



Louis Bolk
Instituut

Teelthandleiding lupine

Willemijn Cuijpers en Udo Prins

Colofon

Uitgave

Louis Bolk Instituut
Kosterijland 3-5
3981 AJ Bunnik

Auteurs

Willemijn Cuijpers en Udo Prins

Met bijdragen van

Lekker Lupine, Lupeel,
Proeflab Wageningen

Foto's

Annemarie Kleve, André
Jurrius, Marieke Laméris,
John Heesakkers, Udo Prins,
Willemijn Cuijpers, Zjari
Stadhouders

Ontwerp

Context - creative studio

Publicatienummer

2023-023 LbP

© 2023

Verantwoording

Deze teelthandleiding is ontstaan vanuit meer dan 15 jaar wetenschappelijk onderzoek, maar ook vanuit meer dan 30 jaar teeltverving van een groot aantal lupine-pioniers. We willen in elk geval de pioniers van het eerste uur: André Jurrius, Jaap Melgers en Roelf Maarsingh bedanken voor hun bijdrage aan deze brochure. Daarnaast bedanken we alle lupinetelers voor het delen van de enorme hoeveelheid praktijkkennis. Marieke Laméris en Henk Kerkers zijn trekkers voor de samenwerking binnen en tussen de telersgroepen van Lekker Lupine en LuPeel. Ten slotte willen we Ruud Timmer (WUR open teelten) en Linda Calciolari bedanken voor hun inhoudelijke bijdrage. Deze brochure is een update van de in 2015 verschenen 'Teelthandleiding Lupine voor menselijke consumptie'. Er is inmiddels door veredeling meer keuze in het aanbod van zoete lupinerassen dan 10 jaar geleden. In verschillende nationale en EU-onderzoeksprojecten is gewerkt aan kennisontwikkeling op het gebied van teelt. Ook de marktontwikkeling is in een nieuwe fase beland, waarbij verschillende groepen lupinetelers, waaronder Lekker Lupine en Lupeel, gezamenlijk aan de weg timmeren om nieuwe concepten voor de afzet te realiseren. Door de aandacht voor de eiwittransitie is ook vanuit de industrie hernieuwde interesse in andere peulvruchten voor humane consumptie. Deze brochure is tot stand gekomen in opdracht van Lekker Lupine, Lupeel, en Proeflab Wageningen, binnen de projecten 'Kennisdelen lupineteelt voor humane consumptie' en 'Verbonden Peelproeftuinen voor slimme rotatieteelten', met financiering vanuit RVO, IBP Vitaal Platteland en de provincie Noord-Brabant, in samenwerking met LLTB, Agroproeftuin de Peel en Innovatiehuis De Peel.

Inhoud

Teeltkalender en leeswijzer	5
1. Lupineteelt, iets voor mij?	7
1.1 Lupine in de eiwittransitie	7
1.2 Is lupineteelt iets voor mij?	8
2. Wat is lupine?	11
2.1 Lupine voor menselijke consumptie	11
2.2 Geschikte soorten voor Nederlandse bodems	12
2.3 Groeitypen	14
2.4 Bitterstoffen alkaloiden	15
2.5 Voordelen in een gewasrotatie	18
2.6 Grond- en perceelskeuze	21
2.7 Vruchtwisseling	22
3. De teelt van lupine	27
3.1 Rassenkeuze	27
3.2 Zaaizaad bestellen	30
3.3 Bemesting	31
3.4 Zaaien	36
3.5 Opkomst	41
3.6 Tussen zaaien en oogsten	42
3.7 Onkruidbestrijding	43
3.8 Vochtvoorziening tijdens bloei en peulzetting	47
3.9 Ziekten en plagen	48
3.10 Oogst	55
3.11 Drogen	59
Literatuur	61
Adressen	63



Teeltkalender en leeswijzer

Maand	Wat	Hoe	Lezen
okt-nov	Perceelskeuze	Bepaal het perceel waar je komend jaar lupine wilt telen. Nu is het moment waarop je eventueel een reparatiebekalking kunt uitvoeren.	2.6 3.3
dec-jan	Zaaizaad bestellen	Kies een ras dat past bij je teeltdoel & grondsoort. Vraag zo mogelijk een analyse van het alkaloidengehalte aan de zaadleverancier.	3.2
mrt-apr	Zaaien	Zorg voor een goede zaaibedbereiding en inzaai met een geschikte zaaimachine met scherpe zaakouters: zaaidiepte 3-4 cm. Bepaal zaaidichtheid aan de hand van type ras en duizendkorrelgewicht.	3.4
mrt-mei	Onkruidbestrijding	Inzetten van mechanische en/of chemische onkruidbeheersing.	3.7
apr-mei	Opkomststellingen	Kijk of er voldoende planten staan om een goed sluitend gewas te vormen. Bepaal bij slechte opkomst wat de oorzaak is.	3.5
mei-juli	Ziekten en plagen	Let goed op ziekten en plagen die de gewasontwikkeling kunnen verstoren. Bij conventionele teelt kan mogelijk nog worden ingegrepen. In elk geval is het belangrijk de oorzaak te achterhalen zodat het in een volgend seizoen mogelijk voorkomen kan worden.	3.9
mei-juli	Gebreksverschijnselen	Bij verkleuringen van de bladeren of dwerggroei kan er sprake zijn van mineralengebrek. Dit is via bladsap-analyses te achterhalen en in sommige gevallen door bladbemesting nog te corrigeren.	3.3
aug-sept	Afrijping en oogst	Kijk vanaf eind juli goed in het gewas om de mate van afrijping te bepalen, en de oogstdatum vast te stellen.	3.10
sept >	Drogen en bewaren	Zorg ervoor dat de lupine op de dag van oogsten eventueel nog voorgeschoond en nagedroogd kan worden.	3.11



1. Lupineteelt, iets voor mij?

1.1 Lupine in de eiwittransitie

Lupine is bij uitstek een gewas dat past binnen de maatschappelijk gewenste overgang van dierlijke naar plantaardige eiwitten (eiwittransitie). Vergeleken met de meeste andere peulvruchten bevat lupine veel eiwit (33-40%), maar bevat het weinig tot geen zetmeel of suikers. Lupine sluit daarmee goed aan bij een gezond en duurzaam voedingspatroon. Vanuit het oogpunt van de landbouw vormt lupine een erg geschikte aanvulling op het bouwplan. Het gewas is, in tegenstelling tot veel populaire peulvruchten als kikkererwten, linzen en soja, goed te telen onder Nederlandse omstandigheden. Het is van grote toegevoegde waarde in de gewasrotatie, door vastlegging van stikstof, opbouw van koolstof in de bodem en mobilisatie van fosfaat. Daarnaast is het als bloeiend gewas aantrekkelijk voor wilde bijen en insecten, en zorgt het voor diversiteit in het landschap.

Van alle peulvruchten die op de wereld verbouwd worden, neemt lupine een bescheiden plaats in. Toch wordt er wereldwijd bijna een miljoen hectare lupine verbouwd, waarvan ongeveer 60% in Australië. In Europa vind je de meeste lupine in Polen en Duitsland. Het grootste deel van de lupine-productie is echter niet bestemd voor menselijke consumptie, maar voor veevoeding. Vanwege de hoge voedingskwaliteit en de aandacht voor de eiwittransitie beginnen lupines in West-Europa echter steeds meer belangstelling te krijgen vanuit de levensmiddelenindustrie. Lupine is echter niet nieuw als voedingsmiddel. De boontjes worden al sinds de oudheid in Egypte gegeten en ook in Zuid-Europa zijn ze sinds jaar en dag onderdeel van het menu.

De teelt en verwerking van lupine als voeder- en voedingsgewas in Nederland kent nog niet zo'n hele lange geschiedenis. Hoewel lupine vanaf de tweede helft van de 19^e eeuw wel op enkele duizenden hectares verbouwd werd, was dit voornamelijk voor grondverbetering (groenbemesting). Dit komt omdat er toen alleen bittere lupines bestonden die ongeschikt waren voor zowel dier als mens. Vlak voor de Tweede Wereldoorlog werden er echter zoete lupines geselecteerd die ook als veevoeding konden worden gebruikt. Tot een echte doorbraak is het nooit gekomen door de opkomst van de kunstmest. Pas sinds 2007 is er weer een groeiende belangstelling voor lupines in Nederland, onder andere vanwege de gewenste eiwittransitie. Dit heeft geresulteerd in een nog bescheiden, maar groeiend areaal van 120 hectare in 2021. De eerste focus lag daarbij op de teelt van smalbladige, blauwe lupine (*Lupinus angustifolius*), maar rond 2015 is daar breedbladige, witte lupine (*Lupinus albus*) bijgekomen. Een aantal van de pioniers op het gebied van lupineteelt hebben zich de afgelopen jaren verenigd om die lokale ketenontwikkeling een boost te geven. Telers binnen Lekker Lupine en LuPeel ondersteunen elkaar in kennisdeling en productontwikkeling. Dit past binnen het beleid zoals dat in de Nationale Eiwitstrategie is geformuleerd, waarbij de opschaling van de teelt en afzet van peulvruchten voor humane consumptie gestimuleerd wordt. Deze afspraken zijn in 2022 door 56 organisaties vastgelegd in de Green Deal Eiwitrijke gewassen, ook wel de Bean Deal genoemd (www.beandeal.nl).

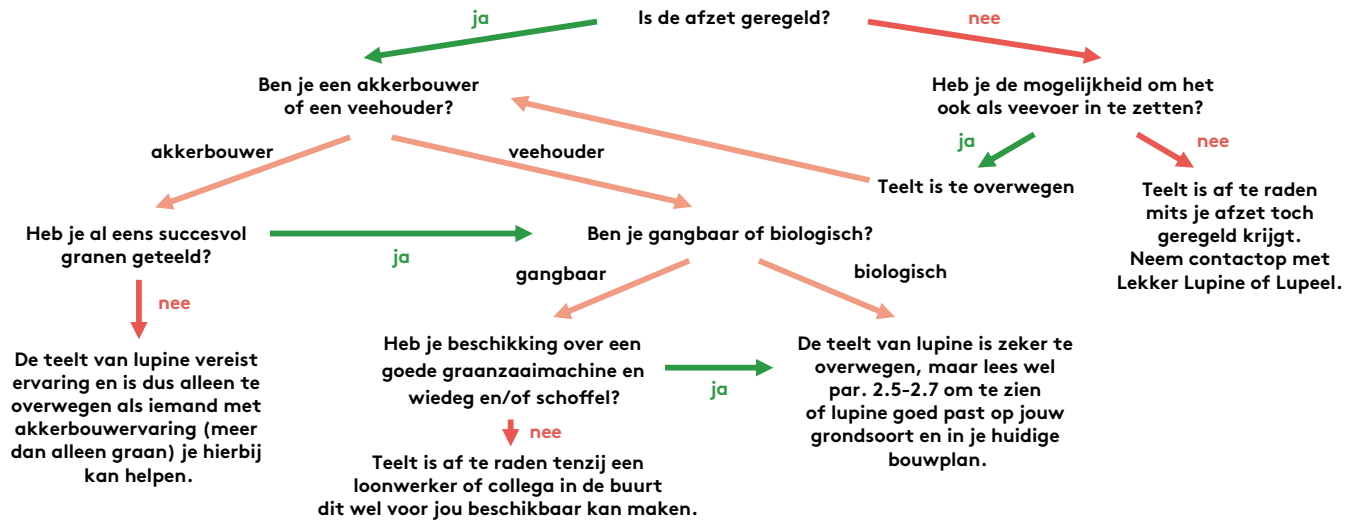
1.2 Is lupineteelt iets voor mij?

Hoewel lupines als opkomende teelt en als hoogkwalitatief voedingsmiddel erg interessant zijn, is het belangrijk om goed te overwegen of de teelt echt bij jou en je bedrijf past. Het is zeker geen teelt die altijd wel lukt en waar je altijd wel afzet voor vindt. Het is dus belangrijk om vooraf te inventariseren wat je voor de teelt en de afzet nodig hebt. De volgende beslisboom kan mogelijk helpen bij het maken van een goed onderbouwde beslissing.

Ontwikkeling lupineteelt in Nederland

Jaap Melgers: De teelt van lupine op ons bedrijf heeft verschillende fases doorgemaakt. Inmiddels hebben we al meer dan 30 jaar ervaring in dit gewas! In de jaren '90 hebben we een aantal jaren zaadteelt van gele lupine gedaan. Die werd toen veel als groenbemester gebruikt. Dat hield op een gegeven moment op, en toen zijn we rond 2005 begonnen met blauwe lupineteelt als toevoeging aan meel, voor Frank Food Products (sinds 2017 Inveja). In 2011 zijn we voor Vivera blauwe lupine gaan telen als vleesvervanger. Inmiddels telen we voor het 6e jaar witte lupine, die als hele boon in conserven verwerkt wordt.





Toelichting bij de beslisboom

Afzet: De markt voor lupines is nog niet zo sterk ontwikkeld, dus is het wijs om dit vooraf goed te regelen. Twee groepen zijn op dit moment actief in de ketenontwikkeling voor lupines in Nederland: Lekker Lupine en LuPeel. Beide groepen verzorgen ook de begeleiding van nieuwe telers en het coördineren van de afzet waardoor je als teler geen duur leergeld hoeft te betalen. Lekker Lupine verzorgt ook schoning en opslag, en treedt op als Nationaal Platform. Lukt het (nog) niet de afzet geregeld te krijgen, dan is het in ieder geval belangrijk te weten of je wel afzet hebt voor de lupines als veevoer want de grote collecteurs als Agrifirm en CZAV zijn niet ingericht om lupines voor veevoer af te nemen.

Akkerbouwervaring: Het telen van lupines is een stuk uitdagender dan de teelt van graan en zeker dan de teelt van mais. Ben je veehouder en heb je nog nooit granen (of zelfs je eigen mais) geteeld, dan is de teelt van lupine waarschijnlijk een brug te ver.

Zaaimachine: Daar waar je granen nog wel met een graszaaimachine kan zaaien is dat bij lupine echt sterk af te raden. Een zaaimachine met scherpe kouters die het zaad echt goed op diepte kan wegleggen is een must voor de teelt van lupine.

Mechanische onkruidbestrijding: Voor conventionele telers is het belangrijk te weten dat de hoeveelheid herbiciden die beschikbaar zijn voor de teelt erg beperkt is daar de teelt van lupine in Nederland nog klein is. De meest beschikbare herbiciden zijn daarbij bodemherbiciden die alleen voorafgaand aan de teelt kunnen worden toegepast. De werkzaamheid van deze voor-opkomst behandeling is erg afhankelijk van de weers- en bodemcondities net na zaaien en is daarmee onbetrouwbaar. Na opkomst zijn er vrijwel geen toepasbare middelen. Daarom is het essentieel dat je mechanische onkruidbeheersing in de vorm van een goede wiedege of schoffelgarnituur altijd achter de hand hebt.



2. Wat is lupine?

2.1 Lupine voor menselijke consumptie

De gebruiksgeschiedenis van lupines door de mens gaat vele duizenden jaren terug naar het vroege begin van de landbouw en is niet alleen terug te vinden in Europa, maar ook in Latijns-Amerika. Lupinezaden zijn al aangetroffen op prehistorische vindplaatsen in Israël, waar ze zo'n 12.000 jaar geleden door de mens verzameld werden. In het oude Griekenland werd lupine geteeld onder de naam *thermos*. Dit waren heel andere soorten (*Lupinus pilosus* en *Lupinus micranthus*) dan de soorten die op dit moment veel geteeld worden. In de loop der tijd heeft lupine een plek gekregen in het dieet van landen rond de Middellandse Zee, de Nijldelta en Noord-Afrika (breedbladige, witte lupine) en in de Andes (Andeslupine: *Lupinus mutabilis*). Bij deze traditionele eetculturen gaat het uitsluitend om bittere lupines, die pas na langdurig weken, spoelen en soms toasten kunnen worden geconsumeerd. Traditioneel worden deze lupines vaak als snack gegeten (*tremoços* in Portugal of *chocho* in Latijns-Amerika).

Door veredeling zijn tegenwoordig echter ook zeer zoete lupinerassen verkrijgbaar, die zonder 'ontbitteren' door de mens kunnen worden geconsumeerd, wat de toepassingsmogelijkheden enorm vergroot. Vooral in breedbladige, witte en smalbladige, blauwe lupine is er een redelijk rassenaanbod van zoete rassen. Daarnaast zijn er ook nog iets bitterdere rassen op de markt, die als veevoer geschikt zijn, en zeer bittere rassen, die als groenbemester geteeld worden.

Lupines kunnen op allerlei manieren in ons menu worden ingepast. Zo kan witte lupine als gehele boon worden gegeten, of verwerkt worden in salades, hummus-achtige producten of warme gerechten. Blauwe lupine kan als meel worden gebruikt, en worden verwerkt in brood of andere levensmiddelen. Witte en Blauwe lupine kunnen ook getoast worden en verwerkt tot koffie alternatieven. Als vlokken vormen ze een ingrediënt voor repen of muesli. Lupine kan ook worden gefermenteerd om er vervolgens plantaardige zuivelproducten van te maken, tempeh, tofu of miso-achtige smaakmakers. Daarnaast kan lupine gebruikt worden voor de productie van eiwitconcentraat of -isolaat, waarmee het een ingrediënt wordt voor de productie van vleesvervangers. Ten slotte kan het lupinevocht gebruikt worden als basis voor sauzen, zoals plantaardige mayonaise.

