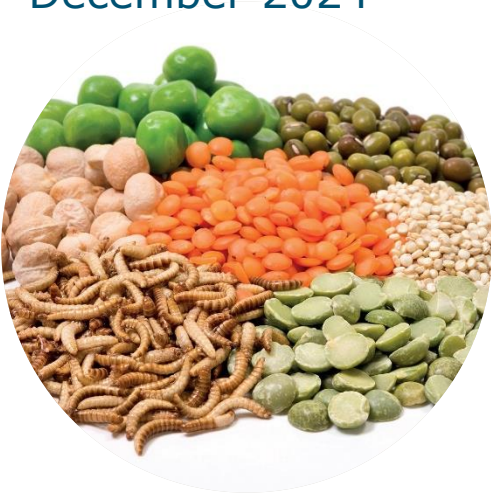


Toolbox Nieuwe Gewassen

dr.ir. J. (Jan) Broeze, ir. J.J. (Jim) Groot & dr. J.A.M. (Jacqueline) Berghout

December 2024



Toolbox Nieuwe Gewassen

Rapport: 2658

WFBR Projectnummer: 6234241900

BAPS nummer: BO-43-103-011

Versie: Final

Reviewer: dr.ir. M. (Marta) Rodriguez Illera

Goedgekeurd door: Dr. ir. H. (Henk) Wensink

Uitgevoerd door: Wageningen Food & Biobased Research (WFBR)

Opdrachtgever en financier: Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur

Dit rapport is: openbaar

These slides are available at <https://doi.org/10.18174/686441>

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen Food & Biobased Research is het niet toegestaan:

- a. dit door Wageningen Food & Biobased Research uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;
- b. dit door Wageningen Food & Biobased Research uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of Wageningen Food & Biobased Research, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;
- c. de naam van Wageningen Food & Biobased Research te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.

Het onderzoek zoals beschreven in dit rapport is op objectieve wijze uitgevoerd door onderzoekers die onpartijdig zijn ten opzichte van de opdrachtgever(s) en sponsor(s).

© 2024 Wageningen Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research.

Postbus 17, 6700 AA Wageningen, , T 0317 48 00 84, E info.wfbr@wur.nl, www.wur.nl/wfbr.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

Onderwerpen

Tips voor het navigeren door de toolbox:

- navigeren door de toolbox is mogelijk via PgUp en PgDn, maar ook via hyperlinks in de toolbox (onderstreept)
- Terugnavigeren naar de eerder getoonde dia is mogelijk via:
 - het menu dat verschijnt na rechtermuisklik: Vorige weergave
 - of Alt + (dat wil zeggen: tegelijkertijd op Alt drukken en de pijl naar links wijzen)

- Samenvatting (synthese)
- Inleiding: Achtergrond, met historisch perspectief op teelt van peulvruchten, recente ontwikkelingen en de huidige productie van peulvruchten in Nederland en in Europa.
- Inleiding van geselecteerde nieuwe gewassen:
 - veldboon,
 - bonen,
 - erwt,
 - kikkererwten,
 - linzen,
 - lupine,
 - sojabonen
 - koolzaad
 - tarwe (hier opgenomen als 'referentiegewas'.
- Landbouwkundige waarde
- Opbrengsten per hectare:
 - gemiddelden voor NL/EU/Wereld,
 - verdere kwantitatieve schattingen voor Europa,
 - schattingen van gewas- en eiwitopbrengst in Nederland.

- Voedingswaarde:
 - aminozuursamenstellingen van gewassen,
 - effecten van verwerking op aminozuursamenstelling
 - nutritionele eiwitkwaliteit PDCAAS en DIAAS,
 - nutritionele opbrengst van de gewassen per hectare;
 - effecten van bewerkingsprocessen op de voedingswaarde.
- Gebruik voor levensmiddelen en veevoer.
- Sterkte, Zwaktes, Kansen & Bedreigingen voor de productie van 'nieuwe gewassen' in Nederland en voor het vergroten van hun aandeel in de consumptie.
- Synthese en Visies van experts.
- Aanbevolen literatuur

Achtergrond

'Toolbox' Nieuwe Gewassen

Deze 'toolbox' presenteert inzichten (feiten en cijfers) over 'nieuwe gewassen'. Daarmee wordt bedoeld op gewassen die niet tot de meest gangbare gewassen in Nederland behoren, maar die als veelbelovend worden beschouwd voor het verminderen van de afhankelijkheid van geïmporteerde eiwitten. De toolbox geeft praktische relevantie, mogelijkheden en hindernissen aan. Het is ook bedoeld om claims in perspectief te plaatsen en kwantitatief te begrijpen.

Scope van 'Nieuwe gewassen'

De gewassen in scope, zijn: [veldboon](#), [bonen](#), [erwt](#), [kikkererwten](#), [linzen](#), [lupine](#), [sojabonen](#) [koolzaad](#) en [tarwe](#) (dit laatste is in dit feitenbestand opgenomen als referentiegewas). De meeste van deze gewassen zijn vlinderbloemigen* die mogelijk voor voedsel worden gebruikt: meer specifiek peulvruchten.

* Vlinderbloemigen: Plant die zijn vrucht draagt in een peul. Peulvruchten is een overkoepelende term voor diverse gewassen; Deze worden geclassificeerd op basis van de mate van rijpheid bij de oogst en toepassingen:

- [Peulvruchten](#): rijpe zaden van vlinderbloemigen; deze worden gebruikt voor voedsel, diervoeder of verwerkt (gewoonlijk voor de extractie van eiwitfracties).
- [Groene bonen/groenten](#): Peulvruchten die onrijp zijn geoogst als groene groente (zoals sperziebonen en doperwten) met een hoger vochtgehalte en een lagere zaadopbrengst (dus lagere eiwitopbrengst) per hectare.
- [Groene gewassen](#): peulvruchten die worden geoogst als voeder-/biomassagewassen, zoals klaver en hennep groengewassen.

M.b.t. vlinderbloemigen wordt in deze toolbox gericht op peulvruchten.

De categorie peulvruchten omvat ook enkele oliehoudende gewassen, zoals sojabonen en pinda's.

Historische achtergrond en rol van peulvruchten in het voedselsysteem in Europa

Peulvruchten zijn al duizenden jaren essentieel voor voedsel. Aangenomen wordt dat de [complementariteit tussen de aminozuursamenstelling van peulvruchten, granen en knolgewassen](#) de gezamenlijke domesticatie van deze gewassen verklaart ([Gepts, 2004](#)).

Heden ten dage zijn peulvruchten in het dieet in veel landen grotendeels vervangen door dierlijke producten, maar zijn nog steeds belangrijk als veevoeder. In veel lage- en middeninkomenslanden zijn ze nog steeds van vitaal belang in het dieet. Tegenwoordig zijn sojabonen en erwten de belangrijkste graanpeulvruchten, gevolgd door veldbonen en nog kleinere hoeveelheden lupinen; deze worden voornamelijk gebruikt in veevoer ([Notz et al., 2022](#)).

Een groot deel van de in Europa geproduceerde peulvruchten wordt gebruikt voor veevoer; een klein deel wordt ingezet voor voedingstoepassingen (FAOSTAT).

Historie:

- **In de jaren 1960:** In Europa werd de teelt van peulvruchten gedomineerd door tuinbonen; deze werden voornamelijk voor menselijke consumptie gebruikt.
- **Van 1960 tot 2010** is het productiegebied van peulvruchten in de landen van de Europese Unie met ongeveer 2/3 afgenomen als gevolg van de volgende factoren ([Slow Food Magazine, 2014](#)):
 - Productie-gerelateerd:
 - Verhoging van opbrengst. Met de grootschalige toepassing van kunstmest, hoogproductieve rassen en verbeterde agronomische praktijken is de opbrengst van winter tarwe in Nederland met 180% verbeterd en aardappelen met 100% (CBS). In de tussentijd was de opbrengststijging van peulvruchten relatief klein. De economische opbrengst van peulvruchten is hooguit in het beste geval vergelijkbaar met die van hoogproductieve gewassen zoals tarwe ([Teelthandleiding veldbonen](#)).
 - Peulvruchten zijn gevoelig voor mislukte oogsten (late vorst in het zaai seizoen), terwijl in een natte herfst drogen na de oogst nodig kan zijn.
 - De productie van peulvruchten is relatief arbeidsintensief, wat niet goed past bij schaalvergroting van de landbouw.
 - Verschuiving in de vraag:
 - Door de groei van het inkomen konden consumenten zich steeds meer (duurdere) dierlijke eiwitproducten veroorloven.
 - Met de toenemende populariteit van exotische gerechten werden de traditionele gerechten minder relevant.
- **Sinds 2015** is de daling gedeeltelijk omgebogen, hoewel het productiegebied voor peulvruchten nog steeds klein is (het productieareaal voor tarwe is bijvoorbeeld ongeveer 8 tot 10 keer hoger dan het totale productieareaal voor peulvruchten). In de biologische landbouw, waar de beschikbaarheid van voedingsstoffen een grotere uitdaging is, is de stikstoffixatiekwaliteit van peulvruchten relevanter dan in de conventionele landbouw ([Van der Burgt et al., 2021](#)).

Productie van vlinderbloemigen in Nederland

Zoals weergegeven in nevenstaande figuur, is het grootste deel van het productieareaal van vlinderbloemigen in Nederland gewijd aan de groene bonen/groenten. De andere producten besloegen afgelopen decennium tot ongeveer 4000 hectare (7000 hectare in 2023, op basis van voorlopige gegevens).

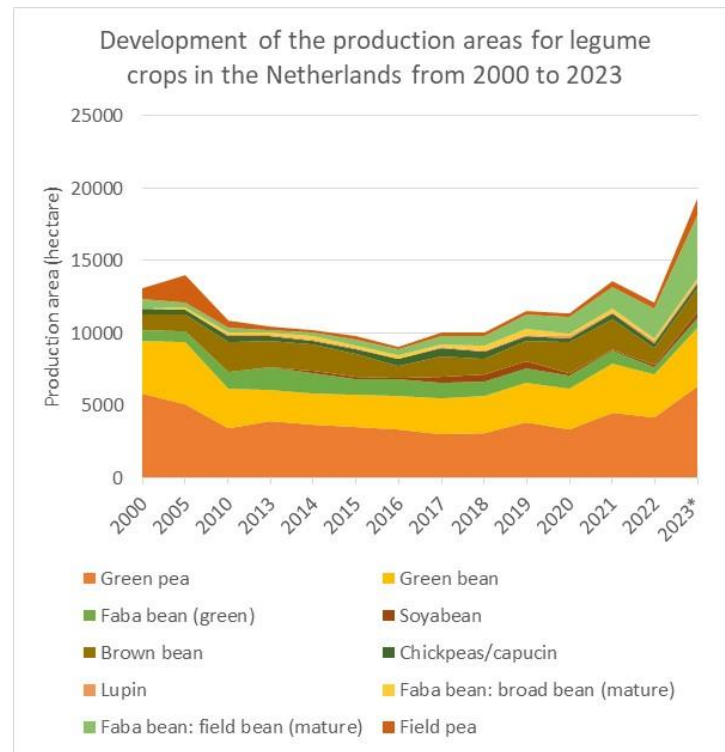
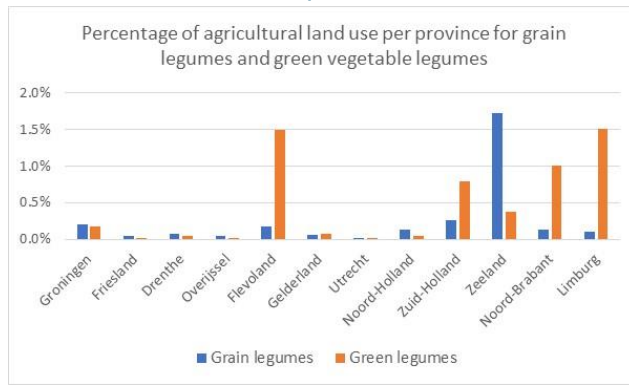
Opmerking: groenbedekkers en voedergewassen (zoals luzerne) zijn niet opgenomen in de gegevens.

