



Nieuwe eiwitgewassen voor de voeding van varkens in de biologische houderij

Anneke Balkema-Boomstra





Nieuwe eiwitgewassen voor de voeding van varkens in de biologische houderij

Anneke Balkema-Boomstra

© 2004 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Dit rapport is het resultaat van een studie uitgevoerd in het kader van het onderzoeksprogramma Biologische Veehouderij PO-34

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : post.plant@wur.nl
Internet : <http://www.plant.wur.nl>

Inhoudsopgave

pagina

Samenvatting	1
1. Inleiding.....	3
1.1 De teelt van peulvruchtgewassen	3
1.2 Voederwaarde	4
1.3 Anti Nutritionele Factoren (ANF)	4
1.3.1 Alkaloiden, tannines en vicine/convicine	4
1.3.2 Fytaat	4
1.3.3 Protease-remmers	5
1.3.4 Lectines	5
1.3.5 Oligosachariden	5
1.3.6 Saponinen	5
2. Veldboon (<i>Vicia faba</i> L.)	9
2.1 Teelt	9
2.2 Voederwaarde	9
3. Lupine	13
3.1 Teelt	13
3.2 Voederwaarde	14
4. Erwten.....	17
4.1 Teelt	17
4.2 Voederwaarde	19
5. Quinoa.....	21
5.1 Teelt	21
5.2 Voederwaarde	21
6. Conclusie	23
7. Geraadpleegde literatuur	25

Samenvatting

Voor biologische veehouders geldt vanaf 2005 de eis dat alle voeders van biologische oorsprong dienen te zijn. In deze deskstudie worden de eigenschappen en potentie van alternatieve eiwitgewassen beschreven.

Zaden van in ons land passende leguminosen (erwt (*Pisum sativum*), veldboon (*Vicia faba*), lupine (*Lupinus albus*, *Lupinus luteus*, *Lupinus angustifolius*)) hebben een hoog eiwitgehalte vergeleken met dat van andere zaadgewassen doch lager dan dat van soja. De aminozuursamenstelling van leguminosen is goed, alleen de niveaus van tryptofaan en de zwavelhoudende aminozuren zijn suboptimaal. Het gehalte aan lysine en threonine in het eiwit is hoog; hierdoor is het eiwit qua samenstelling complementair aan dat van granen. Leguminosen bevatten zogenaamde antinutritionele factoren (ANF): stoffen die de verteerbaarheid verminderen. De belangrijkste ANF's zijn: alkaloiden en tanninen, fytaat, protease-remmers, lectines, saponines en oligosachariden.

Het gewas quinoa is interessant vanwege het relatief hoge vet- en eiwitgehalte en de goede kwaliteit van het eiwit ten opzichte van granen.

Voederproeven met biggen en kippen laten zien dat - met name - rassen van leguminosen met lage ANF-gehalten het soja-aandeel in mengvoeders kunnen vervangen.

Voor de biologische teler is veldboon wellicht het aantrekkelijkste gewas omdat dit gewas minder problemen met ziekten dan erwt kent. Op langere termijn zal ook lupine aantrekkelijk worden als aan de Nederlandse omstandigheden aangepaste rassen beschikbaar komen; de thans in het buitenland ontwikkelde nieuwe rassen zullen zich in Nederland moeten bewijzen! Hetzelfde geldt voor quinoa.

1. Inleiding

Sinds het verbod op het gebruik van diermeel in diervoeders, is het gebruik van plantaardig eiwit in krachtvoerders sterk toegenomen. De belangrijkste leverancier van dit eiwit is tot op heden sojaschroot. Voor de biologische veehouders geldt vanaf 2005 de eis dat alle grondstoffen en voeders van biologische oorsprong dienen te zijn. Soja is dan niet meer algemeen bruikbaar omdat het merendeel van het geproduceerde sojaschroot afkomstig is van transgene gewassen en deze niet toegestaan zijn in de biologische landbouw. Daarnaast zal het toevoegen van 'gangbaar' geproduceerd aardappeleiwit aan het voer niet meer toegestaan worden. Biologisch geproduceerd aardappeleiwit zal niet of slechts in geringe hoeveelheden beschikbaar zijn. Voor de productie van hoogwaardig biologisch krachtvoer zijn om deze redenen alternatieve bronnen van plantaardig eiwit nodig. In deze studie worden de eigenschappen en potentie van alternatieve eiwitgewassen beschreven. Deze gewassen behoren vooral tot de leguminosen; daarnaast is het 'nieuwe' gewas quinoa interessant vanwege het relatief hoge vet- en eiwitgehalte en de goede kwaliteit van het eiwit ten opzichte van granen.

1.1 De teelt van peulvruchtgewassen

Het Nederlandse areaal peulvruchten bedraagt de laatste jaren ongeveer 10.000 ha; het biologische aandeel daarin was in 2002 opgelopen tot ongeveer 5% (Bron: CBS). Dit is echter bijna geheel toe te schrijven aan de groen geogste erwten voor de conserven industrie. Het areaal droog te oogsten erwten is in 2002 niet meer opgenomen in de statistieken; het areaal biologische veldboon is slechts 19 ha. Lupine komt zelfs helemaal niet voor in de CBS-data. Leguminosen zijn voor de biologische teelt extra interessant omdat zij door middel van symbiose met *Rhizobium* bacteriën voor hun eigen stikstofvoorziening zorgdragen.

De geringe belangstelling voor het telen van droge peulvruchten heeft in de gangbare teelt vooral een economische reden. Voor de biologische teelt zijn daarnaast nog andere factoren van belang:

- Een zeer ruime vruchtwisseling met niet-leguminosen is noodzakelijk vanwege het optreden van voetziekten.
- Als leguminosen in het bouwplan worden opgenomen gaat vanwege het hogere saldo, de voorkeur uit naar conservenerwten.
- De bijdrage aan de aanvoer van stikstof is gering; hiervoor zijn luzerne en gras/klaver effectiever en gemakkelijker in te passen.
- De samenstelling van het eiwit voor gebruik als krachtvoer is niet optimaal.
- De prijs is te hoog voor gebruik als krachtvoer.

Eén van de belangrijkste beperkende factoren voor de teelt is de vereiste ruime vruchtwisseling. Dit wordt met name veroorzaakt door pathogenen die bij meerdere peulvruchten voetziekten kunnen veroorzaken.

Recentelijk is in Denemarken een groot meerjarig onderzoeksprogramma gestart met het doel deze pathogenen en hun waardplanten in kaart te brengen. Zaad-gebonden- en bodem-pathogenen worden ook daar als grootste obstakel gezien voor de gewenste uitbreiding van de teelt van leguminosen. In gebieden met een traditie in de teelt van erwten, is 10-20% van de percelen niet meer bruikbaar voor de erwenteelt door een te hoge besmettingsgraad van de grond. Men verwacht dat het 20 jaar duurt voordat op deze percelen weer erwten verbouwd kunnen worden. Er is daarom in Denemarken in 2002 een vierjarig onderzoeksprogramma gestart met het doel te bepalen welke pathogenen specifiek en welke pathogenen gemeenschappelijk zijn voor lupine, erwt en veldboon. Het programma (Jensen, 2003) omvat onder meer:

- Onderzoek aan erwt naar resistentie tegen *Aphanomyces eutiches* en *Fusarium* sp..
- Onderzoek aan veldboon naar resistentie tegen *Fusarium* sp..
- Onderzoek aan lupine naar resistentie tegen *Fusarium* en *Colletotrichum* sp..
- Het karakteriseren van de specificiteit van natuurlijk voorkomende bodempathogenen op erwt, veldboon en lupine.
- Het karakteriseren van de waardplanten reeks van *F. avenaceum* en *F. oysporum* op erwt, klaver, veldboon en lupine.

- Het vaststellen van het effect van bodempathogenen van erwt op opbrengst van tien andere leguminosen. De resultaten van dit onderzoek zullen ook voor Nederland waardevol zijn!