Het hoge eiwitgehalte (30-35%) in combinatie met het ontbreken van zetmeel (geen melig mondgevoel) geeft lupines een bijzondere positie ten opzichte van andere peulvruchten. Door het hoge gehalte aan fermenteerbare voedingsvezels sluit lupine perfect aan bij huidige voedingstrends. Bij de meeste toepassingen voor menselijke consumptie blijft een voldoende laag bitterstofgehalte (<0,02% of 200 mg/kg) van belang. Daarbij is een goede rassenkeuze essentieel.



Scan QR-code voor 2 mindmaps van lekkere combinaties met de lupineboon, voor koude en warme gerechten (door SVH Meesterkok Angélique Schmeinck).



2.2 Geschikte soorten voor Nederlandse bodems

Hoewel er in de volksmond over ‘lupine’ wordt gesproken, zijn er in totaal 4-5 verschillende soorten die geteeld worden voor humane consumptie. Die soorten verschillen onderling net zo sterk van elkaar als tarwe en rogge! Lupine is een plantengeslacht binnen de vlinderbloemigen familie, met in totaal meer dan 260 verschillende soorten. De soorten die geteeld worden voor humane consumptie zijn eenjarig, maar er bestaan ook meerjarige soorten, struiken en boomlupines^[1]. De twee belangrijkste soorten die in Nederland worden geteeld voor humane consumptie zijn breedbladige, witte (*Lupinus albus*), en smalbladige, blauwe (*Lupinus angustifolius*). Daarnaast wordt in Europa ook gele lupine (*Lupinus luteus*) geteeld als veevoer of groenbemester, en wordt gewerkt aan veredeling van de Zuid-Amerikaanse Andeslupine (*Lupinus mutabilis*). Op heel kleine schaal wordt ook *Lupinus pilosus* geteeld in Italië, een bittere lupine die traditioneel als koffiesurrogaat wordt gebruikt. Deze handleiding focust op twee soorten: breedbladige, witte lupine en smalbladige, blauwe lupine.



Niet de bloemkleur, maar de breedte van de deelblaadjes in het handvormige blad zijn onderscheidend voor de soort. De kleur van zowel smalbladige als breedbladige lupine varieert van blauw tot wit.

Breedbladige, witte lupine (*Lupinus albus*)

Witte lupine onderscheidt zich niet door bloemkleur, maar door de bredere deelblaadjes in het handvormige blad. De afgelopen 10 jaar zijn er veel nieuwe rassen op de markt gekomen, vooral van Franse, Poolse en Duitse veredelaars. Een aantal van deze soorten rijpt vroeg genoeg af voor Nederlandse omstandigheden, waarbij er echter wel grote rasverschillen bestaan. Kaarstypes rijpen in het algemeen eerder af dan vertakkende types (zie 2.3), maar de laatsten hebben vaak een hoger opbrengstpotentieel. Daarnaast zijn er sinds een paar jaar ook wintertypes van witte lupine op de markt, die mogelijk voor Nederland geschikt kunnen zijn. In 2021-22 heeft het Louis Bolk Instituut hiermee de eerste rassenproeven in Nederland uitgevoerd. De eerste resultaten lijken positief, maar het is nog te vroeg om op basis hiervan aanbevelingen te doen. Witte



Breedbladige, witte lupine. Links een blauwbloeiend, rechts een witbloeiend ras.

lupine vormt forsere planten dan blauwe, smalbladige lupine. De bonen van witte lupine zijn groot, met een onregelmatige ronde vorm, en plat.

Het gewas kan geteeld worden op gronden met pH 5,5-7,5. In tegenstelling tot blauwe, smalbladige lupine kan witte lupine ook geteeld worden op gronden met een hogere pH en kalkrijkere gronden, hoewel de kalkgevoeligheid erg afhankelijk is van het gebruikte ras. De groeiduur is 140-200 dagen (afhankelijk per ras). Witte lupine is het meest gevoelig voor anthracnose (brandvlekkenziekte). Het opbrengstpotentieel is 2-5 t/ha. Het eiwitgehalte van witte lupine ligt gemiddeld rond de 36%, maar kan afhankelijk van ras en jaar variëren van 31-40%. Omdat witte lupine, in tegenstelling tot blauwe lupine, een minder harde schil heeft, heeft het andere toepassingsmogelijkheden voor humane consumptie.

Smalbladige, blauwe lupine (*Lupinus angustifolius*)

Ook blauwe lupine onderscheidt zich niet door bloemkleur, maar door de smalle deelblaadjes in het handvormige blad. In de eerste jaren van de lupineteelt in Nederland, werd er voornamelijk blauwe, smalbladige lupine geteeld, omdat het rassenaanbod groter was, en omdat deze rassen eerder afrijpten onder Nederlandse omstandigheden. Omdat blauwe lupine minder gevoelig is voor anthracnose (brandvlekkenziekte), wordt het met name in Duitsland veel meer geteeld dan witte lupine. In Duitsland wordt lupine voornamelijk geteeld als veevoer, in tegenstelling tot in Nederland, waar de teelt vooral voor humane consumptie is. Blauwe lupine is aangepast aan kalkarme gronden (zand-, leem en rivierklei) met optimale pH tussen 5 en 6,8. Het koolzure kalkgehalte mag voor blauwe lupine niet boven 0,8% komen. De groeiduur is 120-180 dagen (rasafhankelijk).

De opbrengst ligt tussen 2 en 5 t/ha. Het eiwitgehalte van de voor Nederland geschikte blauwe lupinerassen ligt gemiddeld op 35%, maar varieert afhankelijk van ras en jaar van 29 tot 42%. Voor humane consumptie wordt blauwe lupine gebruikt als lupinemeel. In de verwerkende industrie wordt blauwe lupine gebruikt voor de ontwikkeling van eiwitisolaten.



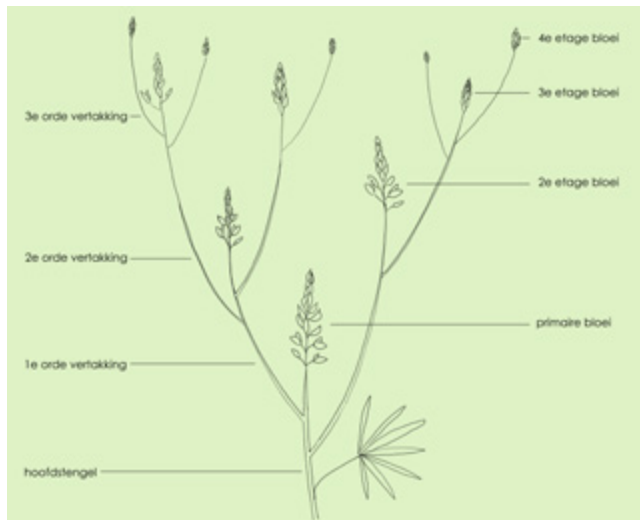
Boven smalbladige, blauwe lupine met een blauwe bloeiwijze (Regent), onder met een witte (Primadonna).

2.3 Groeitypen

Binnen de diverse soorten lupine zijn er grofweg twee groeitypes te onderscheiden: vertakte (ongedetermineerde) en kaars (gedetermineerde) types. Sommige rassen vormen een tussenvorm: 'semi-gedetermineerd'. In het rassenoverzicht (par. 3.1) staat het groeitype vermeld.

Vertakkende | ongedetermineerde type

Dit groeitype vormt als eerste bloemen op de hoofdstengel. Al tijdens de bloei op de hoofdstengel, groeien zijtakken boven de hoofdstengel uit (1^e orde vertakking), waardoor deze minder zichtbaar wordt. Ook op de zijtakken vormen zich vervolgens bloeiaartjes en peulen. Dit is de zogenaamde '2^e etage' bloei en peulzetting. Vervolgens vormt de plant ook op de tweede orde vertakking bloemen en peulen: de '3^e etage' bloei. Het voordeel van een vertakkend groeitype is de betere bodembedekking en daardoor onkruidonderdrukking. De zaaidichtheid is lager dan bij een niet-vertakkend kaarstype. Daarnaast bezit dit type een sterk herstellend



Schematische weergave van vertakkende lupine met etages.

vermogen bij lage plantdichtheid, doordat er dan meer vertakkingen worden aangemaakt dan wanneer diezelfde planten in een hogere plantdichtheid op het veld komen te staan. Een nadeel van dit groeitype is een grotere kans op ongelijke afrijping. Ook wordt het afrijpingstijdstip verlaagd naarmate de plant meer vertakkingen of bloei-etages maakt. Binnen dit groeitype is het daarom belangrijk om te zoeken naar rassen die ondanks de plantdichtheid de neiging hebben af te rijpen na 2 tot 3 etages bloei. Onderzoek in vertakkende, witte lupine heeft laten zien dat ongeveer 49% van het zaad van de 2^e etage afkomstig is, 21% van de derde etage, en 9% van de hoofdstengel^[2]. Een 4^e etage heeft in het algemeen weinig zetting meer en kan niet meer geoogst worden, omdat hij te laat afrijpt. Het zetten van meer of minder etages bloei is erg afhankelijk van het ras.

Kaars | gedetermineerde type

In de zomerlupines maakt dit groeitype hoofdzakelijk één bloeiaar, die veelal boven het blad uitsteekt. Deels vindt nog beperkte bloei en peulzetting plaats op de eerste orde vertakking (2^e etage bloei), maar deze



Links: kaarstype; rechts: vertakkend type.

vertakkingen komen niet boven de hoofdbloei uit. De groei van de plant stopt zodra de eerste bloeiaar opent. Het grote voordeel van dit groeitype is de gelijktijdige afrijping. Alle peulen worden rond dezelfde tijd gemaakt en rijpen gelijkmatig af. In het algemeen rijpen deze types eerder af dan ongedetermineerde types. Doordat de planten in zomerlupines nauwelijks vertakken moet een wat hogere plantdichtheid worden aangehouden om tot goede productie te komen. Een nadeel van dit groeitype is de beperkte planthoogte, wat onkruidonderdrukking moeilijker maakt. De planten zijn vaak wat minder legeringsgevoelig. In de winterlupines kunnen gedetermineerde types wel tot 4 etages maken. Dit heeft het voordeel van een vroegere en gelijkmatige afrijping, maar ook het voordeel van vertakking (onkruidonderdrukking).

2.4 Bitterstoffen | alkaloiden

In alle lupinesoorten en -rassen komen van nature bitterstoffen (alkaloiden) voor. In de meeste rassen die als groenbemesters verkocht worden, zijn deze gehalten zeer hoog; dit zijn ‘bittere’ rassen. Door veredeling zijn de gehalten in zogenaamd ‘zoete’ rassen zo laag, dat ze geen gevaar vormen voor de gezondheid. Door een aantal factoren kan het gehalte in zoete rassen echter toch (te) hoog worden. Daarbij speelt de bitterheid

van het uitgangsmateriaal (zaaizaad) een cruciale rol. Andere factoren die van invloed zijn, hebben te maken met klimaatomstandigheden tijdens het groeiseizoen, met name droogte en warmte. Ook de nutriëntenbeschikbaarheid in de bodem speelt een rol. Hierdoor zien we grote fluctuaties in gehalten in bitterstoffen tussen verschillende rassen en jaren.

Hoeveel bitter is ongezond?

Te veel bitterstoffen maken de boon ongeschikt voor menselijke consumptie of diervoeding. Het heeft een negatief effect op de smaak en is bij een te hoge dosis toxisch. Naar een aantal bitterstoffen (met name sparteïne, lupanine, 13-OH-lupanine en lupinine) is specifiek onderzoek verricht naar giftigheid. In de mens worden deze stoffen voor een groot deel onveranderd uitgescheiden, waardoor alleen bij een hele hoge dosis toxiciteit optreedt. De acute verschijnselen treden op doordat de signaaloverdracht van de zenuwen naar de spieren geblokkeerd wordt. Dit kan zorgen voor duizeligheid, hartkloppingen en in het zeer zeldzame, maar ergste geval, een fatale ademstilstand. Acute vergiftiging door het eten van bittere lupine komt echter maar zeer zelden voor, omdat de sterke bitterheid de consumptie van dit soort lupines onaantrekkelijk maakt. In het Middellandse Zeegebied en in de Andes, worden traditioneel lupines gegeten van bittere rassen. De bonen worden daarbij eerst ontbitterd door ze in meerdere

Tabel 1 Kenmerken van niet-vertakkende en vertakkende groeitypen van lupine.

	Vroege afrijping	Gelijke afrijping	Onkruid- onderdrukking	Bestand tegen legering	Plantdichtheid	Herstellend vermogen bij slechte opkomst
Niet-vertakkend	++	++	- +	++	hoog	-
Vertakkend	- +	- +	++	- +	lager	++

stappen te weken en te spoelen. Door onzorgvuldige verwerking kunnen deze bonen te bitter zijn en klachten veroorzaken. Ook dieren kunnen last hebben van te hoge gehalten in het voer. Dit komt in het veevoer soms door incidentele vermenging met bittere (groenbemester) rassen. Met name in blauwe lupine zijn bittere rassen op de markt, die alleen als groenbemester geschikt zijn.

Wetgeving

Door veredeling zijn in een aantal soorten lupine alkaloïde-arme of 'zoete' rassen ontstaan. Een ras mag in de EU 'zoet' genoemd worden, als het minder dan 5% bittere bonen bevat (EC regulation No. 1121/2009). Deze norm is gerelateerd aan de teelt van lupine voor veevoer. In de EU is er (nog) geen wettelijke norm vastgelegd voor producten bedoeld voor humane consumptie³. In Frankrijk adviseert het CSHP om voor producten bedoeld voor humane consumptie alleen lupinemeel te gebruiken met een bitterstofgehalte lager dan 200 mg/kg⁴. In Australië en Nieuw-Zeeland is er een wettelijke norm van maximaal 200 mg/kg in producten zoals lupinemeel. Afnemers hanteren daarom in de praktijk meestal de norm van 200 mg/kg droge stof (0,02%). Voor diervoeding zijn de gehalten hoger. Voor éénmagigen (varkens en kippen) wordt een grens van 300 mg/kg aangehouden, voor melkvee een grens van 600 mg/kg.



Zaaizaad van witte lupine.

Bitterheid van zaaizaad

Door kruisbestuiving in combinatie met een niet 100% zoete genetische samenstelling van het ras, zal elke volgende oogst bitterder zijn dan het uitgangsmateriaal. Dit moet als belangrijke overweging meegenomen worden wanneer je je eigen oogst weer als zaaizaad wilt gebruiken. Door het hogere aandeel kruisbestuiving in witte lupine gaat de toename in bitterheid over de volgende generaties veel sneller dan in blauwe lupine. Tenzij door analyse bekend is dat het eigen geogste zaad (ruim) onder de norm van 200 mg/kg ligt, is het niet aan te raden om eigen zaaizaad voor vermeerdering te gebruiken. Bij uitgangsmateriaal met lage gehalten (100 mg/kg) zou je in witte lupine ca. 2x kunnen vermeerderen voordat de gehalten te hoog worden, en in blauwe lupine 3x. Wanneer er veel meer kruisbestuiving in witte lupine optreedt, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van honingbijen, kunnen de gehalten na 1x zelf vermeerderen al te hoog worden. Ook bij aangekocht zaaizaad is het aan te raden vooraf na te vragen of zelf te bepalen of het gehalte bitterstoffen ruim onder de 200 mg/kg ligt. Veel zaaizaad is namelijk bestemd voor de veevoermarkt waar de normen voor alkaloiden hoger liggen dan voor humane consumptie. Ook zijn sommige van de verhandelde 'zoete' rassen bij witte lupine door hun hoge alkaloiden gehalte sowieso alleen geschikt als veevoer.



De Europese wetgeving garandeert zelfs bij het gebruik van gecertificeerd zaaizaad, niet dat het gehalte aan bitterstoffen laag genoeg zal zijn. Vraag daarom aan de zaadleverancier wat het gehalte is in het geleverde zaaizaad, of laat het zaaizaad zelf testen (voor labs: zie adreslijst achterin deze brochure).

Effect van klimaat op bitterheid

Het is bekend dat zowel droogte als hoge temperaturen effect kunnen hebben op bitterheid in lupines. Het effect van droogte en temperatuur is complex. Er is nog maar bij een beperkt aantal soorten en rassenonderzoek naar gedaan, en de effecten zijn zeer waarschijnlijk rasafhankelijk. Droogte kan een verhogend of verlagend effect hebben op alkaloiden, afhankelijk van het moment tijdens de groei. Wat betreft temperatuur, zorgt met name een hogere temperatuur tussen bloei en peulzetting voor hogere alkaloidengehalten^{[5][6]}.