Bruine bonen en de zeer kleine hoeveelheden soja en lupine zijn bedoeld voor menselijke consumptie: soja en lupine bijvoorbeeld als grondstof voor vleesvervangers. Veldbonen en doperwten worden voornamelijk geproduceerd voor veevoer.

Ter vergelijking: het totale landbouwareaal in Nederland is ongeveer 2 miljoen hectare (CBS), waarvan

- ongeveer de helft grasland,
- 6% wordt gebruikt voor tarwe,
- 0,1 tot 0,2% wordt gebruikt voor de teelt van peulvruchten (tot 2022).
- 0,3 tot 0,4% wordt gebruikt voor groene vlinderbloemige groenten (tot 2022).

Het merendeel van de peulvruchten wordt geteeld in de provincie Zeeland, terwijl vlinderbloemige groenten het meest voorkomen in de traditionele groente-producerende provincies (Flevoland, Limburg, Noord-Brabant en Zuid-Holland).

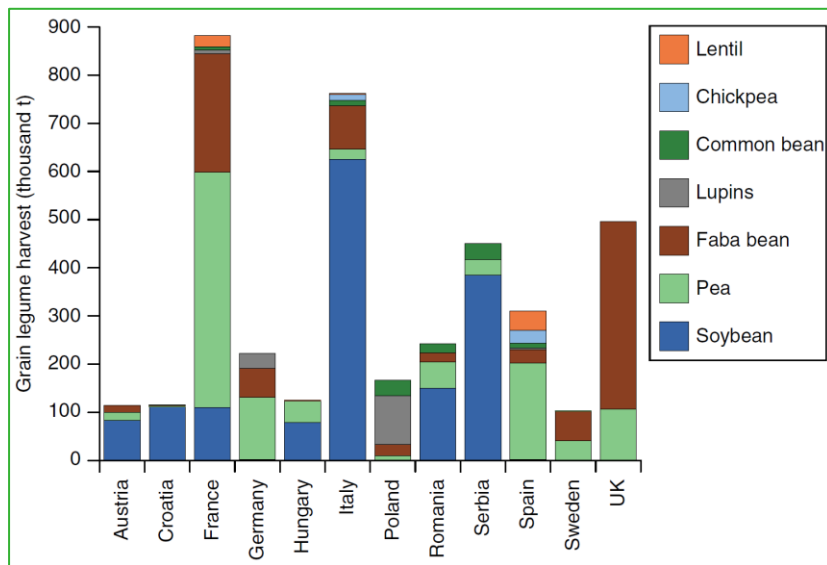


Bron: [CBS](#) (benaderd 22 december 2023)

* Gegevens voor 2023 zijn voorlopig

Productie van peulvruchten in Europa

De belangrijkste peulvrucht gewassen in Europa zijn sojabonen, erwten en tuinbonen. Soja en erwt komen het meest voor in Zuid-Europa, terwijl in Noordwest-Europa veldboon het meest voorkomende peulvruchtgewas lijkt.



Production volumes of grain legumes in the 12 European countries where the total harvest exceeded 100,000 t in 2013 (Stoddard, 2017).

Data from Eurostat (2016) (faba bean, pea, soybean, lupins) and FAOSTAT (2016) (lentil, chickpea, common bean).

Tuinbonen / Veldbonen

De groep faba bonen omvat diverse variëteiten, waaronder de tuinboon (grote, relatief platte boon) en de veldboon (kleinere boon).

Veldbonen zijn een geliefd voedsel in West-Azië, Noord-Afrika en China. Deze bonen zijn in andere continenten, waaronder Europa, populair als groene groente. In veel landen worden de rijpe bonen gebruikt als veevoer.

In vergelijking met andere peulvruchten geeft veldboon een hoge productiviteit. Het past goed in het Nederlandse klimaat omdat het vorst-tolerant is, waardoor het geschikt is om in de herfst of vroege voorjaar te worden gezaaid ([Stoddard, 2017](#)).

Veldbonen die in Nederland worden verwerkt en/of geconsumeerd, zijn voornamelijk afkomstig van productie in Nederland of geïmporteerd uit Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk ([Broekema et al., 2011](#)).

Teelthandleiding veldbonen

Om de deelnemers van het praktijknetwerk So ja...? (W)eiwit!, maar ook andere geïnteresseerden te ondersteunen bij de teelt van veldbonen, zie figuur 1, is een teelthandleiding opgesteld. Deze teelthandleiding gaat alleen in op het telen van enkel en alleen veldbonen en gaat niet in op mengteelten als tarwe met veldbonen. De teelt van veldbonen is lastig en de kennis over de teelt is op sommige aspecten gedateerd. In de jaren '80 en '90 werden veldbonen regelmatig geteeld. In 1988 werd 14.000 ha veldbonen geteeld, tegenover zo'n 150 ha in 2010. Het telen van erwten en veldbonen werd in die jaren gestimuleerd door middel van subsidie.



Teelt van eiwitgewassen veldbonen

tijd of is
n nieuwe
wat de



**veldbonenburger Nederlandse
bonen scoort hoog onderzoek
Consumentenbond**

Bonen

In Nederland worden van oudsher verschillende 'droge bonen'-gewassen geproduceerd, met name bruine en witte bonen. Verschillende regio's in Nederland hebben zich gespecialiseerd in hun eigen bonenrassen ([Slow Food Magazine, 2014](#)).

Op enkele uitzonderingen na lijkt de productie van bonen meer te gaan over het in stand houden en (her)introduceren van rassen dan over het verbeteren van de productie. Onderstaande tabel geeft een voorbeeld van de grote variatie in opbrengsten en eiwitwaarden tussen verschillende bonenrassen in Nederland ([Timmer, 2013](#)).

Gewas	Type/breed	Opbrengst (kg/ha, 85% droge stof)	Eiwit-opbrengst (kg/ha)	Eiwitgehalte (%)
Bruine boon	Narda	4299	734	20%
Bruine boon	kogelboon	4205	724	20%
Bruine boon	Berna	4152	706	20%
Witte boon	China medium white	3568	678	22%
Witte boon	Canadian pea	3488	731	25%
Pinto boon	Canadian pinto	3450	659	22%
Zwarte boon	Chinese black turtle	3105	640	24%
Witte boon	Peabean GS 96.341	3071	608	23%
Kidney boon	China dark red	2974	615	24%
Kidney boo	American dark red	2862	608	25%
Gespikkelde kidney boon	China light speckled	2819	521	22%



HAK TEELT DIT JAAR ZWARTE EN WITTE BONEN VAN HOLLANDSE BODEM

Erwt

Erwt (zoals de verse groente 'doperwt' en de droge peulvrucht 'gele erwt') is de op één na meest geteelde vlinderbloemige ter wereld, na sojaboon.

Erwten worden in [Europa vooral in Zuid-Europa geteeld](#).

Erwten die in (bewerkt) voedsel worden gebruikt, zijn veelal afkomstig zijn van productie in Nederland alsmede van import uit andere Europese landen (Frankrijk, VK) en uit andere werelddelen (zoals Mexico en de Verenigde Staten).



Kikkererwt

Kikkererwten zijn de derde meest geteelde peulvrucht ter wereld, na sojabonen en erwten. India is verreweg de grootste producent (3/4 van de wereldproductie); andere belangrijke producenten zijn Australië, Ethiopië en Turkije. (bron: [FAOSTAT](#))

Kikkererwten die in Nederland worden verwerkt en/of geconsumeerd, zijn voornamelijk afkomstig uit Turkije, Rusland en Canada ([Den Belder et al., 2014](#)).

Opmerkelijk: Kikkererwt is geen lid van de erwten-familie, maar een boon.



Linzen

Linzen komen het meest voor in Noord-Amerika, Azië en Europa (Middellandse Zeegebied).

De landbouwkundige opbrengsten zijn over het algemeen lager dan die van andere veel voorkomende peulvruchten.

Linzen die in Nederland worden verwerkt en/of geconsumeerd, zijn voornamelijk afkomstig uit China, Canada en Turkije ([Den Belder et al., 2014](#)). In Nederland worden slechts kleine hoeveelheden linzen geproduceerd, meestal in kassen vanwege het klimaat. De verwerking van linzen en de ontwikkeling van producten op basis van linzen krijgt veel aandacht, omdat het als een interessant voedingsingrediënt wordt beschouwd.

Let op: 'waterlinzen' is een ander product dan 'linzen'. Waterlinzen (ook wel eendenkroos en lemna genoemd) is geen akkerbouwgewas, maar groeit in zoet water. De productie van 'waterlinzen' als humaan eiwitgewas is onderwerp van lopend onderzoek.

‘Met een blik linzen heb je de perfecte oplossing in handen’



Lupine

De belangrijkste productieregio's voor lupine zijn Oceanië en Europa. In de EU wordt het gewas [met name in Polen en Duitsland geproduceerd](#).

[Talhinhas et al. \(2023\)](#): "Sinds het begin van de 20e eeuw is er in Europa een nieuw ras (gele lupine) ontwikkeld, waarvan aanzienlijke gebieden worden arealen voor veevoer, voornamelijk op zandgronden in het midden, oosten en zuidwesten van het continent." "In de afgelopen 30 tot 40 jaar zijn er verschillende pogingen gedaan om het productiegebied van deze lupinesoort aanzienlijk te vergroten, maar de vatbaarheid voor de schimmelziekte anthracnose heeft de toename van het areaal in zowel Europa als Australië ernstig belemmerd."

"Een van deze nadelen is de lage oogstindex, vooral vanwege een hoog aandeel van het gewicht van de peulwand in het hele rijpe fruit".

"Het is pas sinds kort dat consumenten en de voedingsindustrie het potentieel van lupinen als hoofdingrediënt voor voedingsmiddelen hebben herontdekt door de groeiende belangstelling voor de eiwittransitie en plantaardige eiwitten. Ze worden momenteel bijvoorbeeld gebruikt in plantaardige analogen voor zowel zuivel- als vleesproducten."

Een belangrijke beperkende factor voor het gebruik van lupine is het relatief hoge gehalte alkaloiden. Een ander obstakel is de beperkte landbouwopbrengst: relatief laag t.o.v. andere gangbare peulvruchten. In vergelijking met andere peulvruchten hebben lupinen minder geprofiteerd van productiviteit-verbeteringen, waardoor ze minder voorkeursgewassen zijn ([Talhinhas et al., 2023](#)). Toch zijn er [rassen geïntroduceerd die beter kunnen omgaan met klimatologische omstandigheden in Nederland en die een lager alkaloidgehalte hebben](#).

