



Nood aan noot: Potentiële valorisatie van walnootreststromen



© Shahab Yazdi



Inleiding

Binnen het project "Nood aan Noot" wordt het potentieel van de Vlaamse notenteelt en -verwerking onderzocht. Het project wil duurzaam landgebruik, duurzame voedselproductie en lokale eiwitvoorziening bevorderen. Deze factsheet richt zich op het verkennen van de mogelijke toepassingen van walnootreststromen om de winstgevendheid te verhogen. Daartoe hebben we een niet-exhaustieve lijst van bestaande en potentiële toepassingen samengesteld om boeren en verwerkers van walnoten te inspireren. We doen echter geen uitspraken over potentiële opbrengsten, omdat deze beïnvloed kunnen worden door verschillende factoren, zoals onder andere de teeltomstandigheden, de productiecapaciteit, de marketing- en verkoopcapaciteiten van landbouwers en de lokale marktomstandigheden.

Walnoten: meer dan alleen noten

Stijgend areaal - stijgend volume reststromen

Gedreven door de groeiende interesse in duurzame en lokaal geproduceerde voeding, kende de walnotenteelt een opmerkelijke groei waarbij het areaal op korte tijd steeg van 20 hectare tot bijna 100 hectare. Deze toename van de walnotenteelt zal in de nabije toekomst waarschijnlijk resulteren in een aanzienlijke hoeveelheid reststromen. Terwijl de focus voorlopig nog steeds ligt op producten zoals hele (gedroogde) noten, kernen en olie, is er dus een opkomende markt voor de reststromen. Op dit moment worden deze reststromen in Vlaanderen doorgaans niet (of onvoldoende) benut. In plaats van op zoek te gaan naar commerciële interessante mogelijkheden, worden ze vaak gebruikt voor laagwaardige toepassingen. Dit is vooral te wijten aan de kleine volumes reststromen bij een individuele boer. Met de toename van de lokale walnootproductie verwachten we dat er een grotere drijfveer zal zijn om deze reststromen te valoriseren in plaats van ze weg te gooien of alleen als veevoer te gebruiken.

De valorisatie van walnootreststromen biedt ook kansen aan ondernemers door ruimte voor start-ups die zich toeleggen op de verwerking van de verschillende types reststromen. De voorlopig beperkte concurrentie en een groeiende basis van lokale leveranciers van deze reststromen biedt een groot groeipotentieel. Door als ondernemer in te zetten op een toepassing van walnootreststromen vergroot je de duurzaamheid van deze teelt.