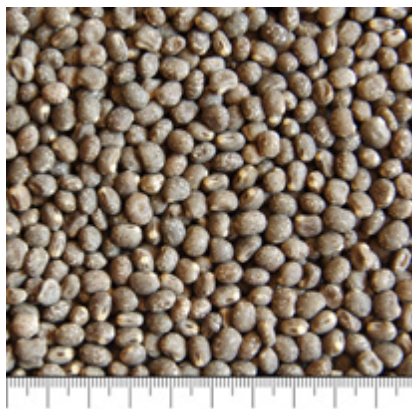
Effect van bemesting op bitterheid

Uit de literatuur zijn effecten bekend van een tekort aan kalium en zwavel in de plant op het gehalte aan bitterstoffen^[7]. Tussen 2008 en 2018 is in 5 experimenten door het Louis Bolk Instituut gekeken naar het effect van bemesting op bitterstoffen in lupines. In deze proeven zagen we op zandgrond met lage gehalten aan zwavel en

kalium een effect van bemesting op het alkaloidengehalte. Dit was zowel in blauwe als in witte lupine zichtbaar. Op kleigronden met voldoende hoge zwavel- en kaliumgehalten zagen we geen effect van een extra bemesting. Op zandgronden lijkt het effect van een bemesting met zwavel sterker dan dat van kalium. Mogelijk heeft dit te maken met het feit dat op de zandgronden zwavel in het algemeen sterker limiterend was. Een voorbeeld van een proefresultaat van een zwavelbemesting met 60 kg S/ha (150 kg SO₃/ha) op dalgrond (met <2 kg S aan zwavelleverend vermogen), is een verlaging van het alkaloidengehalte in witte lupine van 328 naar 207 mg/kg.



Laat voorafgaand aan de teelt een bodemonderzoek doen naar de hoeveelheid plantbeschikbaar zwavel en kalium. Wanneer deze laag zijn, voer dan een bemesting met een zwavel- en/of kaliumhoudende meststof uit. (zie par. 3.3 bemesting)



Ronde zaden van blauwe lupine (witte zaden: Boruta, bonte, gespikkelde zaden: Haags Blaue) en platte zaden van witte lupine (Feodora).

2.5 Voordelen in een gewasrotatie

Lupine heeft een aantal voordelen in het bouwplan. Het gewas legt stikstof en koolstof vast, waarvan een deel ten goede komt aan het volggewas, en een deel zorgt voor bodemopbouw. Daarnaast kan lupine fosfaat in de bodem mobiliseren. Ten slotte is de peulvrucht goed voor de biodiversiteit op het bedrijf.

Stikstofbinding

Lupine is een vlinderbloemig gewas, dat met hulp van een bacterie gasvormige stikstof (N_2) uit de lucht bindt. Een goed producerend gewas kan een behoorlijke hoeveelheid stikstof bevatten. Afhankelijk van het stikstofgehalte van de bodem, wordt een kleiner of groter deel van de totale hoeveelheid stikstof die de plant nodig heeft uit de lucht gehaald. Bij een hoog stikstofgehalte in de bodem, heeft de plant de samenwerking met de bacterie minder hard nodig en zal er minder stikstof uit de lucht worden gehaald. Metingen aan de hoeveelheid stikstof die uit de lucht wordt gehaald, laten zien dat de percentages kunnen variëren tussen 29-97%, met een gemiddelde van zo'n 75%. Het grootste gedeelte van de stikstof wordt bij de oogst afgevoerd in de eiwitrijke bonen. Een kleiner deel blijft achter in de gewasresten. In Tabel 2 staat een indicatie van de hoeveelheid stikstof die in de bonen en in de bovengrondse



Lupine produceert veel biomassa in blad, stengel en wortel, die koolstof vastlegt en teruggeeft aan de bodem.

gewasresten achterblijft. Daarnaast zit er ook nog een forse hoeveelheid stikstof in de wortelresten. Omdat deze tegen het einde van de teelt deels al naar de bodem teruggevoerd zijn, is deze hoeveelheid lastiger te meten. Naar schatting is dit net zo veel of meer dan de hoeveelheid die achterblijft in de bovengrondse gewasresten. Als je erin slaagt om deze stikstof naar het volggewas over te brengen, kun je daarmee zeker zo'n 30-60 kg N/ha in de bemesting besparen.

Koolstofvastlegging

Lupine kan door middel van haar gewasresten een flinke bijdrage leveren aan de opbouw van de

Tabel 2 Indicatie van stikstof in gewasresten van witte lupine bij verschillende opbrengstniveaus.

Opbrengst	2.5 ton/ha	5 ton/ha
N totaal in gewas (kg/ha)	>165	>330
N fixatie (kg/ha) 75% (29-97%)	124 (48-160)	248 (96-320)
N in bonen (kg/ha)	130	260
N in bovengrondse gewasresten (kg/ha)	30	60

Tabel 3 Bijdrage van gewasresten van lupine aan bodemopbouw, in vergelijking met tarwe.

Gewasrest	OS (kg/ha)	HC	EOS (kg/ha)	C/N
Lupinestro (bij 2.5 ton/ha bonen)	2410	44	950	44
Lupine peuldoppen (bij 2.5 ton/ha bonen)	1160	32	340	62
Lupinestro (bij 5 ton/ha bonen)	4820	44	1900	44
Lupine peuldoppen (bij 5 ton/ha bonen)	2310	32	680	62
Zomertarwe, stro afgevoerd	5200	32	1630	75
Zomertarwe, stro achtergelaten	8400	31	2590	75

Data van tarwe^[8], data lupine uit incubatieproeven met gewasresten van lupine, uitgevoerd door het Louis Bolk Instituut binnen het project LIBBIO.

HC = humificatiecoëfficiënt: de fractie die één jaar na toediening nog over is in de bodem;

EOS = Effectieve Organische Stof: de organische stof die één jaar na toediening nog over is in de bodem.

bodem-organische stof. Bij een gemiddelde opbrengst van 2,5 ton/ha levert lupine zo'n 1290 kg effectieve organische stof (de organische stof die na één jaar nog over is in de bodem). Dit komt in de buurt van zomertarwe waarbij het stro wordt afgevoerd. Een heel goed ontwikkeld lupinegewas is vergelijkbaar met tarwe wat betreft bodemopbouwend vermogen (Tabel 3).

Fosfaatmobilisatie

Vlinderbloemige planten hebben het vermogen om het element fosfor (P) vrij te maken uit een slecht beschikbare bodemvoorraad. Dit komt doordat hun wortels organische zuren uitscheiden, die de fixering van P in de bodem voorkomen. Bovendien treedt er bij stikstofbinding in de wortelknolletjes tegelijkertijd een verzuring van het wortelmilieu op, waardoor de oplosbaarheid van calciumfosfaten toeneemt. Witte lupine ontwikkelt op fosfaatarme gronden speciale clusterwortels, die efficiënt fosfaat vrijmaken. De clusterwortels zijn dik bedekt met lange wortelharen, en zijn een aanpassing aan hele arme gronden.

Gewasdiversiteit

Meer gewasdiversiteit zorgt voor een grotere diversiteit aan voedsel voor het bodemleven. Bodemgebonden ziekten en plagen die profiteren van een krappe vruchtwisseling, krijgen minder kans wanneer hun waardplant minder vaak op het perceel aanwezig is. Een goede inpassing in de rotatie is dan wel een voorwaarde. De beschikbare kennis hierover staat in paragraaf 2.7.



Na het oogsten van lupine blijft er een behoorlijke hoeveelheid gewasresten achter op de akker.

Wilde bijen en bestuiving

Als bloeiend gewas draagt lupine zeker zo'n 4 weken per jaar bij aan de voedselvoorziening van insecten en wilde bijen, en heeft daarmee een grote meerwaarde in het landschap, waar in het algemeen weinig bloeiende gewassen te zien zijn. Lupine produceert geen nectar, maar bijen gebruiken het stuifmeel wel als eiwitbron voor hun larven. Daarom wordt lupine goed bezocht door allerlei wilde bijensoorten. In onderzoek op verschillende locaties in Nederland, zijn 43 verschillende soorten insecten op witte en blauwe lupine gevonden, waarbij afhankelijk van de locatie hommels, zweefvliegen of honingbijen de boventoon voerden. Solitaire bijen zoals behangersbijen en zandbijen bezoeken soms ook lupine^[9].

Rol van bestuiving in lupine

Het percentage kruisbestuiving dat optreedt is in blauwe lupine ca. 2% en in witte lupine ca. 8%^[10]. Wanneer er echter heel veel bestuivende insecten aanwezig zijn, kan dit in witte lupine oplopen naar 25%^[11]. Bestuivingsexperimenten in lupine hebben laten zien dat de aan- of afwezigheid van bestuivende insecten geen effect heeft op de opbrengst^[9]^[12]^[13]. Lupine wordt als zelffertil beschouwd^[12]. Dit betekent dat de plant zichzelf bevrucht nog voordat de bloem opengaat. Omdat kruisbestuiving een negatief effect heeft op bitterheid van de volgende generatie planten, wordt in vermeerderingsvelden de aanwezigheid van bestuivers zoveel mogelijk vermeden of zelfs bestreden (McNaughton, pers. med.). Een groter aandeel kruisbestuiving zal voor een snellere inkruising van bittere planten zorgen, en daarmee het gehalte aan alkaloiden sneller laten stijgen. In een normaal productieveld is het niet nodig om extra bestuivers aan te trekken of honingbijen erbij te zetten. Er zit een stuk 'verborgen' bitterheid in het uitgezaaide



Steenhommel op bezoek in lupine.

zaaizaad (zoete zaden die genetisch heterozygoot zijn, en die wel zullen zorgen voor bittere planten). Dit kan ervoor zorgen dat het alkaloidengehalte in het geoogste zaad hoger is dan in het zaaizaad. Maar kruisbestuiving in het seizoen zelf zorgt nog niet direct voor een bittere oogst. In een vermeerderingsveld is het daarentegen nadrukkelijk af te raden om honingbijen in te zetten. Dit zorgt namelijk voor een snellere toename van de bitterheid in de volgende generatie^[14].



Lupine is een prachtig gewas om wilde bijen aan te trekken. Het is echter ook zelfbestuivend (zelffertil), al voordat de bloem opengaat. Wilde bijen hebben daarom geen direct effect op de opbrengst. In vermeerderingsvelden is de inzet van honingbijen zelfs ongewenst, want dit leidt tot een snellere inkruising van bitterheid.

2.6 Grond- en perceelskeuze

Lupine kan op bijna elke grondsoort groeien (zand, leem, zavel, löss en klei), mits de bodemstructuur goed op orde is en het koolzure kalkgehalte niet te hoog is. Lupine kan slecht tegen een overmaat vocht. Zeker op zwaardere gronden zijn een goede bodemstructuur en ontwatering essentieel voor het succesvol telen van lupine. Daar staat tegenover dat opbrengsten beduidend hoger zijn op gronden met een goede vochtvoorziening dan op droogtegevoelige zandgronden. Bij de perceelskeuze speelt ook onkruiddruk een rol.

Voor wat betreft de zuurgraad en het kalkgehalte bestaat er een belangrijk verschil in tolerantie tussen de verschillende soorten en rassen lupines. Witte lupine, blauwe (smalbladige) lupine en gele lupine zijn in toenemende mate gevoelig voor een te hoog kalkgehalte en de daarmee gepaard gaande hoge pH van de grond. Voor blauwe lupine mag de pH niet hoger zijn dan 6,8, met een maximum koolzure kalkgehalte van 0,8%. Voor gele lupine ligt de grens bij een pH van 6. Op gronden met een hogere pH (7-8) moet daarom gekozen worden voor witte lupine. Kalktolerantie is sterk afhankelijk van het ras witte lupine, maar voldoende vocht tijdens de groei zorgt ervoor dat kalkstress in het Nederlandse klimaat minder sterk een rol speelt^{[15][16]}.

In Nederland is witte lupine succesvol geteeld op jonge zeekleigronden met een pH tot 7,9 en een kalkgehalte (CaCO_3) tot 8,6%^{[16][17]}. In Italië wordt lupine geteeld op vulkanische bodems met pH 8,5. In het algemeen lijkt het kalkgehalte ook voor witte lupine eerder beperkend dan de pH. Een te hoog gehalte aan bicarbonaat (HCO_3^-) (als onderdeel van kalk), zorgt voor een slechtere opname van ijzer, wat een negatief effect heeft op de stikstofbinding door wortelknolletjes. Daarnaast zorgt

een hoog Ca^{2+} -gehalte ook voor een slechtere wortelgroei. Bij een kalkgehalte van 10% kan witte lupine niet meer groeien^{[18][19][20]}.

Lupine staat bekend om zijn betere tolerantie van een lage pH, in vergelijking met andere peulvruchten. We hebben in Nederland zowel witte als blauwe lupine probleemloos geteeld op dalgronden met een pH tot 4,8. Bij teelt van winterlupine kan er op zure bodems in combinatie met waterstagnatie toxiciteit van mangaan en tekort aan ijzer ontstaan, waardoor de groei tot stilstand komt en de planten afsterven. Mogelijk zijn ook sommige zomerlupine rassen gevoelig voor mangaantoxiciteit en ijzertekort, waardoor bekalking op gronden met een $\text{pH} < 5,5$ nodig zou kunnen zijn. Op dit gebied is echter meer onderzoek nodig.



Kalkchlorose van blauwe lupine op een proefveld in Italië. Het hoge bicarbonaatgehalte zorgt voor een slechte ijzeropname en tekort aan stikstofbinding.

2.7 Vruchtwisseling

Lupine komt het meest tot zijn recht onder relatief stikstofarme omstandigheden. Door zijn vermogen tot stikstofbinding, heeft het zelf weinig tot geen stikstof uit de bodem nodig. Bij een hoog gehalte aan minerale stikstof in de bodem, zal lupine niet alleen minder stikstof binden, maar ook legeringsgevoelig worden. Lupine mag volgens de mestwetgeving niet geteeld worden na gescheurd grasland daar lupine geen stikstofbehoefstig gewas is. Vanwege de hoge N-nalevering uit (meerjarig) grasland en de kans op ritnaalden is dit om meerdere redenen geen geschikte voorvrucht. Daar staat tegenover dat lupine voor veel gewassen wél een geschikte voorvrucht vormt, omdat ze vrij veel stikstof achterlaat voor het volgende gewas. Een winterteelt die direct na de oogst van lupine gezaaid wordt, kan optimaal van de stikstof gebruikmaken die na de teelt in de bodem achterblijft. Als er pas in het volgende voorjaar gezaaid wordt, is een vanggewas nodig dat de stikstof opneemt. Lupine geeft kansen om de bodemgezondheid te verbeteren, als door verbreding van de gewasrotatie de ziektedruk minder wordt. Een aantal bodemziekten



Japanse Haver is een groenbemester die niet tegen strenge vorst kan. Hij kan ingezet worden om het wortellesie-aaltje *Pratylenchus penetrans* te bestrijden.

spelen echter ook in lupine een rol. Als in een perceel een hoge druk aan aaltjes of schimmels aanwezig is, kan het nodig zijn de plek van lupine in de rotatie aan te passen.

Gewasrotatie & aaltjes

In de literatuur is er maar sporadisch onderzoek gevonden naar aaltjesgevoeligheid of -vermeerdering door lupine. Het meeste onderzoek komt uit Australië, waar lupine in een intensieve rotatie met granen wordt geteeld. Resultaten van veldproeven die we uitgevoerd hebben op dalgrond in Groningen bevestigen de vermeerdering van *Pratylenchus penetrans*. Bij een problematische aanwezigheid van *Pratylenchus penetrans* (Pp) in een perceel, is de teelt van peulvruchten voorafgaand aan een gevoelig gewas af te raden. Bovendien is lupine zelf heel gevoelig voor aantasting door Pp (zie par. 2.7). In blauwe lupine vonden we op dalgrond een vermeerdering (reproductiefactor, Rf) van 4,5 en in witte lupine van 4,1. In veldboon (Rf 7,7) en soja (Rf 14,0) was de vermeerdering nog sterker. De gevoeligheid en vermeerdering van Pp door lupine vinden we ook terug in de literatuur ^{[21][22]}. Een positieve rol kan lupine



Serradelle is het enige gewas waarop de schimmelziekte *Pleiochaeta setosa* zich ook vermeerdert. Gebruik het daarom niet in rotatie met lupine.

spelen bij de beheersing van het Bietenwortellesieaaltjes (*Pratylenchus neglectus*). In Nederland wordt dit aaltje alleen gemeld bij de vergroting van Rhizoctoniaschade in aardappel, maar in Australië veroorzaakt het sterke schade in onder andere tarwe, koolzaad en kikkererwt. In gronden waar alleen *Pratylenchus neglectus* voorkomt, is de teelt van lupine gunstig. Zowel witte als blauwe lupine zijn resistent tegen *P. neglectus*, en veroorzaken een afname van dit aaltje in de bodem^{[23][24]}.

Gewasrotatie & bodemschimmels

In paragraaf 3.9 komen de belangrijkste schimmelziekten in lupine aan bod. Sommige schimmelziekten in lupine, met name Brandvlekkenziekte (*Anthraco*nose, *Colletotrichum lupini*) en Bruinevlekkenziekte (*Pleiochaeta setosa*) worden vrijwel altijd door het zaad overgebracht. De sporen van *Colletotrichum lupini* overleven op gewasresten zolang deze nog niet afgebroken zijn. De sporen van Bruinevlekkenziekte kunnen langer in de bodem overleven. Om deze reden is een minimale gewasrotatie van 1:4 tussen verschillende peulvruchten nodig. Om opbouw van bodemgebonden ziekten te

voorkomen is het beter om lupine zelf in een rotatie van 1:6 te telen.

