

**ILVO**

**HO  
GENT**

  
UNIVERSITEIT  
GENT

**inagro**   
ONDERZOEK & ADVIES IN LAND- & TUINBOUW



**KUILEG**

# Mengteelten van vochtige peulvruchten en granen inkuilen voor biologische legghennen



Eindrapport  
Onderzoeksproject biologische landbouw

Maart 2021



DEPARTEMENT  
LANDBOUW  
& VISSERIJ

## Inhoudstabel

Aanleiding en doelstelling van het project.....	2
Doelstellingen.....	2
Partners.....	3
Resultaten .....	3
Inkuilen van veldbonen al dan niet in combinatie met granen en kuiladditieven (WP1).....	3
Winterteelt 2017-2018.....	3
Zomerteelt 2018 .....	5
Inkuilproef 2018 .....	8
Anti-nutritionele factoren: vicine en convicine .....	16
Besluit.....	17
Bepalen van het inmengingspercentage van de geselecteerde kuilen in biologisch leghennenvoeder (WP2).....	17
Besluit.....	19
Bepalen van de in vivo verteerbaarheid van de mengteelten bij leghennen (WP3) en van het effect van ingekuilde mengteelten op de prestaties van leghennen (WP4) .....	20
Winterteelt 2018-2019 .....	20
Zomerteelt 2019 .....	22
Inkuilen 2019 .....	23
Anti-nutritionele factoren: vicine en convicine .....	24
Prestaties van leghennen.....	25
Verteringsproef.....	29
Besluit.....	31
Kennis disseminatie.....	32
Algemeen besluit.....	35

## Aanleiding en doelstelling van het project

KUILEG beoogt het **maximaliseren van het gebruik van regionale eiwitbronnen** als alternatief voor de hedendaagse gangbare eiwitbronnen in biologische pluimveevoeders. Specifieke focus van dit project is de **biologische leghennenhouderij**. Tijdens een recente samenwerking tussen Inagro, ILVO en het Proefbedrijf Pluimveehouderij<sup>1</sup> werd aangetoond dat veldbonen en erwten peulvruchten zijn die mogelijk dienst kunnen doen als alternatieve eiwitbron. De aanwezigheid van anti-nutritionele factoren (ANF) zoals tannines, glycosiden (zoals vicine en convicine in veldbonen), trypsine, en protease inhibitoren en bijkomend een lage ileale verteerbaarheid van methionine (Met) en cysteïne (Cys) van peulvruchten maakt echter de toepasbaarheid van veldbonen in biologische voeders moeilijk. Het verwerken van deze veldbonen alsook ze combineren met granen is een mogelijke oplossing om deze ANF te reduceren en de mogelijke tekorten aan aminozuren (AZ) weg te werken.

De verwerkingstechnieken van de grondstoffen toegestaan in biologische landbouw zijn echter beperkt. Het gecombineerd inkuilen van peulvruchten en granen is toegestaan bij de biologische producenten volgens de wetgeving (EU Regelgeving No. 889/2008 en 834/2007). Deze techniek kan er toe bijdragen dat er meer gebruik wordt gemaakt van regionale (biologische) eiwitbronnen om te voldoen aan de verplichting tot het gebruik van 100% biologische voeders (EU Regelgeving No. 836/2014). Het inkuilen van deegrijpe zaden is een gangbare praktijk bij herkauwers maar er is weinig ervaring bij het gebruik in pluimveevoeder.

### Doelstellingen

De algemene doelstelling van KUILEG was een maximale benutting bekomen van peulvruchten als alternatieve eiwitbron in biologisch leghennenvoeder. Hiervoor werden verschillende deeldoelstellingen onderzocht, met name **1)** op zoek gaan naar een techniek om de ANF aanwezig in deze eiwitbronnen te reduceren en **2)** nagaan hoe de kuil kwaliteit van een combinatieteelt geoptimaliseerd kan worden. Ondanks dat er reeds informatie beschikbaar is betreffende de meest geschikte variëteiten voor pluimveevoeders, is het vereist te onderzoeken *i)* welke de meest optimale verhouding is van veldbonen en granen en *ii)* of er kuiladditieven nodig zijn om de kuil kwaliteit te optimaliseren. Nadien werd **3)** de kuil beoordeeld als alternatieve grondstof naar prestaties, eikwaliteit, en nutriëntenverteerbaarheid in de biologische leghennenhouderij en hiertoe werd ook **4)** een maximaal inmengingspercentage in leghennenvoeders bepaald.

In dit project werd gekozen voor een multidisciplinaire aanpak om de nutriëntencyclus regionaal te sluiten en de koolstof-voetafdruk alsook stikstof excreties te minimaliseren. Hierdoor helpen we biologische pluimveehouders aan de wetgeving te voldoen en ondersteunen we een duurzame dierlijke productie. Een samenwerkingsverband tussen nutritionisten en telers vormt een duidelijke meerwaarde.

---

<sup>1</sup> Kempen, I; Beeckman, A. 2015. Kansen voor het sluiten van kringlopen op bedrijfs- en regionaal niveau in de biologische leghennenhouderij. (<http://www.ccbt.be/sites/default/files/files/Technisch%20rapport%20CCBTproject%20kringlopen%20pluimvee%202014-2015.pdf>)

## Partners

Het project werd gecoördineerd door het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) - afdeling Dier, waarbij er nauwe samenwerking was met HOGENT - onderzoekscentrum AgroFoodNature, Universiteit Gent (UGent) - Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen - Vakgroep Plant en Gewas en de cluster biologische landbouw van Inagro.

## Resultaten

### Inkuilen van veldbonen al dan niet in combinatie met granen en kuiladditieven (WPI)

Om te komen tot gesloten kringlopen is het aangewezen om lokale of regionale grondstoffen te gebruiken eerder dan geïmporteerde. Hiertoe is het bekomen van regionale eiwitbronnen als vervangers van sojaschroot een grote uitdaging. Veldbonen lijken geschikt omwille van hun hoge eiwitgehalte. Het inmengingspercentage is echter gelimiteerd door de aanwezigheid van ANF, die vaak gepaard gaan met slechtere dierprestaties. Gefrom et al (2013)<sup>2</sup> en Rinne et al (2020)<sup>3</sup> hebben aangetoond dat het inkuilen van deegrijpe granen succesvol is in het reduceren van deze ANF. Om een succesvol inkuilproces en een goeie kuilkwaliteit te bekomen is het belangrijk dat de zaden niet te droog geogst worden, maar in het deegrijp stadium (ca. 75% vocht): indien de zaden te droog geogst worden dient water toegevoegd te worden.

Het aminozuurprofiel van de veldboon sluit nauw aan bij dit van sojaschroot, met uitzondering van lysine (Lys) en de zwavelhoudende aminozuren. Dit tekort kan gecompenseerd worden door toevoeging van granen, waarvan gekend is dat deze een goede bron zijn van deze aminozuren (AZ). Daarom kan het inkuilen van de mengteelt veldbonen – granen hiertoe een mogelijke oplossing zijn. Verder is deze combinatie interessant voor het succes van het inkuilen omdat granen rijk zijn aan suikers, die aangewend kunnen worden als substraat tijdens het inkuilproces.

### Winterteelt 2017-2018

Voor de winterteelt in seizoen 2017-2018 werd gekozen om twee mengteelten te gebruiken (Tabel 1), op basis van literatuuronderzoek en praktijkervaring omtrent de meeste relevante combinaties van granen en veldbonen. Winterveldboonrassen zijn altijd rijk aan ANF, zoals tannine, vicine en convicine. Daarom werd er maar één veldboonras gekozen voor de winterteelt.

---

<sup>2</sup> Gefrom A, Ott EM, Hoedtke S and Zeyner A (2013) Effect of ensiling moist field bean (*Vicia faba*), pea (*Pisum sativum*) and lupine (*Lupinus spp.*) grains on the contents of alkaloids, oligosaccharides and tannins. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 97, 1152-1160 <https://doi.org/10.1111/jpn.12024>

<sup>3</sup> Rinne M, Leppä MM, Kuoppala K, Koivunen E, Kahala M, Jalava T, Salminen J-P and Manni K (2020) Fermentation quality of ensiled crimped faba beans using different additives with special attention to changes in bioactive compounds. *Animal Feed Science and Technology* 265, 114497 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114497>



Tabel 1 - Zaaidichtheid van de mengteelten veldboon-graan voor de winterteelt 2017-2018

Graan	Ras	zaden/m <sup>2</sup>	kg/ha	Eiwitgewas	Ras	zaden/m <sup>2</sup>	kg/ha
Triticale	Tricanto	400	166	Veldboon	Tundra	30	193
Wintertarwe	Lennox	400	141	Veldboon	Tundra	30	193

De mengteelten werden gezaaid in Lo-Reninge door Inagro op 26 oktober 2017 (Fig. 1).



Figuur 1 – Inzaaien van de winter mengteelt (a) met een mengsel van granen en veldbonen (b)

De opkomst was goed, maar er was na opkomst veel vogelschade op het proefperceel (Fig. 2). Voornamelijk kraaiachtigen trekken de jonge plantjes uit de grond om aan het zaadje te komen. Om toch het inkuilen te laten doorgaan, werd ervoor gekozen om een deel van de oogst van een wintermengteelt van veldbonen en triticale aan te kopen bij een biologische akkerbouwer.



Figuur 2 – Vogel schade op proefperceel van Inagro

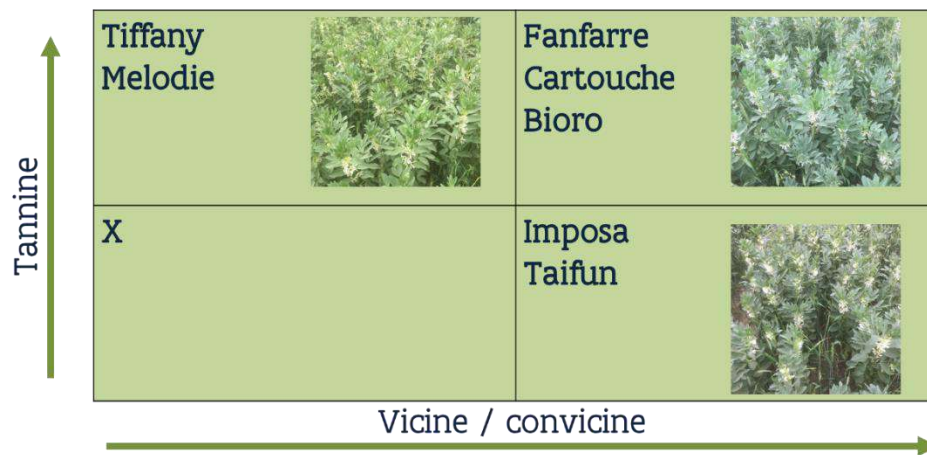
Deze aangekochte mengteelt bevatte het triticaleras Borodine, gezaaid aan 100 kg/ha en het veldboonras Axel, gezaaid aan 128 kg/ha. De groei van de mengteelt bij akkerbouwer Johan Boussemaere was goed (Fig. 3). Helaas zijn er geen gedetailleerde gegevens beschikbaar over de opbrengst van de winterteelt bij deze akkerbouwer.



Figuur 3 – Wintermengteelt triticale (Borodine) en veldboon (Axel) bij Johan Boussemaere

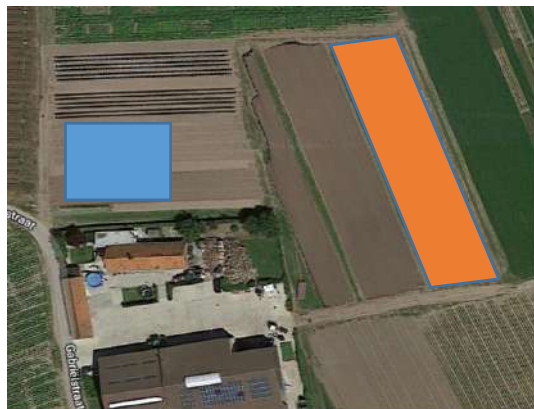
### Zomerteelt 2018

Voor de zomerteelt werden zeven verschillende rassen veldbonen gekozen om in te zaaien: Bioro, Cartouche, Fanfare, Imposa, Melodie, Taifun en Tiffany. De rassen werden gekozen volgens hun gehaltes aan tannine, vicine en convicine. Er zijn immers zomerveldboonrassen beschikbaar die rijk of arm aan tannine zijn en die rijk of arm aan vicine en convicine zijn. Figuur 4 geeft een overzicht van de gekozen zomerveldboonrassen en hun gehaltes aan ANF. Alle 7 veldboonrassen werden gezaaid in mengteelt met zomertarwe (ras Feeling) of met haver (ras Duffy), alsook in reinteelt. De haver mengteelt was niet voorzien in het project, maar werd toch mee opgenomen omdat onderzoekers feedback kregen van bio-pluimveehouder Jos Arits: hij had al 8 jaar ervaring met de mengteelt veldboon-haver, zonder veel problemen.



Figuur 4 – Zomerveldboonrassen en hun gehaltes aan tannine, vicine en convicine

De mengteelt met tarwe werd ingezaaid in een gerandomiseerde blokkenproef met 4 parallellen. Alle veldboonrassen werden ook als reinteelt als mengsel met haver ingezaaid naast de proef, de opbrengsten hiervan dienen enkel ter illustratie.



Figuur 5 – Proefpercelen van de zomermengteelt 2018 op Inagro. Wegens wateroverlast werd de proef ingezaaid op het hoger gelegen perceel (blauw) met een beperktere oppervlakte dan het oorspronkelijk voorziene oranje perceel.

