. ALA pluimvee	G/KG	20,30
161	Vert. ASP pluimvee	G/KG	31,50
162	Vert. GLU pluimvee	G/KG	39,90
163	Vert. GLY pluimvee	G/KG	19,60
164	Vert. PRO pluimvee	G/KG	13,50
165	Vert. SER pluimvee	G/KG	9,70
166	il _{vert} CYS varkens	G/KG	0,98
167	il _{vert} ILE varkens	G/KG	23,60
168	il _{vert} ARG varkens	G/KG	41,40
169	il _{vert} PHE varkens	G/KG	14,10
170	il _{vert} HIS varkens	G/KG	10,50
171	il _{vert} LEU varkens	G/KG	35,00
172	il _{vert} TYR varkens	G/KG	7,90
173	il _{vert} VAL varkens	G/KG	23,60
174	il _{vert} ALA varkens	G/KG	19,90
175	il _{vert} ASP varkens	G/KG	29,20
176	il _{vert} GLU varkens	G/KG	39,90
177	il _{vert} GLY varkens	G/KG	19,80
178	il _{vert} PRO varkens	G/KG	15,00
179	il _{vert} SER varkens	G/KG	10,10
180	<= C10	G/KG	0,00
181	C 12:0	G/KG	0,00
182	C 14:0	G/KG	2,20
183	C 16:0	G/KG	5,00
184	C 16:1	G/KG	2,70
185	C 18:0	G/KG	2,20
186	C 18:1	G/KG	12,15
187	C 18:2	G/KG	3,64
188	C 18:3	G/KG	1,80
189	>= C20	G/KG	18,20
190	C 20:5 w3	G/KG	4,30
191	C 22:6 w3	G/KG	3,71
192	PHEN+TYR	G/KG	25,60
193	N-3 vetzuren	G/KG	10,10
194	EPA + DHA	G/KG	8,00
196	Vert. GLY+SER pluimvee	G/KG	29,30
228	ME vis extr.	kCaL	2081,00
229	ME vis pel.	kCaL	2081,00
8106	ME _{hond}	kCal/kg	2481,00
8107	ME _{hond} v. Atw	kCal/kg	2202,00
10001	DS	%	100,00

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3187
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3187
ISSN 1566-7197
ISBN 978-94-6447-331-5

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