Er zijn twee bodemschimmels die lupine aantasten, waar je in een rotatie rekening mee moet houden. Dit zijn *Sclerotinia sclerotiorum*, en *Rhizoctonia solani* AG 2-2. Het zijn met name peulvruchten die sterke schade kunnen ondervinden van *Sclerotinia*, maar sterke vermeerdering van *Sclerotinia* kan ook plaatsvinden door de teelt van sommige groenbemesters: met name bladkool, bladrammenas en gele mosterd. Onder andere aardappel, peen, witlofpennen, sluitkool en koolzaad kunnen last hebben van *Sclerotinia* en deze (matig) vermeerderen. Qua bodemtype zijn vooral humusrijke zandgronden en dalgronden gevoelig voor schade. Grassen en granen verminderen de infectiedruk van *Sclerotinia*^[26]. De schimmel kan vele jaren in de bodem overleven. Een gewasrotatie van 1:6 tussen peulvruchten onderling is nodig om de besmettingsdruk laag genoeg te houden.

Lupine kan ook worden aangetast door *Rhizoctonia solani*. Daarbij is de anastomosegroep (AG) van belang, omdat het bepaalt welke gewassen als voorvrucht een

Vruchtwisseling op rivierklei

André Jurrius: We hebben op ekoboerderij de Lingehof een brede vruchtwisseling van minimaal 1:6, waar lupine goed in past. We telen biologisch, op relatieve zware grond; rivierklei in de Betuwe. Lupine is een rustgewas, dat we gebruiken om de grond voor te bereiden op intensievere gewassen. Onze rotatie begint meestal met 2 jaar grasklaver gevolgd door uien. Na de uien komt een eerste rustgewas, meestal een graan, gevolgd door een wat intensiever gewas zoals pompoen, rode kool of mais. Hierna komt een stikstofbindend rustgewas: meestal lupine, soms ook erwt. Deze gewassen laten met hun gewasresten veel stikstof achter dat beschikbaar komt voor het volgende gewas. We eindigen onze rotatie met aardappels.



risico vormen doordat ze deze vorm van *Rhizoctonia* vermeerderen. Van smalbladige, blauwe lupine is bekend dat deze gevoelig is voor AG 2-1, AG 2-2, AG 4 en AG 11^[26]. Omdat er binnen de anastomosegroepen ook nog subgroepen bestaan, is niet altijd duidelijk welke

gewassen voor dezelfde subgroep gevoelig zijn. In het algemeen wordt verondersteld dat AG 2-2 sterk vermeerdert op suikerbiet, mais, aardappel, schorseneer, peen, gladiool en lelie. Ook raaigras, witte klaver en *Tagetes* kunnen AG 2-2 sterk vermeerderen. In aardappel is

Tabel 4 Belangrijkste bodemziekten, vermeerdering en schade in lupine en andere gewassen.

Bodemziekte	schade en vermeerdering in lupine	grondsoort	schade in:	vermeerdering in:
<i>Pratylenchus penetrans</i>	●●●	Z, D, ZV	o.a. ui, cichorei, aardappel, mais, peen, schorseneer, lelie	o.a. peulvruchten, ui, aardappel, luzerne, haver, rogge
<i>Pratylenchus neglectus</i>	—	Z, D, ZV, K	versterkt schade door <i>Rhizoctonia solani</i> in aardappel (*)	(*)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	●●●	Z, D	peulvruchten en witlof (matig schade: aardappel, koolzaad, cichorei, peen, sluitkool, dahlia, bladrammenas, gele mosterd)	peulvruchten, bladkool, bladrammenas, gele mosterd (matig: aardappel, peen, sluitkool, koolzaad)
<i>Rhizoctonia solani</i> AG 2-2	●●●	Z, D, ZV, K	suikerbiet, schorseneer, gladiool, lelie, facelia (matig schade: peen, mais)	suikerbiet, mais, aardappel, schorseneer, peen, gladiool, lelie, raaigras, witte klaver, tagetes (matig: boon, prei, gele mosterd, winterkoolzaad, facelia)

Rood = sterke schade in gewas, groen = geen schade in gewas. Stippen (1-3) geven mate van vermeerdering aan. Eén streepje = natuurlijke afname; Twee streepjes = actieve onderdrukking. Grondsoorten: Z = zand, D = dalgrond, ZV = zavel, K = klei (*) In Australië schade en vermeerdering in tarwe, gerst, haver, koolzaad en kikkererwt^[27].

Meer gedetailleerde informatie is te vinden op www.aaltjesschema.nl en in het Bodemschimmelschema^[25].

meestal een andere anastomosegroep verantwoordelijk voor schade (AG 3), die in lupine nauwelijks van belang is. *Rhizoctonia solani* kan 1 à 2 jaar overleven in de bodem met of zonder gewasresten.

Vanggewas na lupine

In totaal zit er in de bovengrondse gewasresten van een lupine (afhankelijk van de opbrengst) zo'n 70 kg stikstof. Ondergronds zit waarschijnlijk ook nog behoorlijk wat stikstof, maar het is lastiger om hier de grootte van te bepalen. De stikstof kan naar een volggewas worden overgedragen, mits er direct na de lupineteelt een winterteelt gezaaid wordt. Wanneer dat niet het geval is, is er een vanggewas nodig om de stikstof over de winter naar het volggewas te tillen. Daarbij is een niet-doodvriezende groenbemester te verkiezen, omdat deze de stikstof het langste weet vast te houden.



Lupine kan als vlinderbloemige veel stikstof binden. Om te profiteren van de stikstof die in de gewasresten wordt achtergelaten, is een vanggewas nodig als er niet direct een volggewas gezaaid wordt.

Rotatie op zandgrond

Jaap Melgers: De percelen van ons bedrijf De Tongelaar liggen hoofdzakelijk op lemig zand, met een enkele enkeerdzandgrond. Het organische stofgehalte ligt rond 2-2,5% en de pH zit rond de 5,5. Voor lupine mag de grond aan de zure kant zijn. Het gewas laat een mooi diep doorwortelde grond met een goede structuur achter. We hebben geen vaste volgorde in het bouwplan, maar wisselen granen (spelt en haver), tweejarige grasklaver en niet-granen met elkaar af. Daarbij vormen aardappelen en pompoen een blok, alsook sperziebonen en lupine. Na de lupine wordt meestal een wintergraan geteeld. Het is daarbij de kunst om de stikstof goed vast te houden. Afgelopen jaar hebben we de spelt bijvoorbeeld pas begin november gezaaid, omdat de onkruiddruk van zuring in het perceel erg hoog was, en we die eerst wilden bestrijden. Idealiter zou je dus eerder willen zaaien, maar praktisch is dat niet altijd mogelijk.





3. De teelt van lupine

3.1 Rassenkeuze

Bij het kiezen van een lupineras is het belangrijk om te letten op de soort lupine (blauw-smalbladig of wit-breedbladig), het groeitype (vertakkend of kaars) en het alkaloïdengehalte. De eerste keuze die je als teler moet maken, is tussen smalbladige, blauwe lupine of breedbladige, witte lupine. Met beide soorten valt een goede opbrengst te behalen en zijn er voldoende zoete rassen beschikbaar. De belangrijkste factor is de afzet: heb je een afzet voor witte of voor blauwe lupine geregeld, waarbij de toepassing voor humane consumptie van belang is (par. 2.1). Daarnaast is de grondsoort van belang: blauwe lupine kan niet tegen een hoge pH en een hoog kalkgehalte. Voor dit type grond is dus alleen witte lupine geschikt (par. 2.2). Wanneer je voor veevoer teelt, heb je iets meer mogelijkheden. In witte lupine bestaan Anthracnose-tolerante rassen. Deze zijn ongeschikt voor humane consumptie (i.v.m. bitterstoffen), maar wel geschikt voor veevoer. Voor de teelt van veevoer is echter ook blauwe lupine geschikt. Naast zomertypes zijn er ook wintertypes van witte lupine beschikbaar. De teeltoverleving met winterlupine is echter nog te beperkt om hier in deze handleiding dieper op in te gaan.

De informatie over rassen komt uit vergelijkende rassenproeven, die sinds 2007 door het Louis Bolk Instituut zijn uitgevoerd. Daarnaast hebben telers inmiddels ook al met een groot aantal rassen praktijkervaring opgedaan. Uit de rassenproeven komen duidelijke verschillen naar voren in vroegheid, ziektegevoeligheid, legeringsgevoeligheid, alkaloïdengehalte en opbrengstpotentieel.

Op grond van de resultaten komen voor de Nederlandse situatie de volgende vijf rassen blauwe, en zes rassen witte het meest in aanmerking. Daarnaast zijn er nog twee rassen witte lupine die wel als veevoer geschikt zijn (voor herkauwers), maar vanwege het hoge alkaloïdengehalte niet geschikt zijn voor humane consumptie. Op de kwalitatief betere, meer vochtleverende gronden is een wat hogere opbrengst te verwachten dan op droge, matige grond. Andere blauwe en witte rassen presteerden goed in rassenproeven. Met name uit Polen afkomstige blauwe rassen hadden vaak een zeer late afrijping onder Nederlandse omstandigheden. Deze rassen worden soms wel in Nederland aangeboden, maar zijn eigenlijk alleen geschikt als groenbemester.



Controle van zaaidiepte en zaaiafstand van witte lupine



Iris

DLF Trifolium/Innoseeds – DK | Soya UK - GB

Blauwe lupine, vertakkend type, 50-70 cm hoog gewas, opbrengst tussen 2-4 ton/ha, weinig gevoelig voor legering. Bleef in een besmet proefveld in 2018 vrij van anthracnose; in 2016 werd ondanks aantasting van peulen een opbrengst van 2,5 t/ha gehaald. Rijpt tijdig af (eind augustus, begin september) Eiwitgehalte 31-40%.



Primadonna

DLF Trifolium/Innoseeds - DK

Blauwe lupine, niet-vertakkend kaarstyp, 40-50 cm hoog gewas, opbrengst 2-4 ton/ha, nagenoeg ongevoelig voor legering. Bleef in 2018 in een besmet proefveld vrij van anthracnose, maar werd in 2016 wel aangetast met een slechte peulzetting en opbrengst van 1,3 t/ha. Vroegste rijp van alle blauwe lupines (half tot eind augustus). Eiwitgehalte 29-34%.



Regent

HR Smolice - PL

Blauwe lupine, vertakkend type, dat zich soms als kaarstyp gedraagt; 40-70 cm hoog gewas, opbrengst 2-4 ton/ha. Weinig gevoelig voor legering. Redelijk tolerant voor anthracnose: het gewas wordt wel aangetast, maar gaf in een besmet proefveld in 2016 een opbrengst van 3,5 t/ha en in 2018 2.1 t/ha. Afrijping soms wat onregelmatig. Eiwitgehalte 31-38%.



Boruta

Saatzucht Steinach - DE

Blauwe lupine, matig vertakkend type, 60-70 cm hoog gewas, opbrengst 2-4 ton/ha, weinig legeringsgevoelig. Vertoonde zeer lichte aantasting met anthracnose in 2018, en bleef in 2016 anthracnose-vrij in een besmet proefveld. Tijdig rijp (eind augustus, begin september). Eiwitgehalte 29-39%.



Boregine

Saatzucht Steinach - DE

Blauwe lupine, vertakkend type. 45-60 cm hoog gewas, opbrengst 2-4 ton/ha. In Duitsland het meest verbouwde blauwe lupineras (als veevoer). In vergelijking met andere rassen van blauwe lupine relatief hoog in alkaloiden. Eiwitgehalte 31-42%.



Sulimo

Cérieence, FR

Witte lupine, vertakkend type, gewashoogte 75-85 cm, opbrengst 3-4 ton/ha (beperkt aantal rassenproeven). Relatief laat afrijpend (eind september). Gevoelig voor anthracnose en legeringsgevoelig. Eiwitgehalte 31-40%.



Butan

HR Smolice - PL

Witte lupine, vertakkend type, 55-70 cm hoog gewas, opbrengst 2-3 ton/ha, weinig legeringsgevoelig. Gevoelig voor anthracnose. Rijpt iets later af dan het kaarstype Boros. Eiwitgehalte 33-36%



Figaro

Cérience, FR

Witte lupine, vertakkend type, gewashoogte 80-85 cm, opbrengst tot 3 ton/ha (beperkt aantal rassen-proeven). Laat afrijpend (eind september - half oktober). Gevoelig voor anthracnose. Weinig legeringsgevoelig. Eiwitgehalte 32-39%.



Dieta

Soya UK - GB

Vertakkend type, 90-100 cm hoog gewas, opbrengst 2-3 ton/ha, legeringsgevoelig, later rijp (eind september - half oktober). Dieta blijkt erg kalktolerant en kan op jonge zeekeigronden geteeld worden. Eiwitgehalte ca. 35%.



Boros

HR Smolice - PL

Witte lupine, niet-vertakkend kaarstype, 50-60 cm hoog gewas, opbrengst 2-3 ton/ha, rijpt relatief vroeg af (eind augustus, begin september). Boros lijkt goed te kunnen groeien op kalkhoudende kleigrond. Eiwitgehalte 32-35%.



Feodora

Cérience - FR

Witte lupine, vertakkend type, 75-85 cm hoog gewas, opbrengst 2-4 ton/ha, weinig legeringsgevoelig. Gevoelig voor anthracnose. Op tijd afrijpend (half - eind september), maar later dan de Poolse rassen Butan en Boros. Eiwitgehalte 35-39%.



Frieda

DSV - DE

Witte lupine, vertakkend type. Vanwege het hoge alkaloidengehalte, **alleen geschikt als veevoer voor herkauwers**.

60-80 cm hoog gewas, opbrengst 4-5 ton/ha. Is wat gevoelig voor legering, en iets sterker dan Celina. Anthracnose-tolerant. Eiwitgehalte 34-38%. (data alleen uit Duitse rassenproeven)



Celina

DSV - DE

Witte lupine, vertakkend type. Vanwege het hoge alkaloidengehalte, **alleen geschikt als veevoer voor herkauwers**.

60-80 cm hoog gewas, opbrengst 4-5 ton/ha. Is wat gevoelig voor legering. Anthracnose-tolerant. Eiwitgehalte 33-37%. (data alleen uit Duitse rassenproeven)

3.2 Zaaizaad bestellen

Doordat lupine nog maar een niche is en tegelijkertijd een gewas dat volop in ontwikkeling is, is er geen standaardaanbod bij reguliere zaadleveranciers. Op dit moment zijn er een beperkt aantal zaadhandelaren die lupinezaaizaad aanbieden. Soms kan zaaizaad ook rechtstreeks bij buitenlandse vermeerderders besteld worden (adreslijst achter in de brochure). Het is vanwege logistiek en marktpositie handig om dit met een groep telers samen te regelen. Lekker Lupine en Lupeel organiseren zaaizaad voor hun telers. Het is daarbij van belang erop te letten dat het zaaizaad gecertificeerd is. Dit is echter nog geen garantie voor voldoende zoetheid voor humane consumptie. Gecertificeerd zaaizaad mag namelijk 2,5% bittere zaden bevatten, wat voor humane consumptie een te hoge norm is. Een ras mag als zoet handelszaad op de markt gebracht worden als het maximaal 5% bittere zaden bevat. Dit is echter alleen een garantie voor veevoerkwaliteit (met <600 mg/kg bitterstoffen). Vraag daarom zelf na bij de leverancier of het zaaizaad (ruim) onder de norm van 200 mg/kg alkaloiden zit. Een aantal schimmelziekten, waaronder anthracnose (brandvlekkenziekte) worden via het zaaizaad overgedragen. Bij ongecertificeerd zaaizaad is de kans groter dat deze ziekten aanwezig zijn.

3.3 Bemesting

Stikstof

Lupine is een vlinderbloemige, die met behulp van een bacterie (*Bradyrhizobium lupini*) de benodigde stikstof uit de lucht kan halen. Ongeveer 5-6 weken na opkomst komt er stikstof door fixering beschikbaar voor de plant^[28]. Op hele arme bodems zou er dus in het begin een stikstoftekort kunnen optreden, maar in het algemeen is bemesting met stikstof niet nodig. In Australië wordt soms een startgift van 5-10 kg N/ha gegeven, wanneer er in de bodem nauwelijks stikstof aanwezig is en de bodemtemperatuur laag is^[21]. Te veel bodemstikstof is echter zeker niet aan te raden. Het zorgt voor een slechtere vorming van wortelknolletjes en minder vastlegging van stikstof. Uit experimenten in 2011 bleek dat een lichte stikstofgift de opbrengst negatief beïnvloedde doordat het gewas ziektegevoeliger en legeringsgevoeliger werd.