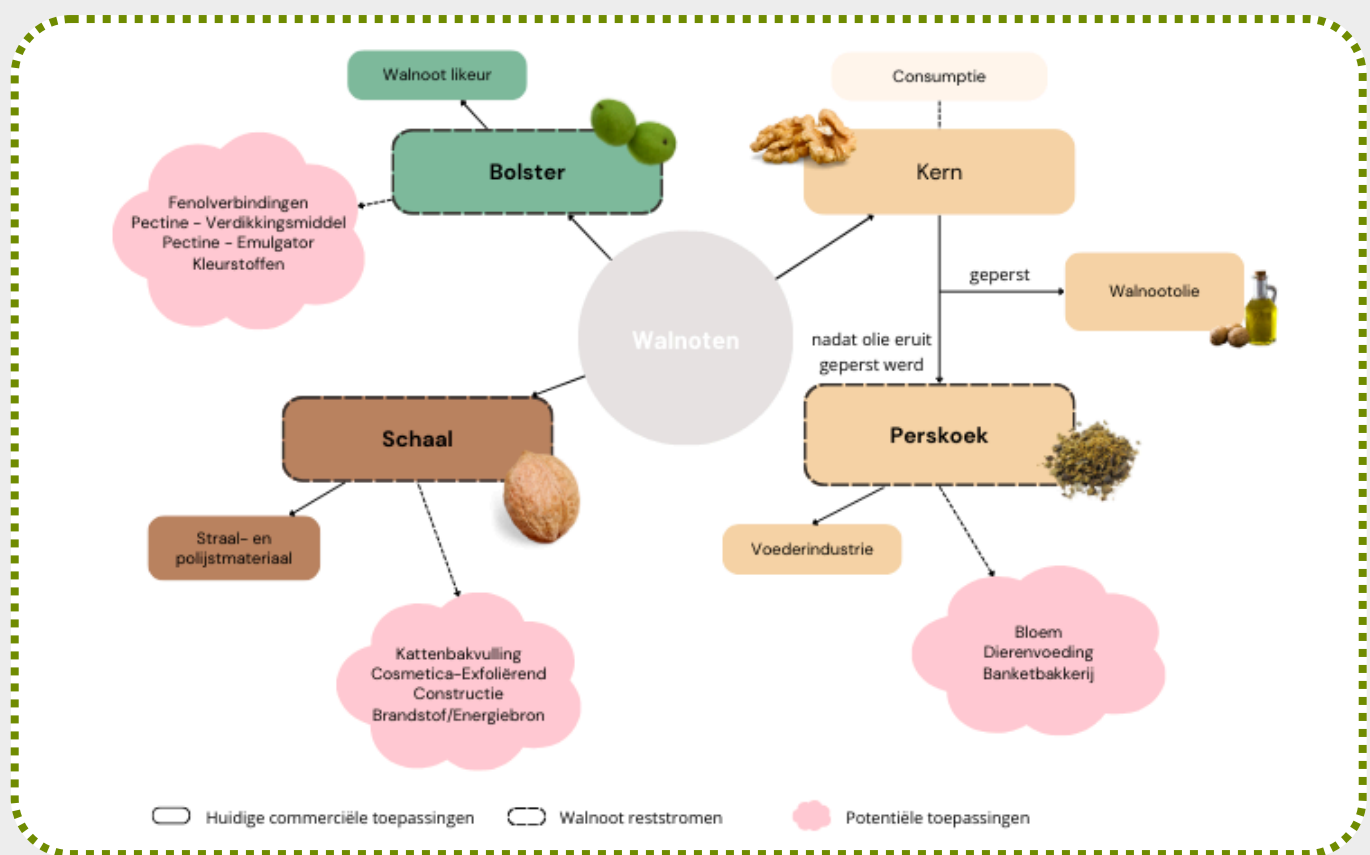
Walnoot: één boom, vele takken

Walnootvruchten bestaan uit drie hoofdbestanddelen: de bolster, de schaal en de kern. In veel gevallen worden alleen de kernen gebruikt voor directe consumptie of olieproductie, terwijl de rest van de vrucht vaak niet benut wordt.

Als walnootteler sta je voor een cruciale beslissing: je kunt ervoor kiezen om de vers geogoste noten in de bolster en tegen een lagere prijs te verkopen met minimale arbeid en kosten voor verwerking van de noten, of je kunt de noten zelf verwerken om een betere prijs voor je product te krijgen. Deze verwerking gaat echter gepaard met aanzienlijke investeringen, zoals machines voor het pellen, kraken, schonen, sorteren,... Een deel van deze investeringen kan opgevangen worden door ook de reststromen te valoriseren en zo extra inkomsten te genereren.



Huidige en potentiële reststromen



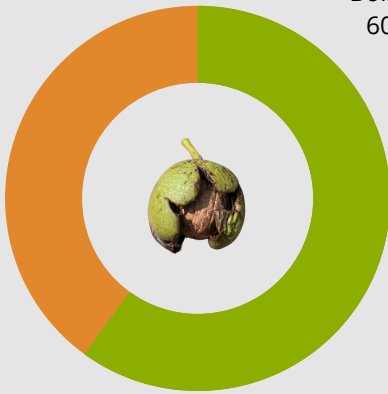
Figuur 1 : Walnut: More than just nuts

Reststromen in cijfers: agroforestry vs intensieve walnootplantage

	Volume verse noot met bolster (kg/ha) ¹	Bolster (kg/ha) ²	Droge walnoot schaal (kg/ha) ³	Perskoek (kg/ha) ⁴
Agroforestry Systeem (silvicultureel - alley cropping) 36 bomen/ha	1800	1080	216	108
Agroforestry Systeem (silvopastoraal systeem: plantafstand = 12m x 12m) 127 bomen/ha	6350	3810	762	381
Full walnut plantation boomafstand = 7m x 7m 260 bomen/ha	13000	7800	1560	780

1. Ervan uitgaande dat de productiecapaciteit per boom constant is voor de drie systemen; met een productiepiek van 50 kg verse walnootbiomassa per boom per jaar (inclusief bolster en 20 kg verse noten); 2. Ervan uitgaande dat de groene walnootbolster 60% uitmaakt van de totale verse walnootbiomassa; 3. Ervan uitgaande dat de walnootbolster 50% uitmaakt van het gewicht van een droge walnoot (er wordt uitgegaan van een gewichtsverlies van ongeveer 40% door droging ten opzichte van het gewicht van verse noten); 4. Eén kg kern levert ongeveer 500g perskoek op.