Het inzaai moment van de zomerteelt was voorzien voor de tweede helft van maart 2018 op de proefvelden van Inagro (Fig. 5), maar het was toen te nat om te zaaien. De zaai werd uitgesteld tot 21 april 2018. De zaaidichtheid van de zomerteelt is gegeven in Tabel 2.

Tabel 2 – Zaaidichtheid van de zomermengteelt 2018

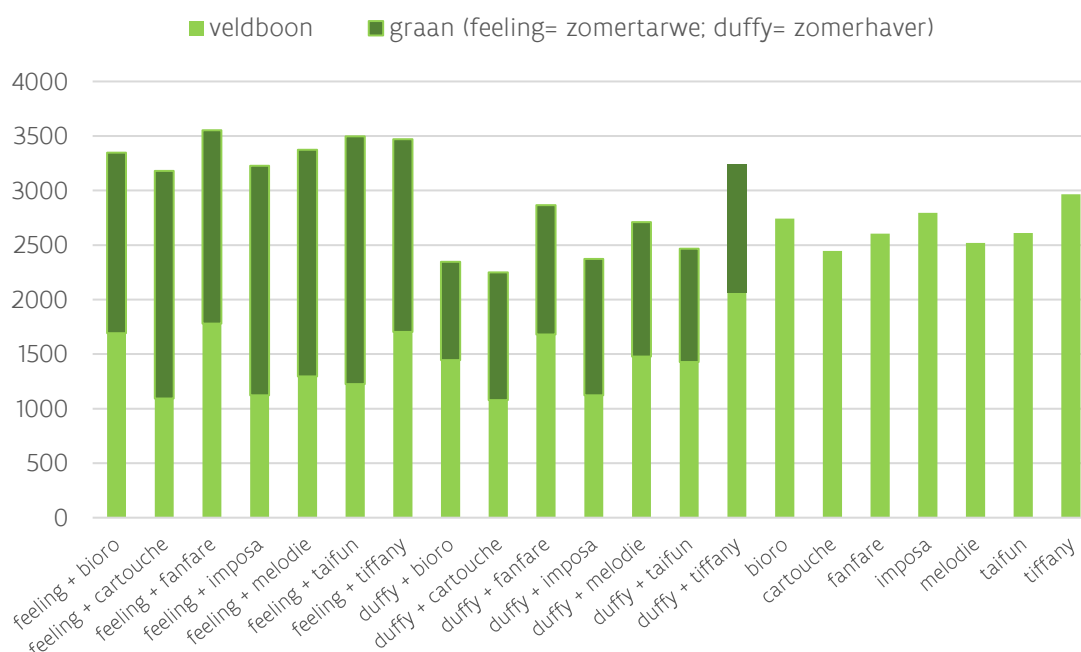
Graan	Ras	zaden/m <sup>2</sup>	kg/ha	Eiwitgewas	Ras	zaden/m <sup>2</sup>	kg/ha
Zomertarwe	Feeling	160	75	Veldboon	Bioro	40	187
					Cartouche	40	277
					Fanfare	40	190
					Imposa	40	197
					Melodie	40	224
					Taifun	40	204
					Tiffany	40	230
Haver	Duffy	120	42	Veldboon	Bioro	40	187
					Cartouche	40	277
					Fanfare	40	190
					Imposa	40	197
					Melodie	40	224
					Taifun	40	204
					Tiffany	40	230
-	-	-	-	Veldboon	Bioro	50	233
					Cartouche	50	346
					Fanfare	50	238
					Imposa	50	246
					Melodie	50	280
					Taifun	50	255
					Tiffany	50	287

De opkomst en groei van de zomermengteelten was goed tot begin juni 2018, maar door de grote droogte in juni-juli 2018 was er een vervroegde afrijping (Fig. 6) met een beperkte opbrengst (Fig. 7) tot gevolg.





Figuur 6 – Zomermengteelt: toestand begin juni en eind juni 2018



Figuur 7 – Opbrengst van de zomermengteelt tarwe-veldbonen en van de reinteelt veldbonen.

Het is duidelijk dat een mengteelten mengteelt met zomertarwe een hogere opbrengst hebben dan de respectievelijke reinteelt, en dit voor alle zeven veldboonrassen in proef. De mengteelt met haver had een beduidend lagere opbrengst. In de mengteelten was het aandeel veldbonen variabel van ras tot ras (Tabel 3).

Tabel 3 – Aandeel veldbonen bij de oogst van de mengteelt met zomertarwe (Tukey test: aandelen met dezelfde letter zijn niet significant verschillend)

Mengteelt	Aandeel veldbonen	Tukey test
Feeling + Bioro	51 %	a
Feeling + Fanfare	50 %	a
Feeling + Tiffany	49 %	a
Feeling + Melodie	38 %	ab
Feeling + Taifun	35 %	b
Feeling + Imposa	35 %	b
Feeling + Cartouche	34 %	b



In de mengteelt met tarwe had Bioro het hoogste aandeel van veldbonen (51%), gevolgd door Fanfare (50%) en Tiffany (49%). Cartouche, Imposa en Taifun hadden het laagste aandeel veldbonen (34%, 35% en 35%, respectievelijke), en Melodie had een intermediair veldboonaandeel (38%). De opbrengst van de mengteelt met tarwe leverde geen significant verschil op tussen de veldboonrassen.

### Inkuilproef 2018

Op 27 juli 2018 werd de wintermengteelt geoogst in een deegrijp stadium van de veldbonen. De oogst werd eerst geplet en dan geleverd aan Proefhoeve Bottelare (HOGENT-UGent) om in te kuilen in microkuilen. Microkuilen hebben een inhoud van 2,75 liter en hebben een afvoer voor de fermentatiegassen (Fig. 8). Het doel van deze inkuilproef was enerzijds om te evalueren of er al dan niet kuiladditieven nodig zijn om tot een goede kuilqualiteit te komen, en anderzijds om de reductie in vicinen en convicine-gehalten van de veldbonen te bepalen door het inkuilproces. In deze proef werden 3 kuiladditieven getest:



Figuur 8 – Microkuil vat

- Controle: water
- Organische zuren: 50% mierenzuur en 50% propionzuur aan 6 liter per ton verse stof
- Melkzuurbacteriën: *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus plantarum* en *L. buchneri*

Het startmateriaal voor de wintermengteelt bestond voor 63% uit triticale en voor 37% uit veldbonen, bij een totaal droge stof (DS) gehalte van 63%. De additieven werden manueel gemengd met het startmateriaal (Fig. 9) in vier herhalingen. In totaal werden 12 microkuilen gevuld en geplaatst in de loods van de Proefhoeve Bottelare (HOGENT-UGent) tot opening na een inkuilduur van 90 dagen, op 11 oktober 2018.



Figuur 9 – Mengten van kuiladditief met de mengteelt

De zomermengteelten werden eveneens geoogst in een deegrijp stadium van de veldboon, nl. op 10 augustus 2018. De geoogste mengteelten werden eerst geplet en dan naar de Proefhoeve Bottelare (HOGENT-UGent) gebracht om in te kuilen in microkuilen, analoog aan de wintermengteelt. De verhouding van granen en veldbonen en het totale DS-gehalte werd bepaald op het startmateriaal, zoals weergegeven in Tabel 4 voor de zomertarwe-mengteelten en in Tabel 5 voor de haver-mengteelten.

Tabel 4 – Verhouding granen en veldbonen voor de zomerteelten met zomertarwe

Graan	Percentage	Eiwitgewas	Percentage	DS gehalte startmateriaal
Feeling	50%	Bioro	50%	75,5%
	63%	Cartouche	37%	77,5%
	45%	Fanfare	55%	73,5%
	69%	Imposa	31%	75,5%
	55%	Melodie	45%	77,5%
	61%	Taifun	39%	74,8%
	47%	Tiffany	53%	77,0%

Voor de mengteelten met zomertarwe werd de verhouding voorafgaand aan inkuilen aangepast naar 75% veldbonen en 25% graan. Voor de mengteelten met haver er was er niet genoeg materiaal voorhanden om dit te doen, waardoor deze mengteelten ingekuuld werden bij de verhouding veldbonen/granen zoals geoogst.

Tabel 5 – Verhouding granen en veldbonen voor de zomerteelten met haver

Graan	Percentage	Eiwitgewas	Percentage	DS gehalte startmateriaal
Duffy	40%	Bioro	60%	77,5%
	51%	Cartouche	49%	76,5%
	40%	Fanfare	60%	78,0%
	49%	Imposa	51%	77,0%
	49%	Melodie	51%	76,0%
	34%	Taifun	66%	74,5%
	30%	Tiffany	70%	76,0%

Voor de zomermengteelten met zomertarwe werden dezelfde kuiladditieven getest als voor de wintermengteelt. Voor de zomermengteelten met haver was er een beperkte hoeveelheid materiaal beschikbaar, waardoor maar één kuiladditief kon getest worden: er werd gekozen om alleen de controle te testen. Van de zomermengteelten met zomertarwe was er niet voldoende materiaal beschikbaar om de drie kuiladditieven te testen via microkuilen, omwille van de beperkte opbrengst. Daardoor werd beslist om in te kuilen in enerzijds microkuilen en anderzijds in vacuümzakken (Fig. 10). Hieronder een overzicht van de types kuilen per behandeling en per kuiladditief:

- Zomerveldbonen + tarwe: 7 rassen
  - controle: 1 microkuil & 4 herhalingen in grote vacuümzakken (1 kg verse stof)
  - organische zuren: 4 herhalingen in grote vacuümzakken (1 kg verse stof)
  - melkzuurbacteriën: 4 herhalingen in grote vacuümzakken (1 kg verse stof)
- Zomerveldbonen + haver: 7 rassen
  - controle: 4 herhalingen in kleine vacuümzakjes (300 g verse stof)

De kuilen werden in de loods van de Proefhoeve Bottelare (HOGENT-UGent) bewaard tot opening na een inkuilduur van 90 dagen, op 25 oktober 2018.



Figuur 10 – Kuilvoeder in vacuümzakken

Na opening van de kuilen werden er stalen genomen om enerzijds de kuil kwaliteit en de nutritionele waarde en anderzijds de reductie in vicine en convicine te bepalen. Tijdens het openen van de kuilen bleek dat de geur en de kleur van de kuilen waren zoals te verwachten viel, en dit voor zowel de wintermengteelt (Fig. 11) als voor de zomermengteelten (Fig. 12).



Figuur 11 – Uitkuilen van de wintermengteelt



Figuur 12 – Uitkuilen van de zomermengteelt

In Tabel 6 zijn de fermentatiekarakteristieken van de wintermengteelt en de zomermengteelten met zomertarwe weergegeven, terwijl Tabel 7 de fermentatiekarakteristieken van de zomermengteelten met haver toont. De kuilen van alle zomermengteelten hadden een hoger DS-gehalte dan die van de wintermengteelt. De pH van de kuilen was normaal volgens het DS-gehalte van het startmateriaal, en zelfs opvallend laag voor de mengteelt van zomerhaver en Tiffany. De ammoniakfractie was in alle kuilen lager dan 10, indicatief voor een goede kuil kwaliteit en conservering: er blijkt niet veel eiwit verloren te zijn gegaan. De ammoniakfractie van de winterteelt lag wel een beetje hoger dan deze van de zomerteelten. Vooral de behandeling met organische zuren gaf aanleiding tot een lagere ammoniakfractie in vergelijking met de controle, toe te

schrijven aan een rechtstreeks verzurend effect en aan een remming van eiwitafbrekende bacteriën. De aanwezigheid van melkzuur en de lagere gehalten aan azijn-, boter- en propionzuur zijn ook indicaties voor een goede kuil kwaliteit voor alle mengteelten, ongeacht van het gebruikte kuiladditief. Het was opvallend dat voor alle kuilen het ethanolgehalte lager was na toepassing van organische zuren in vergelijking met de controle of de melkzuurbacteriën. Het ruw-eiwitgehalte van de wintermengteelt was lager dan bij de zomermengteelten, in overeenstemming met de iets hogere ammoniakfracties voor de wintermengteelt.

In het algemeen, waren er geen grote verschillen tussen de rassen van veldbonen of tussen de kuiladditieven. De grootste verschillen waren er tussen de winter- en de zomerteelt. Er kan geconcludeerd worden dat alle kuilen een goede kwaliteit hadden. Op deze basis werd beslist om verder te gaan zonder kuiladditief voor de leghennenproef (zie verder).

Naast de kuilkwaliteit werd ook de nutritionele waarde van de wintermengteelt en de zomermengteelten met tarwe bepaald. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 8.