In vergelijking met andere granen heeft lupine een hoger oliegehalte (ongeveer 10%, wat echter nog steeds aanzienlijk lager is dan voor sojabonen).

Lupinen die in Nederland worden verwerkt en/of geconsumeerd, zijn voornamelijk afkomstig uit Duitsland en Australië ([Broekema et al., 2011](#)).



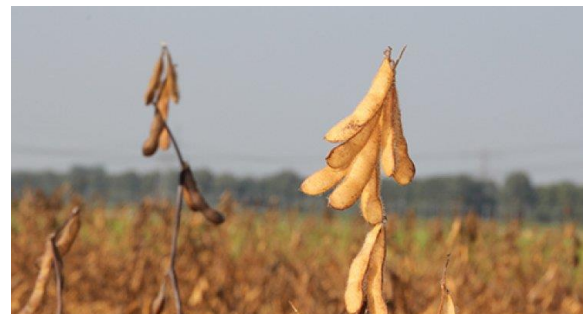
Sojaboon

Sojaboon is verreweg het meest geproduceerde peulvruchtgewas ter wereld (ongeveer 3/4 van alle wereldwijd geproduceerde peulvruchten). Hoewel sojabonen peulvruchten zijn, verschillen ze van de meeste andere peulvruchten in die zin dat ze een aanzienlijke hoeveelheid olie bevatten. Een ander voordeel ten opzichte van peulvruchten is de hogere wereldwijde gemiddelde opbrengst per hectare ([FAOSTAT](#)). Let op: in Europa is de gemiddelde opbrengst voor hoogproductieve peulvruchten (zoals veldboon) hoger dan voor soja ([FAOSTAT](#)).

Hoewel sojabonen zeer gunstige voedingseigenschappen hebben, wordt er nog steeds veel meer van de onbewerkte sojabonen gebruikt voor diervoeder dan voor voedsel ([FAOSTAT](#)). Het grootste deel van de wereldwijde productie wordt verwerkt tot olie en koek/meel.

Hoewel de productie van sojabonen in Nederland het laatste decennium enigszins is toegenomen, is de productie nog zeer beperkt. Zoals geconcludeerd in de Green Deal 'Soja in Nederland' wordt het bedrijfsmodel voor de productie van sojabonen in Nederland als 'moeilijk' ervaren (vanwege de grote variabiliteit van de opbrengsten; vaak niet concurrerend met de productie van aardappelen, suikerbieten of uien). De uitdagende positie van de sojaproductie in Nederland wordt geïllustreerd door:

- [Nieuwe oogst \(2023\)](#): in 2 van de 6 veldexperimenten mislukte de productie/oogst van soja.
- [Van Ittersum et al. \(2023\)](#): "De sojateelt in Nederland staat nog in de kinderschoenen. In 2016 werd in de Green Deal voor Nederlandse soja de ambitie gesteld om in de nabije toekomst soja te telen op 10.000 hectare Nederlands akkerland. In 2018 teelden 91 deelnemende boeren droge soja op 475 hectare akkerland, met een totale productie van ca. 1.200 ton. Maar in 2020 was het productiegebied teruggelopen naar 140 ha, wat de moeizame weg van vergroting van peulvruchtenteelt in Noordwest-Europa illustreert. Op zo'n 30 ha werd ook soja geteeld voor verse menselijke consumptie onder het label 'Edamame' of 'Nedersoja'. Echter, die producten zijn alleen in Duitse supermarkten verkocht, terwijl Nederlandse supermarkten geïmporteerde verse bonen verkochten."



Kool- en raapzaad

Koolzaad en raapzaad zijn geen peulvruchten maar oliehoudende gewassen. Deze categorie gewassen staat bekend om de relatief hoge opbrengst van olie en eiwit per hectare. Deze gewassen zijn geschikt voor relatief uiteenlopende klimatologische omstandigheden. Nadeel is de aanwezigheid van specifieke gevaarlijke/giftige componenten in de zaden: erucazuur en glucosinolaten.

Formeel zijn koolzaad en koolzaad verschillende variëteiten, waarbij raapzaad een lager gehalte aan gevaarlijke componenten heeft dan koolzaad. Daardoor is raapzaad geschikter is voor voedseltoepassing. In de praktijk worden de namen door elkaar gebruikt.

Canola is een specifiek koolzaadras dat gemiddeld een lager gehalte aan erucazuur heeft, wat de bruikbaarheid voor voedsel verbetert. Omdat de huidige canola-variëteiten GMO-varianten zijn (resistent tegen gewasbeschermingsmiddelen), is het gebruik van canola en afgeleide producten (meel) in de EU sterk gereguleerd.

Ongeveer 1/3 van het koolzaad wereldwijd wordt in Europa geproduceerd. Hiervan wordt slechts 0,02 tot 0,03% in NL geproduceerd. De belangrijkste Europese producerende landen zijn Frankrijk, Duitsland en Oost-Europese landen.

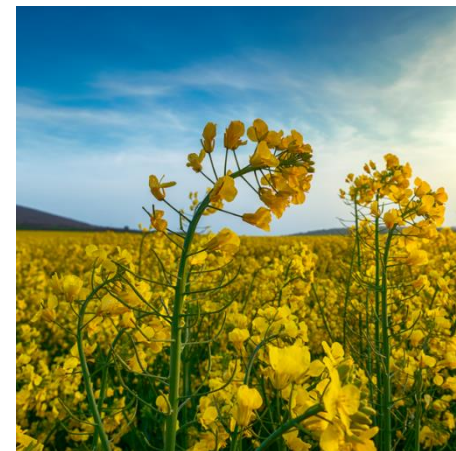
Het grootste deel van het kool-/raapzaad wordt verwerkt, met als belangrijkste producten olie en meel.

Het gebruik van hele koolzaad als voedselingsrediënt is niet goedgekeurd in de Europese Unie.

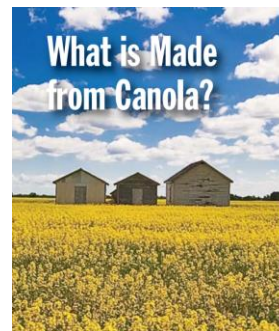
Het gebruik van geëxtraheerde olie en eiwitten in levensmiddelen is toegestaan, op voorwaarde dat onder meer het gehalte aan genoemde gevaarlijke stoffen onder bepaalde niveaus ligt ([Verordening \(EU\) 2017/2470](#)).

Koolzaadolie is de belangrijkste grondstof voor biodiesel in de EU. Het wordt ook gebruikt voor voedingsmiddelen, diervoeders en oleochemicaliën.

Koolzaadschroot wordt veel gebruikt voor veevoer vanwege het hoge gehalte aan eiwitten. Vanwege de goedkeuring als novel food 2017 door de Europese Commissie zijn er onlangs voedselingsrediënten op basis van koolzaadmeel geïntroduceerd.



picture: www.elburgglobal.nl



FOOD PRODUCTS FROM CANOLA OIL:

- High stability frying oil
- Margarine
- Salad oil
- Cooking spray
- Shortening
- Liquid shortening
- Mayonnaise
- Sandwich spread
- Coffee whitener
- Creamer
- Cookies
- Crackers
- Cake mixes
- Bread
- Snack foods

NON-FOOD PRODUCTS:

- Cosmetics - lip gloss, creams, shampoo, soap, lipstick, massage oils
- Biodiesel
- Dust depressants
- De-icer for airplanes
- Printing ink
- Suntan oil
- Antistatic for paper and plastic wrap
- Biodegradable greases
- Bioplastics
- Industrial lubricants

FROM CANOLA MEAL:

- Protein isolates for human food
- Livestock feed
- Poultry feed
- Pet food
- Fish food
- Fertilizer



https://canolagrowers.com/wp-content/uploads/2014/11/Canola_Glossy2010_1.pdf

Tarwe (hier opgenomen ter referentie)

Granen groeien bijzonder goed in Europa. Over het algemeen is de [gewas-opbrengst van tarwe aanzienlijk hoger dan die van peulvruchten](#).

Net als andere hoogproductieve (zetmeel en suiker) gewassen, is tarwe afhankelijk van externe stikstofbronnen (zoals kunstmest en dierlijke mest). Vlinderbloemigen kunnen stikstof uit de lucht binden, maar dat proces is erg energie-intensief, hetgeen leidt tot lagere productiviteit dan zetmeel en suikergewassen (mits die voldoende stikstof krijgen).

Het eiwitgehalte van tarwekorrels is lager dan van peulvruchtenkorrels, maar nog steeds aanzienlijk (ongeveer 10%). De [eiwitopbrengst per hectare voor tarwe is dan ook slechts iets lager of vergelijkbaar met die van peulvruchten](#) (zie ook [Van Dijk et al., 2020](#)). Vanwege de aanzienlijk hogere zetmeelopbrengst van tarwe in vergelijking met peulvruchten, zijn de totale inkomsten van de tarweproduktie hoger dan bij een peulvrucht. Hierbij speelt ook de toegang tot (dierlijke en kunst-)mest een rol; Dit minimaliseert het voordeel van stikstoffixatie door peulvruchten.



Landbouwkundige waarde en effecten op emissies

Peulvruchten zoals tuinbonen worden erkend als 'rustgewas' die in het winterseizoen stikstof vastleggen, met relatief lage hoeveelheid stikstof in de gewasrest. Daarmee dragen ze bij aan vermindering van stikstofemissies.

Peulvruchten binden stikstof en kunnen bijdragen aan de stikstoffixatie en fosformobilisatie in de bodem, waardoor er minder (kunst)mest nodig is. Dit kan zeer waardevol zijn in vruchtwisseling en bij mengteelten, vooral in de biologische landbouw:

In rotatie dragen peulvruchten bij aan het verhogen van de opbrengst van volgende gewassen met 0,5 tot 1,5 ton per hectare. Bij mengteelt wordt meer per hectare geoogst in vergelijking met monoteelt, vooral wanneer additieve in plaats van vervangende systemen worden gebruikt. In beide systemen kunnen de kosten voor minerale stikstofkunstmest en andere chemicaliën worden verlaagd, en mogelijk ook de kosten voor wieden en grondbewerking ([Ronner et al., 2023](#)).

Door vermindering van (of geen) gebruik van kunstmest t.o.v. andere gewassen wordt de broeikasgasuitstoot verminderd. Ook kan de stikstoffixatie voordelen opleveren voor andere gewassen in de rotatie. Echter, het netto voor- of nadeel is afhankelijk van diverse factoren in teeltcondities en teeltmanagement.