Walnootbolster: valorisatie verder dan traditionele likeur



Bolster
60%

Totaal versgewicht
walnoot

Mulch - compost

De groene bolster van walnoten vormt het grootste deel (ongeveer 57-60%) van de totale verse walnootbiomassa en wordt over het algemeen als afval beschouwd. Vanwege de aanwezigheid van de allelopathische verbinding juglone in de samenstelling wordt het directe gebruik van de groene bolster als mulch of compostmateriaal afgeraden. Juglone, dat van nature voorkomt in alle delen van de boom, heeft een negatieve impact op de overleving van nabije planten. De aanwezigheid van deze component is meer uitgesproken in zwarte walnoot (*Juglans nigra*) dan in de courant gebruikte variëteiten van de gewone walnoot (*Juglans regia*) in Vlaanderen.

Huidige toepassing

Huidige grootschalige toepassingen van walnootbolsters zijn o.a. de productie van walnotenlikeur op basis van onrijpe walnoten. Boeren moeten voor een stuk een afweging maken tussen het telen van walnoten voor notenproductie of het opschalen van de likeurproductie. Een mogelijke aanpak is om in de eerste jaren voorrang te geven aan vroege oogst in functie van de productie van likeur omdat er weinig onrijpe noten nodig zijn voor een groot volume likeur. In de piekjaren van de notenproductie is een combinatie mogelijk, of kan er dan volledig overgeschakeld worden op het oogsten van walnoten voor de notenkernen.

Potentieel walnootbolsters

Fenolverbindingen

Het totale fenolgehalte (TPC) in groene walnootbolsters is over het algemeen hoger dan het TPC-gehalte in fruit- en groentefval.

Toepassingen - Mogelijkheden

- Voeding en dranken: gebruikt als voedsel-additieven, natuurlijke antioxidanten of bewaarmiddelen die de houdbaarheid van voeding kunnen verlengen.
- Cosmetics en parfum: gebruikt in huidverzorgingsproducten vanwege hun anti-oxiderende en anti-aging eigenschappen en in parfums vanwege hun vermogen om unieke geuraccenten en diepte aan geuren toe te voegen.
- Landbouw: kunnen fungeren als natuurlijke pesticiden, herbiciden en fungiciden.

De totale fenol- en flavonoïdeconcentraties hebben de neiging om af te nemen naarmate walnoten rijpen. Bijgevolg zou de traditionele praktijk om noten te oogsten door de boom te schudden nadat de bolster op natuurlijke wijze opengaat, resulteren in een verminderd potentieel voor de valorisatie van de bolster.

Terwijl het gebruik van de bolster voor de productie van walnotenlikeur op boerderijniveau kan worden geïmplementeerd, zijn andere mogelijke toepassingen met fenolverbindingen, pectine en kleurstoffen zoals hieronder vermeld meer industrieel van aard. In dit scenario kunnen boeren fungeren als leveranciers voor deze industrieën door reststromen te sorteren.

Kleurstof

Juglone, gekenmerkt door zijn diepe roodbruine tint, wordt erkend onder de kleurstofclassificatie C.I Natural Brown 7.

Toepassingen - Mogelijkheden

- Juglone in de walnootbolster kan worden gebruikt als duurzaam kleurmiddel.

Pectine

Het pectinegehalte van de bolster is vergelijkbaar met dat van sinaasappelschil, een veelgebruikte bron van pectine.

Toepassingen - Mogelijkheden

- Pectines met hoog-methoxygehalte: worden gebruikt als verdikkings- en geleermiddel bij de bereiding van vruchtenjam, -gelei en -conserven.
- Emulgator: blijkt een effectieve emulgator te zijn en kan worden gebruikt in de voedingsindustrie (dressings en sauzen), cosmetica, verf enz.



Walnoot schaal, vaak vergeten, kent een hoog valorisatiepotentieel



Kern
50%

Huidige toepassing

Ongeveer 50% van het gewicht van een droge walnoot bestaat uit de afgedankte schaal. Het valoriseren van deze reststroom kan dus best een grote impact hebben op de rendabiliteit van de walnotenteelt.