Fosfaat

In het algemeen hoeft witte lupine niet met een fosfaatmeststof te worden bemest. Witte lupine ontwikkelt op fosfaatarme bodems zogenaamde clusterwortels die helpen met de fosfaatopname. Het zijn korte zijworteltjes die organische zuren uitscheiden waarmee de plant niet alleen fosfaat, maar ook ijzer,

mangaan en zink mobiliseert. Doordat lupine in staat is gebonden fosfaat te mobiliseren, kan lupine dus zonder fosfaatbemesting prima groeien, zelfs op gronden waar volgens de bodemanalyse wordt aangegeven dat er maar weinig plantbeschikbaar fosfaat in de bodem aanwezig is (Pw of P-PAE). Fosfaatbemesting is dan ook alleen te overwegen als ook de fosfaatvoorraad (P-Al en P-totaal) erg laag zijn. Dit soort extreem fosfaatarme gronden komen in Nederland bijna niet voor.



Winterlupine Orus met clusterwortels en wortelknolletjes. De clusterwortels zorgen voor extra opname van fosfaat en sporenelementen.

Tabel 5 Afvoer van nutriënten (kg) per ton geproduceerd lupinebonen^[21].

	N	P	P2O5	K	K2O	S	SO ₃	Ca	CaO	Mg	MgO
Witte lupine	51,2	3,0	6,9	8,0	9,6	2,3	5,7	2,2	3,1	1,6	2,7
Blauwe lupine	57,3	3,6	8,2	8,8	10,6	2,5	6,2	2,0	2,8	1,3	2,2

Kalium

Kalium zorgt voor een efficiëntere fotosynthese. Voldoende kalium zorgt voor een betere droogte-tolerantie én dat de plant beter bestand is tegen wateroverlast^[28]. De opname van kalium door een lupinegewas is lager dan die van tarwe. In proeven met het witte lupineras Boros, zagen we een afvoer van 10 kg K (12 kg K₂O) per ton geproduceerd zaad, op een dalgrond met een ruime bodemvoorraad (305 kg/ha). In Australië wordt gerekend met een afvoer van 8 kg K (9,6 kg K₂O) per ton productie van blauwe lupine, en 8,8 kg K (10,6 kg K₂O) voor witte lupine. Naast het feit dat een lage kaliumbeschikbaarheid in de grond de planten gevoeliger maakt voor droogte en wateroverlast, kan een te lage bodemvoorraad ook het gehalte aan bitterstoffen verhogen (zie par. 2.4). Bij een laag K-getal adviseren we daarom een bemesting met kalium (Tabel 6).

Tabel 6 Bemestingsadvies kalium op basis van bodemvoorraad of K-getal.

K-getal	K-bodem-voorraad (kg/ha)	Bemestingsadvies	
<12	< 150	200 kg K ₂ O/ha	166 kg K/ha
12-18	150-300	100 kg K ₂ O/ha	83 kg K/ha
>18	> 300	Geen	Geen

Zwavel

Zwavel is nodig voor zaadproductie en voor de vorming van chlorofyl en eiwit. Het is ook essentieel voor de vorming van stikstofknolletjes. Een zwavelgebrek lijkt op een stikstofgebrek (lichtere planten). Per ton geproduceerd zaad wordt 2,3 kg S afgevoerd door blauwe lupine, en 2,5 kg S/ha door witte lupine. Een zwaveltekort kan,

net als kalium, ook een stijging van het gehalte aan bitterstoffen veroorzaken (zie par. 2.4). Bij een lage zwavelbeschikbaarheid adviseren we bemesting met een zwavelhoudende meststof (Tabel 7).

Tabel 7 Bemestingsadvies zwavel op basis van zwavelleverend vermogen van de bodem.

S-leverend vermogen (kg S/ha)	Bemestingsadvies	
< 15	150 kg SO ₃ /ha	60 kg S/ha
15-30	75 kg SO ₃ /ha	30 kg S/ha
> 30	Geen	Geen



Een algemene bodemanalyse geeft inzicht in de plantbeschikbaarheid van kalium en zwavel. Bij een lage beschikbaarheid kan met een zwavelhoudende kaliummeststof worden bemest. Een gift van 330 kg/ha patentkali levert 100 kg/ha K₂O, 137 kg/ha SO₃ en 33 kg/ha MgO. Laat meststoffen niet in direct contact komen met het zaad, lupine is gevoelig voor verbranding.

Sporenelementen

De belangrijkste sporenelementen in de teelt van lupine zijn mangaan, molybdeen, zink en borium. Verder kan ijzer belangrijk zijn op gronden met een hoge pH. Bij alle sporenelementen is er een smalle grens tussen een tekort en een (toxische) overmaat. Het bodemtype, en met name pH kunnen een indicatie zijn voor tekorten (of voor een overmaat). Vaak is er in de bodem wel voldoende aanwezig, maar kan de plant er niet altijd bij. Om een tekort vast te stellen, is een bladanalyse het meest geschikt.

Mangaantekort

Een mangaantekort komt vooral voor op bodems met een hoge pH en/of een hoog organische stofgehalte, waarbij langdurige droogte het effect versterkt. Een tekort treedt zelden op voor de bloei begint, maar de plant heeft een grote behoefte tijdens de zaadontwikkeling en zaadrijping. Een mangaantekort uit zich vooral in een sterk vertraagde afrijping en zorgt voor het splijten van de zaden. De jonge blaadjes krijgen een gele rand, met bruine vlekjes, maar blijven aan de basis groen. Omdat mangaan relatief immobiel is in de bodem, moet een bodemtoepassing altijd door de bouwvoor heen worden gewerkt. Wanneer er tijdens het seizoen een tekort optreedt (vast te stellen door een bladbemonstering vlak voor de bloei) (zie Tabel 8) kan een bladbemesting worden toegepast met 1 kg mangaan/ha.

Mangaantoxiciteit

In de teelt van lupine kan ook sprake zijn van een teveel aan mangaan, vooral op zuurdere bodems (pH < 5,5) en bij zuurstofgebrek in een waterverzadigde bodem. Het resultaat is dan onder andere dwerggroei, bruine vlekjes op het blad, en lichter gekleurde bladdelen. Een mangaanoverschot komt vaak voor in combinatie met een ijzertekort. Net zoals bij een molybdeentekort kan een reparatiebemesting met kalk een oplossing zijn. In geval van waterstagnatie is een structuurverbetering van de bodem nodig.



De pH en het gehalte koolzure kalk zijn belangrijk bij de keuze voor blauwe of witte lupine, maar kunnen ook een indicatie zijn voor een mogelijk tekort (of overmaat) aan sporenelementen. Een tekort aan sporenelementen kan het beste worden aangetoond met een bladanalyse.

Molybdeen

Molybdeen is een onmisbaar sporenelement voor stikstoffixatie. In Nederland komt molybdeengebrek vooral voor op zand- en dalgronden die ijzeroer bevatten, met een $\text{pH-CaCl}_2 < 5,6$. In de plant is een molybdeentekort zichtbaar door het lichter worden van de plant (door een gebrek aan stikstoffixatie), verminderde groei en verlate bloei. Een molybdeengebrek kan alleen vastgesteld worden door een bladtest, en niet door bodemonderzoek (zie Tabel 8). Een tekort kan tegengegaan worden door de pH op minimaal 5,6 te brengen, of (in de gangbare teelt) met behulp van een bemesting met natrium-molybdaat. Het effect van bekalken is langzaam, en een reparatiebekalking wordt daarom het beste in het najaar al uitgevoerd^{[21][28]}.



Een symptoom van mangaantoxiciteit is dwerggroei, zoals in deze winterlupine op een zure, waterverzadigde bodem.

Zink

In Nederland is er een grote variatie in gehalten plant-beschikbaar zink per regio, per grondsoort, en zelfs per perceel, maar de trend is dat de zinkgehalten dalen. De meeste zink wordt aangevoerd met organische mest. Bij een hogere pH (>6.5) is de zinkbeschikbaarheid meestal laag, en per punt pH stijging, daalt de oplosbaarheid van zink met een factor 100. In Australië wordt zink gezien als het belangrijkste aandachtspunt in sporenelementen, waarbij een zinktekort tot wel 30% opbrengstverlies kan leiden. Per ton geoogste lupinezaad, wordt er ongeveer 30 kg zink afgevoerd. Witte lupine is gevoeliger voor een zinktekort dan blauwe lupine. Een eerste teken van zinktekort is een lichtere bladkleur van het nieuwe blad. Sterker zinktekort zorgt voor onregelmatige, donkerbruine plekken op de toppen en randen van ouder blad in blauwe lupine, en voor rode randen in witte lupine. De nieuwe blaadjes hebben kortere bladsteeltjes, waardoor



Afwijkingen aan het blad (verkleuring, verdraaiing, vlekken) kunnen wijzen op de aanwezigheid van ziekten, maar ook op een tekort aan voedingsstoffen of sporenelementen.

ze een bossig uiterlijk krijgen. De blaadjes buigen naar achteren, en er ontstaan bruine vlekjes langs de middennerf van de nieuwe blaadjes. Wanneer er tijdens het seizoen een zinktekort optreedt, is alleen een bladbemesting effectief, bij voorkeur in twee toepassingen binnen 4-6 weken na opkomst. In Australië wordt op gevoelige gronden een jaarlijks bemestingsadvies van 1-2 kg Zn/ha aangehouden.

Borium

Borium speelt een rol bij groei en celdeling. Symptomen van een boriumtekort zijn donkergroen blad, waarbij de nieuwe blaadjes naar beneden toe omkrullen. De nieuwe blaadjes zijn ook dik en waterverzadigd, met een donkergroene nerf en kortere bladsteeltjes. Deze symptomen kunnen lijken op die van het komkommermozaïekvirus. Boriumgebrek komt vooral voor op zandgronden met een laag organische stofgehalte, maar kan ook voorkomen op löss- en dalgronden. Het wordt versterkt bij lage (<4) en hoge (>6) pH waarden. Op zand- en dalgronden kan borium makkelijk uitspoelen. Per ton geproduceerde lupine, wordt er ongeveer 20 g borium afgevoerd^[29]. Adviesgiften voor borium zijn er maar voor een beperkt aantal gewassen, waaronder luzerne. Deze variëren van 0,5-1,5 kg B/ha (met vaste meststof) of 0,2-0,4 kg B/ha (met vloeibare meststof), afhankelijk van de boriumtoestand van de grond. Voor lupine geldt dat gelijktijdige bemesting met borium tijdens het zaaien kan zorgen voor toxiciteit. Bladbemesting met borium kan in lupine worden toegepast^[30].



Wanneer je een tekort aan sporenelementen corrigeert, laat dan altijd een strookje onbemest om het effect te kunnen zien.

IJzer

De fase waarin de plant wortelknolletjes maakt, is het meest gevoelig voor een ijzertekort. Planten met een ijzertekort zijn kleiner en het jonge blad is heldergeel van kleur. Bij een sterk tekort kunnen ook de middelste bladeren terugkrullen in de richting van de basis van het blad. Onder waterverzadigde omstandigheden kunnen er ook bruine vlekjes op het blad ontstaan. De symptomen zijn vergelijkbaar met die van een zwavel- of een zinktekort, maar de relatie met het bodemtype is anders. Op zure bodems is een ijzertekort zeldzaam: het komt vooral voor op bodems met een hogere pH (>7.0) en bij waterstagnatie. Blauwe lupine is gevoeliger voor ijzertekort dan witte lupine. In geval van een tekort kan bladbemesting worden toegepast.



Lupine is bijzonder gevoelig voor verbranding door te hoge concentraties aan meststoffen in de vroege ontwikkeling en vorming van wortelknolletjes. Als er meststoffen worden toegediend, zorg er dan voor dat die niet in direct contact zijn met het zaad of de kiemende plant.

Tabel 8 Kritieke waarden van plantanalyses van zoete lupines **tijdens de bloei**.

Nutriënten	Deel van de plant bemonsteren	Kritieke waarde
Fosfor (P) (%)	Jongste volgroeide blad	0,2
Kalium (K) (%)	Jongste volgroeide blad	1,5
Zwavel (S) (%)	Hele scheut	0,2-0,25
Magnesium (Mg) (%)	Jongste volgroeide blad	0,17
Molybdeen (Mo) (mg/kg)	Jongste volgroeide blad	0,005
Borium (B) (mg/kg)	Jongste volgroeide blad	15
Koper (Cu) (mg/kg)	Jongste volgroeide blad	3,0
Mangaan (Mn) (mg/kg)	Bovenste 10 cm stengel, vlak voordat de eerste bloemknop opengaat	20
Zink (Zn) (mg/kg)	Jongste volgroeide blad	12-14

Waarden onder de kritieke waarden duiden op een tekort, erboven betekent voldoende aanwezig^[21].

3.4 Zaaien

Zaaimoment

Zaaien kan plaatsvinden vanaf medio maart, afhankelijk van de bodemtemperatuur. Als de grond in het voorjaar bewerkbaar is, kan vroege zaai (3e week maart) hogere opbrengsten geven dan latere zaai (tweede helft april), hoewel er wel verschillen zijn waargenomen per ras. Vroeg zaaieren brengt echter wel een risico met zich mee. Met name witte lupines zijn beperkt vorstresistent (tot -6°C). Blauwe lupines zijn vorstresistenter en beginnen pas schade te vertonen bij -8 tot -10 °C. Daarnaast kan vroeg zaaieren leiden tot vertraagde kieming wat de kans op kiemschimmels vergroot.



Zaadichtheid

De hoeveelheid zaaizaad is afhankelijk van de gewenste plantdichtheid van het gewas, het duizendkorrelgewicht (DKG) en de kiemkracht van het te gebruiken zaaizaad. Bij vertakkende groeitypes kunnen lagere plantdichtheden aangehouden worden dan bij niet-vertakkende of kaarstypes. Daarnaast wordt vanwege de forsere plantbouw, bij witte lupine met lagere plantdichtheden gerekend dan bij blauwe, smalbladige lupine (zie Tabel 9). Op meer droogtegevoelige gronden wordt soms gekozen voor een lagere plantdichtheid. Daardoor is er per plant iets meer bodemvocht aanwezig waardoor deze beter tot volledige peulzetting kan komen voordat het gewas door droogte afsterft. Voor vertakkende, blauwe lupine wordt dan bijvoorbeeld gekozen voor 50-60 planten per vierkante meter in plaats van 90.

Aangezien kiempercentage en duizendkorrelgewicht (DKG) nogal kunnen variëren van jaar tot jaar (en van ras tot ras) is het altijd beter om de zaadichtheid zelf uit te rekenen. Hiervoor wordt de volgende rekensom gehanteerd (DKG = duizendkorrelgewicht):

$$\text{Zaadichtheid} = \frac{\text{gewenste plantdichtheid (pl/m}^2\text{)} \times \text{DKG (gram)}}{\text{kiemkracht (90\% als 90 invoeren)}}$$

Tabel 9 Overzicht van zaadichtheid op basis van de gewenste plantdichtheid voor niet-vertakkende en vertakkende, witte (breedbladige) en blauwe (smalbladige) lupine.

Groeitype en soort lupine	gewenste plantdichtheid planten/m ²	DKG	% kiem	zaaizaad- hoeveelheid kg/ha
Niet-vertakkende witte lupine	90	325 (240-380)	90	325
Vertakkende witte lupine	50	325 (240-380)	90	181
Niet-vertakkende blauwe lupine	110-120	150 (110-170)	90	183-200
Vertakkende blauwe lupine	90	150 (110-170)	90	150

De zaadichtheid (kg/ha) is gebaseerd op een gemiddeld duizendkorrelgewicht (DKG) van 150 gram (blauw) en 325 gram (wit), en een kiempercentage van 90%.

Zelf kientest uitvoeren

Om zelf een kientest uit te voeren neem je 100-150 lupinezaden en laat je deze een nacht (>12 uur) weken in kraanwater. Als de korrels goed zijn opgezwollen giet je het water af en leg je de korrels in een bak tussen gevouwen keukenpapier dat met kraanwater vochtig is gemaakt. Zorg ervoor dat het papier niet uitdroogt. Zet het geheel bij kamertemperatuur. Na ongeveer 48 uur kun je tellen hoeveel zaden een kiempje langer dan 2 mm hebben.

Zaden met een korter worteltje zijn 'trage kiemers' die niet meegenomen worden in de telling. Bij zaden met een heel hoog duizendkorrelgewicht kun je de telling op dag 6 nog een keer herhalen. Meestal levert dit niet veel extra informatie op, omdat de zaden die later kiemen vaak misvormde wortels hebben. Voor een zekere kieming kun je het beste uitgaan van het deel dat vlot is gekiemd. Zeker bij wat kouder weer in het voorjaar zal van de 'nakiemers' maar een beperkt deel opkomen.



Het werkelijke kiemperscentage kan nogal eens afwijken van dat wat de zaadleverancier opgeeft. Voer daarom voor het zaaien eerst zelf een kientest uit.



Pneumatische zaaimachine met schijfkouters die ervoor zorgen dat het zaad mooi op diepte kan worden weggelegd.

Enten (inoculeren) van zaaizaad

De stikstofbinding van lupine kan alleen plaatsvinden als de plant samenwerkt met een specifieke bacterie: *Bradyrhizobium lupini*. Wanneer er nog nooit lupine op een perceel is verbouwd, of wanneer dit meer dan 6 jaar geleden is, is de bacterie daar normaal gesproken niet (meer) aanwezig. Bij het zaaien kunnen de juiste bacteriën echter wel meegegeven worden met het zaaizaad. Dit noem je enten of inoculeren.