Tabel 6 – Droge stof (g/kg VS), ruw eiwit (g/kg DS), ammoniak (g/kg DS), ammoniakfractie (%), pH, melkzuur (g/kg DS), azijnzuur (g/kg DS), boterzuur (g/kg DS), propionzuur (g/kg DS) en ethanol (g/kg DS): gemiddelde gehalten in de kuilvoerders van de wintermengteelt en de zomertarwe-mengteelten met drie verschillende kuiladditieven: controle (CON), organische zuren (OZ) of melkzuurbacteriën (MZB). n.d. = niet gedetecteerd

Mengteelt	Additief	DS	Ruw Eiwit	Ammoniak	Ammoniakfractie	pH	Melkzuur	Azijnzuur	Boterzuur	Propionzuur	Ethanol
Axel (winter)	CON	635	183	1,76	4,67	4,00	35,5	8,71	0,00	0,00	5,18
	OZ	647	193	1,48	3,80	4,20	16,6	n.d.	0,00	n.d.	2,85
	MZB	654	191	1,85	4,73	4,20	35,6	10,9	0,00	0,00	5,03
Zomerteelten met tarwe											
Bioro	CON	750	248	0,570	1,17	5,23	14,9	n.d.	0,00	0,00	11,7
	OZ	760	243	0,290	0,60	5,13	1,09	n.d.	0,00	3,07	0,52
	MZB	759	244	0,870	1,80	4,67	32,5	n.d.	0,00	0,00	3,99
Cartouche	CON	747	237	0,650	1,40	5,03	11,0	n.d.	0,00	0,00	7,57
	OZ	757	234	0,550	1,17	4,83	0,400	n.d.	0,40	4,55	1,04
	MZB	752	239	0,890	1,87	4,60	29,7	n.d.	0,00	0,00	4,20
Fanfare	CON	731	251	0,780	1,57	5,53	9,65	n.d.	0,00	0,00	6,66
	OZ	730	237	0,260	0,57	4,97	n.d.	n.d.	0,00	1,91	1,08
	MZB	738	236	0,960	2,07	4,50	22,4	n.d.	0,00	0,00	5,16
Imposa	CON	735	212	0,870	2,10	5,03	17,1	n.d.	0,00	0,00	8,95
	OZ	739	217	0,370	0,83	4,90	n.d.	n.d.	0,00	2,55	1,60
	MZB	729	216	1,33	3,07	4,40	33,9	n.d.	0,00	0,00	4,69
Melodie	CON	744	213	0,550	1,33	5,00	17,7	n.d.	0,00	0,00	10,1
	OZ	754	218	0,170	0,40	5,07	2,39	n.d.	0,00	2,71	1,05
	MZB	751	212	0,790	1,87	4,60	32,7	n.d.	0,00	0,00	6,66
Taifun	CON	718	224	1,42	3,17	4,80	18,6	n.d.	0,00	0,00	7,70
	OZ	730	233	0,310	0,700	5,00	n.d.	n.d.	0,00	n.d.	0,900
	MZB	724	220	1,29	2,90	4,47	21,7	n.d.	0,00	0,00	6,36
Tiffany	CON	735	238	0,990	2,10	4,83	21,7	n.d.	0,00	0,00	6,80
	OZ	745	228	0,240	0,530	5,00	1,12	n.d.	0,00	2,44	1,06
	MZB	740	233	0,770	1,67	4,63	28,5	n.d.	0,00	0,00	3,38

Tabel 7 – Droge stof (g/kg VS), ruw eiwit (g/kg DS), ammoniak (g/kg DS), ammoniakfractie (%), pH, melkzuur (g/kg DS), azijnzuur (g/kg DS), boterzuur (g/kg DS), propionzuur (g/kg DS) en ethanol (g/kg DS): gemiddelde gehaltenes in kuilvoerders van de zomerhaver-mengteelten met controle (CON) kuiladditief toegevoegd. n.d. = niet gedetecteerd

Mengteelt	Additief	DS	Ruw Eiwit	Ammoniak	Ammoniakfractie	pH	Melkzuur	Azijnzuur	Boterzuur	Propionzuur	Ethanol
Zomerteelten met haver											
Bioro	CON	759	267	0,860	1,65	4,70	16,7	n.d.	0,00	0,00	5,72
Cartouche	CON	781	241	0,660	1,40	5,10	9,80	n.d.	0,00	0,00	6,57
Fanfare	CON	760	258	0,720	1,40	4,60	17,6	n.d.	0,00	0,00	5,45
Imposa	CON	758	236	0,890	1,90	4,50	18,3	n.d.	0,00	0,00	6,77
Melodie	CON	747	236	0,970	2,10	5,00	14,0	n.d.	0,00	0,00	8,97
Taifun	CON	735	247	1,31	2,65	4,60	19,2	n.d.	0,00	0,00	6,98
Tiffany	CON	755	247	0,770	1,60	3,90	19,2	n.d.	0,00	0,00	6,28

Tabel 8 – Gemiddelde gehalten aan ruwe as, ruw vet, ruw eiwit, ruwe celstof, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), zetmeel en suiker (g/kg DS) van de ingekuilde wintermengteelt en van de zomertarwe-mengteelten met drie verschillende kuiladdities: controle (CON), organische zuren (OZ) of melkzuurbacteriën (MZB).

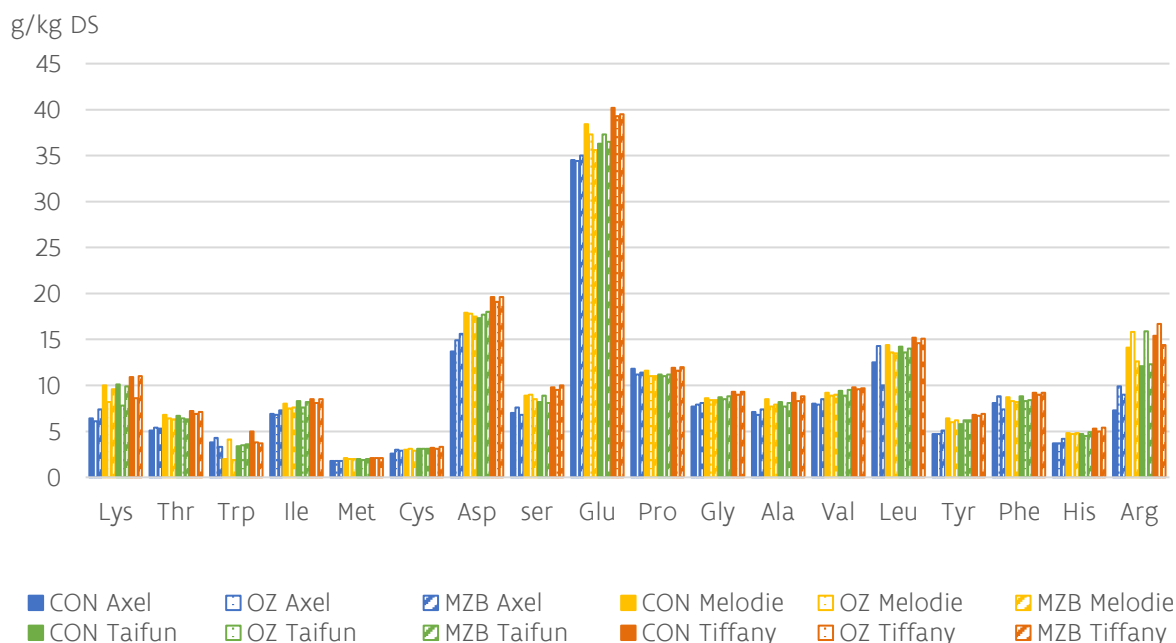
Mengteelt	Additief	Ruwe As	Ruw Vet	Ruw Eiwit	Ruwe Celstof	NDF	ADF	Zetmeel	Suiker
Axel (winter)	CON	32,5	15,4	196	58,4	138	55,2	120	19,2
	OZ	31,5	14,0	200	62,4	125	64,1	103	34,4
	MZB	32,7	14,1	200	62,8	128	66,5	177	15,3
Zomerteelten met tarwe									
Bioro	CON	42,3	21,5	249	133,0	292	133,0	440	<5,00
	OZ	33,9	18,7	243	92,7	178	97,8	384	26,9
	MZB	34,0	18,7	247	85,7	153	87,0	452	7,70
Cartouche	CON	35,6	22,4	243	94,5	169	91,5	441	<5,00
	OZ	34,1	22,4	238	87,6	150	87,5	429	24,9
	MZB	34,6	21,5	240	98,1	233	99,9	430	<5,00
Fanfare	CON	32,7	19,1	243	93,5	205	94,1	457	<5,00
	OZ	33,0	19,0	241	95,4	328	99,1	413	26,9
	MZB	32,7	19,4	240	86,6	210	96,7	456	<5,00
Imposa	CON	30,2	22,1	212	76,9	229	88,9	488	9,60
	OZ	32,5	24,2	218	80,4	232	80,4	445	24,9
	MZB	32,2	23,4	223	84,9	197	91,0	468	25,0
Melodie	CON	41,6	18,7	221	85,0	255	95,0	467	5,80
	OZ	39,8	18,5	215	78,4	295	81,7	466	24,9
	MZB	42,1	19,8	219	81,7	166	82,5	457	5,80
Taifun	CON	67,1	21,7	212	80,0	233	80,6	441	7,70
	OZ	65,4	21,6	224	77,3	218	82,8	413	23,0
	MZB	68,8	21,1	227	79,3	201	83,1	455	7,70
Tiffany	CON	34,2	19,2	239	90,6	259	89,7	441	9,60
	OZ	34,1	19,8	233	83,3	233	85,3	445	32,6
	MZB	33,5	19,6	235	80,8	230	92,3	451	<5,00

Het ruw eiwit (RE) gehalte na het inkuilen is zoals verwacht wat gedaald t.o.v. het startmateriaal, maar is gelijkaardig voor de 3 kuiladditieven (Fig. 4). Er was dus geen toegevoegde waarde van het gebruik van een kuiladditief op dit vlak. Het RE-gehalte van de winterteelt Axel lag wat lager dan die van de zomerteelten. Eerder werd reeds gezegd dat de ammoniakfractie van de winterteelt wat hoger was, wat erop kan wijzen dat er iets meer eiwitafbraak was tijdens het inkuilproces voor de winterteelt. Soja heeft nog steeds een hoger RE-gehalte dan droge veldbonen, maar ingekuilde veldbonen kunnen zeker een waardig alternatief vormen.

Het inkuilen had niet zoveel effect op het ruw vet gehalte. Sowieso ligt het ruw vet gehalte bij veldbonen (droge en ingekuilde) een stuk lager dan bij getoaste sojabonen (1 à 2% voor droge of ingekuilde veldbonen vs. 20% voor getoaste sojabonen). Wat de ruwe celstof betreft zitten de ingekuilde veldbonen tussen de 80 en 100 g/kg DS; enkel Axel bevat met waarden rond 60 g/kg DS wat minder ruwe celstof. Het ruwe celstof-gehalte van getoaste sojabonen ligt ook ongeveer rond 60 g/kg DS.

Wat zetmeel betreft is het gehalte in getoaste sojabonen heel laag, terwijl droge en ingekuilde veldbonen in mengteelten een stuk hoger zitten qua zetmeelgehalte. Dit is te verklaren door het graanaandeel in de mengteelten. Er waren geen verschillen tussen kuiladditieven qua zetmeelgehalte, maar wel tussen rassen: de winterveldboon Axel had een zeer laag zetmeelgehalte in vergelijking met alle zomerveldboonrassen.

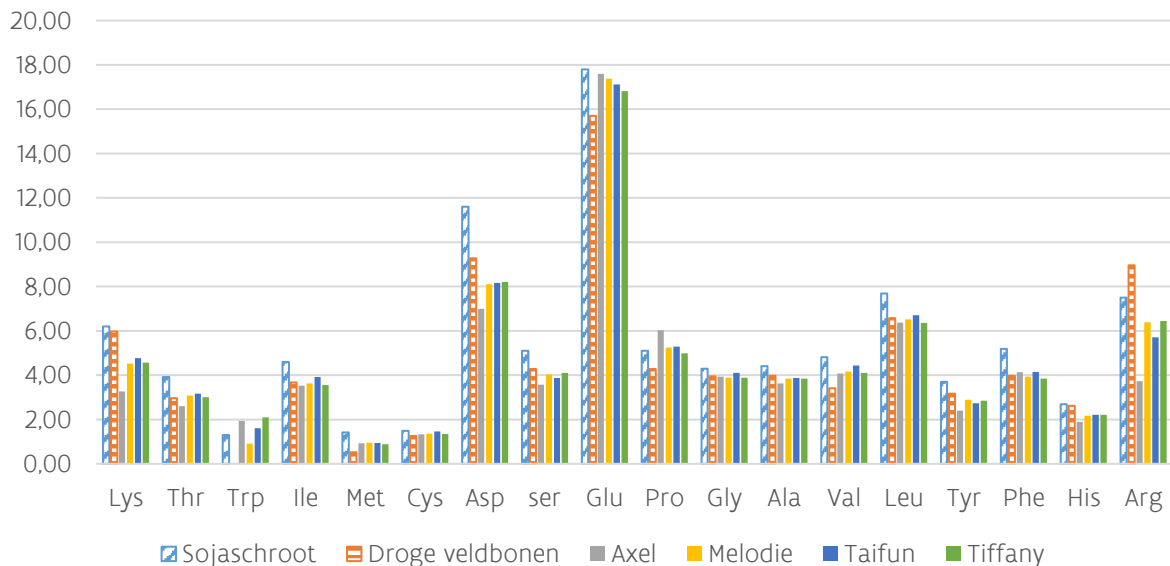
Het aminozuurprofiel van de meeste belovende veldboonrassen (Axel, Melodie, Taifun en Tiffany) werd bepaald (Fig. 13), ondanks dat dit niet voorzien was binnen de scope van het project.



Figuur 13 – Aminozuurprofiel van de kuilvoerders van wintermengteelt en zomertarwe-mengteelten met drie verschillende kuiladditieven: controle (CON), organische zuren (OZ) of melkzuurbacteriën (MZB).



Het AZ-profiel van de kuilen is gelijkaardig ongeacht het al dan niet toepassen van een kuiladditief. Er waren kleine verschillen tussen de veldboonrassen, maar in het algemeen is het profiel heel gelijkaardig voor de verschillende rassen. In figuur 14 wordt een vergelijking getoond van het AZ-profiel van de mengteelten en dat van sojaschroot; ook het AZ-profiel van droge (winter) veldbonen wordt weergegeven.