Gemalen walnootschalen worden op heden al toegepast als natuurlijk, biologisch afbreekbaar straalmiddel voor het zandstralen en reinigen van oppervlakken. Ze zijn vooral nuttig bij delicate toepassingen, zoals het reinigen van vliegtuigmotoren of historische artefacten. De relatief lage hardheid van walnootschalen maakt ze ideaal voor oppervlaktebehandelingen, omdat ze geen materiaalverlies veroorzaken.

schaal
50%

Droge walnoot
gewicht

Potentieel walnootschalen

Vulmateriaal voor de bouw

- Walnootschalen bleken hydrofober te zijn dan hout. Compositiematerialen op basis van polymeren die walnotenschalen als vulmateriaal bevatten, bieden aanzienlijke commerciële voordelen in buitenconstructies zoals vloeren of omheiningen die een hoge milieueerstand vereisen.
- Gemalen walnootschalen kunnen ook worden gebruikt als additieven vanwege hun slijpbestendigheid en antislip eigenschappen in vloertoepassingen.

Cosmetica & persoonlijke verzorging

Fijngemalen walnootschalen zijn te vinden in sommige scrubs en verzorgingsproducten, waar ze helpen dode huidcellen te verwijderen.



Dierenbakvulling

Gemalen walnootschalen zijn te vinden in sommige natuurlijke dierenbakvullingen. Ze bieden een goede geurcontrole en zijn milieuvriendelijk.



Brandstof / Energiebron

Walnotenschalen hebben een energie-inhoud (calorische waarde) die vergelijkbaar is met die van steenkool. Pellets gemaakt van walnootschalen kunnen gebruikt worden voor verwarming. Het pelletiseren concentreert de energie en verlaagt zo de transportkosten per eenheid energie.



Walnootkern: perskoek, is het alleen voeder of een superfood?

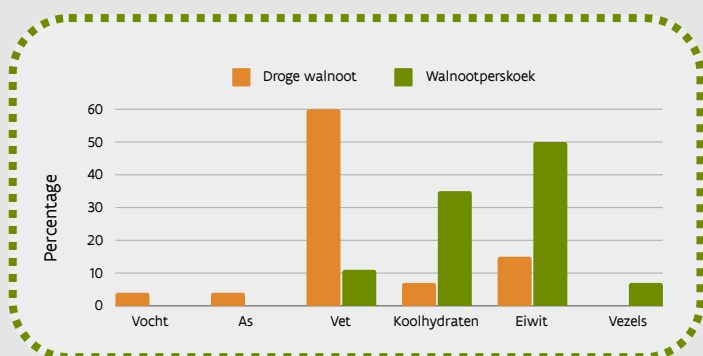
Walnootperskoek - voedingswaardeprofiel

Walnootperskoek, een restproduct van de verwerking van walnoten, blijft achter na de extractie van olie uit walnootkernen. Deze persing gebeurt meestal via een koude persing waarbij een aanzienlijk deel van de eiwitten in de walnootperskoek achterblijft. Bovendien is het grootste deel van de antioxiderende capaciteit in walnoten geconcentreerd in de walnootperskoek.

Huidige toepassing

Vanwege de slechte of bittere smaak wordt walnootperskoek doorgaans niet snel gezien als een restproduct met potentieel voor menselijke consumptie, maar kijkt men vooral naar toepassingen als diervoeder. Een toepassing als diervoeder betekent automatisch lagere prijzen voor dit restproduct dan wanneer dit zou gebruikt worden in de menselijke consumptie. Verwerkers geven dit product nu zelfs meestal gratis weg aan landbouwers met vee of varkens. Door alsnog via productinnovatie te werken aan manieren om deze voedzame grondstof in de voeding van huisdieren of mensen toe te passen, kunnen hogere prijzen voor walnootperskoek verkregen worden.

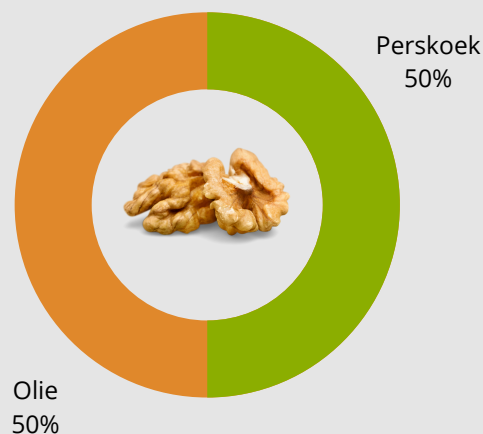
Het is ook belangrijk om te erkennen dat bij de overgang van het gebruik van deze perskoek voor diervoeder naar huisdierenvoeding en uiteindelijk menselijke consumptie, er meer belang zal worden gehecht aan het voldoen aan de voedselwetgeving en aan de normen voor voedselveiligheid.



