

de natuurlijke kennisbron

**Kalktolerante lupinerassen:
Tweejarige test van
lupinelijnen (blauw, wit)
op kalkrijke zavelgrond
in Zeeland**

Edwin Nuijten
Udo Prins

LOUIS BOLK
I N S T I T U U T



Gefinancierd door:



© 2014 Louis Bolk Instituut

Kalktolerante lupinerassen: Tweejarige test van
lupinelijnen (blauw, wit) op kalkrijke zavelgrond
in Zeeland

Dr. ir. Edwin Nuijten, Ir. Udo Prins

Publicatienummer 2014-023 LbP

25 pagina's

www.louisbolk.nl

Voorwoord

Voor u ligt het verslag van het project 'Kalktolerante lupinerassen: Tweejarige test van lupinelijnen (blauw, wit) op kalkrijke zavelgrond in Zeeland', uitgevoerd door het Louis Bolk Instituut, DLV en Proefboerderij Rusthoeve in 2012 en 2013. Het project is gefinancierd vanuit Productschap Akkerbouw en de provincie Zeeland. Dit project kon mede gerealiseerd worden door de inhoudelijke bijdrage van veredelaars B. Jørnsgård van de Universiteit van Kopenhagen en Herman van Mierlo van Globe Seeds. Met de resultaten in dit verslag hopen we een bijdrage te leveren aan het mogelijk maken van veredeling van lupine voor kalkrijke bodems in Nederland.

Edwin Nuijten, LBI

Udo Prins, LBI

Johan Wanders, DLV

Sam de Vlieger, Proefboerderij Rusthoeve

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methoden	11
3 Resultaten	15
4 Blauwe lupine	21
5 Conclusies	23
Referenties	25

Samenvatting

In 2012 en 2013 zijn veldproeven opgezet waarin lijnen van witte lupine en rassen van blauwe lupine zijn vergeleken. De witte lupine lijnen komen van twee veredelaars uit Nederland en Denemarken, de blauwe lupine rassen komen van zaadbedrijven uit Denemarken, Duitsland en Polen. Deze lijnen en rassen zijn beoordeeld op opbrengst, vroegheid bloei, vroegheid afrijping, aantal etages (aantal bloeiwijzen per plant) symptomen kalkchlorose, bladgezondheid, planthoogte, bodembedekking en legering.

De proefomstandigheden waren in beide jaren niet optimaal. In 2012 kon door omstandigheden pas laat gezaaid worden, en in 2013 was er veel problemen met hazenvraat, met name bij de witte lupine. Bij zowel witte en blauwe lupine lijken de vertakkende types het meest perspectief te bieden voor veredeling voor teelt op kalkrijke grond. De vertakkende types lijken stabiel in groei en opbrengst onder verschillende omstandigheden dan de niet-vertakkende types. Het meest perspectief heeft witte lupine te bieden. Van blauwe lupine is bekend dat deze soort weinig kalktolerant is.

Uit de veldproeven van 2012 en 2013 kan geconcludeerd worden dat er op dit moment van blauwe lupine geen geschikte rassen zijn voor teelt op kalkrijke kleibodems. In 2012 zag de opbrengst van twee blauwe lupine rassen er veelbelovend uit, maar in 2013 was de opbrengst van de blauwe lupine slecht tot zeer slecht. Tevens was de zaadkwaliteit van de blauwe lupine rassen met goede opbrengst in 2012 slecht, wat verklaard kan worden door de late zaai en dus late afrijping in 2012. Voor blauwe lupine kan een vroege zaai als nadeel hebben een slechte plantontwikkeling en dus lage opbrengst.

Witte lupine lijkt beter aangepast aan teelt op kalkrijke bodems. Bij de witte lupine zijn er een aantal lijnen die voldoende vroeg zijn qua afrijping. Bij andere lijnen is eventueel mogelijk nog te selecteren op vroegheid. Een groot aantal lijnen hebben echter een te hoog gehalte aan alkaloiden. Vaak hebben vroege lijnen met een goede opbrengstpotentie ook een te hoog alkaloïde gehalte. Er lijkt voldoende perspectief om vroege lijnen met voldoende opbrengstpotentie en een laag alkaloïde gehalte te ontwikkelen.

1 Inleiding

Zoete lupine (witte lupine en blauwe lupine, respectievelijk *Lupinus albus* en *L. angustifolius*) met een laag alkaloidgehalte (lager dan 0,02% voor humane voeding), een hoog eiwitgehalte van ongeveer 35% (in tegenstelling tot bijvoorbeeld 24% in erwten) en een goede eiwitkwaliteit (gehalte aan essentiële aminozuren) vormt een goed alternatief voor soja. Sojateelt kent toenemende maatschappelijke kritiek vanwege: verlies van Amazonewoud door grootschalige kap voor plantages, genetische modificatie en grote transportafstanden. Een alternatief voor soja geldt zowel voor diervoeding als voor menselijke consumptie. Dat vertaalt zich ook in hernieuwde aandacht voor veredeling van lupine. Door de relatief recente heroriëntering op lupine is het gewas echter nog sterk in ontwikkeling: de verscheidenheid in beschikbare rassen is nog groot. Dit maakt het gewas enerzijds lastig te vatten (het mislukken van één ras zegt nog weinig van het perspectief van het gewas), maar geeft ook nog volop ruimte voor het vinden van de juiste rassen voor de juiste omgeving.

Potentie

Lupine kent daarbij een aantal potentiële voordelen als:

- Een nieuwe economische drager
- Een extra gewas in de vruchtwisseling / rustgewas
- Vlinderbloemige stikstofbinder; van belang bij de aanscherping van de mestwetgeving.
- Bodemverbeteraar door de diepe (penwortel) en intensieve beworteling
- Fosfaatmobilisator. Beperken van fosfaatbemesting wordt als een bedreiging gezien van de algemene productiviteit. Lupine en mogelijk andere peulvruchten, zijn echter in staat om fosfaat te mobiliseren bij hele lage Pw-getallen. Lupine zou daarom een rol kunnen spelen bij het productief houden van een landbouwsysteem zonder uitspoeling van fosfaat.