Onderzoek heeft laten zien dat wanneer de bacterie niet in de grond aanwezig is, de opbrengst 2-5x zo hoog kan worden door enten, en het eiwitgehalte 28-45% zo hoog^{[31][32]}. Ook in de praktijk hebben we gezien, dat er op gronden waar eerder geen lupine was geteeld, er geen wortelknolletjes gevormd werden wanneer het zaaizaad niet werd geënt. Dit is alleen niet altijd het geval. Op

sommige gronden blijken zich toch wortelknolletjes te vormen zelfs zonder een eerdere teelt van lupine of het enten van het zaaizaad. Omdat er geen goede test bestaat waarmee dit vooraf bepaald kan worden, wordt er toch geadviseerd op gronden waar zeker 6 jaar geen lupine of serradelle is verbouwd het zaaizaad te enten. Hierdoor verzekert je jezelf van de vorming van voldoende wortelknolletjes waardoor er dus niet met stikstof bemest hoeft te worden.

Enten kan gedaan worden door een entstof (de bacterie gemengd met een drager, vaak veensubstraat, soms een vloeistof) vlak voor het zaaien met het zaad te vermengen. De entstof kan vaak door de zaaizaadleverancier verkregen worden. Omdat de bacterie maar beperkt levensvatbaar blijft, heeft zelf enten de voorkeur boven zaaizaad dat door de leverancier geïnoculeerd is. Enten moet zo kort mogelijk voor het zaaien gebeuren, en zaad dat geënt is moet beschermd worden tegen zonlicht, omdat UV-licht de bacterie doodt. Let bij gebruik van vloeibare producten op de kortere houdbaarheid.



Entstof voor klaver, luzerne of soja werkt niet voor lupine; het moet entstof zijn die speciaal geschikt is voor lupine en/of serradelle: er staat *Bradyrhizobium lupini* op vermeld.



Een precisiezaaimachine kan zorgen voor een lichte besparing op zaaizaad, omdat de verdeling van het zaaizaad in de rij heel nauwkeurig is.



De stikstofbindende bacterie voor lupine zit niet op alle gronden van nature in de grond. Daarom wordt er geïnoculeerd (links) Wanneer het zaaizaad niet geënt wordt (rechts), krijgt de wortel geen stikstofknolletjes, wordt de plant geel en groeit slecht door.

Stappenplan zaaizaad enten

Er zijn diverse manieren om het substraat door het zaaizaad te mengen. De onderstaande methoden zijn gebaseerd op gebruik van een vaste veendrager (zie Tabel 10).

Algemene aanwijzingen

- gebruik alleen entstof die specifiek voor lupine en/of serradelle is
- noculeer het zaaizaad zo kort mogelijk vóór het zaaien (max. 6 uur)
- de bacteriën zijn heel gevoelig voor UV-licht, werk dus altijd uit de zon
- een open verpakking moet bij voorkeur binnen 24 uur gebruikt worden, of anders weer zo goed mogelijk worden afgesloten.
- een dichte verpakking kan tot de uiterste houdbaarheidsdatum gebruikt worden, mits bewaard bij 5-15°C

Het is verstandig de eerste 50 kg zaaizaad wat zorgvuldiger te enten buiten de zaai bak. Hiervoor kan bijvoorbeeld een betonmolen gebruikt worden. In de loop van het zaaiwerk zit de entstof door de hele zaai bak heen waardoor het zaad vanzelf al wat entstof meekrijgt en de noodzaak van zorgvuldig mengen iets minder belangrijk is.

Methode 1: Enten van vochtig zaaizaad

- vul de zaadbak steeds aan met 50-100 kg zaaizaad per keer
- bevochtig het zaaizaad heel licht met een drukspuit met water
- strooi de juiste hoeveelheid entstof (200 gram Vitalianz - ½ zak - bij 50 kg zaad en 400 gram bij 100 kg) over het vochtige zaad

- schep het zaaizaad door zodat er op elk zaadje entstof komt
- als elk zaadje zwarte spikkels heeft, is de enting voldoende

Methode 2: Mengen van veensubstraat met water

- vul de zaadbak steeds aan met 50-100 kg zaaizaad per keer
- meng het veensubstraat met maximaal 750 ml water per zak Vitalianz (400 gram)
- meng dit goed door tot een homogeen mengsel
- het zaaizaad hoeft nu niet bevochtigd te worden
- meng dit veen-watermengsel vervolgens voorzichtig door het zaaizaad heen

Methode 3: Droog enten van zaaizaad

- er wordt geen water toegevoegd aan zaad of veensubstraat. Veensubstraat is van zichzelf al wat vochtig en kleeft dus aan de zaden, al is dit minder effectief dan bij de vorige methoden
- vul de zaadbak steeds aan met 50-100 kg zaaizaad per keer
- meng de juiste hoeveelheid veensubstraat direct door de zaden zonder water toe te voegen



De rijafstand bij zaaien hangt mede af van de onkruidbestrijding: 10-12 cm voor eggen (foto boven) of 25-50 cm voor schoffelen (foto onder)

Zaatechniek en rijafstand

Zaaien kan gedaan worden met een gewone graanzaai-machine (nokkenrad of pneumaat), of een precisiezaai-machine. Belangrijk is echter wel dat er met scherpe zaaikouters wordt gezaaid om de zaden goed op diepte (minimaal 3 tot 4 cm) te kunnen plaatsen. Zaaimachines met brede zaaikouters die veel worden gebruikt voor de inzaai van grasland kunnen beter niet worden gebruikt. Lupine staat daardoor altijd op rijen, maar de rijafstand kan variëren van 10 cm tot 60 cm. Voor eggen kan gekozen worden voor rijafstanden tussen de 10 en 25 cm. Een kleine rijafstand heeft als voordeel dat individuele planten de meeste ruimte hebben om zich goed te ontwikkelen en het gewas snel sluit. Een ruime rijafstand heeft als voordeel dat planten in de rij meer bescherming hebben van elkaar bij eggen, waardoor ze minder snel worden ondergedekt of uitgetrokken. Voor schoffelen geldt een minimale rijafstand van 25 cm. Voor vertakkende lupines is die afstand geen probleem, maar bij niet-vertakkende, blauwe lupine leidt dit tot een redelijk open gewas dat vatbaar is voor veronkruiding.



Zaazaad bevochtigen voor het toevoegen van entstof, voor een betere hechting.

Tabel 10 Overzicht van producten om lupinezaad te enten.

Product	Samenstelling	Producent / Leverancier	Type	Toepassing
Vitalianz R Lupin	<i>Bradyrhizobium lupini</i> strain LL13, min. 1*10 ⁹ cfu/gram	Jouffrai Drillaud / Cérence	veendrager	400 gram/100 kg zaad
Legumefix	<i>Bradyrhizobium Lupini</i> 5*10 ⁹ g cfu/g	Legume Technology	veendrager	750 gram/180 kg zaad verpakkingen van 750 gram, 1,25 en 2,5 kg
Liquifix	<i>Bradyrhizobium Lupini</i> 5*10 ⁹ g cfu/g	Legume Technology	vloeistof	3 liter/1000 kg zaad
Radicin- Lupin	n.b.	Jost Group	vloeistof	75 ml verpakking/1 ha (140-200 kg zaad)
Radicin-Lupin	n.b. geconcentreerd	Jost Group	vloeistof	400 ml verpakking/8 ha

3.5 Opkomst

De snelheid waarmee lupine opkomt na zaaien is sterk afhankelijk van de temperatuur in de dagen na zaai en wordt veel minder bepaald door de soort of het ras. Bij warm weer kan lupine binnen een week boven staan, maar bij koud weer kan dit tot wel drie weken duren. Als er nog iets aan onkruidbestrijding moet worden gedaan (voor-opkomstbespuiting of eggen voor opkomst), dan moet hier dus rekening mee worden gehouden.

De temperatuur kan na het zaaien ook invloed hebben op het percentage planten dat opkomt. Vooral bij zaaizaad met een verminderde kiemkracht of een verminderd kiempercentage kunnen lage temperaturen na de zaai voor veel uitval zorgen. Dit wordt versterkt wanneer het zaaizaad dieper is gezaaid (5-7 cm in plaats van 2-3 cm). Hoe langer de kiemplanten onderweg zijn naar boven, hoe groter de kans op aantasting door kiemschimmels of insecten.



Vroege uitval van kiemplantjes door kiemschimmels.

Een lagere opkomst kan je voor de keuze stellen of er opnieuw gezaaid moeten worden. Belangrijk is dat vertakkende lupines veel beter in staat zijn om te herstellen van lage plantdichtheden dan kaarstypes. Zo kan een vertakkende blauwe lupine nog hele goede opbrengsten leveren bij een plantdichtheid van 50-60 planten per vierkante meter.

Na opkomst kunnen zich ook andere problemen voordoen. Zo kan er sprake zijn van hazen- of reeënvraat waarbij de kop van de lupine wordt weggevreten of kunnen duiven hele planten uit de grond trekken. Ook kunnen ritnaalden, de larven van de bonenvlieg en bodemschimmels voor vroege uitval van kiemplanten zorgen (zie 3.9 Ziekten en plagen). Van reeën- en hazenvraat kan de plant zich nog redelijk goed herstellen, maar van duivenvraat en kiemschimmels kunnen planten zich niet meer herstellen.



Uitval van kiemplanten door larven van de bonenvlieg of door ritnaalden.

3.6 Tussen zaaien en oogsten

Hieronder een indicatie van het aantal dagen tussen zaaien, opkomst, bloei, afrijpen en oogsten. Een en ander is sterk afhankelijk van ras en natuurlijk het weer.

Tabel 11 Ontwikkeling van lupine van zaaien tot oogst in dagen.

	omstandigheden/ type lupine	dagen na zaaien
Opkomst	koud weer (nacht -2-3°C en dag 8-12°C)	17-25
	iets minder koud weer (nacht 1- 6°C en dag 11-15°C)	12
	warm weer (nacht 5-10°C en dag 16-25°C)	5-7
Bloei	55-70 dagen na zaaien	55-70
Oogst	Niet-vertakkende blauwe lupine	120-140
	Vertakkende blauwe lupine	160-170
	Niet-vertakkende witte lupine	135-150
	Vertakkende witte lupine	180-200



Kiemende lupine neemt de zaadhuid / -doppen mee boven de grond. Losse doppen zijn dus geen teken van vraat!



Het eerste echte bladpaar is volledig uitgevouwen in witte lupine.



Opkomststelling in winterlupine.

3.7 Onkruidbestrijding

Peulvruchten in het algemeen, en lupines in het bijzonder, zijn veel minder concurrerend voor onkruid dan granen. Daardoor vervuilen ze veel eerder. Het aantal toegelaten chemische middelen is in de gangbare teelt zeer beperkt. Biologisch werkende boeren hebben überhaupt geen chemisch-synthetische middelen tot hun beschikking. Daarom is mechanische onkruidbestrijding voor beiden essentieel.

Onkruidbeheersing in biologische teelt

Onkruiden in lupines kunnen zowel door eggen als door schoffelen beheerst worden, waarbij juist de combinatie hiervan een voorwaarde is voor een geslaagde teelt.

Lupines kunnen heel goed geëgd worden. In de biologische teelt wordt daarbij doorgaans gebruikgemaakt van een veerbelaste tandeneg (bijv. Treffler). Blauwe lupine lijkt daarbij vooral in een jong stadium wat kwetsbaar,



De techniek van het eggen heeft de laatste jaren enorme vooruitgang geboekt met veerbelaste tandeneggen die heel nauwkeurig afgesteld kunnen worden.

maar in de praktijk zijn alle lupines echter verrassend goed bestand tegen eggen. Wanneer een gewas alleen geëgd wordt, kan eventueel voor een nauwere rijafstand worden gekozen (10 tot 12 cm). Een grotere rijafstand kan echter ook bij eggen een voordeel zijn. Hoewel de planten tussen verschillende rijen dan verder uit elkaar staan, staan de planten in de rij juist dichter op elkaar en hebben dan bescherming van elkaar wanneer in de zaairichting wordt geëgd. Een nadeel van een brede rijafstand is dat het gewas iets later volledig sluit. Regelmatig en herhaaldelijk eggen is essentieel om lupine onkruidvrij te houden. Door de snelle kieming en opkomst (kan binnen een week boven staan) kan vaak maar 1x voor opkomst worden geëgd. Rond opkomst kan eventueel geëgd worden met een netteneg. Na opkomst kan in het zich ontwikkelende gewas steeds straffer worden geëgd tot een gewashoogte van 30-35 cm. Voor een goede onkruidbestrijding dient zeker 4-5 keer geëgd te worden.



Goed eggen, bij voorkeur met een veerbelaste tandeneg, is vooral in een jong stadium een kwestie van een goede afstelling van de eg in combinatie met de juiste rijnsnelheid.

Korte cursus eggen

Bij wiedegeen is het vooral belangrijk om op tijd te beginnen, vaak te herhalen, de juiste rijsnelheid kiezen en de wiedege op een juiste manier af te stellen.

Op tijd beginnen: wiedegeen is het meest effectief wanneer de onkruiden nog niet boven zijn, maar als witte kiemdraden net onder het oppervlak in de bodem liggen (wittedradenstadium). Al bij de vorming van de eerste echte bladparen worden sommige kiemplantjes al een stuk moeilijker te bestrijden.

De juiste afstelling: een goede afstelling van de eg is essentieel voor een effectieve onkruidbeheersing. De manier waarop en de precisie waarmee die afstelling plaats vindt, hangt erg af van het type wiedege: van de traditionele geveerde tanden (bijv. Einböck of Steketee) tot de modernere veerbelaste egtanden (bijv. Treffler). Het principe van de afstelling is echter steeds hetzelfde. In een jong kwetsbaar gewas moeten de tanden zo slepend mogelijk worden gezet (zo weinig mogelijk veerdruk, zo ver mogelijk achteruit). Als het gewas ouder wordt, kunnen de egtanden steeds stekender gezet worden met een hogere veerdruk. Alleen een goed onderhouden eg kan goed afgesteld worden. Vervang daarom verbogen of afgebroken egtanden en zorg ervoor dat bij een vlakke afstelling alle egtanden tegelijkertijd de grond raken.

De juiste rijsnelheid: Minstens net zo belangrijk als de afstelling is de rijsnelheid. In een jong kwetsbaar gewas moet heel langzaam gereden worden (2 tot 3 km/u). Bij een te hoge snelheid worden planten namelijk snel ondergedekt. Pas bij een wat ouder gewas kan harder worden gereden.

Niet achteromkijken, maar wel controleren: Voor het controleren van de afstelling en rijsnelheid moet je niet tijdens het eggen achteromkijken, maar nadien controleren hoe de planten erbij staan op het stuk waar je geweest bent. Staan er duidelijk minder planten dan voor het eggen, dan staat de eg te straf afgesteld en/of rijd je te hard. Zijn de planten grotendeels ondergedekt, dan rijd je te snel. Kijk niet te veel naar de planten die in de eg hangen: dit lijkt snel dramatisch!

Vaak herhalen: Eén keer eggen is geen eggen, hierdoor maak je alleen maar onkruiden wakker. Eggen wordt pas effectief als het minimaal 4 tot 5 keer wordt herhaald!



Een wat meer stekende positie van de egtanden.

Voor schoffelen moet de rijafstand minimaal 25 cm zijn, maar dat is voor de meeste lupinerassen geen probleem. De rijafstand kan voor vertakkende lupines worden uitgebreid tot 50-60 cm. Er bestaan verschillende manieren om te schoffelen, van een simpele schoffelbalk in de frontheef tot een cameragestuurde balk. De laatstgenoemde vorm zorgt ervoor dat met een grotere precisie geschoffeld kan worden en er daardoor veel minder onkruiden overblijven. Daar staat tegenover dat zo'n schoffelbalk om een dusdanige investering vraagt dat deze vooralsnog voornamelijk bij biologische werkende telers te vinden is. Voor schoffelen is het tevens erg belangrijk dat de werkbreedte van de schoffelmachine overeenkomt met die van de zaaimachine. Zelfs bij zaaien op GPS is het aan te raden deze twee werkbreedtes goed op elkaar te laten aansluiten.

Onkruidbestrijding in gangbare teelt

Hoewel er een aantal middelen zijn toegelaten in lupine, is het ook in de gangbare teelt noodzakelijk om mechanische onkruidbestrijding achter de hand te

hebben. Voor en na opkomst zijn er op dit moment een beperkt aantal toegelaten middelen, waarvan sommigen echter niet zijn getest op fytotoxiciteit in lupine. Voor opkomst middelen zijn Stomp (pendimethalin), Wing-P en WOPRO (pendimethalin en dimethenamide-P), Boxer (prosulfocarb) en Centium en Sirtaki (clomazone) toegelaten. Centium en Sirtaki kunnen wel in witte lupine worden toegepast, maar niet in blauwe lupine. Bonalan (benfluralin) mag toegepast worden voor zaaien, maar is niet getest op lupine. Wanneer bodemherbiciden onder gunstige omstandigheden worden aangebracht (vochtige grond voor een goede hechting), dan kan een bespuiting voor opkomst van het gewas de onkruiden twee tot drie weken onder controle houden. Dit betekent dat het eggen in de kwetsbare periode voor en vlak na opkomst achterwege gelaten kan worden.