Potentieel walnootperskoek

Dierenvoeding

Over het algemeen is de marktprijs van huisdiervoer hoger dan die van conventioneel diervoeder. Deze verschuiving naar de markt voor huisdiervoer biedt ook een kans om de veel voorkomende uitdagingen op het gebied van consumentenacceptatie in verband met de smaak van walnootperskoek aan te pakken.



Droog walnootkern gewicht

Eiwitbron

Op basis van analyses gerapporteerd in de literatuur, stellen we vast dat 100 gram gedroogde walnootkernen bestaan uit ongeveer 4% vocht, 4% as, ruim 60% vet, 3-7% koolhydraten, 15% eiwit en een energie-inhoud van 720 Kcal (Pereira et al., 2008). Walnootperskoek bevat 40 – 45% ruw eiwit, zo'n 35% koolhydraten ruim 10% vet en 5-10% vezels. Perskoek is dus een belangrijke plantaardige eiwitbron. Acht van de negen essentiële aminozuren zijn bovendien terug te vinden in deze perskoek.

Menselijke consumptie



Voor de bittere smaak van walnootperskoek kan een drempel zijn. Maar door productformulering en consumentenvoorlichting kan het potentieel van walnootkoek worden ontsloten.

Potentieel gebruik:

- Gebak
- Pasta
- Chocoladevulling - Pralines
- ...

Potentieel walnootperskoek als veevoer: resultaten van voederwaardeanalyses

Voederwaarde van walnootperskoek voor herkauwers

De huidige toepassing van walnootperskoek omvat het gebruik ervan in diervoeder, in het bijzonder voeder voor herkauwers. Dit deel van de factsheet belicht het potentieel van walnootperskoek als supplement in veevoer. Hiertoe hebben we een voederwaardeanalyse uitgevoerd op walnootperskoekmonsters van verschillende persingen op twee bedrijven (zie onderstaande tabel).

Vanwege de kleinere hoeveelheden perskoeken die individuele landbouwers gewoonlijk hebben, is het mogelijk dat ze niet genoeg hebben om zich in te laten met de industrie. Voor lokale landbouwers kan dit product ook op kleinere schaal interessant zijn, vooral wanneer ze te maken hebben met een tekort aan klaver in hun rantsoen. Walnootperskoek kan ook de afhankelijkheid van dure eiwitconcentraten en geïmporteerde eiwitrijke gewassen zoals soja verminderen.

Uitdagingen

- De walnootperskoek, die voornamelijk bestaat uit onverzadigde vetzuren, is gevoelig voor ranzigheid en bijsmaken.
- Het in de pens afbreekbare vet in walnootkoek kan ook de pensfermentatie negatief beïnvloeden, waardoor de voederopname en verteerbaarheid afnemen.

Ondanks deze uitdagingen heeft walnootperskoek een matige hoeveelheid beperkende essentiële aminozuren en een positieve OEB, waardoor het een bruikbare aanvulling is op traditioneel veevoer. Als het op de boerderij wordt geproduceerd, dient het als waardevolle grondstof, hoewel toepassingen met een hogere marktwaarde mogelijk kunnen zijn (zie deel 'Walnootkern: perskoek, is het alleen voeder of een superfood?')

Resultaten analyse

		Verwerker 1		Verwerker 2		
		Persing 1	Persing 2	Persing 1	Persing 2	Persing 3
Algemene samenstelling (g/kg DS)	Ruw eiwit	383	352	462	485	391
	Ruw vet	336	294	122	121	165
	Ruwe celwand	47	49	55	57	136
Beperkende aminozuren (g/kg DS)	Lysine	9,54	9,47	13,23	12,58	11,4
	Methionine	5,91	4,54	7,65	7,88	6,98
	Histidine	7,34	6,63	8,82	8,68	7,81
Energiewaarde parameters	Verteerbaarheid van organisch materiaal (%)	92,68	87,94	94,28	94,92	77,85
	VEM (/kg DM)	1753	1600	1333	1347	1206
Eiwit parameters (/kg DS)	FOS	404	410	587	593	439
	DVE	139	128	180	187	135
	OEB	208	185	236	251	208
Spoor-elementen (mg/kg DS)	Fe	64,0	47,5	73,5	71,5	59,0
	Mn	59,0	38,5	68,9	69,6	36,4
	Cu	18,5	15,0	21,5	18,5	17,5
	Zn	79,8	66,6	115,4	94,9	66,9

Omdat de effectieve bestendigheid van het ruw eiwit (%BRE) en de darmverteerbaarheid ervan (%DVBE) niet werden geanalyseerd, werden het %BRE (27%) en %DVBE (97%) van grondnootschroot/-schilfers uit de CVB-diervoedertabel gebruikt voor de berekeningen. We zijn ook uitgegaan van de afwezigheid van zetmeel in deze monsters. De VEM is berekend uit verteerbare organische stof, gebaseerd op formules voor krachtvoerders uit De Boever et al. 1999.