Vele gewassen zijn lupine al voorgegaan als gouden belofte. Vaak blijkt de werkelijkheid van het saldo uiteindelijk weerbarstiger door een veelheid van oorzaken rond teelt en afzet. Door bovengenoemde combinatie van potentiële voordelen van lupine, telt hier vooral ook het zicht op de bijdrage aan het gehéle bedrijfssaldo in plaats van het saldo van het gewas sec. Het meeste saldoperspectief voor Nederland wordt gezien in de afzet voor humane consumptie met accent op productie in de regio Nederland i.v.m. transportafstanden. Diervoederteelt (korrelteelt) in Nederland zal op termijn lastig concurreren met teelt in bijvoorbeeld Oost-Europa vanwege de grondprijzen. Wel ligt hier een bijzonder perspectief voor de teelt van uitgangsmateriaal, waar Nederland een reputatie heeft hoog te houden qua kwaliteitsproductie van zaaizaad.

Een ander belangrijk voordeel voor Nederland is de bestaande logistieke en keten- en certificeringskracht. Dit is van extra belang om de maximaal toegestane alkaloidgehalten te kunnen garanderen in een bulkstroom cq deze van een kwaliteitslabel te kunnen voorzien.

Stand van onderzoek

Het LBI heeft in samenwerking met telers in Zuidwest-Nederland een aantal jaren pilotonderzoek verricht naar rassen voor humane consumptie Prins en Van de Vijver, 2010). Hierbij is samengewerkt met het bedrijf Meatless¹ dat meer aanvoer uit een lokale keten wil betrekken.

¹ Het Zeeuwse bedrijf Meatless is sinds 2004 bezig met het opzetten van de verwerking van lupinemeel tot een product dat zich goed leent voor vervanging van hetzij een deel of al het vlees in verschillende voedingsproducten (pizza's, kroketten etc). De aanvoer komt echter nu nog grotendeels uit Australië. Het bedrijf L.I. Frank te Twello richt zich op de toepassing van lupine in broodproducten.

De eerste resultaten gaven al snel aan dat lupine –voor humane consumptie- inderdaad nog een relatief jong gewas is in de ontwikkeling/veredeling en dat de variatie in gewastypen daardoor erg groot is. Dit geldt zowel voor de gewaseigenschappen op het veld, opbrengst als de kwaliteit. Voor zowel opbrengst als kwaliteit waren die eerste uitkomsten ook hoopgevend, daar er rassen bleken te zijn die beduidend meer opbrachten dan we tot nu toe gewend waren van lupine (3,5-4 ton/ha in plaats van de eerder verwachte opbrengsten van 2 ton/ha) en van zeer hoge kwaliteit bleken te zijn (zeer zoete lupine - cq een laag alkaloidgehalte - die direct geschikt is voor menselijke consumptie). In de vervolgjaren (2008-2009) is de opbrengstpotentie bevestigd en is een begin gemaakt met het verkennen van de verwerkingsmogelijkheden van deze lupine.

Uitdagingen

Voor verdere introductie in de Nederlandse akkerbouw zijn er nog beperkingen:

- De ongeschiktheid van de huidige rassen voor teelt op kalkrijke gronden. De huidige lupinerassen kunnen niet geteeld worden op gronden met een pH boven 6,5-6,8 en een gehalte aan koolzure kalk boven de 0,8 %.
- De huidige gangbare marktprijzen van lupine, zelfs bij een kleine plus voor een regionale productie, in combinatie met de nu haalbare 3-4 ton/ha is nog onvoldoende voor een concurrerende teelt met tarwe. Daarbij zijn echter niet de bodemverbeterende aspecten etc. verdisconteerd. Gezien echter de afgelopen jaren al bereikte opbrengstverhoging², is er perspectief op een wel rendabele 5 ton/ha (dan is het concurrerend met de Australische productie van ongeveer 2 ton per ha bij lage grondprijzen).
- Naast opbrengstpotentie is ook oogstzekerheid van belang. Op basis van de in voorgaande jaren opgedane ervaringen en de ervaringen die in dit project opgedaan zullen worden, zal aangegeven kunnen worden hoe een hoge met tarwe vergelijkbare oogstzekerheid gerealiseerd kan worden.

Doelstelling

In dit kader is het doel van dit project om veredelingslijnen van witte lupine en rassen van blauwe lupine te testen op met name opbrengst, kalktolerantie en kwaliteit in een tweejarige veldproef in 2012 en 2013 op kalkrijke zavelgrond in Zuidwest-Nederland.

De uitkomsten hiervan bieden een waardevol uitgangspunt voor veredelingsbedrijven om een verdere veredelingsinspanning te leveren.

² Streven is gericht op een vergelijkbaar, of zelfs iets beter saldo dan tarwe. Bij de huidige prijsniveaus ziet het er naar uit dat een vergelijkbaar saldo te halen valt als de lupineproductie boven de 3,5-4 t/ha uitkomt. Uit de resultaten in Noord-Brabant lijkt dat een haalbare kaart en is misschien zelfs nog meer winst te halen door teeltoptimalisatie.

2 Materiaal en methoden

In dit project is in twee seizoenen (2012 en 2013) een veldproef opgezet op kalkrijke zavelgrond bij proefboerderij Rusthoeve. Hierin zijn verschillende rassen van blauwe lupine en lijnen (mogelijke rassen) van witte lupine vergeleken. Van tarwi (*L. mutabilis*) waren geen geschikte lijnen beschikbaar in de periode dat de veldproeven zijn uitgevoerd.

Materiaal

In tabel 1 staat een overzicht van de geteste lijnen van witte lupine en in tabel 2 de geteste rassen van blauwe lupine. Omdat van sommige lijnen van witte lupine beperkt materiaal beschikbaar was, zijn niet alle lijnen van witte lupine in 4 herhalingen gezaaid. In beide jaren is materiaal van twee veredelaars gezaaid die met verschillende planttypen werken. Van de veredelaar Jørnsgård zijn vertakkende planttypen (naast de hoofstengel verschillende etages met zijtakken) gekregen, en van Van Mierlo kaarstypen (naast een grote hoofstengel, kleine zijtakken). Sommige lijnen van witte lupine rijpten zo laat af dat ze in 2013 niet meegenomen zijn in de veldproef. Van enkele lijnen waren selecties gemaakt in 2012 en in 2013 uitgezaaid om te zien wat het effect van selectie zou zijn. Ter vergelijking zijn in beide jaren twee zogenaamde referentierassen meegenomen, welke onder Nederlandse omstandigheden vanwege een late afrijping te veel onzekerheid geven in de oogst. Van blauwe lupine waren in 2013 nieuwe rassen beschikbaar en waren meer rassen gezaaid dan in 2012.