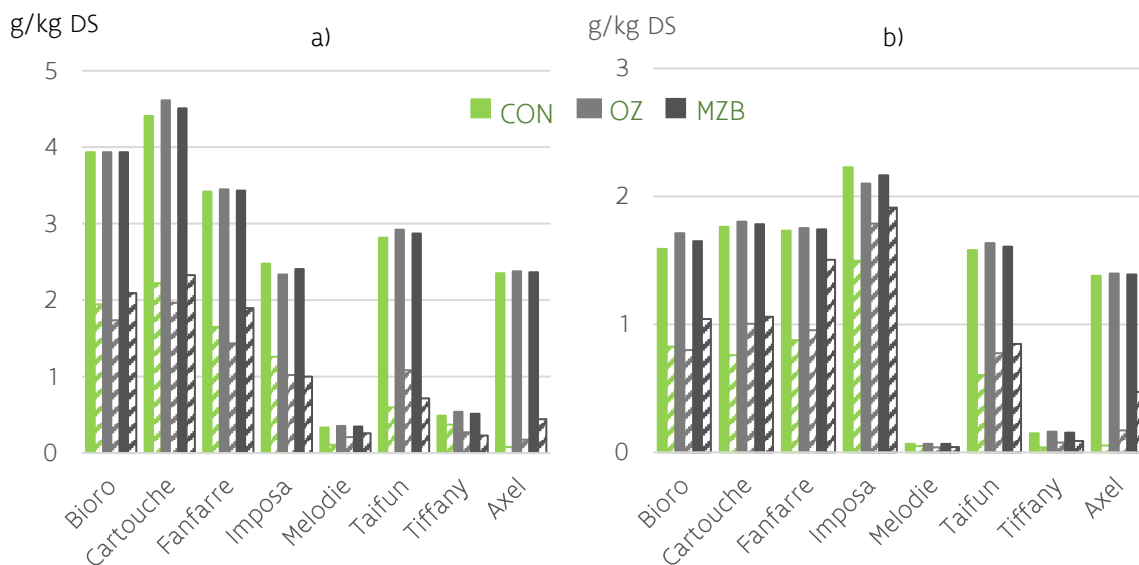
Figuur 14 – Aminozuurprofiel (% van ruw eiwit) van sojaschroot, droge winterveldbonen en ingekuilde wintermengteelt met Axel en zomertarwe-mengteelten (zonder kuiladditief toepassing).

In vergelijking met sojaschroot bevatten de ingekuilde mengteelten vooral lage gehalten aan Lys en Met, twee belangrijke AZ in pluimveevoeding. De andere AZ-gehalten zijn heel gelijkaardig tussen sojaschroot en ingekuilde mengteelten. Het inkuilproces heeft wel impact gehad op de gehalten aan Lys, Asp en Arg: deze zijn gedaald t.o.v. droge veldbonen. Algemeen beschouwd is het AZ-profiel van de mengteelten gunstig voor gebruik in pluimveevoeding.

#### Anti-nutritionele factoren: vicine en convicine

Het doel van het inkuilen van mengteelten was om na te gaan of de gehalten aan vicine en convicine, twee belangrijke ANF voor pluimvee, gereduceerd werden via deze techniek. De methode om vicine en convicine te bepalen werd ontwikkeld door ILVO, afdeling Technologie en Voeding. De methode kan gebruikt worden om deze ANF te bepalen in zowel droge veldbonen als in kuilvoerders. De methode is een LC-PDA-HRMS methode, waar vicine en convicine worden geëxtraheerd met water en gescheiden in HILIC-modus op een Acquity UPLC® BEH Amide kolom (1,7 µm; 2,1 x 150 mm, Waters). Vicine en convicine worden gedetecteerd bij 273 nm met de PDA-detector. Hoge resolutie massaspectrometrie (HRMS) wordt gebruikt om afbraakproducten van deze verbindingen te identificeren. Bij gebrek aan een verkrijgbare convicine-standaard wordt convicine gekwantificeerd aan de hand van de respons van de vicine-kalibratiecurve.

Gehalten aan deze ANF voor en na het inkuilen voor de wintermengteelt en voor de zomertarwe-mengteelten zijn gegeven in figuur 15.



Figuur 15 – Vicine (a) en convicine (b) gehalten voor inkuilen (volle balken) en na inkuilen (gearceerde balken).

De gehalten aan vicine werden sterk gereduceerd door het inkuilen, met 50% voor de rassen Bioro, Cartouche, Fanfare en Imposa, gevolgd door ras Taifun, en met bijna 95% reductie voor ras Axel. Voor de rassen Melodie en Tiffany was de reductie in vicinegehalten door het inkuilen laag. Voor convicine werd een reductie van rond de 50% geobserveerd voor de veldboonrassen Bioro, Cartouche, Fanfare en Taifun, en zelfs een reductie van bijna 95% voor veldboonras Axel. Deze sterke reducties in vicine en convicine gehalten zijn veelbelovend voor hun gebruik in pluimveevoeding, waar deze kuilvoerders zouden kunnen ingezet worden als alternatieve eiwitbronnen, ter vervanging van sojachroot.

### Besluit

Het telen van veldbonen, zowel in reinteelt als in mengteelt, blijft een uitdaging. De opbrengsten hangen sterk af van het weer en het moment van inzaaien, en ook vogelschade kan ernstige verliezen veroorzaken. Op basis van de bekomen resultaten kan er gesteld worden dat de opbrengst van de veldbonen in mengteelten met zomertarwe hoger was dan bij de veldbonen in reinteelt. Voor de mengteelten waren de rassen met de hoogste opbrengst Fanfare, Taifun en Tiffany. De opbrengst van winterteelt was niet gekend, maar ligt doorgaans hoger dan voor de zomerteelt omwille van de langere groeiperiode. Algemeen kan gesteld worden dat alle kuilvoerders in de proef, zowel van zomer- als winterteelt, een goede kwaliteit hadden en dat de ANF-gehalten aan vicine en convicine sterk gereduceerd werden door het inkuilproces. Ook de goede nutritionele waarde van de kuilen toont aan dat mengteelten met veldbonen als mogelijke alternatieve eiwitbron gebruikt kunnen worden ter vervanging van sojaschroot in het voeder van biologische leghennen.

### Bepalen van het inmengingspercentage van de geselecteerde kuilen in biologisch leghennenvoeder (WP2)

Bij runderen is reeds aangetoond dat het inkuilen van grondstoffen nutritionele voordelen kan bieden. Omwille van het kuilproces wordt de beschikbaarheid van de eiwitten, die normaal niet benut kunnen worden door de pens-microbiota of de endogene enzymen,

verhoogd. De verhoogde eiwitverteerbaarheid reduceert de N-excretie. Daarom lijkt inkuilen een veelbelovende en natuurlijke verwerkingstechniek voor grondstoffen die anders moeilijk te incorporeren zijn in dierlijke voeders omwille van de aanwezigheid van ANF, die nefast zijn voor de diergezondheid. Dit is vooral belangrijk bij biologische voeders, waar gebruik van grondstoffen sterk gelimiteerd en gereguleerd is. Bij éénmagigen, voornamelijk in de varkenssector, neemt het gebruik van gefermenteerde producten toe omwille van de betere dierprestaties. Bij pluimvee worden gefermenteerde producten nauwelijks gebruikt en werd hieromtrent ook nog maar weinig onderzoek verricht. Veldbonen worden aanzien als een goede vervanger voor sojaschroot omwille van een hoog eiwitgehalte, maar het gebruik ervan is gelimiteerd door de aanwezigheid van ANF. Droge bonen kunnen ingemengd worden tot 30%, maar door een reductie van de ANF-gehalten kunnen hogere inmengingspercentages behaald worden met kuilvoeders.

Nadat de nutritionele waarde van de kuilen en het AZ-profiel van de ingekuilde mengteelten bepaald werd, werd deze informatie gebruikt om voeders te formuleren met een maximaal inmengingspercentage van de ingekuilde mengteelten. Deze voederformules werden dan gebruikt voor de leghennenproeven van WP3 en WP4 (zie verder). Voor de nutritionele waarde van (biologische) grondstoffen werden verschillende bronnen geconsulteerd, zoals CVB-tabellen (2018), Feedipedia<sup>4</sup>, INRAE-CIRAD-AFZ-Feed Tables<sup>5</sup> en Avi-Alim-Bio<sup>6</sup>. Om de voeders te formuleren werd het lineair programma BestMix® gebruikt. Voeders zijn geformuleerd om de nutritionele behoeftes van leghennen te dekken. In Tabel 9 is een overzicht gegeven van de samenstelling van de voeders die gebruikt werden in de leghennenproeven (WP3 en WP4).

Tabel 9 – Voedersamenstelling (%) met sojaschroot, droge winterveldboon Axel, ingekuild zuivere winterveldboon Axel, ingekuild winterteelt met triticale-Axel en ingekuilde zomerteelt triticale-Tiffany

	Controle	Droge veldbonen	Ingekuild veldbonen	Mengteelt Axel	Mengteelt Tiffany
Maïs	41,9	38,8	35,0	33,9	33,9
Tarwe	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Sojabonnen	12,9	13,9	14,3	14,8	14,8
Soja 48 (sojaschroot)	5,00	-	2,50	-	-
Veldboon/mengteelt	-	9,06	8,00	10,3	10,3
Aardappeleiwit	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Luzerne	5,00	2,12	4,24	5,00	5,00
Soja olie	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Krijt	6,97	7,15	6,89	6,99	6,99
Bi Ca fosfaat	1,59	1,59	1,65	1,55	1,55
Na bicarbonaat	0,152	0,115	0,130	0,460	0,460
Zout	0,233	0,265	0,246	-	-

De gebruikte grondstoffen zijn courant in biologische pluimveevoeders. Het controlevoeder bevatte nog 5% sojaschroot. Aardappeleiwit en luzerne werden gebruikt als eiwit- en AZ-bronnen, naast de veldbonen of mengteelten ervan. Tijdens het formuleren

<sup>4</sup> <https://www.feedipedia.org/>

<sup>5</sup> <https://feedtables.com/>

<sup>6</sup> <http://www.avifaf.fr/avifaf/Vue/MesMaterieresPremieres.php>

was het doel om sojaschroot volledig te vervangen door droge veldbonen of ingekuilde rein- of mengteelten. Dit is gelukt voor alle voeders, behalve voor het voeder met de ingekuilde zuivere veldbonen, waar nog 2,5% sojaschroot ingemengd werd. Het was niet mogelijk om het aandeel sojabonen en maïs gelijk te houden voor alle voeders, maar de variatie in het aandeel van sojabonen en maïs was beperkt. In Tabel 10 is de nutritionele waarde van voeders weergegeven.

Tabel 10 – Voedersamenstelling (%) met sojaschroot, droge winterveldboon Axel, ingekuilde zuivere winterveldboon Axel, ingekuild winterteelt met triticale-Axel en ingekuild zomerteelt triticale-Tiffany.

	Controle	Droge veldbonen	Ingekuild veldbonen	Mengteelt Axel	Mengteelt Tiffany
OE <sup>1</sup> (MJ/kg)	12,1	11,8	11,6	12,0	12,0
Vocht	10,7	10,7	14,9	12,9	12,9
Ruw Eiwit	17,4	17,5	16,6	16,5	16,5
Ruw Vet	6,31	6,37	6,30	6,32	6,32
Ruw As	11,0	11,0	11,0	10,9	10,9
Ruwe Celstof	4,13	3,97	4,40	4,07	4,07
Ca	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
oP <sup>2</sup>	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
vLys <sup>3</sup> (g/kg)	7,67	7,73	7,58	7,19	7,50
vMet+Cys <sup>4</sup> (g/kg)	4,83	5,04	4,73	4,53	4,61
C18:2 (g/kg)	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0

<sup>1</sup> OE = Opneembare Energie; <sup>2</sup> oP = opneembaar fosfor; <sup>3</sup> vLys = Verteerbaar Lys; <sup>4</sup> vMet+Cys = Verteerbaar Met+Cys

Alle voeders zijn heel gelijkaardig wat betreft hun nutritionele waarde, op het vrij hoge vochtgehalte voor het voeder met de ingekuild zuivere winterveldboon na. Dit hogere vochtgehalte van het voeder is toe te schrijven aan een hoger vochtgehalte van het kuilvoeder zelf. Dit heeft gezorgd voor een lager inmengingspercentage van deze kuil in het voeder en voor de nood om toch een beperkte hoeveelheid sojaschroot in het voeder te mengen, om aan de nutritionele behoeftes van de leghennen te kunnen voldoen (Tabel 9).

Qua AZ-profiel hadden alle voeders verteerbare Lys-gehaltenes boven de vereiste 7 g/kg voeder, maar geen enkel voeder bereikte de vereiste waarde van 6,3 g/kg voeder voor verteerbare Met+Cys: dit omdat in biologische voeders geen gebruik kan gemaakt worden van synthetische AZ om aan de nutritionele behoeftes van de dieren te voorzien. Navraag bij veevoederfirma's leerde dat dit gehalte ook niet gehaald wordt voor een commercieel bio-leghennenvoeder en dat dit lagere gehalte dus niet als problematisch diende te worden beschouwd voor de leghennenproeven.

### Besluit

Het is mogelijk om sojaschroot te vervangen in biologische leghennenvoeders en zo een 100% biologisch voeder te maken, dat voldoet aan de behoeftes van de dieren.



## Bepalen van de in vivo verteerbaarheid van de mengteelten bij leghennen (WP3) en van het effect van ingekuilde mengteelten op de prestaties van leghennen (WP4)

Er wordt verwacht dat de nutriëntverteerbaarheid van de voeders met ingekuilde mengteelten gelijkwaardig of zelfs beter is in vergelijking met het standaardvoeder en het voeder met droge veldbonen. Naast de mogelijke gunstige effecten op de nutriëntverteerbaarheid zijn uiteraard ook de prestaties van de dieren en de bekomen eikwaliteit uiterst belangrijk voor de pluimveehouder. Deze parameters kunnen niet worden beoordeeld in een verteringsproef, waardoor een zoötechnische proef opgezet werd. Indien men zou kunnen komen tot de opwaardering van het ei zou dit kunnen resulteren in een meerwaarde bij het commercialiseren van deze eieren voor humane consumptie.