1.2 Voederwaarde

Zaden van in ons land te telen leguminosen (erwt, *Pisum sativum*; boon, *Phaseolus vulgaris*; veldboon, *Vicia faba*; lupine: *Lupinus albus*, *Lupinus luteus*, *Lupinus angustifolius*) hebben een hoog eiwitgehalte vergeleken met dat van andere zaadgewassen maar het eiwitgehalte en de eiwitverteerbaarheid zijn lager dan dat van soja. De aminozuur-samenstelling is goed, alleen het niveau van tryptofaan en de zwavelhoudende aminozuren is suboptimaal. Het gehalte aan lysine en threonine in het eiwit is hoog; hierdoor is het eiwit qua samenstelling complementair aan dat van granen. Sommige leguminosen hebben daarnaast een hoog vetgehalte waardoor die zaden een hoge energetische waarde hebben. Andere leguminosen hebben weer een hoog koolhydraatgehalte en/of vezelgehalte (zie Tabel 1). In biologische voedermengsels kan tot 30% veldboon, 15% lupine of 30% erwten worden gebruikt (Arp *et al.*, 2001).

1.3 Anti Nutritionele Factoren (ANF)

Alle leguminosen bevatten zogenaamde antinutritionele factoren: stoffen die onder andere de verteerbaarheid verminderen. De belangrijkste ANF's zijn: alkaloiden en tanninen, fytaat, protease-remmers, lectines, saponines en oligosacchariden. Quinoa bevat minder ANF's. Tabel 2 bevat een overzicht van de ANF's in veldboon, witte- en gele lupine, erwt en quinoa.

1.3.1 Alkaloiden, tannines en vicine/convicine

Lupinen bevatten diverse alkaloiden: sparteine, lupinine etc. Alkaloiden beperken de voederopname en kunnen de lever beschadigen en de ademhaling verlammen. Door middel van plantenveredeling is het gelukt het gehalte van alkaloiden in nieuwe rassen van lupinen drastisch te verlagen.

Tannines (phenolverbindingen) zijn aanwezig in erwt en veldboon. Deze stoffen interfereren met de eitwit- en zetmeel-verteerbaarheid. Witbloeiende rassen zijn zo goed als tanninevrij.

Vicine en convicine (glucosiden) zijn aanwezig in veldbonen. Deze stoffen verstoren de vetstofwisseling van leghennen. Nieuwe rassen van veldboon hebben echter een zeer laag vicine/convicine gehalte.

1.3.2 Fytaat

Fytaat (*myo*-inositol hexafosfaat) kan metaalionen aan zich binden en wordt daarom beschouwd als remmer van de ijzer- en zinkabsorptie. Daarnaast is bij erwt aangetoond dat fytaat de eiwitbeschikbaarheid vermindert (in: Frederikson *et al.* 2001). Toevoegen van fytaase aan het dieet is voldoende om deze effecten grotendeels te niet te doen, doch niet toegestaan voor biologisch gehouden varkens.

Een tweede aspect van fytaat is het gegeven dat het gebonden fosfor niet beschikbaar is en wordt uitgescheiden. In de intensieve pluimvee- en varkenshouderij levert dit problemen op door een te hoge P-uitscheiding. Een groot deel van de totale hoeveelheid P in plantaardige voedingsmiddelen bestaat uit fytaat-P en bedraagt $\pm 50\%$ voor erwt en lupine tot $\pm 60\%$ voor veldboon. In graan-gewassen kan het percentage fytaat-P oplopen tot $\pm 85\%$, maar granen bevatten het enzym fytaase van nature waardoor de fosfor toch beschikbaar kan komen voor het dier. De totale hoeveelheid P bedraagt 3,5 à 4,5 g/kg voor peulvruchten, bij granen is dat $\pm 2,0$ g/kg (Selle *et al.* 2003).

1.3.3 Protease-remmers

Leguminosen bevatten verschillende hoeveelheden protease-remmers welke in min- of meerdere mate gevoelig zijn voor warmte. De tradionele manier om protease-remmers te inactiveren is door middel van een warmtebehandeling. Fermentatie met schimmels lijkt eveneens het gehalte aan protease-remmers te verminderen (in Frokiaer *et al.* 2001). Protease-remmers hebben een trypsineremmende werking en veroorzaken een verminderde groei door beïnvloeding van de eiwitverteerbaarheid.

1.3.4 Lectines

Lectines zijn eiwitten die koolhydraten kunnen binden. Zaden van leguminosen zijn relatief rijk aan lectines. De antinutritionele effecten worden bepaald door de koolhydraatbindende specificiteit van het betreffende lectine en kan niet gegeneraliseerd worden. Phaseolus haemagglutinin veroorzaakt bijvoorbeeld acute toxische verschijnselen zoals diarree en overgeven. Lectine van de erwt geeft daarentegen geen acute symptomen. Het is niet bekend of kleinere hoeveelheden in lange termijn effecten resulteren, maar in het algemeen is sprake van een verminderde groei. Lectines zijn vrij gemakkelijk te inactiveren door hittebehandeling.

1.3.5 Oligosachariden

Veel leguminosen bevatten substantiële hoeveelheden niet-verteerbare oligosachariden zoals raffinose. Deze veroorzaken flatulentie na fermentatie door de darmmicroflora. Oligosachariden kunnen uit meel verwijderd worden door enzymatische behandeling met galactosidasen. Lupine bevat 7 – 9% oligosachariden, veldboon aanzienlijk minder: 2.5 – 4.5% (Bagger *et al.*, 1998).

1.3.6 Saponinen

Saponinen zijn glycosiden waaraan zowel positieve als negatieve fysiologische effecten worden toegeschreven. De bittere of astringente smaak is het meest uitgesproken effect van soja saponinen die ook in veel andere leguminosen aanwezig zijn. Saponinen beïnvloeden de permeabiliteit van de darmen.

Tabel 1. *Overzicht van de belangrijkste eigenschappen van veldboon, lupine, erwten en quinoa (diverse bronnen, zie tekst).*

Soort	Veldboon	Lupine,geel	Lupine, wit	Erwt	Quinoa
DS-opbrengst (kg/ha)	3000-5000	1500-2500	1500-4000	3000-3500	3000-3500
Eiwitgehalte (%)	24 - 26	36 - 48	35 - 45	20 - 25	12 - 18
Lysine (mg/g eiwit)	47	30 - 60	50 - 60	43 - 72	61
Methionine (mg/g eiwit)	6.0	3 - 10	3 - 5	6.0	3-11
Cysteine (mg/g eiwit)	9.3	7 - 48	10 - 20	8 - 9	7-18
Eiwitverteerbaarheid (faecaal) , %	82-92	±83.3	±80	71 - 90	?
Vetgehalte (%)	1- 3	4 - 7	10 -15	1.1	7-9
Zetmeelgehalte (%)	40-57	29 – 39	35 - 46	41.6	67
Ruwe celstof (CF, g/kg)	77 - 88	168	150	53 - 67	68
ME (MJ; varkens)	14.4	14.7	15.5	15.5	13.8
DE (MJ); (kippen)	11.6 – 11.9	13.4	16.0	14.0 - 14.2	?
NEv (MJ)	8.4 – 8.9	8.4 – 8.6	8.4 – 8.6	9.3	?
Marktprijs (€/kg) gangbaar	0.11	0.20	0.20	0.15	?
Marktprijs (€/kg) biologisch	0.27	0.27	0.27	0.27	?
Kostprijs (€/kg) gangbaar	0.24	0.41	0.41	0.27	0.20
Kostprijs (€/kg) biologisch	0.30	0.51	0.51	0.34	0.20

Tabel 2. De aanwezigheid van antinutritionele factoren in veldboon, lupine, erwten en quinoa (diverse bronnen, zie tekst).