Eigenschappen

De volgende eigenschappen zijn geëvalueerd, afhankelijk van of er in een bepaald seizoen variatie zichtbaar was voor die eigenschap.

- Verschijnselen kalkintolerantie
- Opkomstpercentage;
- Ziektegevoeligheid / vraat (luizen, hazen).
- Vroegheid bloei
- Planthoogte
- Grondbedekking (onkruidonderdrukking);
- Legeringsgevoeligheid;
- Vroegheid afrijping;
- Zaadopbrengst;
- Het alkaloidgehalte (bij die rassen welke een nader te bepalen opbrengstniveau halen of anderszins potentieel kansrijk blijken), daar dit de cruciale – beperkende - factor is voor de toepassing.

Uitvoering

Door bundeling van expertise is effectief invulling worden gegeven aan de doelstelling. In samenvatting:

- DLV Plant:* Expertise CGO, monitoring, teeltkennis in oa bouwplanverband.
- LBI:* Expertise lupineteelt, monitoring. Ketencontacten, beschikbaarheid uitgangsmateriaal en pionierskennis kalktolerantie voor voorselectie.
- Rusthoeve:* Expertise aanleg en onderhoud en monitoring gewasproeven op de aanwezige kalkrijke zavelgrond.

Proefopzet

Voor risicospreiding i.v.m. soms zeer beperkte beschikbaarheid van uitgangsmateriaal en dito kleine plots, was het mogelijk om voor de witte lupine een vergelijking te maken met een project kalktolerante lupine gefinancierd vanuit het programma Groene Veredeling. Op de andere locaties (Haarlemmermeer, Flevopolder en Groningen) zijn een beperkte set met meest perspectiefvol lijkende lijnen uitgezaaid. De resultaten van deze vergelijking zijn te vinden in het rapport Witte lupine voor kalkrijke bodems, Onderzoek over twee jaar naar perspectiefvolle lijnen.

Vanwege beperkte hoeveelheden zaad van de witte lupine lijnen, was de grootte van de proefplotjes beperkt: 2,25 m² in 2012 en 3 m² in 2013. In 2013 was van de witte lupine lijnen zaad gebruikt van de oogst van 2012 van het proefveld op de Rusthoeve en deels van het proefveld in de Flevopolder. Van enkele lijnen is selectie op laag-alkaloïde gehalte uitgevoerd en van twee lijnen is het oorspronkelijke zaad ook gezaaid (zie tabel 1). Van de rassen is in beide jaren nieuw zaad gebruikt. Er is zoveel mogelijk gestreefd naar 4 herhalingen per lijn (witte lupine) of ras (blauwe lupine). Door het kleine oppervlak van de veldjes is bij de opzet zoveel mogelijk rekening gehouden met al bekende gegevens over het gewas. Lijnen van beperkte hoogte, voor zover bekend, zijn apart gelegd van hooggroeiende lupinelijnen, dit om overschaduwen en daarmee gepaard gaande gestoorde gewasgroei en ziekteontwikkeling te voorkomen. Voor het proefveldschema is een alpha design gebruikt waarbij binnen de herhalingen een indeling wordt gemaakt in sub-blokken van 5 à 6 veldjes, waarbij natuurlijk rekening gehouden wordt met plantlengte en mogelijk overschaduwen.

In beide jaren is het hele proefveld omheind om hazenvraat te voorkomen. In 2013 was echter het hek beschadigd geraakt, en zijn, ondanks reparatie, vervolgens door hazen verschillende keren veldjes gedeeltelijk of helemaal opgevreten. Aan veldjes die gedeeltelijk opgevreten zijn, konden nog bepaalde metingen gedaan worden, zoals planthoogte, maar zijn niet meegenomen voor de opbrengstschatting (zie tabel 1). Sommige veldjes zijn volledig opgevreten en zijn geheel buiten het onderzoek gelaten.

Inzaai

Het zaaien is handmatig gedaan. Zaaien is gebeurd met bijbehorend inoculum (bacteriepreparaat) om de stikstofbinding te verzekeren. Bij witte lupine is gestreefd wordt naar een plantdichtheid van 40/m² en bij blauwe lupine naar een plantdichtheid van 90/m².

Oogst en verwerking

Vanwege de kleine veldgrootte zijn de lijnen handmatig geoogst en nagedroogd.

Data analyse

Hoewel hier veelal nog sprake is van lijnen en niet echt van rassen, is het onderzoek zoveel mogelijk uitgevoerd in overeenstemming met de richtlijnen van de Raad voor Plantenrassen voor het Cultuur- en Gebruikswaarde Onderzoek. Voor de opslag van de algemene gegevens betreffende CGO proeven (proefveld-, ras- en waarnemingsgegevens) en de resultaten heeft DLV Plant in ORACLE een database opgezet. DLV Plant heeft in samenwerking met WUR - Biometris statistische programma's voor het statistische pakket GENSTAT versie 8 ontwikkeld en laten valideren. De Raad voor Plantenrassen heeft de opgestelde GENSTAT procedures en de database beoordeeld. De GENSTAT procedures zijn goedgekeurd.

Een onderdeel van deze procedure is een zogenaamde REML analyse die zowel voor witte en blauwe lupine is uitgevoerd. De resultaten zijn per jaar en per soort (wit en blauw) per jaar statistisch verwerkt.

Van de witte lupine zijn niet alle lijnen in 4-voud gezaaid en zijn de geschatte gemiddelden (verkregen met de REML-analyse) weergegeven in tabellen 3 en 4. Gegevens over alkaloïde gehalte staan in tabel 5. Omdat van de blauwe lupine alle rassen in viervoud zijn gezaaid, zijn in tabellen 6 en 7 de gemiddelden weergegeven van de gemeten waarden.