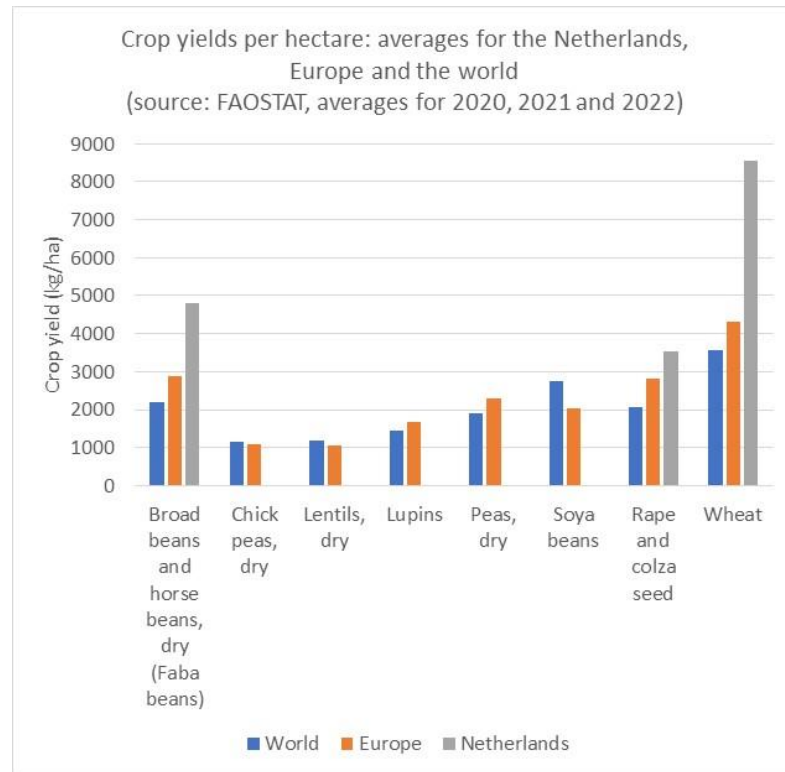
[Oliveira et al. \(2021\)](#) hebben effecten onderzocht voor mediterrane condities: "We concluderen dat landbouw op basis van peulvruchten een effectieve strategie kan zijn om de uitstoot van broeikasgassen in mediterrane agro-ecosystemen te verminderen, maar dat efficiënte aanvullende N-bemesting nodig kan zijn om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen zonder de gewasopbrengsten in gevaar te brengen." Ze concludeerden ook dat het effect sterk afhankelijk was van de weersomstandigheden (droog of nat jaar).

Gemiddelde gewas-productiviteit per hectare voor Nederland, Europa en de wereld

Uit een vergelijking van de gewas-productiviteit voor de gewassen in de wereld, Europa en Nederland wordt geconcludeerd dat:

- Het beeld van de hoge productiviteit van de landbouw in Nederland wordt bevestigd.
- Het opbrengstvoordeel in Nederland ten opzichte van Europa is hoger voor tarwe dan voor de 'nieuwe gewassen'.
- Sojabonen, linzen en kikkererwten laten in Europa een lagere productiviteit zien dan het wereldwijde gemiddelde. Blijkbaar zijn de klimatologische omstandigheden in Europa niet het meest geschikt voor deze gewassen.

Theoretisch zijn onder ideale omstandigheden [substantiële verhogingen van opbrengst mogelijk](#). Echter, het verschil tussen tarwe en de andere gewassen is groot.



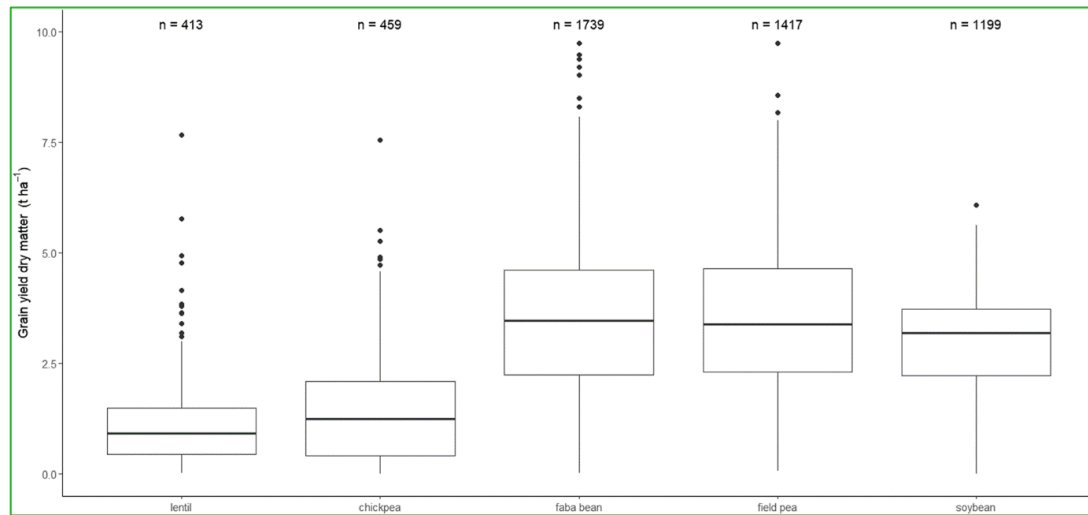
Opmerking: voor Nederland zijn voor sommige gewassen beperkte gegevens beschikbaar.

De productiviteitsgegevens in dit diagram komen grotendeels overeen met andere gegevens voor [Nederland](#) en voor [Europa](#).

Productiviteit van gewassen in Europa

Diverse studies bevestigen de opbrengstverhoudingen die in nevenstaande figuur worden gepresenteerd: veldboon en erwt kennen de hoogste productiviteit van peulvruchten in het Europese klimaat.

Soja loopt niet ver achter vanwege de relatief hoge productiviteit in Zuid-Europese landen.

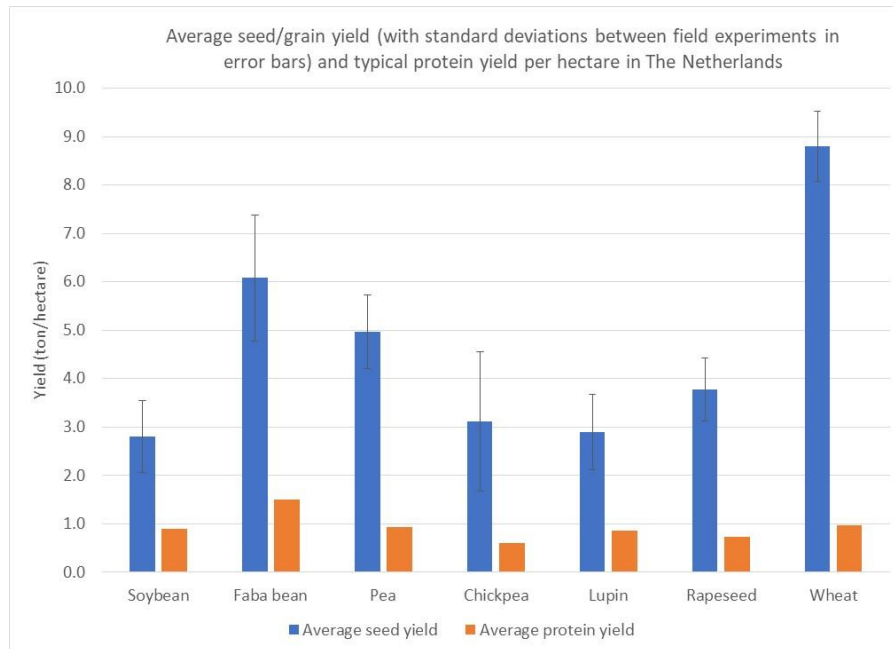


Verdeling van de landbouwopbrengsten, afgeleid van een groot aantal praktisch gemeten opbrengsten in Europa voor linzen, kikkererwten, tuinbonen, veldbonen en sojabonen ([Antichi et al., 2023](#)).

Voor lupine zijn de opbrengsten per hectare 25% tot 50% lager dan voor veldbonen ([FAOSTAT](#), [Kamp et al., 2010](#)).

Voor tarwe is de gemiddelde opbrengst per hectare ongeveer 50% hoger dan voor tuinbonen ([FAOSTAT](#)).

Kwantitatieve schattingen van landbouwkundige gewas- en eiwitopbrengsten in Nederland



Voor linzen worden in het diagram geen gegevens gepresenteerd omdat er geen opbrengstgegevens zijn gevonden voor open teelt.

Gegevensbronnen:

- Voor veldboon, erwten, lupine en soja: [Timmer \(2013\)](#) en [Nieuwe Oogst \(2023\)](#).
Opmerking: voor soja zijn 2 (van de 8) oogsten mislukt; Deze zijn niet meegenomen in de gepresenteerde resultaten.
- Voor kikkererwten: gemiddelde van een reeks veldproeven in België, gepresenteerd in [Boer & Tuinder \(2021\)](#); Dit gemiddelde is gebaseerd op opbrengsten van diverse rassen, geproduceerd onder wisselende omstandigheden en is vergelijkbaar met elders genoemde praktijkresultaten. Hogere gemiddelden voor dit gewas kunnen worden verwacht wanneer het wordt geteeld op basis van meer ervaring.
- Productiviteitsgegevens voor koolzaad en tarwe: gemiddelde voor 2021, 2022 en 2023 volgens het CBS; eiwitgehalte volgens [CVB Voertabel \(2022\)](#).

Opmerking over geschatte eiwitopbrengst: de eiwitopbrengst van veldboon, erwten, lupine en soja is afgeleid van de eiwitgehalten genoemd in [Nieuwe Oogst \(2023\)](#). [Timmer \(2013\)](#) rapporteert tot 20% lager eiwitgehalte voor deze gewassen. Hierdoor kan de werkelijke eiwitopbrengst voor deze gewassen lager zijn dan de grafiek aangeeft.

Conclusies en andere opmerkingen t.a.v. productie in Nederland:

- De verhoudingen tussen de [gewasopbrengst per hectare voor de gewassen voor Europa](#), worden grotendeels bevestigd door bevindingen in Nederland.
- Veldboon en (gele) erwten geven de hoogste gewas- en eiwitopbrengst per hectare.
- Soja en lupine geven een aanzienlijk lagere opbrengst per hectare;
- In 2 van de 6 veldexperimenten mislukte productie/oogst van soja ([Nieuwe Oogst, 2023](#)).
- Voor tarwe is de productiviteit per hectare 60 tot 80% hoger dan voor veldbonen en erwten, maar de eiwitopbrengst is lager.

Voedingswaarde: Aminozuursamenstelling van eiwitten per gewas

Zowel dierlijke als plantaardige eiwitten bestaan uit ongeveer 20 veel voorkomende aminozuren.

Mensen en dieren zijn voor hun onderhoud en groei afhankelijk van eiwitten in hun voeding. Negen aminozuren/-groepen – histidine, isoleucine, leucine, lysine, cystine/methionine, fenylalanine/tyrosine, threonine, tryptofaan en valine – worden niet gesynthetiseerd door mensen en één-magige dieren en zijn daarom essentiële voedingsstoffen. Deze worden essentiële aminozuren genoemd.

De voedingskwaliteit van een eiwitbron kan worden uitgedrukt door het gehalte aan deze essentiële aminozuren in vergelijking met de menselijke behoeften.

In een ideale eiwitbron is het niveau van deze essentiële aminozuren minimaal gelijk aan de behoefte ([FAO, 2013](#)). De aminozuurscore geeft de verhouding aan van het beperkende aminozuur dat in het voedsel aanwezig is ten opzichte van de aanbevolen behoefte in menselijke voeding (voor de vereisten in menselijke voeding wordt zelfs een klein onderscheid gemaakt tussen verschillende leeftijdscategorieën; voor details zie [FAO \(2013\)](#)).