Soort	Veldboon	Lupine,geel	Lupine, wit	Erwt	Quinoa
Alkaloiden	nee	nee, mits alkaloid-arme rassen worden gebruikt		nee	nee
Tannine	nee, mits gebruik laag-tannine rassen	nee	nee	nee	ja
Convicine/vicine (alleen belangrijk voor leghennen)	nee, mits gebruik laag gehalte rassen	nee	nee		nee
Fytaat	ja	Ja	ja	ja	ja
Protease-remmers	ja	nee	nee	nee, mits juiste ras	ja
Lectines	ja	ja	ja	ja	nee
Glycosides oligosachariden	ja	ja	ja	ja	nee
Saponinen	ja	nee	nee	nee	nee, mits juiste ras
Totaal oordeel	met voor-behandeling en juiste ras geen probleem				

2. Veldboon (*Vicia faba* L.)

2.1 Teelt

Het Nederlandse areaal veldbonen is de laatste jaren van geringe omvang: in 2002 522 ha, waarvan 19 ha biologisch. Witbloeiende rassen hebben een laag tanninegehalte waardoor er van deze rassen meer in veevoeder kan worden verwerkt dan van de bontbloeiende rassen. Het enige, in de Nederlandse rassenlijst beschreven ras, Caspar, is witbloeiend en heeft dus een laag tanninegehalte. In andere Europese landen zijn reeds rassen met daarnaast een laag vicine/convicine gehalte beschikbaar.

In Nederland worden veldbonen in het voorjaar gezaaid; in Engeland en Frankrijk zijn rassen met een zekere mate van winterhardheid ontwikkeld die in het najaar gezaaid worden. De gemiddelde opbrengst van die rassen is daar hoger dan de opbrengst van de in het voorjaar gezaaide rassen.

De Engelse winterrassen zijn alle tannine-houdend. In Frankrijk zijn winterrassen zonder vicine en convicine beschikbaar. Het Nederlandse klimaat is echter niet geschikt voor de teelt van winterbonen.

Veldbonen kunnen door een aantal bodempathogenen aangetast worden; de tannine-vrije rassen zijn gevoeliger voor de voetschimmels *Fusarium culmorum* en *Pythium debaryanum* dan tanninehoudende rassen (Helsper *et al.*, 1994).

Slechte bodemstructuur, te natte of te droge grond en te frequente teelt van veldbonen of andere leguminosen bevorderen voetziekten. Resistentie tegen de bladpathogenen *Uromyces viciae-fabae* (roest) en *Botrytis fabae* (chocoladevlekkenziekte) is niet afhankelijk van tannine aanwezigheid (Kantar *et al.*, 1996).

Topvergeling wordt veroorzaakt door hetzelfde virus dat erwten aantast en kan veel schade veroorzaken. Luzerne kan als besmettingsbron fungeren. Een aantasting door topvergeling werkt het optreden van chocoladevlekkenziekte in de hand. In de biologische teelt is een ruime vruchtwisseling uitermate belangrijk om de druk van bodempathogenen laag te houden. Daarnaast is raskeuze belangrijk; indien beschikbaar dient voor resistente rassen gekozen te worden.

Gegevens over opbrengstderiving door het optreden van ziekten zijn niet beschikbaar.

2.2 Voederwaarde

Makkar *et al.* (1997) hebben de voederwaarde van zes bontbloeiende met die van zes witbloeiende rassen vergeleken. De zaadmonsters waren afkomstig van verschillende veredelingsbedrijven en zijn daardoor niet helemaal goed vergelijkbaar. De vergelijking bont- versus wit-bloeiend is echter wel helder. Hieruit bleek dat het eiwit-, vet-, ruw vezel-, zetmeel- en asgehalte van de twee groepen niet significant verschillend is. De berekende organische stof verteerbaarheid en metaboliseerbare energie van de witbloeiende rassen was significant hoger dan die van de bontbloeiende rassen. De in-vitro stikstof verteerbaarheid van de bontbloeiende rassen was significant slechter dan die van de witbloeiende rassen. Witbloeiende rassen bevatten geen tannines en gecondenseerde tannines; het totaal fenolenniveau was zeer gering. De activiteit van overige ANF's zoals trypsineremmers, lectines, fytaat was gering. Er was een sterk negatief verband tussen tannineniveau en metaboliseerbare energie ($r=-0.89$) en organische stof verteerbaarheid ($r=-0.89$). Daarentegen was er een positief verband tussen de aanwezigheid van tanninen en saponinen ($r=0.96$). In Tabel 3 en 4 is de aminozuursamenstelling van het eiwit en zijn de gemiddelde ANF-gehaltenes vermeld.

Tabel 3. Aminozuursamenstelling van het eiwit van respectievelijk zes bontbloeiende en zes witbloeiende rassen van *Vicia faba* (bron: Makkar *et al.*, 1997).

Amino acid composition (g per 16 g N) in beans of <i>Vicia faba</i> cultivars													
Amino acids	Scirocco	Alfred	Carola	Condor	Tina	Herz Freya	Caspar	Albatros	Gloria	Tyrol	Vasco	Cresta	FAO Protein ^a
Lysine	6.28	6.89	7.93	7.72	8.56	7.55	6.55	6.24	7.22	6.68	8.16	7.23	5.80
Leucine	7.57	7.71	7.57	8.11	7.35	8.27	7.37	7.16	7.52	7.77	7.40	7.50	6.60
Isoleucine	4.19	4.09	3.97	4.64	3.29	4.26	3.81	3.81	4.24	4.12	3.76	3.79	2.80
Methionine	0.90	0.95	0.92	1.0	0.91	1.01	0.90	0.88	0.81	0.95	1.1	0.79	2.50
Cystine	1.19	1.42	1.28	1.39	1.38	1.27	1.41	1.29	1.18	1.31	1.10	1.18	
Phenylalanine	5.25	4.35	4.13	4.77	4.45	4.68	4.11	3.58	4.86	4.45	4.31	4.34	6.30
Tyrosine	3.88	3.88	3.93	4.60	3.67	3.97	3.86	3.46	4.31	4.27	3.76	3.86	
Valine	3.75	4.44	4.89	5.64	4.76	4.98	4.20	4.49	4.87	5.14	4.99	4.58	3.50
Histidine	3.29	2.89	3.29	3.34	3.63	3.46	2.70	2.86	2.91	3.28	3.47	4.15	1.90
Threonine	4.39	4.09	4.33	4.34	4.15	3.88	4.07	3.77	3.76	3.90	3.76	3.79	3.40
Serine	5.39	5.51	4.89	5.21	5.23	5.53	5.35	5.18	4.68	5.00	5.03	5.09	—
Glutamic acid	17.29	15.77	16.54	16.36	16.60	15.86	15.25	14.20	14.82	15.47	15.89	14.81	—
Aspartic acid	10.28	10.47	10.54	10.98	10.72	10.12	10.24	9.67	9.77	10.40	10.27	10.15	—
Proline	4.42	5.99	4.69	5.08	6.18	6.29	5.74	4.68	4.94	5.69	5.75	5.45	—
Glycine	4.48	4.87	5.00	4.82	4.93	4.47	4.71	4.15	4.31	4.52	4.52	4.22	—
Alanine	4.10	4.57	3.53	4.04	3.63	4.60	4.41	4.30	3.43	3.90	4.27	3.99	—
Arginine	9.76	12.1	10.18	9.76	11.80	11.18	10.80	8.80	10.47	9.92	11.75	10.94	—

^a For 2–5-year-old child.

Tabel 4. Antinutritionele factoren in veldboon (bron: Makkar *et al.*, 1997).

Contents of total phenols, tannins, condensed tannins and trypsin inhibitor activity of white- and coloured-flowering *Vicia faba* beans (mean \pm SD, $n = 6$)

Beans	Total phenols ^a (g kg ⁻¹)	Tannins ^a (g kg ⁻¹)	Condensed tannins ^b (g kg ⁻¹)	Trypsin inhibitor activity ^c	Lectin activity ^d (mg ml ⁻¹)	Saponin ^e (g kg ⁻¹)	Phytate (g kg ⁻¹)
White-flowering	4.5 \pm 0.4	0.14 \pm 0.06	nd	3.05 \pm 0.34	27.2 \pm 9.4	18.3 \pm 1.2	15.0 \pm 2.7
Colour-flowering	20.1 \pm 5.7 (***)	14.1 \pm 4.4 (***)	26.2 \pm 7.1 (***)	1.85 \pm 0.09 (***)	27.1 \pm 5.1 (NS)	31.7 \pm 5.4 (***)	16.6 \pm 2.3 (NS)

^a As tannic acid equivalent.

^b As leucocyanidin equivalent.

^c As mg trypsin inhibited g⁻¹ dry matter.

^d Minimum amount per ml assay medium which produced haemagglutination.