Tabel 1: Het aantal gezaaide en geoogste herhalingen per accessie van witte lupine in 2012 en 2013

Accessie ¹	Type*	2012		2013	
		Gezaaid	geoogst	gezaaid	geoogst
1	J,v	4	4		
2	J,v	4	4		
3	J,v	4	4	4	0
3-0	J,v			1	1
4	J,v	4	4		
5	J,v	4	4		
6	J,v	4	4	4	4
6-0	J,v			3	3
7	J,v	4	4		
8	J,v	4	4		
9	J,v	4	4		
10	J,v	4	4		
11	J,v	4	4	4	3
12	J,v	4	4	4	1
13	J,v	4	3	4	1
14	J,v	3	3	4	2
17	J,v	3	1	4	2
18	J,v	1	1	3	3
18-z	J,v			3	0
19	J,v	1	1		
20	J,v	1	1		
21	J,v	1	1		
22	J,v	1	1		
23	J,v	1	1		
24	J,v	1	1		
25	J,v	1	1		
26	J,v	1	1	3	3
28	J,v	1	1		
29	J,v	1	2	4	3
30	J,v	2	1		
30-z	J,v			3	0
31	J,v	1	1	3	1
32	J,v	1	1	4	1
33-z	J,v			4	0
33	J,v	1	1		

Accessie ¹	Type*	2012		2013	
		Gezaaid	geogst	gezaaid	geogst
34	J,v	1	1		
35	J,v	1	1		
36	J,v	1	1		
38	J,v	1	1		
39	J,v	1	1		
40	J,v	1	2		
41	J,v	2	2		
41-z	J,v			2	0
42	VM,k	2	2	4	3
43	VM,k	2	2		
44	VM,k	2	2		
45	VM,k	2	2	2	0
45-1	VM,k			2	0
45-2	VM,k			2	2
45-3	VM,k			1	0
46	VM,k	2	2	2	1
46-1	VM,k		4	1	0
46-3	VM,k			1	0
46-4	VM,k			2	2
47	VM,k	2		3	2
15	ref,v	4	4	4	0
15-1	ref,v			4	3
16	ref,v	4	4	4	4

¹ de toevoegingen hebben de volgende betekenis: 0 = oorspronkelijke zaad als in 2012, z = selectie op laag alkaloïdegehalte 1,2,3,4 selectie van specifieke planttypen

* J = Jørnsgård, VM = Van Mierlo, ref = referentieras; k = kaarstype, v = vertakkend

Tabel 2: gezaaide rassen blauwe lupine in 2012 en 2013

Ras	Type*	2012 # herhalingen	in 2013	geogst
Bojar	V		4	4
Boruta	K	4	4	4
Dalbor	V		4	4
Haags Blaue	K		4	
Iris	V	4	4	4
Primadonna	K		4	
Regent	K		4	4
Sanabor	V	4	4	4
Sonate	V	4	4	4
Sonet	K		4	

* K = kaarstype, V = vertakkend

3 Resultaten

Symptomen kalkchlorose

In 2012 waren weinig symptomen van kalkchlorose zichtbaar (Tabel 3). In 2012 is het aantal planten geteld met lichte symptomen die kunnen duiden op kalkchlorose, maar mogelijk ook door andere factoren veroorzaakt kunnen worden. Door het koude en natte voorjaar in 2013 waren de symptomen van kalkchlorose wel duidelijk zichtbaar (Tabel 4). Met name een aantal lijnen van Van Mierlo waren duidelijk gevoelig. De lijnen van Jørnsgård gaven in 2013 nauwelijks symptomen van kalkchlorose.

Vraatschade

In 2012 was er geen vraatschade. In 2013 helaas wel, waardoor sommige lijnen niet meegenomen konden worden in de vergelijking. Opvallend is dat het ras Volos (geschikt voor humane voeding) weinig tot geen schade had. Alle lijnen van Van Mierlo bleken hoge gehalten in glyco-alkaloïde in het zaad te hebben. Sommige van deze lijnen hadden meer last van vraatschade dan andere lijnen. Er blijkt dus variatie te zijn voor gevoeligheid voor vraatschade.

Vroegheid bloei

In 2012 waren de verschillen in vroegheid van bloei groot. Een score hoger dan 5 betekent duidelijk vroeger ten opzichte van de referentierassen. In 2013 betekent een score hoger dan 6 vroeger in bloei dan de referentierassen. In 2013 waren de verschillen in vroegheid bloei minder groot dan in 2012. Het materiaal van Van Mierlo heeft een grote hoofdbloei en een kleine 2^e etage (zijtakken), waardoor ze vroeg zijn in bloei. Het blijkt dat ook in het materiaal van Jørnsgård (dat naast een hoofdbloei, minstens 2 etages maakt met zijtakken), ook lijnen zijn die voldoende vroeg zijn.

Bladziekten

Met name in 2012 waren duidelijke verschillen in bladgezondheid zichtbaar. De lijnen van Van Mierlo hebben minder last van ziekten dan de lijnen van Jørnsgård. Daarnaast heeft het materiaal van Van Mierlo een donker blad, wat later in de afrijping afsterft dan het materiaal van Joernsgard.

Planthoogte

Door het groeizame weer in 2012 was de planthoogte duidelijk hoger dan in 2013 waarvan het voorjaar koud en nat was. Met een hogere plantlengte neemt de kans op legeren toe. Met name in het materiaal van Jørnsgård waren er grote verschillen in plantlengte in 2012. In 2013 waren de verschillen minder groot omdat in 2013 de laat afrijpende lijnen niet meegenomen zijn in de vergelijking. Over het algemeen waren de lijnen met een hoge plantlengte ook laat in de afrijping.

Legering

In 2012 waren er duidelijke verschillen in legeringsgevoeligheid. In 2013 was er geen verschil omdat lijnen klein bleven. Uit 2012 blijkt dat gemiddeld het materiaal van Van Mierlo minder legeringsgevoelig dan het materiaal van Jørnsgård. Dit bleek ook in 2013 uit een proef bij Van Dijke Semo (ref). Beide referentierassen zijn legeringsgevoelig. Een goede legeringstolerantie is belangrijk zodat de kans op ziekten tijdens de afrijping minimaal is.