Uit een vergelijking van de aminozuursamenstelling van verschillende gewassen met de door de WHO aanbevolen minimumvereisten – zoals weergegeven in nevenstaande diagram – wordt geconcludeerd dat:

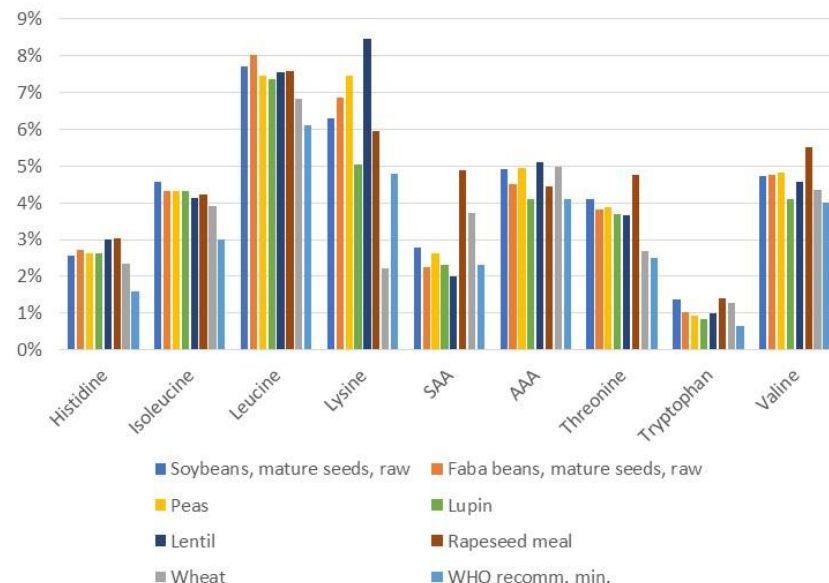
- De aminozuurscore van tarwe-eiwit is het laagst; Het beperkende essentiële aminozuur is lysine.
- De niveaus van essentiële aminozuren in getoonde “nieuwe gewassen” zijn vergelijkbaar met of hoger dan de aanbevolen vereisten voor mensen, wat wijst op een hogere voedingswaarde van deze eiwitten, zeker in vergelijking met tarwe-eiwitten.

In de praktijk kan een ondermaat voor één of enkele aminozuren worden gecompenseerd door verschillende eiwitbronnen in de voeding te combineren.

Opmerking: hoewel de aminozuursamenstelling als zeer relevant wordt beschouwd voor de voedingskwaliteit, is de verteerbaarheid van de eiwitten (beter: aminozuren) van cruciaal belang. Deze factor komt beter aan bod in de meer geavanceerde indicatoren voor eiwitvoedingskwaliteit: [PDCAAS](#) en [DIAAS](#).

Comparison of levels of essential amino acids in proteins in various grain legumes and wheat with WHO-recommended requirements for humans >36 months.

SAA = Cystine + Methionine; AAA = Phenylalanine + Tyrosine

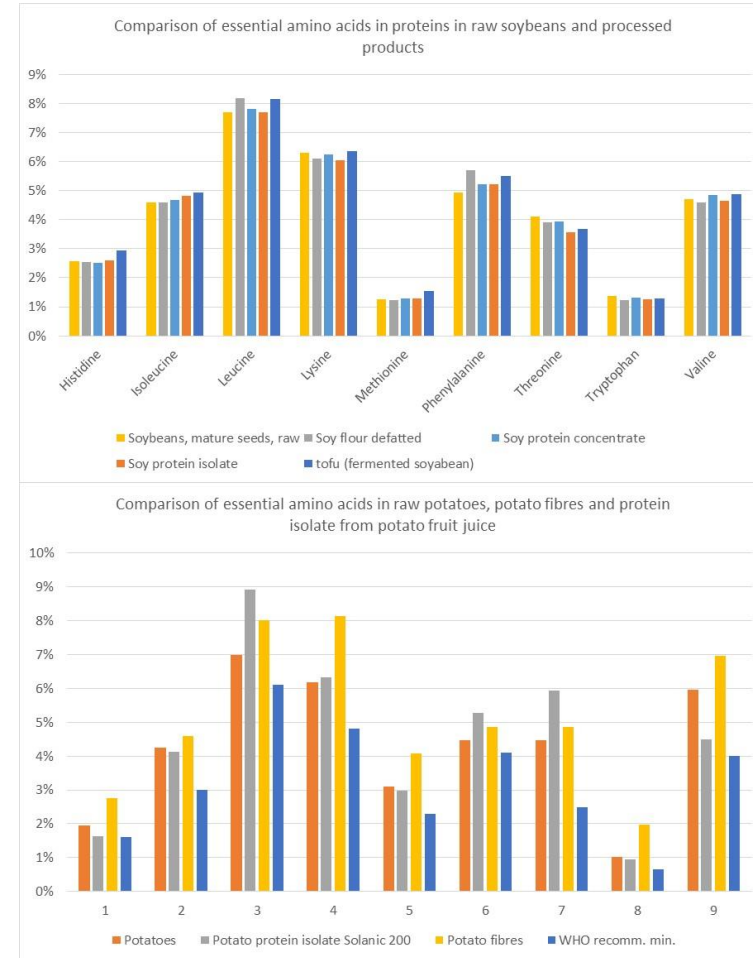


Gegevens t.a.v. samenstelling zijn afgeleid van [USDA FoodData](#) en [CVB Feed Table](#); aanbevolen minimale gehalten zijn ontleend aan [WHO \(2007\)](#)

Aminozuursamenstelling: gewassen en bewerkte producten

Bewerking (zoals eiwitconcentratie of fermentatie) lijkt geen significant effect te hebben op de aminozuursamenstelling van de producten, zoals weergegeven in het bovenste diagram op deze pagina.

Echter, bij fractioneringsprocessen kunnen specifieke soorten eiwitten in één fractie accumuleren. Dientengevolge kan het aminozuurprofiel van een fractie afwijken van het oorspronkelijke materiaal, zoals het onderste nevenstaande diagram laat zien.



Voedingswaarde: PDCAAS

Een algemeen aanvaarde indicator voor de eiwitkwaliteit is de Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS). Deze indicator combineert:

- de [amino acid score](#) (dat is de verhouding van het eerste beperkende essentiële aminozuur van het voedingseiwit ten opzichte van de aanbevolen behoefte in de menselijke voeding),
- eiwit verteerbaarheid.

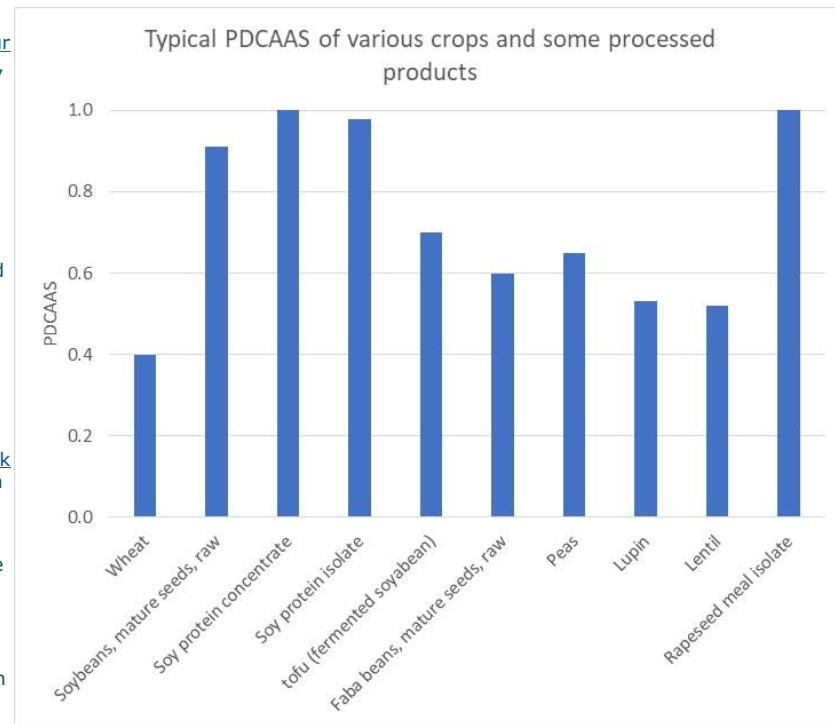
De PDCAAS schat in hoe goed het eiwit aansluit bij de voedingsbehoefte aan aminozuren.

Typische waarden voor geselecteerde producten en sommige verwerkte producten worden weergegeven in het diagram hiernaast. Blijkbaar:

- resulteert het [lage lysine-gehalte van tarwe](#) in een lage PDCAAS score;
- soja-eiwit (in zaad, concentraat en isolaat) heeft een hoge verteerbaarheid; gecombineerd met de [hoge aminozuurscore](#) resulteert in een hoge PDCAAS-score van soja-eiwit;
- hoewel de [aminozuurscore van veldboon](#) vergelijkbaar hoog is als die van sojaboon, is de PDCAAS van veldboon aanzienlijk lager. Dit komt door een lagere verteerbaarheid van eiwitten van veldbonen;
- andere peulvruchten scoren vergelijkbaar met veldboon;
- raapzaad scoort ongeveer net zo goed als soja;
- de verteerbaarheid (en daardoor ook de PDCAAS) van verwerkte producten [kan aanzienlijk verschillen van de grondstof](#), dit kan o.a. het gevolg zijn invloed van bewerkingsprocessen op verteerbaarheid.

Opmerking: er worden substantiële verschillen gevonden tussen de waarden die in verschillende studies worden gepresenteerd. Deze variatie is te wijten aan:

- variaties tussen materialen,
- verschillende bewerkings-/extractiemethoden,
- verschillende methoden die worden gebruikt voor het schatten van de verteerbaarheid van eiwitten.



Voedingswaarde: DIAAS

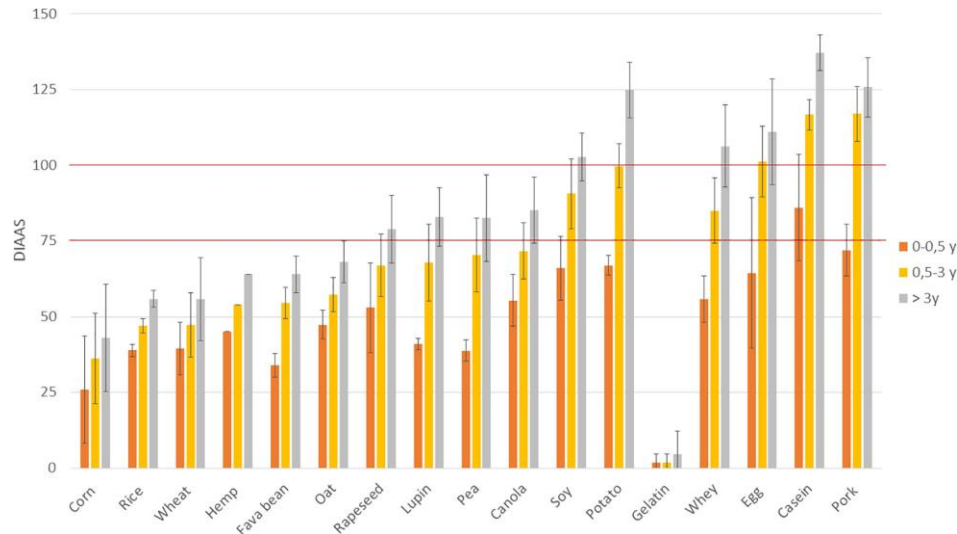
Naast PDCAAS is er nog een indicator ontwikkeld die – in plaats van 'gemiddelde' eiwitverteerbaarheid – verteerbaarheid per aminozuur onderscheidt: Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS). Dit geeft een nog kritischer inschatting van hoe goed voedingseiwit voldoet aan de behoefte naar (essentiële) aminozuren dan PDCAAS.