### Winterteelt 2018-2019

Om vogelschade te voorkomen en voldoende materiaal te kunnen oogsten voor de dierproeven is aanbevolen om de veldbonen dieper gezaaid (7-8cm) dan het graan (3-4 cm), in één werkgang met een specifieke machine (Fig. 16).



Figuur 16 – Uitzaaï mengteelt veldbonen en granen in één werkgang

Omdat er grote volumes van de wintermengteelt nodig waren voor de leghennenproeven en de opbrengst van de velden van Inagro en Proefhoeve Bottelare (HOGENT-UGent) niet voldoende zou zijn, werd geogste mengteelt aangekocht bij een biologische melkveehouder, Herman D'hauwe. Herman heeft zijn mengteelt gezaaid in november 2018; een overzicht van de ratio veldboon en graan is gegeven in Tabel 11.

Tabel 11 – Zaaidichtheid van de winter mengteelt 2018-2019

Graan	Ras	zaden/m <sup>2</sup>	kg/ha	Eiwitgewas	Ras	zaden/m <sup>2</sup>	kg/ha
Triticale	RGT Ruminac	200	100	Veldboon	Axel	28	180

De gewasopkomst was goed (Fig. 17) en het gewas werd nauw opgevolgd om in deegrijp stadium van de veldboon te oogsten, wat standaard ook gedaan wordt bij Herman D'hauwe aangezien Herman een ruime ervaring met inkuilen van mengteelten heeft.



Figuur 17 –Winter mengteelt van Herman D'hauwe op 26 juni (rechts) en 8 juli 2019 (links)

De oogst gebeurde op 23 juli 2019 (Fig. 18) en een deel werd opgezakt in big bags voor transport naar de Proefhoeve Bottelare (HOGENT-UGent).



Figuur 18 – Oogst mengteelt bij Herman D'hauwe op 23 juli 2019



Voorafgaand aan het inkuilen werd de geogste mengteelt gemalen (Fig. 19) met een CCM-molen. De mengteelt had een aandeel van 63% veldbonen en 37% triticale en een totaal DS-gehalte van 77,1%



Figuur 19 – Malen met CCM en inkuilen in balen op 24 juli 2019 bij Herman D'hauwe

Een deel van de geogste mengteelt werd getrieerd om zuivere veldbonen (bij een DS-gehalte van 76,3%) te hebben om ze alleen te kunnen inkuilen. Een deel van het perceel werd niet geogst en de mengteelt bleef op het veld totdat de veldbonen rijp en droog waren. Deze droge veldbonen werden gebuikt in de leghennenproef, na triage van de droog geogste mengteelt.

#### Zomerteelt 2019

De zomerteelt werd gezaaid op de proefvelden van Inagro op 1 april 2019. De zaaidichtheid is gegeven in Tabel 12.

Tabel 12 – Zaaidichtheid van de zomer mengteelt 2019

Graan	Ras	zaden/m <sup>2</sup>	kg/ha	Eiwitgewas	Ras	zaden/m <sup>2</sup>	kg/ha
zomertarwe	Feeling	200	86	Veldboon	Tiffany	45	204

De zomermengteelt is ook goed opgekomen (Fig. 20) en werd geogst in deegrijp stadium van de veldbonen op 30 juli 2019. De geogste mengteelt werd getransporteerd naar de Proefhoeve Bottelare (HOGENT-UGent).



Figuur 20 – Zomer mengteelt van Inagro op 6 juni 2019

Voorafgaand aan het inkuilen werd de geogste mengteelt gemalen met een CCM-molen. De mengteelt had een aandeel van 70% veldbonen en 30% zomertarwe en een totaal DS-gehalte van 77,2%.

### Inkuilen 2019

Na het malen werden de mengteelten ingekuild in vaten van 30l (Fig. 21) omdat balen of silobags een te lage uitkuilsnelheid tot gevolg zouden hebben, met mogelijks bederf van de kuil. De vaten waren niet voorzien van een afvoer van de fermentatiegassen, dus de gassen werden manueel verwijderd via kortstondig openen van de deksels. Na een inkuilduur van 90, 180 en 325 dagen werd er uitgekuild, enerzijds voor gebruik bij de leghennenproeven en anderzijds om de bewaartermijn van de kuilen te beoordelen.



Figuur 21 – Inkuilen in vaten van 30 liter

De wintermengteelt en de reinteelt van winterveldbonen werden ingekuild op 25 juli 2019, en de zomermengteelt werd op 31 juli 2019 ingekuild. De gewassen zijn allemaal ingekuild zonder toevoeging van een kuiladditief, aangezien uit de inkuilproef uit 2018 bleek dat er geen significante verschillen waren in kuil kwaliteit of nutritionele waarde bij toevoeging van kuiladditieven. Enkel water werd toegevoegd bij het inkuilen om het DS gehalte te verlagen tot circa 75%: het DS-gehalte bij oogst was iets hoger dan gewenst omwille van de hittegolf die op dat moment heerste.

Bij uitkuilen werden stalen genomen om de kuil kwaliteit te bepalen; deze resultaten zijn weergegeven in Tabel 13. De kuilen waren van goede kwaliteit, gezien de productie van melkzuur en de daarbij horende pH-daling in combinatie met de afwezigheid van boterzuur. In vergelijking met de kuilen van 2018 was er een minder intense fermentatie bij de kuilen van 2019: dit is toe te schrijven aan een hoger DS-gehalte van het startmateriaal in 2019, wat een impact heeft op de pH en resulteerde in een lagere ammoniakfractie. Omdat het fermentatieproces minder intens was in de kuilen van 2019

was ook de totale productie van vluchtige vetzuren lager in vergelijking met de kuilen van 2018.

Tabel 13 – Droge stof (g/kg VS), ruw eiwit (g/kg DS), ammoniak (g/kg DS), ammoniakfractie (%), pH, melkzuur (g/kg DS), azijnzuur (g/kg DS), boterzuur (g/kg DS), propionzuur (g/kg DS) en ethanol (g/kg DS) gehaltes van de winterveldboon, winter- en zomermengteelten kuilen (na inkuilduur van 90 dagen)

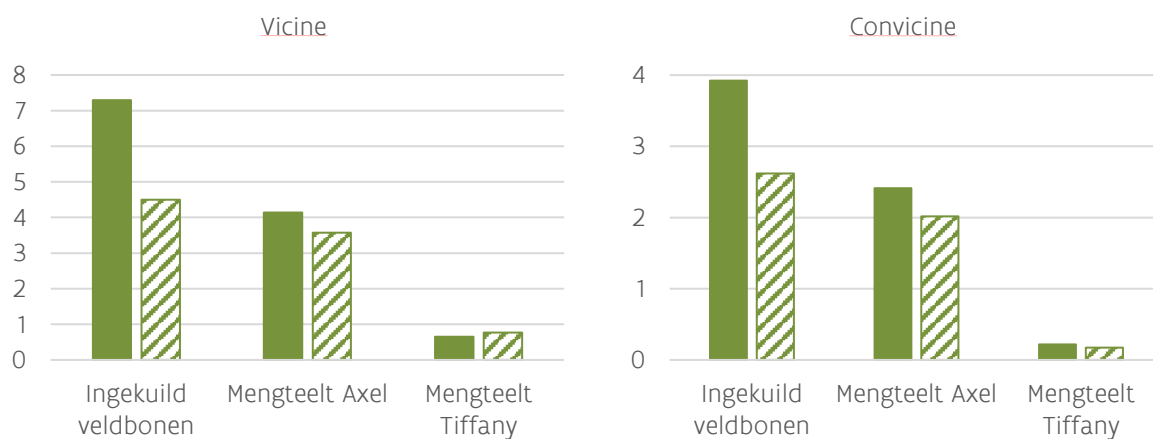
Mengteelt	Winter veldboon	Winter mengteelt	Zomer mengteelt
DS	753	763	768
Ruw Eiwit	271	275	248
Ammoniak	0,690	0,340	0,570
Ammoniakfractie	1,30	0,600	1,20
pH	5,30	5,70	5,40
Melkzuur	18,33	7,32	14,0
Azijnzuur	3,82	0,00	0,00
Boterzuur	0,00	0,00	0,00
Propionzuur	0,00	0,00	0,00
Ethanol	2,08	2,06	2,05

Ook interessant is het ruw-eiwitgehalte van de kuilen, vooral voor de kuilen van de winterveldboon en de wintermengteelt. De gehaltes zijn heel vergelijkbaar aan deze van droge veldbonen.

De fermentatiekarakteristieken van de kuilen na 180 en 325 dagen zijn heel gelijk gebleven aan deze van de kuilen na 90 dagen.

#### Anti-nutritieele factoren: vicine en convicine

Bij uitkuilen werden tevens stalen genomen om de reductie in vicine en convicine te bepalen onder invloed van het inkuilproces (Fig. 22).

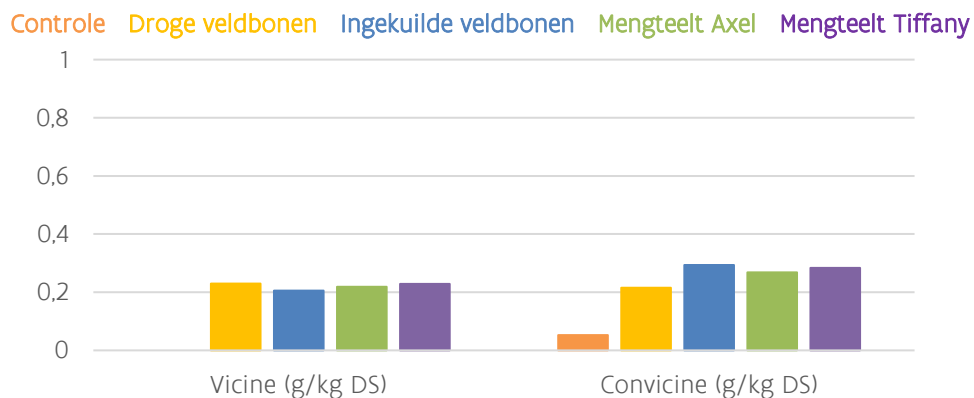


Figuur 22 – Vicine- en convicinegehalten voor inkuilen (volle balken) en na inkuilen (gearceerde balken).

De reductie in vicine en convicine gehalten was in 2019 niet zo hoog dan bij de kuilen van 2018. Dit zou kunnen te maken hebben met het minder intense fermentatieproces van de



kuilen in 2019. Niettemin waren de totale gehalten aan vicine en convicine in de leghennenvoeders heel laag (Fig. 23).



Figuur 23 – Vicine- en convicinegehalten voor de leghennen voeders

### Prestaties van leghennen

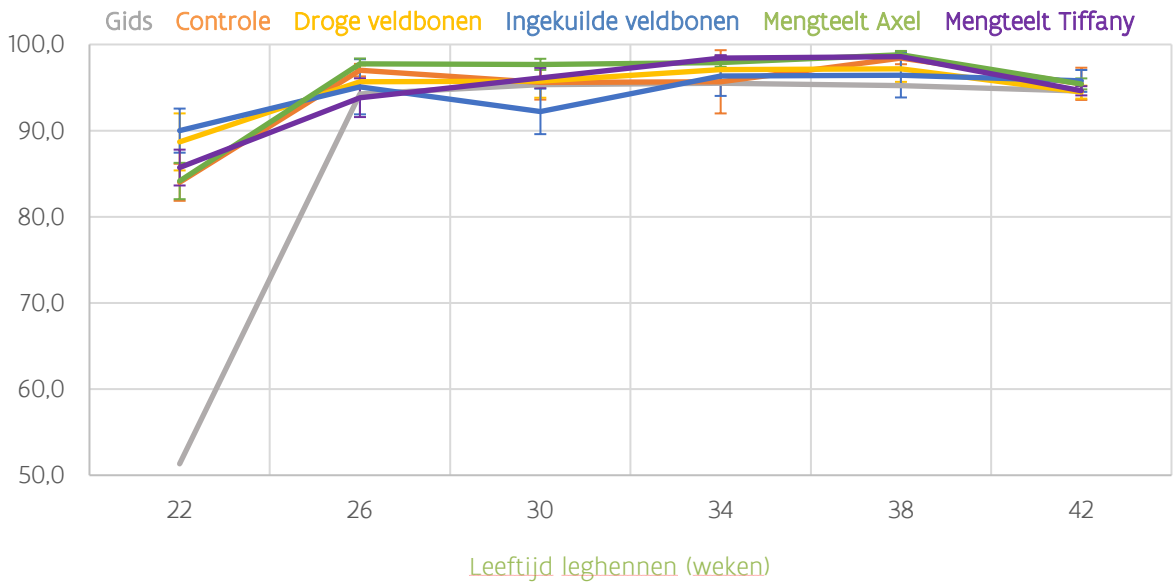
Voor de prestatieproef werden Dekalb White leghennen gebruikt. Deze werden per acht gehuisvest in verrijkte kooien op ILVO (Fig. 24). De samenstelling van de geteste voederbehandelingen word weergegeven in Tabel 9. Elke voederbehandeling werd aan zes verrijkte kooien toegewezen (6 herhalingen per behandeling) en de leghennen werden opgevolgd gedurende 6 perioden van telkens 4 weken. Bij de start van de proef (december 2019) waren de hennen 18 weken oud; aan het einde van de proef 42 weken (mei 2020). Elke 4 weken gebeurden metingen voor prestaties en eikwaliteit.