FOS- fermenteerbare organische stof in de pens van het rund / VEM- Voeder Eenheid Melk, netto-energie-inhoud voor melkgevende koeien / VOS- verteerbare organische stof / DVE- verteerbaar eiwit in dunne darm / OEB - Onbestendige Eiwit Balans. Dit kengetal geeft aan hoeveel eiwit en energie er in de pens beschikbaar komt en of deze twee in balans zijn.

Interessante bevindingen

Energiewaarde

- Het gemiddelde vetgehalte van de vijf geanalyseerde monsters was 208 g/kg DS (dit was hoger vergeleken met de 110 g/kg DS uit de literatuur; Gheise et al., 2022). We zagen echter een aanzienlijke variatie in het vetgehalte in verschillende monsters. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de perstechnieken en/of de notenvariëteiten.
- walnootperskoek bevat hoofdzakelijk onverzadigde vetzuren, voornamelijk omega-6 vetzuren, waardoor die onderhevig is aan degradatie bij blootstelling aan zonlicht en zuurstof, wat resulteert in ranzigheid en ongewenste smaken. Een methode om dit te vermijden is conservering via vacuümverpakken of langdurige opslag in het algemeen te vermijden. In de literatuur wordt gewezen op de hoge antioxidantwerking van walnoot perskoek, wat het risico op vetoxidatie vermindert en daardoor het ontstaan van ongewenste smaken vertraagt.
- Vetten worden vaak toegevoegd om de energieconcentratie van rantsoenen te verhogen, wat de algehele gezondheid, melkproductie en voortplanting van herkauwers ten goede komt. Het vet in walnootperskoek is echter niet meer ingesloten binnen de celwand (pensafbreekbaar vet) maar ingesloten in celwanden (beschermde vetten). Dit kan mogelijk de pensfermentatie belemmeren, waardoor de groei van pensbacteriën wordt geremd, wat leidt tot een lagere verteerbaarheid van het voer en een lagere voeropname voor koeien. Dit probleem is minder belangrijk bij walnootperskoeken, omdat producenten ernaar streven om het vetgehalte dat na het persen van de walnootolie in de koeken achterblijft., zo laag mogelijk te houden.

Lysine en methionine

- Het gemiddelde lysine (Lys) - en methioninegehalte (Met) van de vijf geanalyseerde monsters was respectievelijk ongeveer 11 en 6,5 g/kg DS vergelijkbaar met sojameel (Lys- 26,6 g/kg en Met- 6,2 g/kg), een veelgebruikte bron van aanvullende Lys en Met, en maïs (Lys- 2,4 g/kg en Met- 1,7 g/kg).
- Met en Lys worden over het algemeen beschouwd als beperkende aminozuren in diëten van herkauwers, waarbij de melkproductie mogelijks negatief geïmpacteerd wordt bij tekorten. Het in balans brengen van deze beperkende aminozuren is zeer nuttig, vooral bij droogstaande koeien, van 21 dagen voor het afkalven tot 21 dagen na het afkalven. Dit verhoogt niet alleen de droge stofopname, melkgift en melkeiwitconcentraties, maar verbetert ook de algehele fysiologie van de herkauwer.
- Merk op dat slechts een klein deel van de voedingseiwitten met hun aminozuren de pens passeert, terwijl het grootste deel wordt afgebroken door micro-organismen in de pens. Daarom wordt het gebruik van pensbeschermd -Met en -Lys veelvuldig beschreven in de literatuur en zijn er meerdere commerciële producten beschikbaar voor landbouwers.
- Verder was het gemiddelde histidine (His) gehalte van de vijf monsters ongeveer 7,9 g/kg DM. His wordt ook beschouwd als een beperkend aminozuur in melkkoeien die ingekuuld gras en granen eten.