Bodembedekking

Door de goede omstandigheden was de bodembedekking in 2012 in het algemeen redelijk goed. Het materiaal van Van Mierlo bedekt de bodem minder omdat het minder vertakt. Bij een hogere

plantdichtheid kan met dit materiaal een goede bodembedekking verkregen worden. In 2013 was de bodembedekking niet bij alle lijnen goed te meten. In 2013 had het materiaal van Jørnsgård een betere bodembedekking dan het materiaal van Van Mierlo, maar minder goed als de referentierassen. Ten opzichte van 2012 lijkt het materiaal van Jørnsgård in 2013 een minder goede bodembedekking te hebben. Dit komt doordat in 2012 de laat afrijpende lijnen de beste bodembedekking hadden, die in 2013 niet meegenomen zijn.

Afrijping

In 2012 waren er grote verschillen in afrijping. Het cijfer 9 geeft aan dat een lijn rijp is na 4,5 maanden, en een cijfer 5 dat een lijn rijp is na 5 maanden, bij zaai begin april betekent dit oogst begin september. Sommige lijnen van Jørnsgård waren zo laat dat ze niet geoogst konden worden. Echter, andere lijnen van Jørnsgård waren duidelijk vroeger in afrijping dan de referentierassen en interessant voor de landbouw. De lijnen van Van Mierlo waren gemiddeld later dan de referentierassen, ondanks dat ze vroeg in bloei waren.

In 2013 zijn van Jørnsgård hoofdzakelijk de rassen meegenomen die gelijktijdig met de referentierassen afrijpten of vroeger afrijpten. In 2013 rijpten de meeste lijnen van Jørnsgård ook ongeveer gelijktijdig of vroeger af als de referentierassen. De meeste lijnen van Van Mierlo rijpten, anders dan in 2012, in 2013 wel vroeger af dan de referentierassen. Waarschijnlijk is er een relatie bij het materiaal van Mierlo tussen de late afrijping en de late zaai in 2012.

Opbrengst

In 2012 had het materiaal van Mierlo gemiddeld de beste opbrengst en een duidelijk hogere opbrengst vergeleken met de referentierassen. Ook veel lijnen van Jørnsgård hadden een betere opbrengst dan de referentierassen. Deze lijnen waren vaak echter te laat in de afrijping en waren in 2013 niet opnieuw gezaaid.

In 2013 echter hadden het materiaal van Van Mierlo een duidelijk slechtere opbrengst dan de referentierassen. Het materiaal van Jørnsgård varieerde in opbrengst, en had gemiddeld een vergelijkbare opbrengst met de referentierassen. In beide jaren hadden laat afrijpende lijnen een hogere opbrengst dan de referentierassen, maar dit is ongewenst omdat de zaadkwaliteit dan vaak slecht is.

Alkaloiden

De norm voor glyco-alkaloïde is 0.02% voor humane voeding en 0.03% voor diervoeder. Omdat niet van alle lijnen in de Rusthoeve zaad beschikbaar was (vanwege vraat), is het zaad van het proefveld in de Flevopolder gebruikt. Al het materiaal van Van Mierlo had een te hoog glyco-alkaloïde gehalte (Tabel). Van het materiaal van Jørnsgård hebben 3 lijnen, 3, 14 en 31, een voldoende laag glyco-alkaloïde niveau voor menselijke consumptie. Analyse in 2013 geeft echter wel aan dat door kruisbestuiving het alkaloïde gehalte makkelijk te hoog kan worden. Bij een aantal lijnen die geselecteerd zijn op laag alkaloïde gehalte in het zaad is een duidelijk effect zichtbaar (lijnen 30 en 41, en in mindere mate bij lijn 18).

Vergelijking effect oorsprong plantmateriaal

Van de lijnen 3 en 6, en het ras Dieta is gepoogd een vergelijking te maken tussen het oorspronkelijke zaad, en de nateelt in 2012. Bij alle 3 de genotypen is de nateelt (genotypen 3, 6 en 15-1) iets vroeger in afrijping dan het oorspronkelijke zaad. Voor andere eigenschappen, zoals opbrengst, is het lastig om uitspraken over te doen vanwege gebrek aan data.

Tabel 3: waarnemingen gedaan witte lupine in 2012 (1 = slecht, weinig, laat; 9 = goed, veel, vroeg)