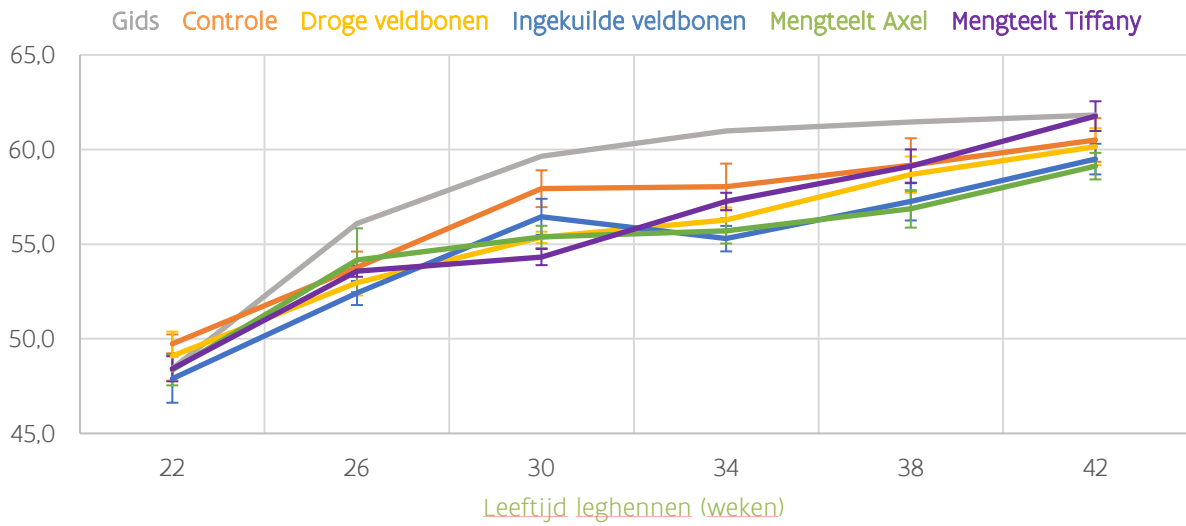
Figuur 24 – Leghennen in verrijkte kooien op ILVO tijdens de prestatieproef

Leghennenprestaties werden beoordeeld aan de hand van legpercentage, voederopname en voederconversie, eigewicht en eimassa. Eikwaliteit werd beoordeeld aan de hand van breuksterkte, dooierkleur, Haugh Unit (maat voor eiwitaanzet in het ei) en schaaldikte.

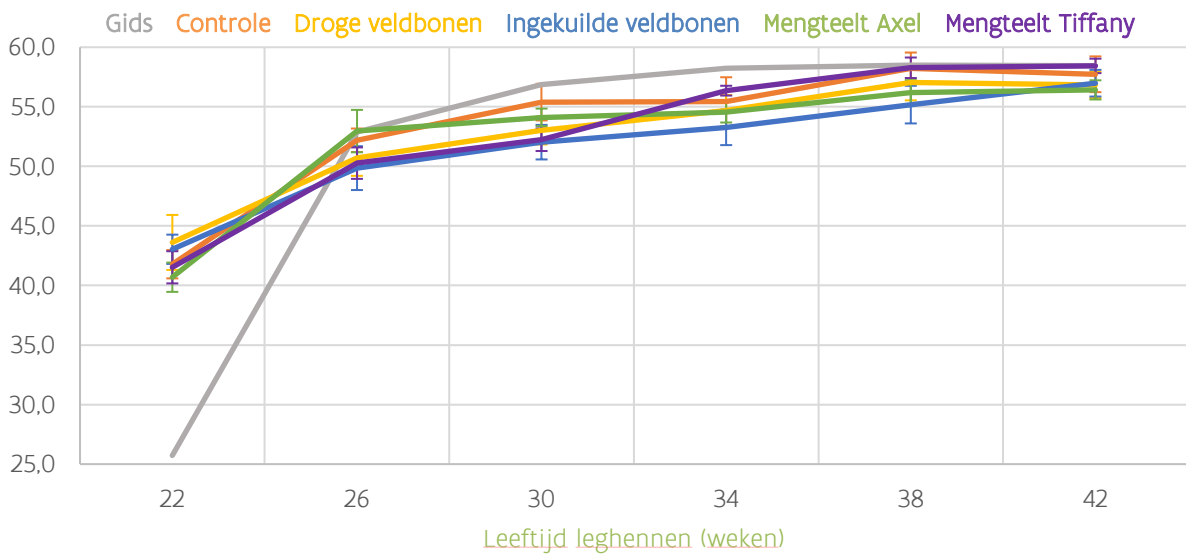
Legpercentage (Fig. 25), eigewicht (Fig. 26) en eimassa (Fig. 27) waren niet significant verschillend tussen de verschillende voederbehandelingen. Dit was ook het geval voor de voederopname (Fig. 28) en de voederconversie (Fig. 29).



Figuur 25 – Legpercentage van de leghennen tijdens de proefperiode

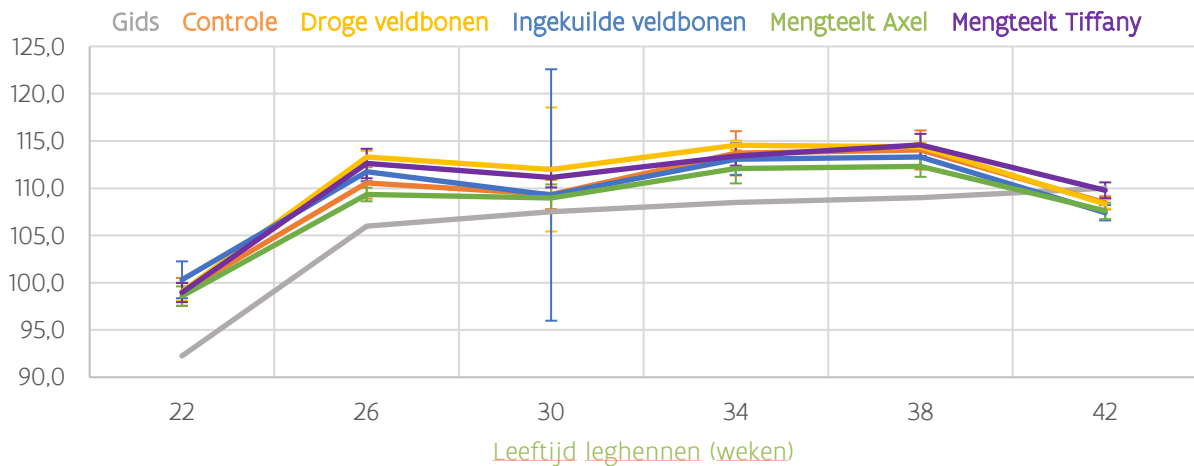


Figuur 26 – Gemiddelde ei-gewicht (g) tijdens de proefperiode

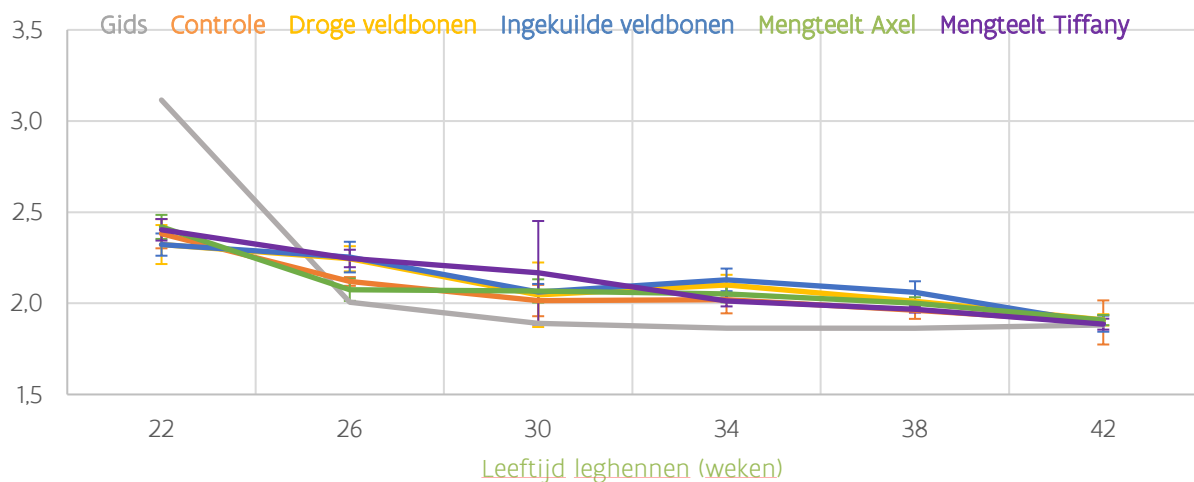


Figuur 27 – Gemiddelde eimassa (g/hen/dag) tijdens de proefperiode

De voederopname lag wel bij alle groepen hoger dan wat beschreven staat in de managementgids voor Dekalb White leghennen die in verrijkte kooisystemen gehuisvest zijn. Dit kan verklaard worden door het te lage gehalte aan verteerbaar Met+Cys in alle proefvoerders: de leghennen hebben geprobeerd dit te compenseren door meer voeder op te nemen. Niettemin was het legpercentage van alle leghennen zoals verwacht in de managementgids van Dekalb White leghennen. Wel was het eigewicht wat lager dan wat te verwachten was volgens de managementgids.



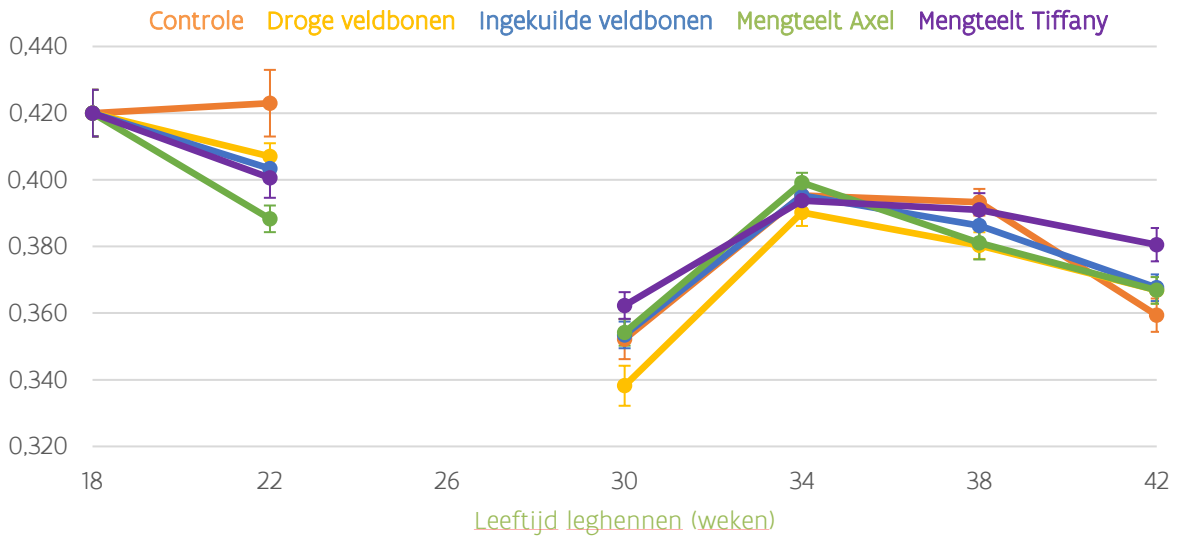
Figuur 28 – Gemiddelde voederopname tijdens de proefperiode



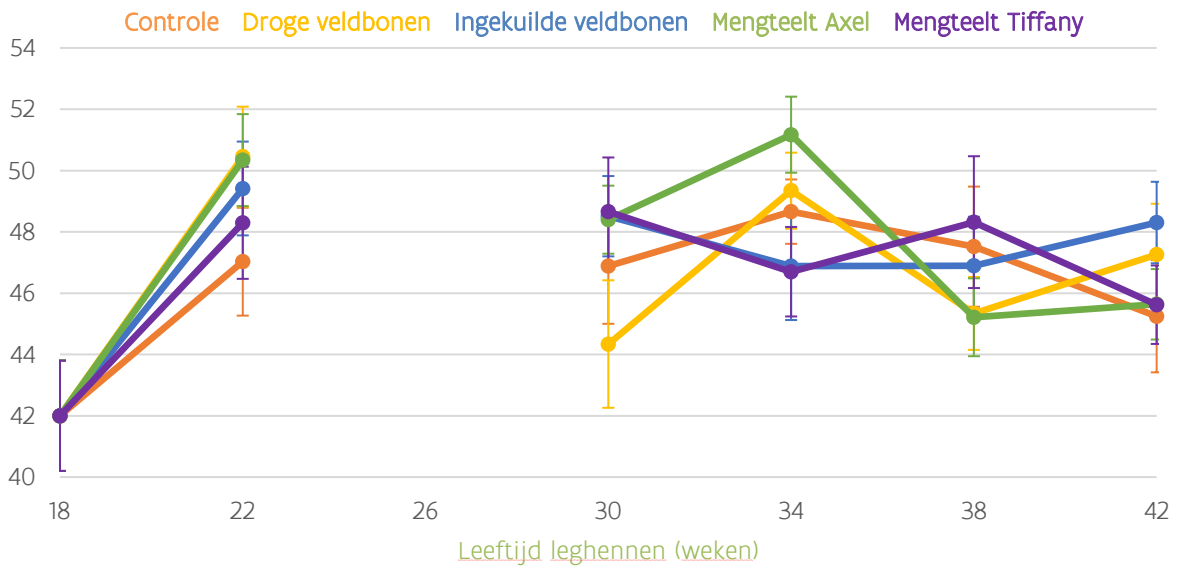
Figuur 29 – Gemiddelde voederconversie tijdens de proefperiode

Eikwaliteit werd bepaald op telkens 30 eieren per behandeling, op elk meetmoment. Omwille van de pandemie COVID-19 die begonnen is in maart 2020 ontbreken de gegevens van de eikwaliteit op week 26.