^e As diosgenin equivalent.

***, $P < 0.001$; NS, not significant; nd, not detected.

Grosjean *et al.* (2001) maakten een nog nauwkeuriger vergelijking tussen wit- en bontbloeiende veldbonen. Zij gebruikten zgn. isogene lijnen, d.w.z. rassen die paarsgewijs alleen voor de betreffende eigenschap genetisch verschillend zijn. Zij bestudeerden op deze wijze het effect van tannine en vicine/convicine op fecale verteerbaarheid bij gecastreerde varkens van 30 à 40 kg. Het dieet bevatte 50% tot 3 mm fijngeplette bonen. De resultaten waren voor wat betreft tannine vergelijkbaar met die van Makkar *et al.* (1997). Het al dan niet aanwezig zijn van vicine/convicine had niet veel invloed op de verteerbaarheid van de bonen bij de varkens (Tabel 5).

Tabel 5. De verteerbaarheid van verschillende soorten veldbonen (naar Grosjean *et al.*, 2001).

Tannine / Vicine	% Verteerbaarheid		
	Organische stof	Energie	Eitwit
T - ; V +	90.5	94.3	90.7
T - ; V -	89.3	88.2	89.1
T + ; V +	80.9	76.7	82.9
T + ; V -	82.2	81.0	79.5

Er zijn twee genen die de hoeveelheid tannine in veldbonen reguleren: zt-1 en zt-2. De meeste tannine-vrije rassen bevatten zt1; zt2 lijkt tot de beste eiwitverteerbaarheid te leiden vanwege een hoger eiwit- en energie-niveau en een lager vezelgehalte (Crofton *et al.*, 2001). Het Nederlandse ras Caspar heeft zt-1 en is dus tannine-vrij.

3. Lupine

Het gewas lupine is uitgebreid beschreven door Hondelmann (1996) en Cowling *et al.* (1998); veel informatie is aan deze publicaties ontleend. Daarnaast is informatie afkomstig van de website van de Universiteit Giessen:

http://bibd.unigiessen.de/gdoc/2000/uni/p000003/g_lupin.htm.

Tot het geslacht *Lupinus* behoren ongeveer 300 soorten, die uit twee genencentra afkomstig zijn: het Middellandse Zee gebied en de westkust van Midden Amerika. De variatie tussen en binnen de soorten is zeer groot en biedt vele mogelijkheden voor de plantenveredeling.

Vier eenjarige soorten worden voor de zaadopbrengst geteeld:

- *Lupinus albus* (witte lupine) in het Middellandse Zee gebied
- *Lupinus mutabilis* (Andes lupine) in de Andes
- *Lupinus luteus* (gele lupine) uit het Middellandse Zee gebied
- *Lupinus angustifolius* (blauwe of smalbladige lupine) uit het Middellandse Zee gebied

Gele en blauwe lupines worden verbouwd sinds in de 20-er jaren van de vorige eeuw alkaloidarme rassen gekweekt zijn. De zaden van deze vier soorten bevatten 35 à 42% eiwit; zaad van Andes lupine en van witte lupine is daarnaast vethoudend (respectievelijk 13 à 23% en 10 à 16%). In tegenstelling tot veldboon en erwt, bevat zaad van lupine geen trypsineremmers en slechts een geringe hoeveelheid saponinen hetgeen de voederwaarde ten opzichte van de eerstgenoemde gewassen verhoogt.

3.1 Teelt

Lupines zijn stikstofbinders; een deel van de stikstof blijft achter voor het volggewas. Lupines maken een penwortel en een vertakt zijwortelsysteem dat bijdraagt aan verbetering van de bodemstructuur. Het gewas is stevig en de peulen zitten vast zodat machinale oogst goed mogelijk is. Een bodem pH, hoger dan 6, is schadelijk voor het gewas. Een vruchtwisseling van minimaal één op vier (d.w.z. maximaal eenmaal per vier jaar lupine) is noodzakelijk. Maïs en graan zijn goede voorvruchten; andere leguminosen als voorvrucht zijn ongunstig vanwege gemeenschappelijke bodempathogenen.

In Australië wordt op grote schaal blauwe lupine geteeld; een deel van het product wordt geëxporteerd als sojavervanger. In de voormalige Sovjet Unie, andere Oost Europese landen en in Duitsland is van oudsher veel aandacht besteed aan de veredeling van gele, witte en blauwe lupine. In Nederland werd in de vijftiger jaren onderzoek aan gele lupine verricht (Lamberts & Tolner, 1952). Bittervrijheid en zaadvastheid waren in alle landen hierbij essentieel.

Door aanpassing van het gewas aan klimaat en bodem zijn de opbrengsten van de verschillende soorten aanzienlijk verhoogd. In Frankrijk en Engeland zijn bijvoorbeeld korte, 'determinate' wintertypes van witte lupine ontwikkeld die vroeger rijpen en hogere zaadopbrengsten leveren dan in het voorjaar gezaaide gewassen. In Polen zijn thermo-neutrale rassen van gele lupine ontwikkeld waardoor bloei en rijping vervroegd zijn.

Recentelijk wordt, met name in onderzoek ten behoeve van de biologische landbouw, meer aandacht aan lupine besteed met het doel de geïmporteerde, mogelijke transgene, soja in het veevoer te vervangen.

In Zwitserland (Frick *et al.*, 2002) zijn rassen van witte en blauwe lupine vergeleken; de zaad-opbrengst van witte lupine bedroeg ongeveer 4000 kg/ha, bij een eiwitpercentage van 34 à 39%. De opbrengst van de blauwe lupine bedroeg gemiddeld 2800 kg/ha met een eiwitgehalte van 32 à 43%. Het grootste probleem in de teelt van witte lupine was het optreden van anthracnose (brandvlekkenziekte) tijdens de bloei waardoor tot 50% opbrengstderving optrad.

Anthracnose is de belangrijkste ziekte van lupine; door het optreden van een nieuwe stam van de schimmel in de negentiger jaren is de biologische teelt van witte en gele lupine daardoor vrijwel niet meer mogelijk. In blauwe lupine is anthracnose-resistentie aanwezig.

Anthracnose wordt veroorzaakt door *Colletotrichum gloeosporioides*. De schimmel gaat met het zaad over. Door spatverspreiding kunnen gezonde planten aangetast worden. Vochtig, warm weer bevordert de ziekte. Het gebruik van gezond uitgangsmateriaal is de enige manier om de ziekte onder controle te houden. Warm waterbehandeling van het zaad heeft tot goede resultaten geleid (Römer, 2001).

Vanwege de vatbaarheid voor anthracnose wordt in Denemarken de teelt van witte en gele lupine niet goed mogelijk geacht. De aandacht gaat daarom uit naar blauwe lupine. Nieuwe gewastypes met een beperkt aantal zijtakken beloven stabiele zaadopbrengsten tot 5-6 ton per ha. De belangrijkste ziekten van blauwe lupine in deze teelt zijn Botrytis en fusarium (*Fusarium avenaceum* en *Fusarium oxysporum*) (Joernsgaard *et al.*, 2002).

Fusarium-resistentie is aanwezig in enkele rassen van blauwe lupine en alle onderzochte gele lupines. De witte lupine rassen bleken zeer vatbaar te zijn (Kupstou *et al.*, 2002). In blauwe lupine is de genetica van fusarium-resistentie onderzocht. Twee dominante, niet-allelische genen geven volledige resistentie. De aanwezigheid van één van de twee dominante allelen is niet effectief. Er is geen informatie over opbrengstderiving. Tabel 6 bevat enkele kenmerkende gegevens over de drie lupinesoorten.

Tabel 6. De belangrijkste eigenschappen van drie Lupinesoorten.