Resultaten – zoals weergegeven in het diagram op deze pagina:

- bevestigen de relatief lage voedingskwaliteitsscore van tarwe-eiwit;
- geven aan dat de DIAAS-score (>0,5 jaar) voor veldbonen slechts iets hoger is dan voor tarwe;
- geven aan dat de DIAAS-scores voor lupine en erwt beduidend hoger liggen dan voor veldboon: ongeveer 30% hoger
- vallen voor rapenzaak iets minder gunstig uit dan de PDCAAS waarden.

Opmerkingen:

- De aminozuursamenstelling, en dus PDCAAS en DIAAS, van plantaardige eiwitten kan worden verbeterd door verschillende plantaardige eiwitten te combineren. [Herreman et al., \(2020\)](#) laten zien dat bepaalde combinaties van peulvruchten, tarwe en aardappelzetmeel zelfs de DIAAS-waarde van 100 kunnen bereiken.
- Net als voor [PDCAAS](#), kan de DIAAS-waarde van [bewerkte producten aanzienlijk afwijken van het originele materiaal](#). [Voor een eiwitisolaat uit canola \(rapenzaad\) wordt bijvoorbeeld DIAAS gelijk aan of hoger dan 100 geclaimd](#); dat is aanzienlijk hoger dan de waarde voor rapenzaad (zie nebenstaand diagram).



Gemiddelde DIAAS-waarden van verschillende eiwitbronnen, ten opzichte van aminozuurbehoeften van drie categorieën: zuigelingen (0-0,5 jaar), kinderen (0,5-3 jaar) en kinderen ouder dan 3 jaar, inclusief adolescenten en volwassenen.

Bron: [Herreman et al. \(2020\)](#)

Voedingskwaliteit: Effecten van be-/verwerking

Zowel de aminozuurverhoudingen als de verteerbaarheid van eiwitten van bewerkte producten kunnen verschillen van het complete gewas. [Bij fractionering van bulkeiwitproducten \(zoals de productie van concentraat en isolaten\) lijkt de aminozuursamenstelling in de producten vergelijkbaar met het oorspronkelijke materiaal. Bij het scheiden van verschillende componenten van het gewas \(zoals aardappelvezels en vruchtwater\) kunnen de eiwitten echter per gewascomponent een ander aminozuurprofiel hebben.](#)

Verwerking kan ook de verteerbaarheid van het eiwit beïnvloeden:

[Van den Berg et al. \(2022\)](#) hebben de effecten van verwerking geanalyseerd door middel van een brede inventarisatie van gepubliceerde PDCAAS- en DIAAS-scores van ruwe en verschillende bewerkte sojaproducten. Ze concluderen dat de meeste sojaproducten hoge scores voor de voedingskwaliteit van eiwitten hebben en dat bewerkte producten een enigszins verhoogde of lagere eiwitvoedingskwaliteit kunnen hebben. De exacte effecten van de verwerking kunnen echter afhangen van specifieke product- en procesomstandigheden.

Hieruit wordt geconcludeerd dat er geen generieke vuistregels kunnen worden gegeven voor effecten van verwerking op de eiwitkwaliteit.

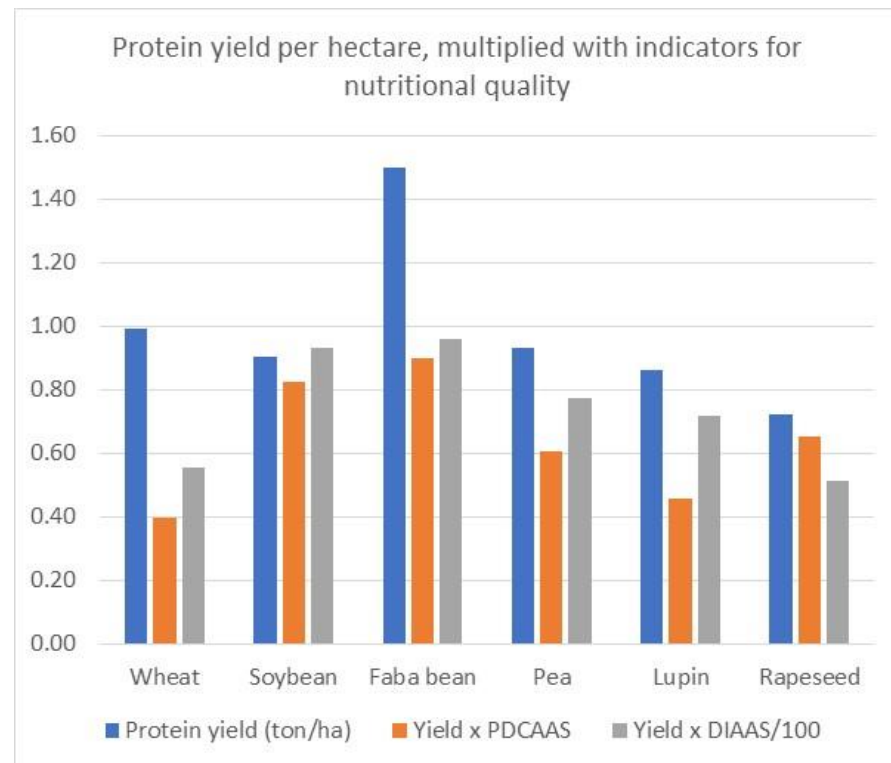
Nutritionele opbrengst van de productie van eiwithoudende gewassen

Om de voedingswaarde van verschillende gewasproductiesystemen te schatten, geeft het nevenstaande diagram typische/gemiddelde eiwitproductiviteit van gewasteelten in Nederland weer:

- [eiwitopbrengst per hectare](#)
- eiwitopbrengst uitgedrukt in nutritionele kwaliteit [PDCAAS](#)
- eiwitopbrengst uitgedrukt in nutritionele kwaliteit [DIAAS](#)

Geconcludeerd wordt dat het substantiële voordeel van opbrengst van eiwit per hectare van veldboon (ten opzichte van andere gewassen) grotendeels wordt tenietgedaan door de relatief lage DIAAS: de "nutritionele opbrengst per hectare" (eiwitopbrengst x DIAAS) van getoonde peulvruchten zijn vrij vergelijkbaar. Opmerking: door bewerkingsprocessen kan de verteerbaarheid (en daardoor PDCAAS en DIAAS van het veldboon-eiwit) verbeteren.

Eiwitopbrengst x DIAAS voor tarwe is beduidend lager.



Gebruik in voeding, nutritionele en technische functionaliteit

Voedseltoepassing van (bewerkte) eiwitmaterialen heeft verschillende functies: (1) voedingswaarde van de eiwitten en (2) technische functionaliteit in het product (zoals emulgeren en water- of vetbinding in vlees- en zuivelanalogen).

De technische functionaliteit is afhankelijk van de oorspronkelijke materiaaleigenschappen, de omstandigheden tijdens de verwerking van ingrediënten (zoals het eiwitconcentratieproces) en de omstandigheden tijdens de formulering van het eindproduct. De eigenschappen van de eiwingrediënten worden onder andere beïnvloed door:

- **Mate van eiwit-concentratie:** eiwit-concentraten hebben een eiwitgehalte van 50 tot 70%, eiwit-isolaten 80-90% of hoger hebben.
- **Omstandigheden in de bewerkingsprocessen:** temperaturen, watergehalte en pH tijdens de verwerking kunnen o.a. denaturatie induceren.
- **Andere componenten** kunnen de functionaliteit van de fracties verbeteren, vooral in minder geraffineerde fracties. Met name de aanwezigheid van oliën, zetmeel en vezels heeft een positief effect op het structureringspotentieel van deze ingrediënten, wat vaak wenselijk is in vleesvervangers. ([Matser et al., 2023](#))
- **"Be- en verwerking** kan de niveaus van anti-nutritionele factoren die in peulvruchten aanwezig zijn, verminderen. Warmtebehandeling kan enzymen en opnameremmers inactiveren, en alkalische of ethanolextractie vermindert de hoeveelheid anti-nutritionele factoren."

Technische functionaliteit, afhankelijk van technologische keuzes in het scheidingsproces, en voorbeelden van toepassingen worden gegeven in onderstaande tabel. Meer voorbeelden zijn te vinden in [Matser et al. \(2023\)](#).

De efficiëntie van het gebruik van hulpbronnen kan afhangen van de extractie-efficiëntie, d.w.z. het deel van het eiwitgehalte van de grondstof dat eindigt in het geconcentreerde product. Dit varieert tussen de processen van 10 tot >90%. Het werkelijke rendement is afhankelijk van de gekozen technologie, het concentraateiwitgehalte, het instelpunt en het materiaaltype. Over het algemeen is de efficiëntie van eiwitextractie hoger voor oliehoudende zaden dan voor peulvruchten ([Aldalur et al., 2023](#)).

Materiaal	Specifieke bewerking in het scheidingsproces	Eiwit-gehalte	Onderscheidende kwaliteitskenmerken	Voorbeeld toepassing
Erwten eiwit-concentraat	Air classification	50%		gluten-vrij brood
Erwten eiwit-isolaat	Iso-electric precipitation	80%	Verbeterde textuur in vergelijking met concentraat Zwakkere geleereigenschappen dan soja-eiwitisolaat	zuivel vervangers Geëxtrudeerde vleesvervangers
Soja eiwit-concentraat	Aqueous ethanol washing	70%		diverse vleesvervangers
Soja eiwit-isolaat	Iso-electric precipitation	90%	Betere emulgerende eigenschappen dan warmtebehandeld materiaal	diverse vleesvervangers
Soja eiwit-isolaat	Heat-treated	90%	Door warmtebehandeling: verminderde oplosbaarheid, verhoogd wervasthoudend vermogen	diverse vleesvervangers

Gebruik voor veevoeder

Het grootste deel van de vlinderbloemigen wordt gebruikt als veevoer:

- door mengteelt (o.a. voor het verhogen van het eiwitgehalte van het voer en voor stikstofbinding)
- als groenvoer (onrijp geoogst)
- als eiwitvoer en ingrediënt voor krachtvoer (rijpe zaden, meel/schroot)

Voor de voederwaarde van eiwitten in diervoeders gelden vergelijkbare redeneringen als voor humane voeding:

- T.a.v. aminozuur samenstelling:
 - Eenmagigen: De aminozuursamenstelling van voer voor dieren met één maag zoals varkens is van cruciaal belang voor de voedingswaarde van het voer, net als voor mensen. Voor plantaardige varkensdiëten is lysine vaak het meest kritische aminozuur ([het meest kritische aminozuur van o.a. tarwe](#)), daarom wordt vaak extra (synthetische) lysine toegevoegd.
 - Herkauwers zijn misschien minder kritisch met betrekking tot de aminozuursamenstelling van hun voer, vanwege microbiële eiwitsynthese in de pens, maar ze zijn toch in zekere mate afhankelijk van aminozuurbronnen (eiwit) uit de voeding. Daarom is ook de aminozuursamenstelling van hun voer relevant.
- T.a.v. verteerbaarheid: net als bij menselijke voeding zijn verteerbaarheidscoëfficiënten van toepassing. De gemiddelde verteerbaarheid wordt bijvoorbeeld gegeven door [CVB \(2022\)](#) voor verschillende diercategorieën per voederbron.
Opmerking: de gemiddelde verteerbaarheid voor voedsel (zoals voor [PDCAAS](#)) wordt vaak geschat op basis van verteerbaar door dieren (bijv. varkens); waarschijnlijk is de verteerbaarheid voor dieren met één maag redelijk vergelijkbaar met die voor mensen.