Accessie	Type	Lichte symptomen		Blad-			Bodem-			Opbrengst ton/ha
		Kalkchlorose	Vroegheid	gezondheid	Legering	Planthoogte	bedekking	Afrijping		
		In %	1-9	1-9	1-9	In cm	1-9	1-9		
1	J,v	6,5	3,0	8,3	4,5	86,9	5,8	1,4	*	
2	J,v	4,0	1,7	8,7	6,8	115,4	7,0	0,9	*	
3	J,v	4,9	4,9	6,3	5,3	60,9	7,3	6,1	3,1	
4	J,v	9,8	4,0	5,8	4,0	81,3	7,3	1,8	2,9	
5	J,v	9,5	3,3	5,5	4,5	72,5	6,0	1,8	2,1	
6	J,v	1,5	4,3	8,0	5,8	71,3	6,3	3,0	3,5	
7	J,v	2,8	3,5	7,5	5,5	79,3	5,8	1,8	3,0	
8	J,v	3,5	3,3	8,0	5,5	76,3	6,3	1,3	4,0	
9	J,v	2,0	3,0	8,3	5,5	80,5	7,8	1,3	5,2	
10	J,v	3,0	3,0	7,8	4,5	92,5	8,0	1,3	4,4	
11	J,v	0,3	6,3	8,5	8,8	46,3	5,3	7,3	3,0	
12	J,v	3,3	6,5	8,3	6,8	68,0	7,0	5,8	4,2	
13	J,v	3,0	6,0	4,8	7,8	57,0	7,0	8,5	3,0	
14	J,v	3,8	5,8	7,3	7,2	58,8	7,0	7,4	3,3	
17	J,v	2,9	5,2	8,3	7,0	55,3	7,0	5,7	3,0	
18	J,v	4,3	2,7	8,1	6,0	86,5	5,0	2,0	3,2	
19	J,v	1,3	3,7	9,1	2,0	86,5	7,0	1,0	4,8	
20	J,v	2,0	4,8	5,6	9,2	47,3	5,0	5,7	2,4	
21	J,v	6,0	6,8	7,6	3,2	77,3	9,0	5,7	5,4	
22	J,v	3,0	6,8	7,6	10,2	42,3	3,0	3,7	1,0	
23	J,v	1,0	2,8	8,6	4,2	85,3	8,0	1,7	*	
24	J,v	1,0	6,8	8,6	3,2	69,3	8,0	4,7	4,9	
25	J,v	3,3	3,7	6,1	6,0	86,5	8,0	2,0	3,8	
26	J,v	2,3	5,7	8,1	6,0	64,5	6,0	5,0	1,6	
28	J,v	1,3	4,7	9,1	7,0	71,5	8,0	5,0	2,8	
29	J,v	1,3	4,7	5,1	9,0	48,5	6,0	8,0	3,0	
30	J,v	5,2	6,0	6,0	4,0	62,1	7,5	5,1	2,5	
31	J,v	1,3	6,7	7,1	5,0	51,5	7,0	8,0	3,3	
32	J,v	1,3	4,7	7,1	7,0	66,5	7,0	6,0	3,4	
33	J,v	1,3	4,7	6,1	8,0	56,5	6,0	6,0	3,4	
34	J,v	0,2	3,3	9,1	5,3	95,4	7,0	0,7	*	
35	J,v	0,2	3,3	9,1	7,3	113,4	3,0	0,7	*	
36	J,v	1,2	3,3	9,1	6,3	105,4	7,0	0,7	4,8	
38	J,v	0,2	3,3	9,1	6,3	78,4	6,0	0,7	*	
39	J,v	1,3	2,7	8,1	4,0	88,5	8,0	1,0	5,0	
40	J,v	1,3	0,7	9,1	3,0	86,5	7,0	1,0	*	
41	J,v	4,7	4,0	6,5	7,5	70,1	7,5	4,3	2,1	
42	VM,k	0,7	6,3	9,2	8,2	69,0	4,5	3,3	4,4	
43	VM,k	2,7	6,3	8,7	6,7	64,5	5,5	6,3	2,4	
44	VM,k	0,7	5,3	8,7	6,2	65,5	4,5	4,3	3,1	
45	VM,k	1,7	4,3	9,2	3,2	62,0	6,5	4,3	2,9	
46	VM,k	1,7	6,3	8,2	7,2	79,5	5,0	2,8	5,2	
47	VM,k	0,7	6,3	9,2	7,7	74,0	5,0	2,8	4,8	
15	ref,v	1,0	4,0	7,8	5,5	63,5	6,0	5,0	2,0	
16	ref,v	3,3	4,0	7,0	5,8	71,3	5,8	5,3	2,2	
gemiddeld		2,9	4,3	7,6	5,9	74,1	6,6	3,6	3,4	
gemiddeld		1,4	5,8	8,9	6,5	69,1	5,2	4,0	3,8	
referentierassen		2,2	4,0	7,4	5,7	67,4	5,9	5,2	2,1	
p-waarde		0,009	<0,001	0,008	0,001	<0,001	0,008	0,001	0,001	
LSD--waarde		5,57	1,40	2,70	3,67	20,88	2,39	2,14	1,97	

* niet geoogst want niet rijp bij oogst

Tabel 4: waarnemingen gedaan in 2013 aan witte lupine (1 = slecht, weinig, laat; 9 = goed, veel, vroeg)

		Kalk- Kieming	chlorose ln %	Vraat- schade 1-9	Blad- gezondheid 1-9	Vroegheid bloei 1-9	Afripping 1-9	Bodem- bedekking 1-9	Plant hoogte ln cm	Opbrengst ln ton/ha
3	J, v	9,1	0,2	5,8	5,6	5,9	8,0	*	*	*
3-0	J, v	8,2	-1,9	3,7	5,8	6,3	7,3	6,8	39,5	3,1
6	J, v	7,0	0,1	2,3	8,4	6,2	5,3	6,2	38,9	3,1
6-0	J, v	9,1	0,5	2,3	8,7	4,8	3,2	7,5	42,6	4,5
11	J, v	7,6	0,2	3,1	8,3	5,8	6,0	5,2	40,7	3,0
12	J, v	8,8	0,6	6,2	8,1	5,8	7,1		27,1	1,2
13	J, v	7,3	0,1	3,7	7,4	5,8	6,4	6,6	34,5	4,5
14	J, v	9,0	0,3	3,8	6,5	6,1	8,4	5,9	38,0	1,9
17	J, v	6,8	1,1	2,2	8,1	5,9	5,5	5,0	38,2	3,1
18	J, v	7,6	-0,1	1,8	8,5	6,0	3,6	6,7	45,7	3,4
18-1	J, v	5,6	1,4	5,6	*	*	6,0	*	*	*
26	J, v	6,1	0,5	1,8	7,9	5,2	5,9	5,7	37,0	3,0
29	J, v	8,7	0,1	4,0	7,5	6,1	7,0	6,1	31,9	3,0
30-1	J, v	5,3	-0,9	5,7	*	*	*	*	*	*
31	J, v	8,5	-0,6	4,3	7,6	5,7	7,9	6,1	35,4	2,3
32	J, v	7,8	-0,5	3,8	7,8	5,6	6,5	5,5	29,8	2,8
33-1	J, v	4,7	2,3	5,1	*	5,8	8,8	*	*	*
41-1	J, v	6,9	1,9	5,5	8,7	5,9	4,8	*	*	*
42	VM, k	7,0	5,1	2,3	7,7	6,0	7,2	3,2	32,8	2,0
45	VM, k	7,4	0,8	6,6	9,2	5,5	*	4,5	*	*
45-1	VM, k	9,1	12,1	7,5	7,7	6,9	7,1	*	*	*
45-2	VM, k	8,9	0,8	2,9	9,0	5,6	5,1	6,0	49,8	2,7
45-3	VM, k	5,6	2,1	6,7	*	6,0	6,6	*	*	*
46	VM, k	8,8	5,6	4,8	7,4	5,3	7,3	2,5	37,3	2,2
46-1	VM, k	8,8	5,2	6,7	*	*	7,0	*	*	*
46-3	VM, k	8,7	17,3	7,1	*	6,3	7,8	*	*	*
46-4	VM, k	8,7	17,7	3,3	7,5	5,6	7,0	3,0	33,6	2,0
47	VM, k	9,1	16,5	3,7	7,3	5,4	7,5	2,9	36,3	1,6
15	ref, v	5,6	0,7	4,4	8,1	5,0	5,5	*	*	*
15-1	ref, v	8,9	0,7	3,6	8,4	6,0	6,0	6,8	38,8	2,7
16	ref, v	7,9	-0,1	1,9	8,8	5,5	5,0	6,8	42,4	3,3
gemiddeld Jørnsgård		7,5	0,3	3,9	7,7	5,8	6,3	6,1	36,9	3,0
gemiddeld Van Mierlo		8,2	8,3	5,2	8,0	5,9	7,0	3,7	37,9	2,1
referentierassen		7,5	0,5	3,3	8,4	5,5	5,5	6,8	40,6	3,0
p-waarde		0,016	<0,001	<0,001	<0,001	NS	<0,001	<0,001	0,004	<0,001
LSD-waarde		2,79	7,66	3,49	1,09		1,54	1,80	7,17	0,93