Eiwitten

- Het gemiddelde ruw eiwitgehalte van de vijf geanalyseerde monsters was 414 g/kg DS. De aanbevolen streefwaarde voor ruw eiwit in het rantsoen is 150 g/kg DM. De meeste voederbronnen zoals ruwvoerders en maïs (68 g/kg DS) hebben echter een lager ruw eiwitgehalte. Dit kan worden verbeterd door het voer aan te vullen met eiwitrijke bronnen zoals walnootperskoek.
- walnootperskoek heeft een OEB-waarde van 208 /kg DS. Dit suggereert dat er een teveel aan fermenteerbaar eiwit is ten opzichte van fermenteerbare energie in het dieet. Dit teveel aan eiwit kan mogelijk leiden tot een verhoogde microbiële eiwitsynthese in de pens, wat gunstig kan zijn voor de melkproductie, maar ook kan resulteren in een hogere stikstofuitscheiding en bijbehorende milieueffecten als er niet goed mee wordt omgegaan. Een mogelijke oplossing is het mengen van perskoek met traditioneel veevoer met een negatieve OEB (ruwvoerders zoals maïskuilvoeder met een gemiddelde OEB-waarde van -46 /kg DS).

Bronnen

Alamprese, C., & Pompei, C. (2005). Influence of processing variables on some characteristics of nocino liqueur. *Food Chemistry*, 92(2), 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.012>

Appuhamy, R. (2019). Beyond lysine and methionine: what have we learned about histidine?. *DIM*, 82(35), 179.

Arranz, Sara & Pérez-Jiménez, Jara & Saura-Calixto, Fulgencio. (2008). Antioxidant capacity of walnut (*Juglans regia* L.): Contribution of oil and defatted matter. *European Food Research and Technology*. 227. 425-431. 10.1007/s00217-007-0737-2.

Asgari, K., Labbafi, M., Khodaiyan, F., Kazemi, M., & Hosseini, S. S. (2020). Valorization of walnut processing waste as a novel resource: Production and characterization of pectin. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(12). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14941>

Castrica, Marta & Rebutti, Raffaella & Giromini, Carlotta & Tretola, Marco & Cattaneo, Donata & Baldi, Antonella. (2018). Total phenolic content and antioxidant capacity of agri-food waste and by-products. *Italian Journal of Animal Science*. 18. 1-6. 10.1080/1828051X.2018.1529544.

Elsaadawy, S. A., Wu, Z., Wang, H., Hanigan, M. D., & Bu, D. (2022). Supplementing Ruminally Protected Lysine, Methionine, or Combination Improved Milk Production in Transition Dairy Cows. *Frontiers in veterinary science*, 9, 780637. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.780637>

Gheise, N. J. E., Riasi, A., Shahneh, A. Z., Naseri, V., Kafilzadeh, F., Bolandnazar, A., & Ahmadi, F. (2023). Comparative evaluation of nutrient composition, in vitro nutritional value, and antioxidant activity of de-oiled meals from walnut, hazelnut, almond, and sesame. *Tropical animal health and production*, 55(5), 333. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03750-w>

Hemmati, F., Jafari, S. M., Kashaninejad, M., & Barani Motlagh, M. (2018). Synthesis and characterization of cellulose nanocrystals derived from walnut shell agricultural residues. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, 1216–1224. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.09.012>

Jahanban-Esfahlan, A., Ostadrahimi, A., Tabibiazar, M., & Amarowicz, R. (2019). A comprehensive review on the chemical constituents and functional uses of walnut (*Juglans* spp.) husk. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 20, Issue 16). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms20163920>

Jakopic, J., Colaric, M., Veberic, R., Hudina, M., Solar, A., & Stampar, F. (2007). How much do cultivar and preparation time influence on phenolics content in walnut liqueur? *Food Chemistry*, 104(1), 100–105. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.11.008>

Kalompatsios, D., Athanasiadis, V., Palaiogiannis, D., Lalas, S. I., & Makris, D. P. (2022). Valorization of Waste Orange Peels: Aqueous Antioxidant Polyphenol Extraction as Affected by Organic Acid Addition. *Beverages*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/beverages8040071>

Bronnen

Kithi, L., Lengyel-Kónya, É., Berki, M., & Bujdosó, G. (2023). Role of the Green Husks of Persian Walnut (*Juglans regia* L.)—A Review. In *Horticulturae* (Vol. 9, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9070782>

Latos, M., Masek, A., & Zaborski, M. (2019). The potential of juglone as natural dye and indicator for biodegradable polyesters. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 233(3), 276–285. <https://doi.org/10.1177/1464420718804271>