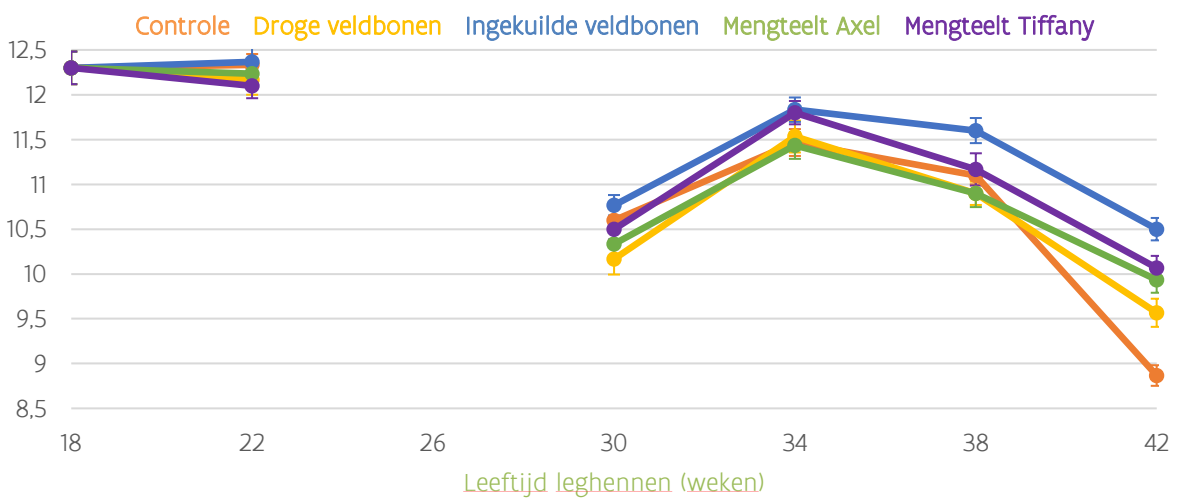
De breuksterkte (Fig. 30) en de schaaldikte (Fig. 31) varieerden soms tussen de verschillende voederbehandelingen op de verschillende meetpunten, maar deze (soms kleine significante) verschillen waren niet consistent tot op het einde en dus kon geen algemeen significant verschil tussen de voederbehandelingen genoteerd worden. De breuksterkte van alle groepen lag hoger dan wat theoretisch verwacht werd, wat wijst op stevige eieren en wat dus positief is.



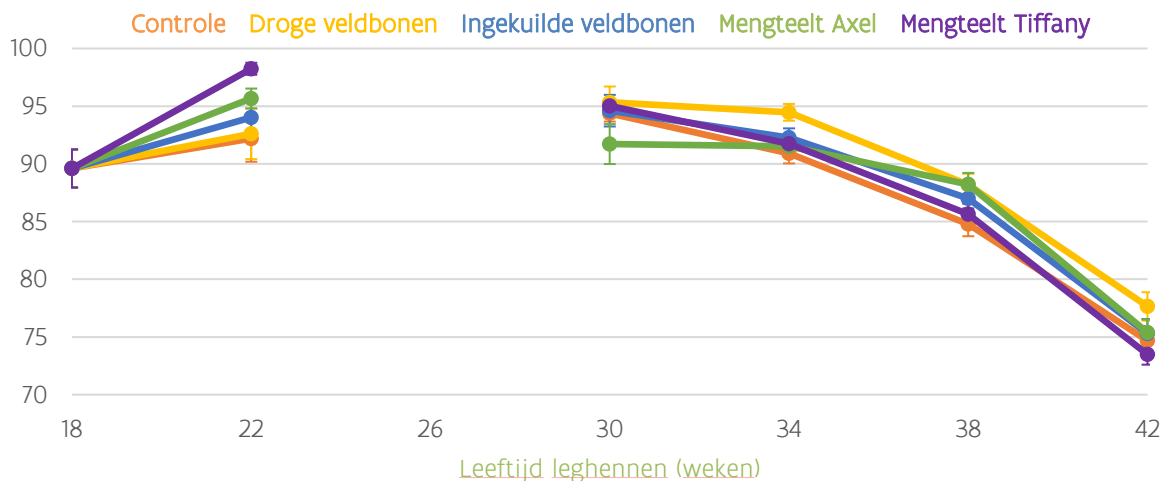
Figuur 30 – Gemiddelde breuksterkte (N) tijdens de proefperiode



Figuur 31 – Gemiddelde schaaldikte (mm) van de eieren tijdens de proefperiode



Figuur 32 – Gemiddelde dooierkleur van de eieren tijdens de proefperiode



Figuur 33 – Gemiddelde Haugh Unit van de eieren tijdens de proefperiode

Bij zowel dooierkleur (Fig. 32) als Haugh Unit (Fig. 33) werden significante verschillen tussen de behandelingen opgemerkt op een aantal tijdstippen, maar ook hier waren deze niet consistent in de tijd en dus kon ook hier geen algemeen significant verschil gedetecteerd worden voor deze parameters, hetgeen ook positief is.

### Verteringsproef

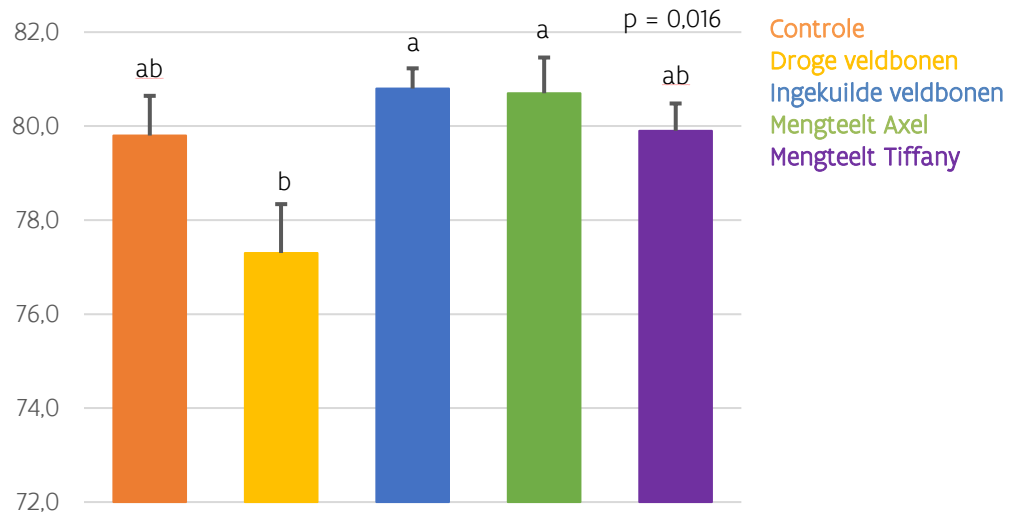
Naast een prestatieproef werd ook een verteringsproef uitgevoerd aan het ILVO (Fig. 34). Dezelfde 5 voederbehandelingen werden uitgevoerd bij telkens 9 Dekalb White leghennen die individueel werden gehuisvest in verteringskooien. Hier werd de voederopname en de fecale productie bepaald. Op het einde van de balansperiode (14 dagen) werden gemengde meststalen verzameld voor nutriëntanalyses, ter bepaling van de nutriënten verteerbaarheid.



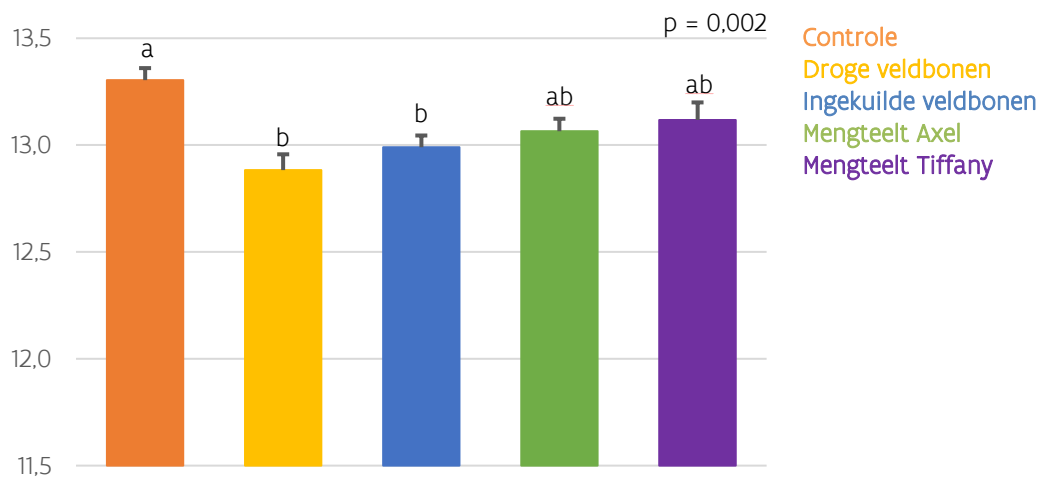
Figuur 34 – Leghen in verteringskooi op ILVO

Zowel voor de verteringscoëfficiënt van ruw eiwit (Fig. 35) als voor de opneembare energie (Fig. 36) scoorde het voeder met de droge (niet-ingekeilde) veldbonen het slechtst. Ook het voeder met de ingekeilde pure winterveldbonen scoorde slecht voor opneembare energie, maar had dan weer de beste verteringscoëfficiënt voor ruw eiwit (samen met de wintermengteelt).



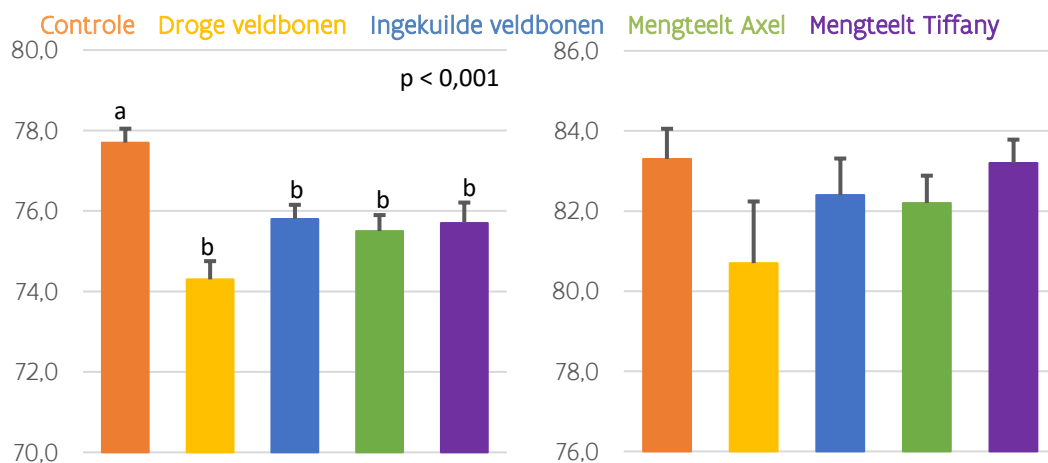


Figuur 35 – Verteringscoëfficiënt voor ruw eiwit (%)



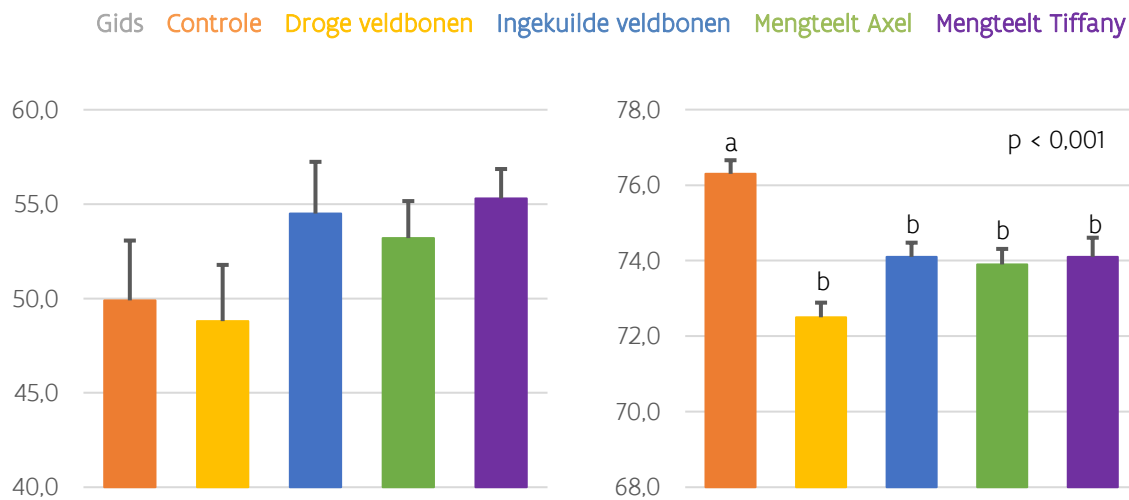
Figuur 36 – Opneembare energie gecorrigeerd voor N retentie (MJ/kg)

Er waren geen significante verschillen tussen de voederbehandelingen voor de verteringscoëfficiënt van ruw vet, maar wel voor Bruto energie, waar het controle-voeder een hogere verteringscoëfficiënt had voor Bruto energie in vergelijking met de andere voederbehandelingen (Fig. 37).



Figuur 37 – Verteringscoëfficiënt (%) van Bruto Energie (rechts) en van ruw vet (links)

Er waren geen significante verschillen tussen de voederbehandelingen voor de verteringscoëfficiënt van ruwe as, maar wel voor Organische stof (OS), waar het controlevoeder een hogere verteringscoëfficiënt had voor OS in vergelijking met de andere voederbehandelingen (Fig. 38).