* geen waarneming vanwege vraatschade

Tabel 5: alkaloïde gehalte van witte lupine lijnen gemeten in het proefveld Flevopolder in 2012 en 2013 (0,02 is de maximumwaarde voor humane consumptie).

Genotype	Type	Flevopolder			
		2013 Monster 1	2013 monster 2	2012	2012 herhaling
3	J, v	0,0084	0,215	0,011	
6	J, v	0,544*		0,484	
11	J, v	0,030*		0,634	
12	J, v	0,456*		0,449	
13	J, v	0,703*		0,697	0,573
14	J, v	0,0067	0,237	0,011	
17	J, v	0,412*	0,659*	0,641	
18	J, v	0,061*	0,130*	0,225	
26	J, v	0,454*	0,629*	0,723	
30	J, v	0,011*	0,067*	0,289	
31	J, v	0,007			
33	J, v	0,137*	0,355*	0,238	
41	J, v	0,016*		0,412	
42	VM, k			0,744	
45	VM, k			0,752	
46	VM, k			0,785	
15	ref, v	0,024		0,0076	0,011
16	ref, v	0,022		0,066	0,0076

* geselecteerd op laag alkaloïde gehalte in de korrel voor de zaai

4 Blauwe lupine

Symptomen kalkchlorose

In 2012 waren er geen symptomen van kalkchlorose zichtbaar, waarschijnlijk door de late zaaidatum en de bodem voldoende opgewarmd was. In 2013, met een koud en nat voorjaar, waren duidelijke symptomen van kalkchlorose zichtbaar, waarbij bij een ras (Dalbor) tot 50% van de planten duidelijke symptomen (geel blad) van kalkchlorose hadden. De gevoelige rassen lieten grote variatie in scores tussen veldjes zien.

Vraatschade

In 2012 was er geen vraatschade. In 2013 helaas wel, vrij snel na opkomst. Daarna was geen duidelijke vraatschade meer waargenomen (terwijl er in latere stadia wel duidelijke vraatschade zichtbaar was bij de witte lupine). Er waren geen duidelijke verschillen in gevoeligheid voor vraatschade. Het ras Iris, gevolgd door Haags Blaue en Sonet, waren het minst aangetast.

Vroegheid bloei

In 2012 waren er geen verschillen in vroegheid van bloei. In 2013 waren er wel duidelijke verschillen. De rassen met een kaarstypen qua bloei waren duidelijk vroeger dan de andere rassen die meer vertakkend bloeiden.

Bladgezondheid

Ten opzichte van 2012 waren de verschillen in bladgezondheid in 2013 zeer groot. Bladgezondheid had niet alleen te maken met bladziekten, maar voor een deel ook met kalkchlorose, en vroegheid in bloei. De rassen met een score 1 waren volledig dood. Behalve de rassen die in 2012 gezaaid waren, hadden de nieuwe rassen Bojar en Dalbor ook een redelijke bladgezondheid.

Plant stand

Op 2 data, 18 juli en 5 augustus, is in 2013 de algehele plantstand beschreven. Voor de plant stand van 5 augustus is er een redelijke relatie met opbrengst. Maar van alle rassen is de stand in 2013 eigenlijk onvoldoende.

Planthoogte

Door het groeizame weer in 2012 was de planthoogte duidelijk hoger dan in 2013 waarvan het voorjaar koud en nat was. In 2012 is er een duidelijke relatie tussen planthoogte en opbrengst. In 2013 is de planthoogte van alle rassen onvoldoende en laag tot zeer laag.

Legering

Zowel in 2012 als 2013 was er geen sprake van legeringsgevoeligheid, vanwege een korte planthoogte.

Bodembedekking

In 2012 was de bodembedekking van de rassen Sanabor en Sonate goed. In 2013 was de bodembedekking van alle rassen onvoldoende, vanwege de slechte groei.

Afrijping

In 2012 waren alle rassen vergelijkbaar vroeg in afrijping. In 2013 waren de verschillen groot. De rassen met een kaarstype waren vroeg in afrijping terwijl de vertakkende rassen niet vroeg waren (een score lager dan 7), omdat ze lang door gingen met het maken van nieuwe bloeiwijzen, als compensatie voor een slechte zetting van de eerste etages. De slechte zetting heeft mogelijk te maken met kalkintolerantie.

Opbrengst

In 2012 was de opbrengst van de rassen Sanabor en Sonate goed tot erg goed. Echter de kwaliteit van de oogst was slecht: veel beschimmelde zaden (tot 50%). In 2013 waren de opbrengsten zeer slecht, veroorzaakt met name door het koude en natte weer in het voorjaar. De hoge opbrengst in 2012 kan verklaard worden doordat er laat gezaaid was, 14 mei. De kwaliteit van het zaad bleek echter slecht, tot 50% slechte korrels (beschimmeld tijdens de afrijping).