	<i>L. albus</i>	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>
% ruw eiwit	34 - 45	28 - 38	36 - 48
% vet	10 - 15	5 - 7	4 - 7
% overige koolhydraten	35 - 46	37 - 46	29 - 39
% ruw vezel	3 - 10	13 - 17	15 - 18
Zaadopbrengst	2500 – 4000 kg/ha	2000 – 3000 kg/ha	1000 – 2000 kg/ha
Bodem pH	tussen 5 en 7.5	tussen 5 en 7	lager dan 7
Vegetatieduur	140 – 175 dagen	120 – 130 dagen	130 – 150 dagen
Ziekten	anthracnose (via zaad), Fusarium (bodem)	Fusarium (bodem)	anthracnose (via zaad)
Voorvrucht	Minimaal 4 jaar geen leguminosen; graan of maïs is goede voorvrucht		
Stikstofbinding	Waar niet eerder lupine is geteeld is enten met speciale Rhizobium stam noodzakelijk		

3.2 Voederwaarde

De voederwaarde van lupine voor pluimvee en varkens is recentelijk meer in de belangstelling komen te staan. Met name de vraag welke anti-nutronele factoren de gebruiksmogelijkheden beperken en welke behandeling(en) het effect van deze factoren kunnen minimaliseren, dient beantwoord te worden. Het belangrijkste knelpunt is reeds opgelost door de introductie van alkaloid-arme rassen van alle drie lupinesoorten. Lupines bevatten geen of slechts een geringe hoeveelheid protease-remmers en saponinen. Uit in vitro proeven is geconcludeerd dat het effect van lectines op de verteerbaarheid van blauwe lupine kan worden gereduceerd door het toevoegen van eipoeder aan het dieet (Van Nevel *et al.* 1998). Van Nevel *et al.* (2000) waren echter niet in staat door middel van deze toevoeging aan het dieet de verteerbaarheid van *L. albus* bij \pm 24 kg zware varkens te verbeteren. Lectine lijkt in dit geval dus niet de beperkende factor te zijn. Ferguson *et al.* (2003) concluderen uit een voederproef met varkens (van 15 kg naar 47 kg) dat de ANF's in lupinen zich in de korrel bevinden en niet in de zaadhuid. De varkens hielden niet van een dieet met lupine zonder zaadhuid en hadden een voorkeur voor een voer met alleen lupine zaadhuid. De hogere concentratie van de flatulentie veroorzakende oligosachariden raffinose en stachyose in de korrel zou hiervan de reden zijn. Uit een onderzoek van Gdala *et al.* (1997) met gele- en blauwe lupine, blijkt dat toevoeging van het enzym α -galactosidase de verteerbaarheid van raffinose-achtige oligosacharides significant verbetert. In Tabel 7 is de nutriëntensamenstelling van lupine vermeld.

Tabel 7. Nutriëntensamenstelling van drie lupine soorten (bron: Cowling et al., 1998).

	<i>Lupinus albus</i>	<i>Lupinus luteus</i>	<i>Lupinus angustifolius</i>
Nutriënt composition (% as received):			
Moisture	8.6	8.5	8.9
Protein (N x 6.25)	35.8	38.3	32.0
Ash	3.3	3.5	2.7
Fat	9.4	5.6	5.9
Crude fiber	10.6	16.3	15.4
ADF	14.6	24.9	19.7
NDF	17.6	34.3	23.5
Oligosaccharides	6.6	8.9	4.1
Lignin	0.7	0.7	0.9
Amino acids (% in seed):			
Lysine	1.58	2.07	1.46
Available lysine (pigs)	1.02	-	1.04
Available lysine (poultry)	1.37	-	1.35
Methionine	0.24	0.27	0.20
Cystine	0.49	0.88	0.42
Cys + Meth	0.74	1.15	0.62
Tyr + Phe	2.76	2.68	2.33
Energy values (MJ/kg):			
GE	18.7	-	18.4
DE (pigs)	16.0	-	14.6
AME (poultry)	13.2	-	10.4
ME (cattle)	11.9	-	12.0
Testa (hull) and pod (%):			
Testa (% of seed)	18	25	24
Pod wall (% of fruit)	33	46	34
Seed weight (mg)	342	157	144

ADF = acid digestible fibre; *NDF* = neutral detergent fibre; *GE* = gross energy;
DE = digestible energy; *AME* = apparent metabolizable energy;
ME = metabolizable energy

4. Erwten

4.1 Teelt

In 1989 is over de teelt van droge erwten een uitgebreide handleiding verschenen (Samenstelling R.D. Timmer). Uit deze handleiding zijn de volgende gegevens ontleend en aangevuld waar nodig.

Na de Tweede Wereldoorlog werd getracht de afhankelijke situatie van ons land ten aanzien van de voorziening van (plantaardige) eiwitten te verbeteren door o.a. de teelt van erwten te stimuleren. In de vijftiger jaren werden er zodoende steeds zo'n 30.000 tot 35.000 ha erwten geteeld. Na 1960 liep het areaal echter sterk terug tot slechts 1700 ha in 1977. Als oorzaken hiervoor worden genoemd:

- De beperkte mogelijkheden tot mechanisatie van de teelt
- De grote arbeidsbehoefte
- Moeilijke chemische onkruidbestrijding
- Achterblijvende opbrengsten t.o.v. granen
- Lage oogstzekerheid door structuur- en ziektegevoeligheid van het gewas.

Financiële steun door de EU vanaf 1978 stimuleerde de teelt doch na afbouw van deze steun daalde ook het areaal weer (Timmer, 1989).

Het huidige areaal bedraagt ongeveer 1000 ha; het biologische aandeel daarin is te verwaarlozen (Tabel 8).

Tabel 8. Het areaal droge erwten in Nederland (bron: CBS).

	ha totaal	ha biologisch	% biol.
1999	862	51	5.9
2000	752	26	3.5
2001	801	4	0.5
2002	1077	*	0
2003	1240	?	

In erwten kunnen veel verschillende ziekten voorkomen: schimmels, virussen, insecten en aaltjes spelen hierbij een rol. Niet allemaal veroorzaken ze evenveel schade en zijn ook niet elk jaar aanwezig. Schimmels zijn de grootste schadeverwekkers in erwten. De dichte gewasstructuur en het optreden van legering vormen goede omstandigheden voor de groei van schimmels. Echter, na de introductie van semi-bladloze rassen zijn de kansen voor het optreden van bladpathogenen beperkt.

Voetziekte

Een vrij brede groep van schimmels kan voetziekte in erwten veroorzaken: *Ascochyta*, *Fusarium* en schimmels uit de *Pythium* groep. Daarnaast worden ook *Aphanomyces* en *Thielaviopsis* in Nederland aangetroffen. Op een enkel perceel kunnen meerdere pathogenen voorkomen. Eenmaal in de bodem terechtgekomen kunnen voetziektenverwekkende schimmels jarenlang in de grond overleven. De schade kan bijzonder ernstig zijn; niet zelden is voetziekte de oorzaak van een geheel of gedeeltelijk mislukt gewas. Een zaadbehandeling geeft enige bescherming tegen zaadverrotting en het wegvallen van kiemplanten, maar kan niet het gehele groeiseizoen infectie tegengaan. Teeltmaatregelen, gericht tegen opbouw van de ziekte, vormen de basis voor de aanpak van voetziekte. Dit betekent met name een ruime vruchtwisseling. Er dient niet vaker dan eenmaal in de zes jaar op hetzelfde perceel erwten of andere peulvruchten geteeld te worden.

Een aantal pathogenen kan met het zaad overgaan; het gebruik van schoon uitgangsmateriaal is daarom een vereiste voor het slagen van de teelt.

Rattekeutelziekte (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Sclerotinia komt in veel gewassen voor; behalve erwten worden ook bonen, aardappelen, koolzaad, witlof, peen, etc. aangetast. Door middel van sclerotïen kan de schimmel in de grond overwinteren. Onder vochtige omstandigheden en temperaturen tussen 10 en 25 °C ontwikkelen zich uit de sclerotïen paddestoeltjes waarin de sporen ontstaan die de plant kunnen infecteren. Zowel in als buiten de stengel ontstaat een wit schimmelpluis waarin de zwarte sclerotïen worden gevormd. Er treden vaak rottingsverschijnselen op waardoor ook de peulen kunnen worden aangetast. De ziekte treedt meestal pleksgewijs op, speciaal in zware gewassen. De schade aan de opbrengst kan ernstig zijn.