Figuur 38 – Verteringscoëfficiënt (%) van ruwe as (rechts) en organische stof (links)

### Besluit

De kuilen van 2019 waren van een goede kwaliteit, maar de impact van de weersomstandigheden was ook heel duidelijk in vergelijking met de kuilen van 2018. De leghennenvoeders met de ingemengde kuilvoeders werden gemaakt voor een periode van 3 maanden en tijdens deze periode vertoonden deze voeders geen vochtverlies noch bederf. Dit kan een indicatie zijn dat de kuilvoeders in de praktijk zouden kunnen gemaakt worden in balen of silobags: mogelijks kunnen deze dan gebruikt worden in grote voederbatches die vrij lang bewaard kunnen worden zonder invloed op de kuilkwaliteit.

In de prestatieproef werden geen significante verschillen gevonden tussen de voederbehandelingen voor wat prestaties en eikwaliteit betreft. Bij de laatste waren er wel kleine significante verschillen per meetpunt, maar deze waren niet consistent. Wat de verteerbaarheid betreft, lijkt deze in het voordeel te spreken van de ingekuilde mengteelten in vergelijking met de droge veldbonen: mogelijks zorgt het inkuilproces voor een verbeterde eiwitbeschikbaarheid voor de leghennen.

Deze resultaten tonen aan dat leghennen kleine tekorten aan nutriënten (in dit geval Met en Cys) kunnen compenseren door een hogere voederopname. Belangrijk te melden is ook dat de leghennen in deze proeven gehuisvest werden in verrijkte kooien en dus niet aan de weersomstandigheden waren blootgesteld. Met deze proefopzet is het niet mogelijk om te achter halen of de prestaties dezelfde zouden zijn als verwacht volgens de managementgids indien de leghennen in een huisvesting met buitenloop zouden geplaatst zijn. Er kan evenwel besloten worden dat ingekuilde mengteelten sojaschroot kunnen vervangen, gezien de prestaties tussen de behandelingen niet significant verschillend waren.

## Kennis disseminatie

Het project werd ruim opgepikt door de vakpers op verschillende momenten. Een overzicht van de publicaties is gegeven in Tabel 14. Naast de vulgariserende artikels was er ook een veldbezoek, gekoppeld aan een van de bio-dagen van Inagro, op 25 juni 2019. Een paar foto's van die dag zijn hieronder gegeven. Er waren plannen om in 2020 een demodag te organiseren om de inkuiltechniek te tonen aan akkerbouwers en pluimveehouders, maar omwille van de COVID-19 pandemie kon deze helaas niet doorgaan.

Tabel 14 – Overzicht van de publicaties betreffend KUILEG

Naam publicatie	Link	Type	datum
Mengteelten van vochtige peulvruchten en granen inkuilen voor bio leghennen?	<a href="https://www.ccbt.be/?q=node/3309">https://www.ccbt.be/?q=node/3309</a>	Persbericht CCBT	15 nov 2017
Kuilen met mengteelten van vochtige peulvruchten en granen	<a href="https://www.biokennis.org/nl/biokennis/sectoren-themas/Pluimvee/nieuws-1/Kuilen-met-mengteelten-van-vochtige-peulvruchten-en-granen.htm">https://www.biokennis.org/nl/biokennis/sectoren-themas/Pluimvee/nieuws-1/Kuilen-met-mengteelten-van-vochtige-peulvruchten-en-granen.htm</a>	Persbericht in Biokennis	21 nov 2017
Mengteelten van vochtige peulvruchten en granen inkuilen voor bio leghennen?	<a href="https://www.nobl.be/en/node/1249">https://www.nobl.be/en/node/1249</a>	Persbericht in NOBL	nov 2017
Mengteelten van vochtige peulvruchten en granen inkuilen voor bio leghennen?	-	Persbericht in Pluimvee	dec 2017
KUILEG – Mengteelten van vochtige peulvruchten en granen inkuilen als grondstof voor biologisch leghennenvoeder	-	Nieuwsgolf ILVO	dec 2017
Inkuilen van veldbonen en granen voor leghennen	-	Poster in BIOXpo	2017
Vochtige peulvruchten en granen inkuilen als grondstof voor biologisch leghennenvoeder	<a href="https://ilvo.vlaanderen.be/nl/nieuws/Vochtige-peulvruchten-en-granen-inkuilen-als-grondstof-voor-biologisch-leghennenvoeder#.XDR_f_ZFyq8">https://ilvo.vlaanderen.be/nl/nieuws/Vochtige-peulvruchten-en-granen-inkuilen-als-grondstof-voor-biologisch-leghennenvoeder#.XDR_f_ZFyq8</a>	Persbericht ILVO	01 mar 2018
Ensiling of mixed forages of beans and grains as feed for organically raised laying hens	-	Poster in European Poultry Conference, Dubrovnik, Croatia	17-21 sep 2018
Kuilen met mengteelten van vochtige peulvruchten en granen	<a href="https://www.boeren.online/topic/125832/#">https://www.boeren.online/topic/125832/#</a>	Persbericht in Boeren Nu	2019
Veldbonen, een waardevolle eiwitbron voor bioveehouders	-	Vulgariserend artikel in Boer & Tuinder	23 mei 2019
Inkuilen van mengteelten als alternatieve eiwitbron voor biologisch leghennenvoeder	<a href="https://www.pluimveeloket.be/Voeder/Voedersamenstelling#Alternatieve%20eiwitbronnen">https://www.pluimveeloket.be/Voeder/Voedersamenstelling#Alternatieve%20eiwitbronnen</a>	Presentatie	02 apr 2019
Ingekuilde mengteelten van veldbonen en graan als alternatieve eiwitbron voor bioleghennen?	<a href="https://www.pluimveeloket.be/Voeder/Voedersamenstelling/Artikel-inkuilen">https://www.pluimveeloket.be/Voeder/Voedersamenstelling/Artikel-inkuilen</a>	Artikel in Pluimveeloket website	apr 2019

Ingekuilde mengteelten van veldbonen en graan als alternatieve eiwitbron voor bio-leghennen?	<a href="https://www.ccbt.be/?q=node/3658">https://www.ccbt.be/?q=node/3658</a>	Vulgariserend artikel in Bioparktijk	17 apr 2019
Silages as a novel feed ingredient for poultry?	-	Poster in European Symposium Poultry Nutrition, Gdansk, Poland	10-13 jun 2021
Mengteelten van veldbonen en graan als alternatieve eiwitbron voor bio-leghennen – Inkuilen reduceert sterk de anti-nutritionele factoren	-	Vulgariserend artikel in Pluimvee	jun 2019
Ingekuilde mengteelt voor bio-kippen	-	Vulgariserend artikel in Pluimveehouderij	05 sep 2019
Inkuilen mengteelten van veldbonen en graan als alternatieve eiwitbron voor bio-leghennen?	<a href="https://www.nobl.be/nl/node/1473">https://www.nobl.be/nl/node/1473</a>	Vulgariserende artikel in NOBL	2019
Veldbonen als regionale eiwitbron	<a href="https://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/show/Veldbone-n-als-regionale-eiwitbron.htm">https://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/show/Veldbone-n-als-regionale-eiwitbron.htm</a>	Vulgariserend artikel in Groen Kennisnet	18 jun 2020
Kunnen veldbonen soja vervangen in bio-leghennenvoeder?	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xRILuj1eyTE&amp;t=4s">https://www.youtube.com/watch?v=xRILuj1eyTE&amp;t=4s</a>	ILVO Webinar	26 nov 2020
Mengteelten van veldbonen vormen een regionaal alternatief voor sojaschroot in bio-leghennenvoeder	<a href="https://www.pluimveeloket.be/voeder/voedersamenstelling/Artikel_veldbonen_alternatief_sojaschroot">https://www.pluimveeloket.be/voeder/voedersamenstelling/Artikel_veldbonen_alternatief_sojaschroot</a>	Artikel Pluimveeloket	dec 2020
Mengteelten van veldbonen vormen een regionaal alternatief voor sojaschroot in bio-leghennenvoeder	-	Vulgariserend artikel in Pluimvee	dec 2020
Veldbonen met graan als vervanger sojaschroot	<a href="https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2020/12/03/veldbonen-met-graan-als-vervanger-sojaschroot">https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2020/12/03/veldbonen-met-graan-als-vervanger-sojaschroot</a>	Vulgariserend artikel in Nieuwe Oogst	03 dec 2020
Ingekuilde mengteelten van veldbonen als regionaal alternatief voor sojaschroot in bio-leghennenvoeder		Nieuwsgolf ILVO	Jan/feb 2021
Mengteelten van veldbonen vormen een regionaal alternatief voor sojaschroot in bio-leghennenvoeder	<a href="https://mailing.ilvo.be/mailcamp/display.php?List=12&amp;N=285">https://mailing.ilvo.be/mailcamp/display.php?List=12&amp;N=285</a>	Nieuwsbrief Pluimveeloket	feb 2021
Soja in bio-leghennenvoer vervangen door mengteelt veldbonen en granen	<a href="https://www.pluimveebedrijf.be/kies-pluimveetak/biologische-pluimvee/soja-in-bio-leghennenvoer-vervangen-door-mengteelt-veldbonen-en-granen/">https://www.pluimveebedrijf.be/kies-pluimveetak/biologische-pluimvee/soja-in-bio-leghennenvoer-vervangen-door-mengteelt-veldbonen-en-granen/</a>	Vulgariserende artikel in Pluimveebedrijf	8 mar 2021
Veldbonen en granen kunnen sojaschroot vervangen in bio-leghennenvoeder	<a href="https://www.pluimveeweb.nl/artikel/391906-veldbonen-en-granen-kunnen-sojaschroot-vervangen-in-bio-leghennenvoeder/">https://www.pluimveeweb.nl/artikel/391906-veldbonen-en-granen-kunnen-sojaschroot-vervangen-in-bio-leghennenvoeder/</a>	Vulgariserende artikel in Pluimveeweb	14 mar 2021
Mengteelten van veldbonen vormen een regionaal alternatief	<a href="https://www.biojournaal.nl/article/9302704/mengteelten-van-veldbonen-vormen-een-regionaal-">https://www.biojournaal.nl/article/9302704/mengteelten-van-veldbonen-vormen-een-regionaal-</a>	Vulgariserend artikel in BioJournaal	16 mar 2021

voor sojaschroot in bio-leghennenvoeder	<a href="#">alternatief-voor-sojaschroot-in-bio-leghennenvoeder/</a>		
Sojaschroot in bioleghennenvoeder is vervangbaar door ingekuilde veldbonen en granen	<a href="https://www.landbouwleven.be/10483/article/2021-03-26/sojaschroot-bioleghennenvoeder-vervangbaar-door-ingekuilde-veldbonen-en-granen">https://www.landbouwleven.be/10483/article/2021-03-26/sojaschroot-bioleghennenvoeder-vervangbaar-door-ingekuilde-veldbonen-en-granen</a>	Vulgariserend artikel in Landbouwleven	26 mar 2021
		Vulgariserende artikel in Biopraktijk	mar 2021
ALTERNATIEVE EIWITBRONNEN IN BIO-LEGHENNENVOEDER - Ingekuilde mengteelt veldbonen en granen goede kanshebber	-	Vulgariserende artikel in De Molenaar	apr 2021
		Vulgariserend artikel/interview in Pluimveekrant	apr 2021
		Presentatie in boerenbijeenkomst van BioNext (NL)	jun 2021
Silages of faba beans and cereals as protein source for organically produced laying hens	-	World Poultry Congress, Parijs, Frankrijk	aug 2021



## Algemeen besluit

Het telen van mengteelten van granen en veldbonen blijft een uitdaging en het aandeel veldbonen is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en eventuele vogelschade. Nochtans is de eiwitopbrengst van deze mengteelten interessant en daarenboven is inkuilen van deegrijp geoogste mengteelten een succesvolle en eenvoudige techniek om het gehalte aan ANF van veldbonen te reduceren, ook voor biologische productie.

Gezien er geen significante verschillen werden gevonden qua dierprestaties tussen de voeders met de ingekuilde mengteelten t.o.v. een commercieel bio-leghennenvoer (met 5% sojaschroot) kan besloten worden dat het mogelijk is om sojaschroot in een bio-leghennenvoeder te vervangen door een ingekuilde mengteelt van veldbonen met granen.

Om de resultaten van dit project in een breder perspectief te zetten werd de ei-eiwitaanzet per hectare berekend voor de mengteelt met winterveldbonen. Als er vanuit gegaan wordt dat ofwel de mengteelt van winterveldbonen met graan ofwel biologische soja de enige eiwitbronnen in een voeder zijn, dan kan er per ha ruw eiwit die wordt geproduceerd bij de mengteelt van winterveldbonen met graan 4 ton eieren geproduceerd worden, ten opzichte van 3 ton eieren bij de biologische soja. Er is dus minder hectare nodig van een mengteelt van winterveldbonen met graan in vergelijking met de teelt van biologische soja om eenzelfde hoeveelheid ei-eiwit aan te zetten. Dit biedt perspectieven voor de biologische pluimveehouderij in Vlaanderen, met het doel om 100% biologische voeders te hebben. Vanuit de veevoederindustrie zijn er echter nog steeds zorgen over het gebruik van mengteelten en het aanbieden van dit product, aangezien een constante verhouding van veldbonen en granen praktisch niet realiseerbaar is. Het onderzoeksteam van KUILEG is er echter van overtuigd dat het noodzakelijk is om niet te kijken naar de mengteelt als een mengsel van twee grondstoffen, maar wel om de mengteelt als één grondstof te zien. Het doel van de teelttechniek bij dergelijke mengteelt is het streven naar een constant en zo hoog mogelijk ruw eiwit gehalte, en niet het streven naar een constante ratio tussen veldbonen en granen. Dit laatste is immers in de praktijk quasi onhaalbaar omwille van de sterke afhankelijkheid van de weeromstandigheden.