Na opkomst is er alleen beperkte mogelijkheid voor onkruidbestrijding van grassen, waardoor het noodzakelijk is om ook te kunnen wieden of schoffelen, en liefst beiden! De mechanische onkruidbestrijding moet na-opkomst gestart worden zodra de andere



Eggen met een netteneg rond opkomst.



maatregelen uitgewerkt zijn, dus zodra de eerste kleine kiemplantjes echt bovenkomen. Zie hiervoor de *korte cursus eggen* (kader). Het actieve bestanddeel van het middel Flash 100 EC (propaquizafop) is in Australië getest in blauwe lupine, waar het als na-opkomstherbicide tegen grassen en granen wordt gebruikt^[33]. In deze groep herbiciden komt echter ook resistentie voor (o.a. duist) waardoor de effectiviteit kan variëren^[34]. Voor bestrijding van tweezaadlobbige onkruiden zijn er geen mogelijkheden in lupine. Hoewel het middel Basagran (bentazon) in lupine is toegelaten, veroorzaakt het afsterven van planten in zowel blauwe als witte lupine, en kan dus niet worden toegepast^[35]. Lentagran (pyridaat) is getest in een proef met onkruidbestrijding in lupine in Vredepeel^[36] en veroorzaakte daar behoorlijke schade in witte lupine. In de praktijk is mechanische onkruidbestrijding dus een must.



Kiemplantjes dreigen ondergedekt te worden bij een te hoge rijsnelheid van de eg.

Residu-werking herbiciden

Sommige herbiciden zijn zeer toxisch voor lupine, en kunnen ook als residu in de bodem schadelijk zijn. Dit betreft onder andere middelen op basis van sulfonylureum, zoals Rimsulfuron (gebruikt in mais en aardappelen). Op bodems met een hogere pH zijn deze middelen persistenter.



Schoon perceel na eggen.

3.8 Vochtvoorziening tijdens bloei en peulzetting

Niet lang na het sluiten van het gewas (tweede helft mei) begint de bloei van de lupine. Tijdens de periode van bloei en peulzetting is een goede vochtvoorziening cruciaal voor goede opbrengsten, met name in juni en juli.

Droogte en hitte tijdens de bloei kan ervoor zorgen dat een deel van de bloemen afvalt zonder peulvorming (bloemabortus). Ook kan droogte ervoor zorgen dat er een onvolledige bevruchting plaatsvindt waardoor er weinig bonen tot ontwikkeling komen per peul.

Bij een goede vochtvoorziening geven de meeste rassen lupine 4-6 bonen per peul. Na het vormen van een bepaald aantal peulen stoppen onvertakte lupines – zelfs bij een goede vochtvoorziening – met peulen vormen.



Bij droogte rond bloei vallen bloemen af zonder een peul aan te zetten. Dit zorgt voor een magere peulzetting en verminderde opbrengst.

Daardoor hangen de peulen onder in de bloeiaar terwijl er een lege aar bovenuit steekt.

Ook tijdens de fase van de peulvulling heeft lupine volop vocht nodig. Droogte kan er in deze periode voor zorgen dat de peulen onvoldoende gevuld raken. In Nieuw-Zeeland zijn beregeningsexperimenten uitgevoerd in blauwe en gele lupine. Beregening in de fase voor de bloei had geen effect op opbrengst, terwijl irrigatie tijdens bloei en peulvulling zorgde voor een groot positief effect. Beregening tijdens de vegetatieve fase zorgde voor een vervroeging van de bloei. Irrigatie vanaf het moment van bloeien verlengde de bloeiperiode en zorgde ook voor een later oogsttijdstip^[37]. In Nederland zijn nog geen beregeningsexperimenten in lupine uitgevoerd, maar wordt in de praktijk beregening zowel voor als tijdens de bloei toegepast.



Hoge droge dekzandgronden kunnen verdroging geven met noodrijpheid als gevolg.

3.9 Ziekten en plagen

Lupine is gevoelig voor een aantal bodemschimmels die voor een vroege uitval van planten kunnen zorgen. Daarnaast zijn er een aantal ziekten die zaadoverdraagbaar zijn, en later in het seizoen voor problemen kunnen zorgen. Maatregelen zoals een goede voorvrucht, voldoende ruime vruchtwisseling en gezond kiemkrachtig zaaizaad bieden de meeste kans op een probleemloze start.

Kiemziekten

Er zijn verschillende soorten kiemziekten die uitval in lupine kunnen veroorzaken. Omdat symptomen veel op elkaar lijken, en infectie met de ene schimmel vaak zorgt voor secundaire infecties, is het vaak lastig te achterhalen waar de uitval precies door komt. Zolang de uitval niet massaal is, kan het gewas zich meestal herstellen en toch een goede standdichtheid bereiken. *Pleiochaeta setosa* en *Rhizoctonia solani* zijn vaak de veroorzakers van wortel- of hypocotylinfectie van lupine. Deze wortelziekten kunnen in het groeiseizoen zelf niet bestreden worden. Inzicht in de oorzaak kan wel helpen bij de perceelskeuze in het volgende groeiseizoen



De exacte oorzaak van kiemziekten is niet altijd te achterhalen. Typisch beeld van *Pleiochaeta* wortelrot is bruinverkleuring van de wortels.

(par. 2.6). Uitval in het kiemstadium kan ook veroorzaakt worden door larven van de bonenvlieg.

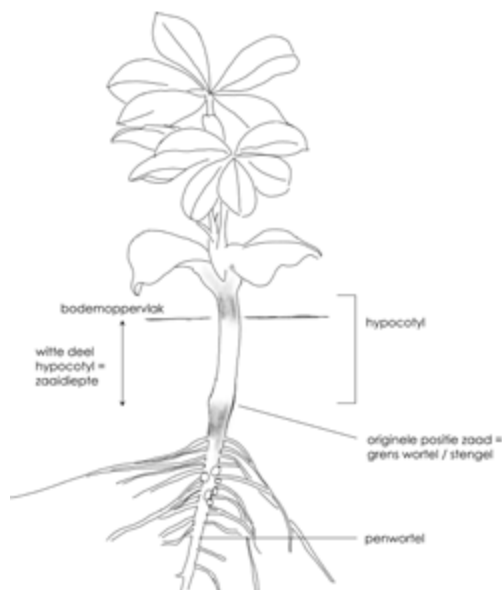
Pleiochaeta wortelrot

De schimmel *Pleiochaeta setosa* kan op twee manieren de plant aantasten: via de wortels en via het blad. De wortelaantasting kan het gevolg zijn van aantasting van het zaaizaad, of van een te krappe vruchtwisseling, waarbij er nog sporen in de grond zitten. Bij een ruime vruchtwisseling is dit doorgaans niet het geval. De enige andere bekende waardplant van *Pleiochaeta* is Serradelle, die soms in groenbemester mengsels is te vinden. De penwortel van kiemende lupine is zo'n 6-8 weken na kieming vatbaar voor *Pleiochaeta*, maar nieuwe zijwortels zijn ook vatbaar. Kenmerkend voor *Pleiochaeta* is dat eerst de wortel wordt aangetast, met een donkerbruine verkleuring. Dit in tegenstelling tot uitval door *Rhizoctonia*, die eerst het hypocotyl aantast, en roodbruine verkleuringen geeft.

Rhizoctonia

Rhizoctonia is waarschijnlijk de meest voorkomende oorzaak van kiemziekten in lupine, en wordt veroorzaakt door *Rhizoctonia solani*. De aantasting is zichtbaar als een roodbruine ingezonken beschadiging op het hypocotyl. De meeste planten sterven af voordat ze het 8-10e bladstadium bereiken. Als ze het redden tot dit stadium vertonen ze daarna vaak dwerggroei en blijven achter in productie. Uitval door *Rhizoctonia* lijkt op uitval door *Pleiochaeta setosa*. *Pleiochaeta* zorgt echter in eerste instantie voor een donkerbruine wortelaantasting, in plaats van een roodbruine hypocotyl aantasting. *Rhizoctonia* heeft een brede waardplantenreeks, waardoor het soms lastig kan zijn om door gewasrotatie aantasting te voorkomen. Een voorvrucht van winter- of

zomertarwe, haver of uien, kan *Rhizoctonia* onderdrukken. Omdat de schimmel ook saprofytisch is (op dood organisch materiaal overleeft), blijft hij lang in de bodem aanwezig. *Rhizoctonia* infecteert vooral jonge zaailingen. Een wat diepere grondbewerking voor het zaaien kan voorkomen dat de schimmel bij de jonge zaailingen terecht komt. *Rhizoctonia* laat vaak een pleksgewijs patroon van uitval in het perceel zien. Een snelle weggroei in het voorjaar voorkomt dat planten aangetast worden, koud en nat weer bevordert juist aantasting.



Het hypocotyl is het witgekleurde stengelgedeelte dat onder de grond zit. De overgang naar de wortel is te zien door een kleurovergang en een soort knooppunt waar zich oorspronkelijk het zaad bevond.

Pythium

Pythium is een andere veroorzaker van kiemziekten in lupine, met name *Pythium irregulare*. *Pythium* is een zwakteparasiet, die vooral toeslaat als planten al onder stress staan. De waardplantenreeks is heel breed, maar in een diverse rotatie met voldoende granen speelt *Pythium* meestal een minder grote rol.

Blad- en stengelziekten

Belangrijke schimmelziekten in een latere ontwikkelingsfase zijn Anthracnose (brandvlekkenziekte veroorzaakt door *Colletotrichum lupini*), Bruinevlekkenziekte (*Pleiochaeta setosa*), Rattenkeutelziekte (*Sclerotinia sclerotiorum*), Phytophthora, Fusarium (late verwelking) en Botrytis.



Verdraaide stengel als gevolg van Brandvlekkenziekte (Anthracnose) met kenmerkende stengellesie.

Anthracnose (brandvlekkenziekte)

De meest destructieve ziekte in met name witte lupine is anthracnose (brandvlekkenziekte), veroorzaakt door de schimmel *Colletotrichum lupini*. Deze ziekte is de belangrijkste oorzaak van de vervanging van witte lupine door blauwe lupine in het Duitse lupine-areaal. Smalbladige, blauwe lupine is in het algemeen minder gevoelig, hoewel hier ook rasverschillen in bestaan. Ook gele lupine is heel gevoelig voor anthracnose. Anthracnose wordt vrijwel altijd veroorzaakt door overdracht via besmet zaaizaad. De schimmel kan niet overleven in de bodem, tenzij op verse gewasresten. In de praktijk is een perceel na 1 jaar weer anthracnose-vrij. Geïnfecteerd zaad kan misvormd zijn, met bruine lesies

of roze sporen op het zaadoppervlak, maar meestal is zaaizaad geïnfecteerd zonder dat dit zichtbaar is. Een infectie met anthracnose is te herkennen aan het typisch buigen en draaien van de stengels, in combinatie met een beschadiging aan de binnenkant van de stengel. De beschadigde stengel is in het begin (donker)bruin verkleurd, maar is later te herkennen aan lichtroze of oranje sporen. Ook peulen kunnen de typische draaiing laten zien. Hoe de ziekte zich ontwikkelt, is afhankelijk van het weer. Warm weer zorgt in het algemeen voor een snelle en agressieve ziekte-ontwikkeling en hoge aantallen sporen. Regen zorgt ervoor dat sporen van geïnfecteerde planten overspatten op andere planten. Bloemen en peulen zijn in het algemeen vatbaarder dan stengels. Wanneer de ziekte al voor de bloei in het gewas komt, is de kans op een slechte peulzetting en minimale oogst groot. Hoewel er anthracnose-tolerante witte lupinerassen (Frieda en Celina, DSV) bestaan, zijn deze te hoog in alkaloidengehalte voor humane consumptie.

Bruinevlekkenziekte (*Pleiochaeta*)

De Bruinevlekkenziekte (*Pleiochaeta setosa*) is zaadoverdraagbaar, en dit is meestal ook de oorzaak van infectie. De sporen van *Pleiochaeta setosa* kunnen verschillende jaren in de bodem overleven, maar bij gebrek aan waardplanten neemt de concentratie snel af. De enige andere bekende waardplant voor *Pleiochaeta* is Serradelle. Een gewasrotatie van minimaal 4 jaar is nodig om de cyclus te doorbreken. Infectie op een besmet perceel vindt plaats doordat sporen door regendruppels vanaf de bodem op nieuwe planten terechtkomen. Wanneer bij zaailingen de kiemlobben geïnfecteerd worden, krijgen ze donkerbruine vlekken, worden geel en vallen af. Bladeren ontwikkelen ook donkerbruine vlekken, vaak met een netachtig uiterlijk, en vallen voortijdig



Roestbruine bladvlekken als gevolg van Bruinevlekkenziekte.

af. Ook stengels en peulen kunnen deze vlekken vertonen. De ziekte wordt verergerd onder koude, natte omstandigheden.

Rattenkeutelziekte (*Sclerotinia stengelrot*)

Stengelrot kan worden veroorzaakt door *Sclerotinia sclerotiorum*, een schimmelziekte die veel gewassen kan aantasten, met uitzondering van granen, grassen, mais en suikerbieten. In het algemeen zijn er grote rasverschillen in gevoeligheid voor *Sclerotinia*. De infectie zorgt ervoor dat de stengel omvalt. Wanneer dat bij de basis van de plant gebeurt, sterft deze af. Vaak worden planten aangetast na de bloei, onder warme vochtige omstandigheden. Infectie is in een wat verder gevorderd stadium te herkennen aan de combinatie van schimmelpluis en dikke, zwarte sclerotiën ('rattenkeutels'). Een brede gewasrotatie is noodzakelijk om *Sclerotinia* te voorkomen, maar in de praktijk lastig omdat de schimmel vele jaren in de bodem kan overleven. Er bestaan twee biologische middelen tegen *Sclerotinia*, op basis van een bodemschimmel (*Coniothyrium minitans*) en op basis van een bacterie (*Bacillus amyloliquefaciens*). Deze middelen worden toegepast als bodembehandeling.



Wortel en stengelaantasting door *Sclerotinia* zorgt eerst voor vergelende planten, gevolgd door verwelking.

Phytophthora wortelrot ('sudden death')

Phytophthora wortelrot kan in lupine plotseling afsterven van planten veroorzaken tijdens de bloei en de peulvulling. In witte lupine wordt de ziekte veroorzaakt door *Phytophthora cryptogea*, in blauwe lupine is de veroorzaker onbekend. Omdat de ziekte heel lang in de bodem kan overleven is de bestrijding erg lastig. Het blad wordt plotseling geel en valt af, vaak binnen 24 uur, en een donkerbruine beschadiging is meestal aan één kant op de stengel zichtbaar vanaf de basis. De penwortel is vaak houtig, waarbij de buitenste laag van de wortel is verdwenen en er weinig of geen zijwortels meer over zijn. Percelen met een slechte bodemstructuur waar waterstagnatie kan optreden zijn extra gevoelig.

Fusarium wortelrot | verwelkingsziekte

Fusarium is een bodemgebonden schimmel, die wortelrot en verwelkingsziekte in lupine kan veroorzaken. Afhankelijk van de regio lijken verschillende soorten of stammen de ziekte te veroorzaken. In Europa worden vaak *Fusarium oxysporum* en *Fusarium solani* als agressieve pathogenen aangetroffen, maar in andere regio's

zijn die juist niet-pathogeen en is *Fusarium avenaceum* het meest agressief^{f38l}. De symptomen van wortelrot in blauwe lupine zijn voor-opkomst kiemziekten en na opkomst afsterven van zaailingen. In oudere planten kan het afsnoeren van de penwortel, met als gevolg vergelen, dwerggroei en verwelken van de plant optreden.

In het geval van verwelkingsziekte veroorzaakt door *Fusarium oxysporum f.sp. lupini*, treedt in het beginstadium alleen verkleuring van de vaatbundels op, gevolgd door groeireductie, lichte verwelking van blaadjes, geelverkleuring (chlorose), gevolgd door het laten vallen van het blad. Bij sterke aantasting is de plant niet meer in staat om bloemen of peulen te vormen. De verkleuring van de vaatbundels is zichtbaar als roodbruine strepen, waarop soms roze sporen zichtbaar zijn. De ziekte is zaadoverdraagbaar, maar kan ook in de bodem overleven. Bij besmet zaaizaad ontwikkelt *Fusarium* zich al in de kiemwortel, maar meestal dringt *Fusarium* via sporen of myceliumresten in de bodem via een beschadiging in de wortel of stengelbasis binnen. In blauwe lupine wordt *Fusarium* zichtbaar in een typische roodverkleuring van het blad en in het achterblijven van de groei.



Late verwelking door *Fusarium* begint met een roodbruinverkleuring van het blad.