Naast voer en diervoeder worden peulvruchten ook geteeld voor stikstofbinding (bodembedekker).

Het gebruik van de 'nieuwe gewassen' in non-food toepassingen is zeer gering (afgezien van olie uit raapzaad waarvoor biodiesel de grootste toepassing is).

Sterkten, Zwakten, Kansen & Bedreigingen: nieuwe gewassen in de Nederlandse teelt

Sterkten:

- Peulvruchten binden stikstof en kunnen bijdragen aan de stikstoffixatie en fosformobilisatie in de bodem, waardoor er minder (kunst)mest nodig is. Dit kan zeer waardevol zijn in vruchtwisseling en bij mengteelten, vooral in de biologische landbouw:

In rotatie dragen peulvruchten bij aan het verhogen van de opbrengst van volgende gewassen met 0,5 tot 1,5 ton per hectare. Bij mengteelt wordt meer per hectare geoogst in vergelijking met monotelt, vooral wanneer additieve in plaats van vervangende systemen worden gebruikt. In beide systemen kunnen de kosten voor minerale stikstofkunstmest en andere chemicaliën worden verlaagd, en mogelijk ook de kosten voor wieden en grondbewerking ([Ronner et al., 2023](#)).
- De gewassen hebben positieve effecten op het behoud en de verbetering van de biodiversiteit in het landbouwlandschap (bijv. wilde bijen en andere bloem-bezoekende insecten) kunnen leiden tot extra betalingen voor ecosysteemdiensten, waardoor het gewas ook aantrekkelijker wordt voor boeren ([Talinhas et al., 2023](#)).
- De gemiddelde eiwitopbrengst per hectare voor veldbonen is hoger dan voor andere gewassen, waaronder tarwe.

Zwakten:

- De productiviteit van de 'nieuwe gewassen' in Nederland is lager dan die van tarwe en andere 'grote' akkerbouwgewassen. Hierdoor is de gemiddelde (directe) winst van de productie van een nieuw gewas lager.
- Peulvruchten vragen om een intensiever gewasbeheer dan tarwe en andere 'grote' akkerbouwgewassen. De opbrengst kan sterk worden beïnvloed door schimmelziekten, plagen en droogte, of een gebrek aan bestuivende insecten. Hieraan gerelateerd is een hoger risico op mislukte oogsten voor peulvruchten.
- Het "nieuwe gewas" met de hoogste voedingswaarde (sojaboon) is in het Nederlandse klimaat gevoelig voor mislukte oogsten (door late vorst in het zaaizeizoen) en in een natte herfst kan het gewas niet droog worden geoogst en kan na-drogen noodzakelijk zijn.
- De eiwitfractie van het andere 'nieuwe gewas' met hoge voedingswaarde (raapzaad) is – uit in Nederland gangbare rassen – niet geschikt voor voedseltoepassing.
- Peulvruchten zijn vatbaar voor ziekten en plagen. Erwtten kunnen bijvoorbeeld slechts om de vijf tot zeven jaar worden geteeld in Noordwest-Europa om de opbouw van bodem-gerelateerde ziekten te voorkomen. Strokteelt vereist ook een ontwerp dat de rotatie van de gewassen in elke strook optimaliseert. ([Ronner et al., 2023](#))
- Er zit een uitdaging in het oogsten: er is een sterke voorkeur voor droge zaden (anders is drogen na de oogst nodig voor de bewaarbaarheid), maar (over)rijpe zaden kunnen tijdens de oogst gemakkelijk uit de peul op de grond vallen.
- Veredeling via niet-GMO-routes is een langdurig proces (kweker in [Pyett et al. 2023](#)).
- Linzen en kikkererwtten zijn niet geschikt voor het Nederlandse klimaat; erwt is ook meer geschikt voor andere klimatologische omstandigheden.

Kansen

- Het landbouwbeleid van de EU ("Gemeenschappelijk Landbouwbeleid GLB") bevordert gewassen die [in vruchtwisseling stikstof kunnen binden](#).
- "Het is duidelijk dat voor de meeste gewassen de veredeling nog in de kinderschoenen staat" (Trindade, 2023). Veredeling kan gericht worden op het verhogen van de productiviteit en het eiwitgehalte, maar ook op het verbeteren van de droogteresistentie (waardoor het gewas geschikter zou worden voor een breder scala aan grondsoorten, met name ondiepe en zanderige bodems), op het verbeteren van de resistentie tegen schimmelp Problemen en het verminderen van bitterheid/bijsmaken (diverse auteurs in [Pyett et al., 2023](#)).
- In Nederland zijn alle actoren in de waardeketen, van veredelingsbedrijven, boeren, verwerkers, producenten van plantaardig eiwitrijk voedsel en actoren in de toeleveringsketen, aanwezig, evenals bereidwillige overheid ([Nationale Eiwitstrategie](#)) en consumenten.
- Een hogere gemiddelde temperatuur als gevolg van klimaatverandering is gunstig voor peulvruchten (bijv. winterteelt van sommige peulvruchten).
- Koolzaad/raapzaad wordt beschouwd als een veelbelovend gewas, aangezien het een belangrijk oliegewas is. Echter, de eiwitfractie van gangbare koolzaad/raapzaad variëteiten in Europa zijn niet geschikt voor voeding.

Bedreigingen

- De opbrengst per hectare van soja (het peulvruchtgewas met de hoogste voedingswaarde) is in het Nederlandse klimaat lager dan in gangbare productiegebieden.
- Zelfs het peulvruchtengewas met de hoogste opbrengst – veldboon – profiteert minder van het intensieve beheer van de landbouwproductie dan hoogproductieve gewassen zoals tarwe. Het lijkt dan ook meer voor de hand liggend om peulvruchten te importeren in combinatie met de binnenlandse productie van suiker- en zetmeelgewassen, zoals tarwe (althans voor voederdoeleinden; binnenlandse tarwe wordt voor een aanzienlijk deel als diervoeder gebruikt).
- De toenemende onvoorspelbaarheid van het weer als gevolg van klimaatverandering (zoals kans op late vorst in het voorjaar en natte herfst) is ongunstig voor peulvruchten.

Sterkten, Zwakten, Kansen & Bedreigingen:

verhogen van het aandeel plantaardige eiwitten in het dieet

Sterkten:

- Zowel peulvruchten als canola hebben een zeer goed aminozuurprofiel, met een uitgebalanceerd gehalte aan essentiële aminozuren (veel beter dan bijvoorbeeld tarwe, dat een relatief laag gehalte aan lysine heeft).
- veldboon en groene linzen vertonen de laagste, en soja en witte lupine vertonen de hoogste prevalentie van allergische reacties ([Smits et al., 2021](#)).

Zwakten:

- De verteerbaarheid van eiwitten/aminozuren varieert tussen de 'nieuwe gewassen', wat resulteert in verschillende voedingskwaliteit in voedsel. [Van laag naar hoog DIAAS](#): veldboon (vrij vergelijkbaar met tarwe) – lupine – erwt – canola – sojaboon (redelijk vergelijkbaar met wei en ei).

Kansen:

- Omdat de aminozuurprofielen van peulvruchten complementair lijken aan die van bijvoorbeeld tarwe (het lysinegehalte is relatief het laagst in tarwe, maar relatief hoog in peulvruchten), kan door ze te combineren in vleesvervangers een uitgebalanceerd aminozuurprofiel worden bereikt.
- In Nederland zijn alle actoren in de waardeketen, van veredelingsbedrijven, boeren, verwerkers, producenten van plantaardig eiwitrijk voedsel en actoren in de toeleveringsketen, aanwezig, evenals bereidwillige overheid ([Nationale Eiwitstrategie](#)) en consumenten.
- Met de recente (voorwaardelijke) goedkeuring van koolzaadeiwitten in voeding door de Europese Commissie kunnen eiwitfracties van koolzaad/canola worden opgewaardeerd tot voedsel.

Bedreigingen/uitdagingen

- De voedselverwerkende industrie is ingericht op soja; minder op andere peulvruchten ([Talhinhas et al., 2023](#)).

Synthese

- Peulvruchten hebben duidelijke voordelen voor milieuvriendelijke productie, dragen bij aan het organische gehalte in de bodem en mogelijk stikstoffixatie in de bodem (waardoor ze zeer relevant zijn voor vruchtwisseling). Dat maakt ze heel geschikt voor biologische landbouw en voor strategieën voor stikstofemissiereductie ([Van der Burgt et al., 2021](#)). De erkenning van de milieuvoordelen van peulvruchten wordt beschouwd als een hefboom voor verandering. ([Ronner et al. 2023](#)).
- De 'nieuwe gewassen' kunnen bijdragen aan de zelfvoorziening van de EU-27 op het gebied van eiwitten. Het productieaandeel in de Nederlandse conventionele landbouw is echter beperkt vanwege (1) de kans op mislukte oogsten en (2) de beperkte economische opbrengst, die in het beste geval vergelijkbaar is met gewassen met een hoge productie zoals tarwe ([Teelthandleiding veldbonen](#)).
- De concurrentiepositie van de Nederlandse productie is vrij zwak ten opzichte van geïmporteerde peulvruchten en koolzaadproducten (inclusief andere Europese landen).
- De verbinding tussen de landbouwproductie in Nederland en de voedselverwerkende industrie is zwak; de duurzame perceptie van voedselingrediënten is meer gekoppeld aan de plantaardige oorsprong dan aan lokale/Nederlandse productie. Ingrediënten zijn meestal afkomstig uit andere landen in Europa of uit andere continenten. Mogelijk kunnen nieuwe samenwerkingsverbanden tussen Nederlandse agro-industriële partijen en voedselverwerkers hier verandering in brengen.
- Lokale productie van veevoer wordt – in ieder geval voor biologische productie – als relevanter beschouwd omdat biologisch diervoeder minder gemakkelijk beschikbaar is uit wereldwijde import dan conventioneel diervoeder en omdat lokale inkoop in dat segment het meest relevant wordt geacht.
- Eiwitten van peulvruchten die het meest geschikt zijn voor het Nederlandse klimaat hebben de laagste voedingskwaliteit.
- Gezamenlijke initiatieven (zoals in de [Green Deal Eiwitrijke gewassen](#)) kunnen essentiële (systemische) innovaties op voedselvoorziening/systeemniveau aanpakken, zoals
 - identificatie van de meest relevante veredelingsstrategieën (productiegericht zoals het verhogen van de gewasopbrengst, eiwitgehalte, het verminderen van bittere of anti-nutritionele verbindingen, aanpassing aan het Nederlandse klimaat, enz. en productgericht zoals het verminderen van bittere en anti-nutritionele verbindingen) en agronomische methoden en hulpmiddelen;
 - Veredeling, productie en toepassing op elkaar afstemmen
 - In een recent EU-onderzoeksproject dat gericht was op ontwikkeling van nieuwe voedselketens voor plantaardige eiwitten (www.protein2food.eu), werd de sterke bonensmaak van meel in sommige voedseltoepassingen (bijv. plantaardige melk, yoghurt) als probleem geïdentificeerd, terwijl dit in andere toepassingen (bijv. brood, pasta) geen probleem was;
 - het maken van ketenafspraken voor lokale producten.