Botrytis (*Botrytis cinerea*)

In erwten is botrytis één van de meest voorkomende schadeverwekkers. De schimmel is een zwakteparasiet en heeft dood organisch materiaal nodig om zich te vestigen. Bij infectie ontwikkelt zich op de stengels, bladeren en peulen een grauw schimmelpluis. Aangetaste peulen worden zacht en rotten geheel of gedeeltelijk weg. Dit kan tot ernstige opbrengstverliezen leiden.

Donkere vlekkenziekte (*Mycosphaerella pinodes*) en lichte vlekkenziekte (*Ascochyta pinodes*)

Mycosphaerella pinodes is de geslachtelijke vorm van *Ascochyta pinodes*. *Ascochyta* sporen kunnen zowel in het zaad als in gewasresten overleven en vervolgens de opkomst nadelig beïnvloeden. *Mycosphaerella* sporen worden door de wind over grotere afstanden verspreid.

Opbrengstderving

Gegevens over opbrengstderving zijn slechts voor enkele van de bovengenoemde pathogenen te vinden. Uit proeven van het Proefstation voor de Akkerbouw en Groententeelt in de Vollegrond is het effect van gewasbespuiting op de zaadopbrengst bekend; de opbrengstderving in de onbehandelde controle t.o.v. de bespoten veldjes kan aan de optredende schimmelziekten worden toegeschreven (Tabel 9).

Tabel 9. Effect van gewasbespuiting (2 x 1 kg/ha Ronilan) op de zaadopbrengst (14% vocht) van droge erwten. Gemiddelde cijfers rassen Finale en Solara bij 55 planten/m². Lelystad 1984 – 1986 (Bron: Teelt van droge erwten, PAGV, 1989).

Jaar	Optredende schimmelziekten	Opbrengst in kg/are		% meeropbrengst
		onbehandeld	behandeld	
1984	Sclerotinia, Botrytis	55.1	64.5	14.6
1985	Mycosphaerella, Botrytis	37.9	42.2	8.0
1986	geen	55.9	57.1	2.1
gemiddeld		49.6	54.2	8.5

In Canada is de teelt van droge erwt de afgelopen 10 jaar aanzienlijk uitgebreid tot 1.2 x 10⁶ ha in 2000! *Mycosphaerella pinodes* is de belangrijkste ziekteverwekker; de opbrengstverliezen worden geschat op 10%. Resistentie tegen dit pathogeen is niet bekend. (in Xue *et al.* 2003).

4.2 Voederwaarde

Witte ronde erwt wordt reeds op ruime schaal in verschillende diervoeders gebruikt. Deze erwten bevatten weinig tannine en veelal een relatief geringe hoeveelheid trypsineremmende eiwitten. Andere erwtensoorten zoals de grauwe erwt, zijn minder geschikt voor gebruik in diervoeders vanwege hun hogere gehalte aan trypsineremmers. Daarnaast bevatten rassen van witte ronde erwten voor de winterteelt tot viermaal zoveel trypsineremmer dan rassen voor de zomerteelt (Mariscal *et al.*, 2002). De raskeuze is hierbij dus zeer belangrijk! Een voorbeeld van de nutriëntensamenstelling van twee rassen is gegeven in Tabel 10.

Fytaat is een belangrijke antinutritionele factor in erwt. De hoeveelheid fytaat is afhankelijk van het ras, van de groeiplaats en van de rijpheid van het zaad. Door meel te weken bij 45 °C wordt fytaat snel afgebroken (Fredrikson *et al.*, 2001).

In een onderzoek naar het effect van trypsineremmers (TI) op de aminozuurverteerbaarheid bij pluimvee, bleek de verteerbaarheid van erwtenrassen met een laag TI-gehalte significant beter te zijn dan van hoog TI-rassen.

Veredeling op deze eigenschap is mogelijk en effectief (Wiseman *et al.*, 2003). De resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in Tabel 11. Vergelijkbare effecten zijn gevonden voor TI-gehalte en verteerbaarheid bij varkens (Grosjean *et al.*, 2000).

Tabel 10. Nutriëntensamenstelling van twee erwtenrassen in g/kg (naar Mariscal *et al.*, 2002).

	Finale (spring)	Frilène (winter)	Frilène (extruded)
Nutriënt composition			
Dry matter	868.2	876.7	888.8
Protein	250.6	266.9	268.1
Ash	29.9	31.5	33.3
NDF	180.5	172.5	139.5
ADF	90.0	127.3	87.3
ADL	2.4	15.5	1.8
Crude fibre	85.5	103.2	94.2
Tannins	2.3	2.3	2.1
Trypsin inhibitor (TIU/mg)	<2.0	7.6	<2.0
Essential amino acids			
Arginine	8.57	10.20	8.68
Histidine	2.66	2.44	2.36
Lysine	7.57	6.66	6.70
Phenylalanine	4.58	4.32	4.20
Leucine	7.26	7.12	6.72
Isoleucine	4.70	4.47	3.89
Valine	4.98	4.78	4.64
Methionine	1.06	0.89	0.82
Threonine	3.75	3.72	3.56
Tryptophan	0.88	0.86	0.75

Tabel 11. De schijnbare verteerbaarheid van enkele aminozuren in bijna-isogene lijnen van erwten (*Pisum sativum* L.) met verschillende trypsine remmende activiteit, bepaald met jonge vleeskippen (Wiseman et al., 2003).

	Pea A5		Pea B5	
	Hoog TI	Laag TI	Hoog TI	Laag TI
TI (tiu/mg ds)	8.73	1.45	7.40	1.78
Caid cystine	0.738	0.812	0.721	0.804
Caid methionine	0.887	0.930	0.885	0.929

Tiu: trypsin inhibitor units; *Caid*: coëfficiënt of apparent ileal amino acid digestibility

5. Quinoa

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) is afkomstig uit de Andes in Zuid Amerika. Quinoa is genetisch verwant aan melde, spinazie en biet. De plant wordt tot ca 150 cm hoog en heeft een pluim als bloeiwijze. Het zaad heeft in vergelijking tot graan een hoog eiwitgehalte met een goed aminozuurprofiel. Dankzij veredeling op Plant Research International zijn thans saponine-vrije rassen beschikbaar.

5.1 Teelt

Quinoa gedijt op alle grondsoorten mits de grond redelijk tot goed doorlatend is. Zware en slempgevoelige grond is daarom minder geschikt. Een zuurgraad tussen pH 6 en 8 is optimaal maar onder gunstige groeiomstandigheden wordt een pH van 5 nog goed verdragen.

Voor zaadproductie moet uiterlijk half mei gezaaid worden. Quinoezaad is vrij klein en vraagt voor een goede kieming een fijn en middelmatig vocht zaaibed. Het zaad kan met reguliere zaaimachines worden gezaaid, zeer ondiep: 1 à 2 cm. Bij een rijafstand van 50 cm kan machinaal geschoffeld worden; bij een rijafstand van 25 cm is de grond eerder bedekt maar is mechanisch schoffelen niet mogelijk. Per ha wordt 10 kg zaad gezaaid.

Een goed quinoa gewas onttrekt 100 kg N, 30 kg P en 400 kg K aan de grond. Dit is voldoende voor de zaadproductie. Ter bestrijding van het onkruid wordt een valse zaaibedbereiding voor de zaai aanbevolen. Grond met veel melganzevoet is niet geschikt voor de zaadproductie.

In een akkerbouwplan past quinoa het beste na aardappelen. Quinoa is verwant aan de biet en past daarom niet na bieten in het bouwplan. Het is resistent tegen bietencystenaaltjes en rhizomanie en is dus geen beletsel voor de teelt van bieten.

Het zaad wordt geoogst met een combine, ca zeven weken na de bloei wanneer 80% van de pluimen bruin verkleurd is. Bij zaai op 1 mei valt de oogst half september. Vroeger zaaïen vervroegt de oogst. Dit is meestal i.v.m. met de bodemtemperatuur alleen in het zuiden van Nederland mogelijk. De afstelling van de combine is vergelijkbaar met die voor koolzaad. Oogst onder zonnige omstandigheden is wenselijk vanwege de vochtaantrekkende pluim. Het zaad heeft bij de oogst meestal een vochtgehalte tussen 15 en 20% en moet direct na de oogst minimaal tot 14% worden gedroogd om schimmelen te voorkomen (H.D. Mastebroek, pers. mededeling).