Tabel 6: waarnemingen aan blauwe lupine in 2012 (1 = slecht, weinig, laat; 9 = goed, veel, vroeg)

Ras	Blad-Gezondheid		Planthoogte	Bodembedekking		Opbrengst
	1-9	1-9	in cm	1-9	in ton / ha	
Boruta	8,3	4,3	41,5	3,3	2,2	
Iris	8,5	4,5	51,8	5,3	3,1	
Sanabor	8,0	5,8	66,3	8,5	5,8	
Sonate	8,0	5,8	57,3	8,8	4,6	
p-waarde	NS	NS	<0,001	<0,001	0,002	
LSD-waarde			7,43	2,00	1,47	

Tabel 7: waarnemingen aan blauwe lupine in 2013 (1 = slecht, weinig, laat; 9 = goed, veel, vroeg)

Ras	kalkchlorose		Vraatschade		Vroegheid bloei		Bladgezondheid		Vroegheid afrijping		Planthoogte		Opbrengst	
	(in %)		1-9		1-9		1-9		1-9		in cm		in ton/ ha	
	Gem. ¹	SD	Gem.	SD	Gem.	SD	Gem.	SD	Gem.	SD	Gem.	SD	Gem.	SD
Bojar	3,8	2,5	6,8	1,0	5,0	0,0	6,3	12,6	6,5	17,3	23,0	4,8	1,2	0,2
Boruta	16,3	16,0	6,3	0,5	7,5	19,1	4,3	34,0	9,0	0,0	21,3	4,8	1,4	0,3
Dalbor	43,8	14,9	6,5	1,3	5,8	0,5	5,8	0,5	4,8	0,9	22,5	5,3	0,5	0,2
Haags Blaue	12,5	5,0	7,8	1,3	9,0	0,0	1,0	0,0	*	*	*	*	*	*
Iris	3,0	2,4	8,5	0,6	5,8	0,5	7,3	12,6	5,8	0,5	35,0	7,1	1,7	0,4
Primadonna	21,3	19,3	6,5	1,3	9,0	0,0	1,0	0,0	*	*	*	*	*	*
Regent	4,3	1,5	6,3	1,7	6,5	12,9	1,0	0,0	7,0	14,1	22,5	3,3	0,8	0,2
Sanabor	28,8	17,0	6,5	1,0	5,3	0,5	7,8	1,0	6,1	19,3	29,8	4,5	1,7	0,5
Sonate	0,5	1,0	5,5	2,4	6,0	0,0	8,0	11,5	5,4	0,5	29,5	3,7	1,6	0,5
Sonet	23,8	4,8	7,5	1,7	8,0	20,0	1,0	0,0	*	*	*	*	*	*
p-waarde	0,001		NS		<0,001		<0,001		0,001		0,006		0,001	
LSD-waarde	12,66				1,47		1,81		1,77		7,16		0,41	

¹ Gem. = gemiddelde; SD = standaard deviatie.

* geen waarneming vanwege vroegtijdige sterfte

5 Conclusies

De proefomstandigheden waren in beide jaren niet optimaal. In 2012 kon door omstandigheden pas laat gezaaid worden, en in 2013 was er veel problemen met hazenvraat, met name bij de witte lupine. Bij zowel witte en blauwe lupine lijken de vertakkende types het meest perspectief te bieden voor veredeling voor teelt op kalkrijke grond. De vertakkende types lijken stabiel in groei en opbrengst onder verschillende omstandigheden dan de vertakkende types. Het meest perspectief heeft witte lupine te bieden. Van blauwe lupine is bekend dat deze soort weinig kalktolerant is (Jessop et al. 1990). Mogelijke verklaring zijn dat witte lupine clusterwortels kan maken (Kerly, 2000) en minder gevoelig is voor ijzerdeficiëntie (Mengel 1994 in Kerley et al., 2002).

Uit de veldproeven van 2012 en 2013 kan geconcludeerd worden dat er op dit moment van blauwe lupine geen geschikte rassen zijn voor teelt op kalkrijke kleibodems. In 2012 zag de opbrengst van 2 blauwe lupine rassen er veelbelovend uit, maar in 2013 was de opbrengst van de blauwe lupine slecht tot zeer slecht. Tevens was de zaadkwaliteit van de blauwe lupine rassen met goede opbrengst in 2012 slecht, wat verklaard kan worden door de late zaai en dus late afrijping in 2012. Een vroege zaai heeft als nadeel een slechte plantontwikkeling en dus lage opbrengst. Voor veredeling voor kalktolerantie lijken de vertakkende types het beste uitgangsmateriaal te bieden gezien de slechte groei van de kaarstypen in 2013.

Bij de witte lupine zijn er een 10 lijnen die voldoende vroeg zijn qua afrijping. Bij andere lijnen is het eventueel mogelijk nog te selecteren op vroegheid. Uit een vergelijking van de twee jaren lijkt het materiaal van Jørnsgård wat stabiel in opbrengst dan het materiaal van Van Mierlo. Tevens hebben alle lijnen van Van Mierlo een te hoog gehalte aan alkaloiden. Van Jørnsgård hebben een aantal vroege lijnen een goede opbrengstpotentie maar een te hoog alkaloid gehalte. Een aantal vroege lijnen met een laag alkaloid gehalte moeten in opbrengstpotentie echter wel verbeterd worden. Uit een bredere vergelijking over vier locaties over twee jaar (Nuijten en Prins 2014), blijkt dat met enige verdere selectie een opbrengstpotentie van 4 ton/ha gehaald moet kunnen worden. Afhankelijk van de prijzen voor lupine kan dit voldoende rendement opleveren voor telers.

Referenties

- Jessop RS, Roth G, Sale P (1990) Effects of increased levels of soil CaCO₃ on Lupin (*Lupinus angustifolius*). Australian journal of soil research, 28, 955-62
- Kerley SJ (2000) The effect of soil liming on shoot development, root growth, and cluster root activity of white lupin. Biology and fertility of soils 32: 94–101.
- Kerley SJ, Norgaard C, Leach JE, Christiansen JL, Huyghe C, Römer P. (2002) The development of potential screens based on shoot calcium and iron concentrations for the evaluation of tolerance in Egyptian genotypes of white lupin (*Lupinus albus* L.) to limed soils. Annals of Botany 89, 341-9.
- Mengel K (1994) Iron availability on plant tissues –iron chlorosis on calcareous soils. Plant and soil 165: 275-283.
- Nuijten E, Prins U (2014) Witte lupine voor kalkrijke bodems, Onderzoek over twee jaar naar perspectievolle lijnen
Louis Bolk Instituut, Driebergen, Nederland
- Prins U, Van de Vijver L (2010) Lupine: een gezond alternatief voor boer en burger. LBI 2010 BbP. Louis Bolk
Instituut, Driebergen, Nederland