Mendu, V., Harman-Ware, A. E., Crocker, M., Jae, J., Stork, J., Morton, S., Placido, A., Huber, G., & Debolt, S. (2011). Identification and thermochemical analysis of high-lignin feedstocks for biofuel and biochemical production. *Biotechnology for Biofuels*, 4. <https://doi.org/10.1186/1754-6834-4-43>

Miladinović, M. R., Zdujić, M. v., Veljović, D. N., Krstić, J. B., Banković-Ilić, I. B., Veljković, V. B., & Stamenković, O. S. (2020). Valorization of walnut shell ash as a catalyst for biodiesel production. *Renewable Energy*, 147, 1033–1043. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.056>

Moran, J. B. (2005). How the rumen works. *Tropical dairy farming*. In CSIRO Publishing eBooks. (pp. 41-49). <https://doi.org/10.1071/9780643093133>

Morales, A., Labidi, J., & Gullón, P. (2022). Integral valorisation of walnut shells based on a three-step sequential delignification. *Journal of Environmental Management*, 310. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114730>

Orue, A., Eceiza, A., & Arbelaiz, A. (2020). The use of alkali treated walnut shells as filler in plasticized poly(lactic acid) matrix composites. *Industrial Crops and Products*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111993>

[Overview of fat digestion and metabolism in dairy cows. \(n.d.\). https://www.thecattlesite.com/articles/793/overview-of-fat-digestion-and-metabolism-in-dairy-cows](https://www.thecattlesite.com/articles/793/overview-of-fat-digestion-and-metabolism-in-dairy-cows)

Palmquist, D., & Jenkins, T. (2017). A 100-Year Review: Fat feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10061–10077. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12924>

Pereira, J. A., Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I. C. F. R., Bento, A., & Estevinho, L. (2008). Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46(6), 2103–2111. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.02.002>

Romano, R., Aiello, A., Meca, G., de Luca, L., Pizzolongo, F., & Masi, P. (2021). Recovery of bioactive compounds from walnut (*Juglans regia* L.) green husk by supercritical carbon dioxide extraction. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(9), 4658–4668. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15161>

Rumen Degradable Protein (RDP) balance. (n.d.). Eurofins Agro. <https://www.eurofins-agro.com/en/rdp-balance>

Bronnen

Sari, T. P., Sirohi, R., Krishania, M., Bhoj, S., Samtiya, M., Duggal, M., Kumar, D., & Badgujar, P. C. (2022). Critical overview of biorefinery approaches for valorization of protein rich tree nut oil industry by-product. In *Bioresource Technology* (Vol. 362). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127775>

Schwab, C., & Broderick, G. (2017). A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10094–10112. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13320>

Streefwaardes voor een optimaal rantsoen - Mijn Rantsoenwijzer. (2018, July 9). *Mijn Rantsoenwijzer*. <https://mijnrantsoenwijzer.nl/de-theorie/streefwaardes-voor-een-optimaal-rantsoen/>

Sturm, Viktoriya & Banse, Martin & Salamon, Petra. (2022). The role of feed-grade amino acids in the bioeconomy: Contribution from production activities and use in animal feed. *Cleaner Environmental Systems*. 4. 100073. 10.1016/j.cesys.2022.100073.

Van Den Bossche, T., Goossens, K., Ampe, B., Haesaert, G., De Sutter, J., De Boever, J., & Vandaele, L. (2023). Effect of supplementing rumen-protected methionine, lysine, and histidine to low-protein diets on the performance and nitrogen balance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(3), 1790–1802. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22041>

Vleugels T. 2013. Breeding for resistance to clover rot (*Sclerotinia* spp.) in red clover (*Trifolium pratense* L.). PhD Thesis, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Belgium. 192p.

Voereigenschappen - mijn rantsoenwijzer. (2019, January 3). *Mijn Rantsoenwijzer*. <https://mijnrantsoenwijzer.nl/de-theorie/voereigenschappen/>

Yilmaz, Sebahattin & Saçlık, Sefer. (2017). GREEN HUSK AND INSHELL BIOMASS PRODUCTION CAPABILITIES OF SIX WALNUT CULTIVARS. 5. 389-397.

Yu, X. C., & Sun, D. L. (2013). Microwave and enzymatic extraction of orange peel pectin. *Asian Journal of Chemistry*, 25(10), 5333–5336. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2013.14175>

Ziggers, D. (2020, December 18). Protect methionine and lysine in dairy rations. *All About Feed*. <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/feed-additives/protect-methionine-and-lysine-in-dairy-rations>