5.2 Voederwaarde

Uitgaand van chemische analyse, zou de voederwaarde van quinoa beter moeten zijn dan die van tarwe en maïs. Met name de aminozuursamenstelling van het eiwit en het hogere vetgehalte vallen op (Tabel 12). Quinoa bevat echter ook een aantal antinutritionele factoren: saponines (9-21 mg/g), fytaat (10 mg/g), tannine (0.5%) en trypsine remmers (1.4-5.0 tui/mg) (Ahamed *et al.*, 1998). Saponine bevindt zich hoofdzakelijk in de zaadhuid. Door het zaad te weken kan het grootste deel van de bittersmakende saponines verwijderd worden. In proeven met pluimvee die gevoerd werden met 10 to 40% quinoa in het voer, was het effect van het verwijderen van saponine op de groei niet duidelijk en wordt geconcludeerd dat andere factoren met een negatief effect in het spel zijn (Jacobsen *et al.*, 1997). In een tweede proef met 15% quinoa in gepelleteerd voer was geen verschil met het controlevoer voor de gewichtstoename. Soortgelijke resultaten zijn gevonden door Improta & Kellems (2001). Door plantenveredeling zijn nieuwe rassen met een laag saponinegehalte ontwikkeld. Van deze rassen zijn nog geen resultaten van voederproeven bekend. In Tabel 12 en Tabel 13 zijn de belangrijkste gegevens samengevat.

Tabel 12. Enkele eigenschappen van quinoa.

	Waarde
% Eiwit	12 – 19
% Vet	5 – 10
% Overige koolhydraten	61 – 74
% Ruw vezel	2 – 3
Zaadopbrengst (gangbaar)	3000 – 3500 kg/ha
Bodem pH	6 – 8; onder gunstige groeiomstandigheden pH 5 – 6 mogelijk
Vegetatieduur	140 dagen
Ziekten	Na grasland kans op ritnaalden en emelten. Geringe kans op aantasting door valse meeldauw.
Voorvrucht	Gras, aardappel; geen biet
Stikstofbinding	niet

Tabel 13. Chemische analyse van quinoa, tarwe en soja meel; bron: Jacobsen et al., 1997.

Chemical analysis of quinoa products and other dietary ingredients used for broiler feed

	Quinoa			Wheat	Soybean meal dchulled
	Seed	Dehulled	Germ		
Moisture (g kg ⁻¹)	141	141	141	150	140
Crude protein (g kg ⁻¹)	120	112	281	123	479
Crude fat (g kg ⁻¹)	59	45	146	19	12
Dig. carbohydrates (g kg ⁻¹)	586	626	332	585	140
Crude fibre (g kg ⁻¹)	21	17	21	23	34
Ash (g kg ⁻¹)	25	18	57	16	60
Estimated ME ^a (MJ kg ⁻¹)	13.8	13.7	14.9	12.3	10.1
Essential amino acids (g kg ⁻¹ of crude protein)					
Lysine	53	53	52	27	61
Methionine	19	19	20	17	14
Cystine	16	16	17	20	15
Threonine	35	36	33	29	39
Saponins (g aescin kg ⁻¹)	18	3	18		

^a ME = 0.155 × Crude protein + 0.343 × Crude fat + 0.167 × Dig. carbohydrates.

6. Conclusie

Het perspectief voor de teelt en het gebruik van 'homegrown' eiwitrijke voedergewassen is afhankelijk van enkele factoren.

Een positieve bijdrage wordt geleverd door de ontwikkeling van rassen van peulvruchten en van quinoa met een lager gehalte of zonder de belangrijkste antinutritionele factoren, waardoor zij in grotere hoeveelheden in de rantsoenen kunnen worden opgenomen. Daarnaast wordt in een aantal Europese landen intensief gewerkt aan de ontwikkeling van ziekteresistente, hoogproductieve rassen met het doel de teelt te kunnen uitbreiden en rendabeler te maken. In Tabel 14 zijn de huidige knelpunten per gewas aangegeven.

Tabel 14. Knelpunten voor de teelt en het gebruik van nieuwe eiwitgewassen.

Gewas	ANF	Teelt
Veldboon	Proteaseremmers	Bodempathogenen
Lupine	Oligosacchariden	Bodempathogenen, groeiduur
Erwt	Phytaat	Bodempathogenen
Quinoa	Proteaseremmers	Oogsttijdstip

Vanwege de thans vereiste ruime vruchtwisseling en de grotere toegevoegde waarde van gras-klover mengsels aan het bouwplan, zal het maximaal beschikbare binnenlandse areaal voor de teelt van peulvruchten nog onvoldoende zijn om de eigen behoefte aan biologisch krachtvoer te dekken. Import uit andere EU staten, met name Oost Europa, zal soulaas kunnen bieden. Om deze redenen is de teelt van quinoa een aantrekkelijke optie.

Een probleem bij de eigen teelt van eiwitrijk voer zijn opslag en bewaarcondities die noodzakelijk zijn om verliezen te voorkomen. De geogste producten moeten veelal worden gedroogd en daarna koel bewaard. Voor de vervoeding moeten de producten worden geplet of gemalen en door de mengvoerbakfabrikant in een hoogwaardig dieet worden opgenomen. Het zal daarom zowel uit financieel als uit technisch oogpunt, gunstig zijn het geogste product aan de voederfabrikant te verkopen.

In Tabel 15 is de prijs van gangbaar en biologisch geproduceerd plantaardig eiwit weergegeven (afgeleid uit: Gotink, 2003). Bij de huidige prijzen, geschatte zaadopbrengsten en eiwitgehalten, blijkt veldboon op de gangbare markt verreweg de goedkoopste eiwitleverancier te zijn. Erwt is de duurste eiwitbron! Witte lupine en quinoa hebben naast het eiwit een aantrekkelijk vetgehalte. (N.B. Met de financiële opbrengsten van de resterende componenten, behalve het stro en MacSharry premie, is geen rekening gehouden!). Voor de teler is volgens deze berekening echter erwt het aantrekkelijkste gewas! Van quinoa is geen marktprijs bekend; een vergelijking met de andere drie gewassen is moeilijk vanwege de betere eiwitsamenstelling en het hogere vetgehalte.

Tabel 15. *Kosten en baten per kg gangbaar en biologisch geproduceerd zaad en kg eiwit van drie leguminosen en quinoa (naar: Gotink, 2003; Mastebroek, 2004)).*

Gangbaar	kg opbrengst	totale kosten minus stro- en premie inkomsten	kostprijs /kg zaad	marktprijs /kg zaad	% eiwit	kostprijs / kg eiwit	marktprijs /kg eiwit
veldboon	5000	624	0.12	0.11	25	0.50	0.44
lupine	3000	735	0.25	0.20	35	0.70	0.57
erwt	4500	604	0.13	0.15	20	0.67	0.75
quinoa	3500	344	0.10	-	15	0.66	-
Biologisch							
veldboon	4000	624	0.16	0.27	25	0.62	1.08
lupine	2400	735	0.31	0.27	35	0.88	0.77
erwt	3600	604	0.17	0.27	20	0.84	1.35
quinoa	3500	344	0.10	-	15	0.66	-

De marktprijzen voor biologisch geproduceerde grondstoffen zijn aanmerkelijk hoger dan die van gangbaar geproduceerde producten; voor de peulvruchten schommelen deze rond de €0.27/kg.

De teeltkosten zijn ongeveer gelijk, de kosten voor herbiciden en gewasbeschermingsmiddelen zijn vergelijkbaar met de extra arbeidskosten voor onkruidbestrijding. De zaadopbrengsten zijn gemiddeld zo'n 20% lager ((KWIN-A, 2002; bruine bonen). Onder deze condities is de biologische teelt voor de teler financieel aantrekkelijker dan de gangbare teelt!