Visies van experts en andere actoren

Het voorziene potentieel wordt geïllustreerd door Avichai Amrad, Director Pulses Product Manager, Equinoma, een veredelingsbedrijf ([Pyett et al., 2023](#)):

"Gedreven door een wereldwijde zoektocht naar hoogwaardige, milieuvriendelijke en gemakkelijke voedingsmiddelen is er vraag naar nieuwe gewassen die een hoog eiwitgehalte combineren met een goede smaak, textuur en functionele kwaliteiten."

"Wereldwijd is het merendeel van de peulvruchten geoptimaliseerd voor veevoer; intensieve processen zijn vereist om deze materialen geschikt te maken voor menselijke consumptie. We hebben ontdekt dat door gebruik te maken van natuurlijke biodiversiteit om zaden te kweken die zijn geoptimaliseerd voor menselijke consumptie, we ingrediënten aan de bron kunnen verbeteren, waardoor er geen intensieve processen nodig zijn."

Bovendien is de huidige verwerking van eiwitrijke gewassen voor plantaardige alternatieven voor vlees en zuivel niet altijd zo duurzaam als het lijkt en zijn de kosten hoog. "Er zijn nog veel te veel chemicaliën nodig. Bijvoorbeeld om de eiwitten uit hun bron te halen en bijsmaken te verwijderen", benadrukt hij. "Dit kan worden voorkomen door specifieke eigenschappen van deze gewassen te verbeteren. Stel je voor dat je een erwt of een veldboon kweekt die geen bonensmaak heeft, zodat ze kunnen worden verwerkt tot zuivelalternatieven die het origineel nauw lijken."

"In slechts drie jaar tijd zijn we erin geslaagd om voor onze commerciële rassen het eiwitgehalte te verhogen van 22% naar 28%, terwijl we een hoog niveau van ziekteresistentie hebben weten te behouden dat vergelijkbaar is met dat van de best presterende commerciële rassen."

[Pyett et al. \(2023\)](#), Samenvatting t.a.v. de meest veelbelovende peulvruchten-kandidaat:

"Veldbonen worden door vertegenwoordigers van veredelingsbedrijven gezien als de meest veelbelovende peulvrucht voor Noordwest-Europa, terwijl in de VS de focus meer op gele erwt ligt, omdat dit gewas het beste past in het lokale rotatieplan en bestaande productie-installaties speciaal zijn ontworpen voor de verwerking van gele erwt. Bovenaan de lijst staan smaak en kleur."

Anker Sørensen, Vice President of New Business van Keygene: "Veldbonen hebben een bittere nasmaak, een echte hindernis om ze te gebruiken in vlees- en zuivelvervangers." Een andere erkende hindernis die moet worden overwonnen, is een anti-nutritioneel kenmerk: favisme, een allergische-achtige reactie.

Referenties en aanbevolen literatuur

- Aldalur, A., B. Devnani, L. Ong & S.L. Gras (2023) Sustainable plant-based protein sources and their extraction, *Engineering Plant-Based Food Systems*, p. 29-60, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89842-3.00004-X>.
- Antichi, D., Pampana, S., Tramacere, L.G. et al. An experimental dataset on yields of pulses across Europe. *Sci Data* 10, 708 (2023), <https://www-nature-com.ezproxy.library.wur.nl/articles/s41597-023-02606-0>
- Boer & Tuinder (2021) Dossier Lokale teelt van peulvruchten, Boer & Tuinder 15 april 2021, 26-32, <https://edepot.wur.nl/545663>.
- Boer & Tuinder (2023) Bart Vleeschouwers: Kikkererwten kunnen ook bij ons geteeld worden, Boer & Tuinder 16 februari 2023, p. 32-33, <https://edepot.wur.nl/633003>
- Broekema, R. & E. Smale (2011) Nulmeting Peulvruchten. Inzicht in milieueffecten en nutritionele aspecten van peulvruchten. Blonk Milieu Advies BV, Gouda, The Netherlands. https://kennisakker.nl/storage/2839/Blonk_rapport_Nulmeting_Peulvruchten.pdf
- Broeze, J. I. van der Meer, J. Hugenholtz, L. Trindade, S. Stroosnijder, M. Barbosa, R. Wijffels & S. Pyett (2022) Analyse van potenties van extra eiwitproductie in Nederland via teelt, reststromen en andere bronnen, Wageningen Food & Biobased Research, Report 2239, <https://edepot.wur.nl/561493>.
- CVB (2022) CVB Feed Table 2022, Stichting CVB, report, <https://www.cvbdiervoeding.nl/bestand/10781/cvb-feed-table-november-2022.pdf.ashx>.
- Den Belder, E., H. Korenvaar, R. Geerts & B. Schaap (2014) Evaluatie van gewassen als mogelijke equivalente maatregelen voor ecologische aandachtsgebieden in het nieuwe GLB, Plant Research International, Wageningen UR, rapport 547.
- FAO (2013) Dietary protein quality evaluation in human nutrition, Report of an FAO Expert Consultation, 31 March–2 April, 2011, Auckland, New Zealand, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2013 <https://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a5aa4593304ffc17f06.pdf>
- FAOSTAT, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/OC>.
- Gepts, P. (2004) Domestication as a long-term selection experiment. *Plant Breeding Reviews*, 24, 1–44.
- Groot, J., X. Guo, M. Kok, S. Dastoum, S. Pyett (2021) Protein Levels in Food Balance Sheets based on datasets of the FAO, Wageningen University & Research, Dataset, DOI: 10.4121/17206100
- Groot, J., X. Guo, M. Kok, S. Dastoum, S. Pyett (2021) A Food Composition Database of 4 different datasets from Denmark, Japan, FAO and the USA, Wageningen University & Research, Dataset, DOI: 10.4121/17206607
- Herremans, L.; Nommensen, P.; Pennings, B.; Laus, M.C. (2020) Comprehensive overview of the quality of plant- And animal-sourced proteins based on the digestible indispensable amino acid score. *Food Sci. Nutr.*, 8, 5379–5391, <https://onlinelibrary-wiley-com.ezproxy.library.wur.nl/doi/full/10.1002/fsn3.1809>.
- Kamp, J., S. van Berkum, R. Timmer & P. van Reeuwijk (2010) Verkenning naar de mogelijkheden van eiwithoudende teelten in Europa, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen UR, report 412, <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/171623>.
- Matser, A.M., M.E. Bruins, J. Diaz, B.H. Dijkink & A.J. van der Goot (2023) The future of fractionation. In: In: S. Pyett et al. (2023) Our future Proteins, a diversity of perspectives, VU University Press, Amsterdam, pp. 54-60, <https://www.wur.nl/en/newsarticle/book-launch-our-future-proteins-a-diversity-of-perspectives.htm>.
- Nieuwe Oogst (2023) Ruud Timmer (WUR): 'Veldboon eiwitgewas met meeste potentie', Nieuwe Oogst, 19 April 2023, <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2023/04/19/ruud-timmer-wur-veldboon-eiwitgewas-met-meeste-potentie>.
- Oliveira, M., C. Castro, J. Coutinho & H. Trindade (2021) Grain legume-based cropping systems can mitigate greenhouse gas emissions from cereal under Mediterranean conditions, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 313, 107406, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107406>.
- Pyett, S., W. Jenkins, B. van Mierlo, L.M. Trindade, D. Welch & H. van Zanten (2023) Our future Proteins, a diversity of perspectives, VU University Press, Amsterdam, <https://www.wur.nl/en/newsarticle/book-launch-our-future-proteins-a-diversity-of-perspectives.htm>.
- Prins, U. & W. Cuijpers (2023) Faba bean, the protein king of the temperate region, In: S. Pyett et al. (2023) Our future Proteins, a diversity of perspectives, VU University Press, Amsterdam, pp. 54-60, <https://www.wur.nl/en/newsarticle/book-launch-our-future-proteins-a-diversity-of-perspectives.htm>.
- Ronner, E., T.J. Stomph & K. Giller (2023) Exploring crop diversity to develop better systems for protein production, In: Pyett, S. et al. (2023) Our future Proteins, a diversity of perspectives, VU University Press, Amsterdam, pp. 110-116, <https://www.wur.nl/en/newsarticle/book-launch-our-future-proteins-a-diversity-of-perspectives.htm>.
- Slow Food Magazine (2014) H. Dam: In de bonen, *Slow Food Magazine* 2014–3, 14-17, <https://edepot.wur.nl/410127>.
- Smits, M., et al. (2021). Ranking of 10 legumes according to the prevalence of sensitization as a parameter to characterize allergenic proteins. *Toxicology reports*, 8, 767–773.
- Stoddard, F.L. (2017) 5. Grain Legumes: an overview, In: *Legumes in Cropping Systems* (eds D. Murphy-Bokern, F.L. Stoddard and C.A. Watson), CAB International, pp. 70-87, <https://www.legumehub.eu/wp-content/uploads/2021/06/Chapter-5-Legumes-in-Cropping-Systems.pdf>.
- Talhinhas, P., J. Neves-Martins & Udo Prins (2023) Lupins: the reclaim of an ancient super food, in Pyett et al. (2023), 82-87.
- Teelthandleiding veldbonen <https://edepot.wur.nl/182660>
- Timmer, R.D. & M. Toren (2022) Kansrijke eiwitgewassen Fascinating 2021. Resultaten proefvelden Marwijksoord (zandgrond) en Valthermond (dalgrond), Wageningen University & Research, Report WPR-OT-933, <https://edepot.wur.nl/569125>.
- Van den Berg, L.A., J.J. Mes, M. Mensink & A. J. Wanders (2022) Protein quality of soy and the effect of processing: A quantitative review, *Front. Nutr.*, Vol. 9, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2022.1004754>
- Van der Burgt, G.J., B. Timmermans & H. Havenga de Poel (2021) Evaluatie Planty Organic 2012-2020 - Plantaardige bemesting: stikstof en organische stof, *Evaluation Planty Organic 2012-2020: Plant-based fertilizer*, Louis Bolk Instituut/SPNA, rapport 2021-01, 010 LbP, <https://www.louisbolk.nl/publicaties/evaluatie-planty-organic-2012-2020-plantaardige-bemesting>, <https://louis-bolk.nl/publicaties/evaluatie-planty-organic-2012-2020-plant-based-fertilizer>.
- Van Dijk, W., P. Brinkman, J.W. Bijker, D. Verstand, M.W.J. Stienezen, R.L.G. Zom & A. Dawson (2020) Effecten van klimaatverandering, eiwittransitie en gezamenlijk grondgebruik op akkerbouw- en melkveebedrijven, Wageningen Research, rapport WPR-1062, <https://edepot.wur.nl/537655>.
- WHO (2007) Protein and amino acid requirements in human nutrition, report Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation, World Health Organization, <https://iris.who.int/handle/10665/43411>.