Op korte termijn lijkt erwt voor de gangbare teler het meest aantrekkelijke gewas te zijn als hij het product direct aan de mengvoerfabrikant verkoopt. Deze teelt kent als enige van de drie genoemde leguminosen een positief saldo. Bij de biologische teler heeft ook veldboon een positief saldo en is wellicht aantrekkelijker omdat dit gewas minder ziekteproblemen kent. Op langere termijn zal ook lupine aantrekkelijk worden als ziektenresistente, hoogopbrengende rassen beschikbaar komen; witte lupine heeft behalve het hoge eiwitgehalte ook zo'n 10% vet in het zaad hetgeen dit gewas extra aantrekkelijk maakt. De thans in het buitenland ontwikkelde nieuwe rassen zullen in Nederland beproefd moeten worden! Quinoa dient zich nog te bewijzen als krachtvoer component!

7. Geraadpleegde literatuur

- Ahamed, N.T., R.S. Singhal, P.R. Kulkarni & M. Pal, 1998.
A lesser known grain, *Chenopodium quinoa*: review of the chemical composition of its edible parts. Food and Nutrition Bulletin 19, 61-70.
- Arp, B. & P. Naumann, 2001.
Ökologische Schweineproduktion. <http://orgprints.org/00001647>
- Bagger, C.L., C. Bjerregaard, H. Sorensen, J.C. Sorensen & S. Sorensen, 1998.
Biorefining lupin seeds to obtain high value protein concentrates and isolates. 3th European Conference on Grain Legumes, 1998, Valladolid, 48-49.
- CBS: www.cbs.nl
- Cowling, W.A., B.J. Buirchell & M.E. Tapia, 1998.
Lupin. *Lupinus* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 23. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Crofton, G.R.A., D.A. Bond & G. Duc, 2001.
The management of beans (*Vicia faba* L.). 4th European Conference on Grain Legumes, 2001, Cracow, 189.
- Ferguson, N.S., R.M. Gous & P.A. Iji, 2003.
Determining the source of anti-nutritional factor(s) found in two species of lupin (*L. albus* and *L. angustifolius*) fed to growing pigs. Livestock Production Science 84, 83-91.
- Fredrikson, M.M. Larsson Alminger, N.G. Carlsson & A.S. Sandberg, 2001.
Phytate content and phytate degradation by endogenous phytase in pea (*Pisum sativum*). J. Sci. Food Agric. 81: 1139-1144.
- Frick, C., V. Mediavilla & T. Hebeisen, 2002.
Lupinen – eine alternative Eiweisskultur. Agrarforschung 9: 80-83.
- Frokiaer, H., V. Barkholt & C.L. Bagger, 2001.
New avenues for grain legumes. Processing: impacts on seed nutritive value: scientific, technical and economic aspects. 4th European Conference on Grain Legumes, 2001, Cracow, 127-131.
- Gdala, J.A.J.M. Jansman, L. Buraczewska, J. Huisman & P. van Leeuwen, 1997.
The influence of α -galactosidase supplementation on the ileal digestibility of lupin seed carbohydrates and dietary protein in young pigs. Animal Feed Science Technology 67, 115-125.
- Gotink, G.J., 2003.
Perspectief van eiwitrijke krachtvoedergewassen voor rosékalveren: een deskstudie. PraktijkRapport Rundvee 36.
- Grosjean, F., C. Jondreville, I. Wiliatte-Hazouard, F. Skiba, B. Carrouée & F. Gâte, 2000.
Ileal digestibility of protein and amino acids of feed peas with different trypsin inhibitor activity in pigs. Can. J. Anim. Sci. 80, 643-652.
- Grosjean, F., P. Cerneau, A. Bourdillon, D. Bastianelli, C. Peyronnet & G. Duc, 2001.
Valeur alimentaire, pour le porc, de féveroles presque isogéniques contenant ou non des tanins et à forte ou faible teneur en vicine et convicine. Journées Rech. Porcine en France, 33: 205-210.
- Helsper, J.P.F.G., A. van Norel, K. Burger-Meijer & J.M. Hoogendijk, 1994.
Effect of the absence of condensed tannins in faba beans (*Vicia faba*) on resistance to foot rot, Ascochyta blight and chocolate spot. J. Agric. Sci. Camb. 123, 349-355.
- Hondelmann, W., 1996.
Die Lupine. Geschichte und Evolution einer Kulturpflanze. Landbauforschung Völknerode. Sonderheft 162, pp 247.
- Improta, F. & R.O. Kellems, 2001.
Comparison of raw, washed and polished quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to wheat, sorghum or maize based diets on growth and survival of broiler chicks. Livestock research for rural development 13, 1. www.cipav.org/lrrd/lrrd13/i/impr131.htm

- Jacobsen, E.E., B. Skadhauge & S.E. Jacobsen, 1997.
Effect of dietary inclusion of quinoa on broiler growth performance. *Animal Feed Science Technology* 65, 5-14.
- Jensen, B.J.E., 2003.
Grain legumes for organic farming. Midterm status report 2003.
<http://www.darcof.dk/research/darcofii/vi4.html>
- Joernsgaard, B., J.L. Christiansen & N. Kuptsov, 2002.
Adaptation of lupins for Northern European maritime conditions. 10th International Lupin Conference, 2002.
<http://orgprints.org/00001636>
- Kantar, F., P.D. Hebblethwaite & C.J. Pilbeam, 1996.
Factors influencing disease resistance in high and low tannin *Vicia faba*. *J. Agric. Sci. Camb.* 127, 83-88.
- Kupstou, N., J.L. Christiansen, S. Raza & B. Joernsgaard, 2002.
Greenhouse screening for *Fusarium* wilt resistance in lupine. 10th International Lupin Conference, 2002.
<http://orgprints.org/00001601>
- KWIN-A, 2002.
Kwantitatieve informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroententeelt 2002. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), Lelystad, 331pp.
- Lamberts, H. & J. Tolner, 1952.
Gele voederlupine. Teelt, gebruik en veredeling van een voedergewas. Uitgeverij Ceres, Meppel, pp 115.
- Makkar, H.P.S., K. Beccker, Hj. Abel & E. Pawelzik, 1997.
Nutrient contents, rumen protein degradability and antinutritional factors in some colour- and white flowering cultivars of *Vicia faba* beans. *J. Sci. Food Agric.*, 75, 511-520.
- Mariscal-Landín, G., Y. Lebreton & B. Sève, 2002.
Apparent and standardized true ileal digestibility of protein and amino acids from faba bean, lupin and pea, provided as whole seeds, dehulled or extruded in pig diets. *Animal Feed Science and Technology* 97, 183-198.
- Mastebroek, H.D., 2004.
Pers. Med.
- Nevel, C. van, H. de Rycke, S. Beeckmans, R. de Wilde & E. van Driessche, 1998.
Inhibitory activity of spray dried blood plasma and whole egg powder on lectins in extracts of several legume seeds: a qualitative approach. *J. Sci. Food Agric.* 77, 319-326.
- Nevel, C. van, M. Seynaeve, G. van de Voorde, S. de Smet, E. van Driessche & R. de Wilde, 2000.
Effects of increasing amounts of *Lupinus albus* seeds without or with whole egg powder in the diet of growing pigs on performance. *Animal Feed Science and Technology* 83, 89-101.
- Römer, P., 2001.
Heisswasserbeize für Lupinen. *Bioland* 4, 20.
- Selle, P.H., A.R. Walker & W.L. Bryden, 2003.
Total and phytate-phosphorous contents and phytase activity of Australian-sourced feed ingredients for pigs and poultry. *Austr. J. Exp. Agric.* 43, 474-479.
- Timmer, R.D., 1989.
Teelt van droge erwten; Proefstation en Consulentschap in Algemene Dienst voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Teelthandleiding nr. 28.
Universiteit Giessen: http://bibd.unigiessen.de/gdoc/2000/uni/p000003/g_lupin.htm
- Wiseman, J., W. Al-Mazooqi, T. Welham & C. Domoney, 2003.
The apparent ileal digestibility, determined with young broilers, of aminoacids in near-isogenic lines of peas (*Pisum sativum*/L.) differing in trypsin inhibitor activity. *J. Sci. Food Agric.* 83, 644-651.
- Xue, A.G., J. Charest, C.G. Davidson, D.W. McAndrew, D.J. Bing & T.D. Warkentin, 2003.
Response of field pea cultivars to chlorothalonil in the control of *mycosphaerella* blight. *Can. J. Plant Sci.* 83, 313-318.