Botrytis

Aantasting door *Botrytis* wordt veroorzaakt door zowel *Botrytis cinerea* als door *Botrytis fabae*. De schimmel kan alle bovengrondse plantendelen aantasten, zowel blad, stengel als peulen. De eerste symptomen zijn grijsbruine beschadigingen op de onderste bladeren van de plant. Het geïnfecteerde blad kan bedekt worden met een grijze schimmelmassa, die uit sporen bestaat die zich snel naar omliggende planten verspreiden. Op de stengel kunnen zich zwarte sclerotia vormen. Veldboon is een belangrijke andere waard voor *Botrytis*, waar ze chocoladevlekkenziekte veroorzaakt. Zorg voor een minimale rotatie van 4 jaar met andere gevoelige gewassen. Warme, vochtige omstandigheden stimuleren de ziekte. Schoon zaaizaad is een belangrijke manier om *Botrytis* te voorkomen.



Botrytis-aantasting van de peul en stengeldelen begint vaak door afvallende bloemblaadjes.



Kiemplanten die zijn aangevreten door de maden van de bonenvlieg.

Virussen

In lupine kunnen het komkommermozaïekvirus (CMV), bonenscherpmozaïekvirus (BYMV) en het erwtenenatiemozaïekvirus (PEMV) voorkomen. Alleen een labanalyse kan onderscheid maken tussen deze virussen. Virusaantasting kan in sommige jaren ineens de kop opsteken, waarbij de primaire oorzaak in geïnfecteerd zaaizaad ligt. In dat geval treedt er vanaf het begin dwerggroei op, en komt de plant niet tot productie. Bij latere infectie is het oudere blad van normale grootte, maar zijn de nieuwe blaadjes nog maar half zo groot. De blaadjes krullen naar beneden, vergelen, en de groei wordt bossig. Dwerggroei of een bossige groei kunnen echter ook door een mineralentekort of -overschot veroorzaakt worden (zie par. 3.3) Latere infecties worden door luizen overgebracht, die de ziekte tot een straal van ca. 500 meter kunnen verspreiden. Tot nu toe komen luizen in de zomerteelt van lupine echter nauwelijks voor.

Plagen

Lupine is gevoelig voor aantasting door de bonenvlieg, ritnaalden en emelten. Door de nalevering van stikstof na gescheurd grasland is de teelt van lupine het eerste jaar na scheuren verboden en zelfs het tweede jaar na scheuren af te raden. In een latere fase heeft lupine soms te maken met aantasting door bladrandkever (*Sitona lineatus*) en incidenteel door luizen (groene perzikluis, *Myzus persicae*). De grote lupineluis (*Macrosiphum albifrons*) wordt vooral op bittere lupine gezien.

Bonenvlieg

De maden van de bonenvlieg (*Delia platura*) graven gangen in de zaadlobben en in nieuw uitgekomen wortels. Ze eten de groeipunten uit kiemende plantjes, en tijdens en na opkomst vallen planten weg. Het vrouwtje legt haar eitjes bij voorkeur op vochtige, net bewerkte grond, met recent aangebracht organisch materiaal. De larven leven van het organische materiaal, maar worden aangetrokken door de kiemende lupine. De bonenvlieg heeft een brede waardplantenreeks, waarbij vooral mais een belangrijke waard is, maar daarnaast ook ui, asperge,



Lupine is erg aantrekkelijk voor hazen en reeën. In een jong stadium kan de kop uit de kiemplant worden gegeten.

kool en spinazie. De maden zijn 5-8 mm lang, waarbij het laatste segment schuin afgeknot is. De poppen zijn roodbruin van kleur en 5 mm lang. De gevoelige periode is de eerste 3-4 weken, daarna is het weefsel van de plant te hard voor de maden. Een maatregel kan zijn om het zaaibed eerder klaar te leggen, en de grond zo min mogelijk te verstoren vlak voor het zaaimoment.

Wild- en vogelvraat

Lupine is vooral in trek bij hazen en reeën. Het zijn met name de jonge, nieuwe scheuten die weggevreten worden. De lupineplant kan van deze schade herstellen door uit de oksels weer nieuwe scheuten te vormen. Dit levert echter wel een groeivertraging op voor de aangetaste planten, zeker bij herhaalde vraat. Aangevreten planten bloeien daarom later en rijpen ook later af. Bij groot-schalige vraat betekent dit dus een ongelijk afrijpend gewas waarvan het bepalen van een juiste oogstdatum lastig is. In de meeste gevallen beperkt deze schade zich grotendeels tot de randen van het perceel. In langgerekte percelen (veel rand) van kleiner dan 1 ha kan daarom moeilijk lupine geteeld worden.



Lupine kan zich herstellen van deze schade door nieuwe zijtakken te vormen.

Duiven kunnen in lupine in de eerste twee weken na opkomst behoorlijke schade aanrichten door het uittrekken van kiemplanten. Ze laten zich in het algemeen niet makkelijk weggagen, maar vlaggen, een kanon, of het silhouet van bijvoorbeeld een vos willen soms (tijdelijk) helpen.

Gangbare teelt




De beschikbaarheid van gewasbeschermingsmiddelen in de gangbare teelt is continu aan verandering onderhevig. Controleer daarom de toelating van onderstaande middelen op het moment van toepassing. Het aantal toegelaten middelen in de teelt van lupine is beperkt. Gebruik van fungicides in lupine wordt alleen aangeraden bij hoge ziektedruk. Het werkingsmechanisme is gebaseerd op de bescherming van gezonde planten gedurende 10-14 dagen na toepassing. Nieuwe groei die optreedt na toepassing is niet beschermd. Er zijn geen middelen die een goede bescherming bieden tegen

anthracnose: middelen op basis van azoxystrobine zijn matig effectief. De toepassing tegen anthracnose moet bij voorkeur plaatsvinden kort voordat er regen op komt is, omdat in die periode de meeste nieuwe infecties plaatsvinden. Middelen met azoxystrobine zouden ook bescherming kunnen bieden tegen Pleiochaeta, maar zijn in de praktijk hier niet op getest. De andere toegelaten fungiciden in lupine bieden volgens de producent bescherming tegen Botrytis en Sclerotinia. Het middel Prosaro is vanwege het hoge aantal milieubelastingspunten wat betreft waterkwaliteit en de belasting wat betreft bestuivende insecten, maar beperkt bruikbaar in de geïntegreerde teelt (www.milieumeetlat.nl).

Er zijn een aantal insecticiden toegelaten in de teelt van lupine, maar deze worden in de praktijk niet gebruikt. Het betreft middelen tegen bladluizen en tegen bladrandkever, maar aantastingen zijn tot nu toe in de teelt van lupine afwezig, of zo laag dat inzet van middelen niet nodig is.

Tabel 12 Toegelaten fungiciden in de teelt van lupine (mei 2023)

Fungicide	Actieve stof	Anth	Plei	Botr	Scle	TT	MTT	MIT	MMD	VT
Amplus azoxystrobin, Profi AZ 250 SC	azoxystrobine 250 G/L					4-9	2	21d	1 L/ha	35d
Switch, Serenva	cyprodinil (37,5% w/w) en fludioxonil (25% w/w)						2	10d	1 kg/ha	28d
Scala	pyrimethanil 400 G/L					6-8	2	15d	1.5 L/ha	28d
Prosaro	tebuconazool 125 G/L en prothioconazool 125 G/L					5-7	1	nvt	1 L/ha	35d

 Matige werkzaamheid  Niet geregistreerd voor gebruik tegen deze ziekte  Werkzaamheid onbekend

Anth = Anthracnose; Plei = Pleiochaeta; Botr = Botrytis; Scle = Sclerotinia; TT = toepassingstijdstip (maanden); MTT = maximale aantal toepassingen per teeltcyclus; MIT = maximaal interval tussen toepassingen; MMD = maximale middeldosis; VT = veiligheidsstermijn

3.10 Oogst

Oogstdatum bepalen

Het oogsttijdstip van lupine is afhankelijk van de soort en het ras. De precieze oogsttijd kan per jaar verschillen. Kijk daarom vanaf eind juli goed in het gewas om het juiste oogsttijdstip te bepalen. Om kosten voor nadroging te voorkomen moet het gewas geoogst worden wanneer de korrel 14 tot 15% vocht bevat. De mate van afrijping waarop geoogst kan worden verschilt echter per soort.

Type zomerlupine	Oogstdatum
Niet-vertakkende blauwe lupine	half augustus
Vertakkende blauwe lupine	eind augustus tot half september
Niet-vertakkende witte lupine	eind augustus tot half september
Vertakkende witte lupine	begin september tot half oktober



In het eerste stadium van afrijping vergelen de peulen en gaat de plant zijn blad verliezen.

Witte lupine Deze moeten geoogst worden in een volledig afgerijpt en opgedroogd gewas. Bonen die bij het oogsten niet rijp zijn, zullen niet afrijpen met het nadrogen in de kist, maar gaan schimmelen. Alleen een 100% rijp gewas kan geoogst worden. Wanneer het gewas niet voldoende opgedroogd is door te vroeg op de dag oogsten, blijft een deel van de bonen in de peul zitten en gaat zo met het stro mee als verlies.

Blauwe lupine Blauwe lupines dorsen heel makkelijk uit en hebben eerder last van openspringende peulen. Bij voorkeur moet daarom al geoogst worden als 90 tot 95% van de peulen volledig rijp (bruin/zwart) is.



Een volledig afgerijpt gewas witte lupine.

Tabel 13 Inschatten vochtpercentage korrels in een staand gewas

Vocht	Beschrijving
40%	Peulhuid begint een beetje dunner en taai te worden waardoor de bonen zichtbaar worden. Bonen zijn nog groenig en zijn vochtig bij het doorknijpen.
25-30%	Peulhuid is dun geworden en soms al aan het vergrijzen. De peulhuid is nog wel een beetje taai. Bonen zijn niet meer vochtig bij doorbijten, maar wel zacht kauwgomachtig. In een volledig afgerijpt gewas kunnen bonen na regen weer tot dit vochtpercentage terugkomen.
18-20%	Peulhuid is droog en knisperig en bij openbreken krullen de peulhelften om. Bonen nog wel kauwgomachtig, maar taai aan het worden.
14-16%	Peulhuid nog steeds droog en knisperig en de peulen hebben de neiging bij aanraking al open te springen. Bij doorbijten moet je al behoorlijk kracht zetten om de boon te vervormen. De boon verbrokkelt eerder dan dat die echt kauwgom wordt.
12%	Bonen zijn keihard geworden en kunnen nauwelijks meer worden doorgebeten.

Snelle bepaling vochtgehalte bij loonwerker niet altijd nauwkeurig

Veel loonwerkers beschikken tegenwoordig over een apparaat om het vochtgehalte snel te bepalen. Deze zijn echter niet allemaal even nauwkeurig. Vaak wordt het vochtgehalte bepaald aan de hand van de hele korrel. De uitkomst is het vochtgehalte van de buitenkant van de korrel. In de ochtend is dit vochtgehalte vaak hoger dan binnen in de korrel, en aan het eind van de middag is dit vaak lager. Meetapparaten die de korrel eerst malen zijn betrouwbaarder, maar hebben niet altijd een goede ijking voor lupine. Houd er ook rekening mee dat het vochtgehalte bij de machinale oogst vaak 1 à 2 % hoger uitvalt dan dat van een hand geplukt monster.



De combine moet heel anders afgesteld worden dan bij graan. Een verkeerde afstelling kan voor veel dorsverliezen zorgen.

Tijdstip van de dag

In tegenstelling tot granen worden lupines bij voorkeur niet op het heetst van de dag gedorst. Met name bij blauwe lupine kunnen de verliezen aan korrels behoorlijk oplopen wanneer onder te scherp drogende omstandigheden wordt gedorst. In een volledig afgedroogd gewas zijn de peulen namelijk erg springgevoelig. Bij de minst of geringste aanraking springen ze open en worden de zaden weggeslingerd, zodat ze op de grond vallen voordat ze door de combine worden afgemaaid. De verliezen kunnen oplopen tot 1,5 t/ha. Dorsen in de ochtend of avond, of tijdens wat minder drogend weer heeft dan ook sterk de voorkeur, met name bij blauwe lupine. Aangezien maar weinig loonwerkers hiermee ervaring hebben is het erg belangrijk om hen hierover te informeren.

Dorsafstelling

Ook hier geldt dat de afstelling van de combine heel anders is dan bij het dorsen van graan en dat een verkeerde afstelling voor veel verliezen of beschadiging van het zaad kan zorgen. Wees er dus bij wanneer de loonwerker komt dorsen en help mee met de afstelling.

Stro-versnipperaar Die moet in het begin uitgezet worden omdat het anders onduidelijk is waar de mogelijke verliezen optreden!

Dorstrommel De dorstrommel hoeft relatief weinig werk te verrichten om de bonen uit de peul te krijgen, dus werk met een lage trommelsnelheid. Zorg er ook voor dat de trommel niet te krap staat omdat dan de bonen worden beschadigd.

Haspel Een haspel kan voor heel veel verliezen zorgen wanneer deze te diep in het gewas wordt neergelaten en te veel trekt of duwt aan het gewas (openspringende peulen). Bij voorkeur moet de haspel helemaal boven het gewas gehouden worden en als hij al wordt ingeschakeld dan moet deze alleen de top van het gewas raken en precies op dezelfde snelheid worden ingesteld als de rijsnelheid.

Zeven Er moet vermeden worden dat de bonen door een te straffe afstelling van de schudders over de zeven heen stuiteren en met het stro op het land achterblijven.

Ventilator Deze kan wat harder gezet worden dan bij graan door de zwaarte van de bonen. Hierdoor kan een groter deel van het onkruidzaad er door de wind uitgeblazen worden.

Afstelling bijstellen bij verliezen

Liggen er lupinebonen over de volle maai breedte, dan kunnen deze verliezen al zijn ontstaan in de dagen voor de oogst: dit is het geval als er net zo veel bonen liggen onder het nog niet gedorste gewas als achter de combine. Zo niet, dan werkt de haspel te veel in het gewas, of wordt onder te scherpe omstandigheden gedorst: daardoor springen de peulen open en springen de bonen naar voren weg. Liggen de bonen met name in en onder het zwad, dan staan de schudders te straf afgesteld.

Dorsen bij een hoge onkruiddruk

Veel onkruid in een gewas kan voor behoorlijk wat problemen zorgen tijdens het dorsen. Zeven kunnen verstopt raken en het geoogste product kan moeilijk gedroogd worden door de aanwezigheid van veel zwarte nachtschade, melganzenvoet of perzikkruid.

Maaidorsen van stam Als de onkruiddruk nog niet te hoog is, kan overwogen worden het gewas toch van stam te dorsen. Dan moet echter na de oogst heel snel gehandeld worden om het product schoon te krijgen en broei en schimmels te voorkomen. Bij voorkeur zou het geoogste product dan eerst voorgereinigd moeten worden, maar als een voorreiniging niet voorhanden is moet het product zo snel mogelijk op de lucht worden gezet en mogelijk ook enkele keren worden overgestort. Met name meldezaad kan het drogen van lupine behoorlijk bemoeilijken.

Zwadmaaien Er kan ook voor worden gekozen eerst het hele gewas in het zwad te maaien. Na enkele dagen drogen kan het product dan uit het zwad worden gedorst. Uit praktijkervaring blijken de verliezen over het algemeen mee te vallen. Het risico zit echter in het weersverloop na het maaien. Als het weer omslaat naar regenachtig dan droogt het gewas alsnog slecht af. Er kunnen dan op een gegeven moment onkruiden door het zwad gaan groeien, waardoor het dorsen alsnog onmogelijk wordt.



In een afgerijpt lupinegewas hebben de planten al hun bladeren laten vallen en neemt de kans op late veronkruiding toe als de oogstdatum door slecht weer moet worden uitgesteld.

3.11 Drogen

Geogste lupine, eventueel verontreinigd met onkruidzaden, is uitermate gevoelig voor schimmelvorming. Het betekent dat de geogste lupine op de dag van oogsten nog gedroogd moet worden tot 14% vocht. De lupine een nacht laten overstaan kan desastreus zijn voor de kwaliteit. Het geogste product zo snel mogelijk afvoeren naar de afnemer heeft daarom de voorkeur.

Zelf voor de droging en schoning zorgen is alleen aan te raden als je over een goed geventileerde opslag beschikt. Kistenbewaring met een droogwand heeft dan de voorkeur, maar een Petrus-silo is eventueel ook mogelijk. Biologische telers die aangesloten zijn bij Lekker Lupine hebben drogen, schonen en opslag collectief geregeld.



Vochtgehalte	methode van drogen
>17%	Om het product droog genoeg te krijgen moet het intensief worden gedroogd. Een Petrus-silo is hier niet voor geschikt. Wanneer je beschikt over een kistenopslag kun je zelf gaan drogen, maar kennis en ervaring zijn nodig om broei en schimmelvorming te voorkomen. Er zijn ook gespecialiseerde bedrijven voor drogen.
16-17%	Ventileer continu in de eerste week en ga dan over op het ventileren in de nachten. Warm de lucht niet op met een kachel, dit kan condens veroorzaken. De luchthoeveelheid moet 10 tot 15 kuub per uur per kuub product zijn. Houd de temperatuur van het product goed in de gaten. Wanneer deze stijgt, ventileer dan weer intensiever of stort het product een keer over.
15-16%	Het product alleen nog af en toe ventileren wanneer de droogomstandigheden erg goed zijn. Dit is met name het geval tijdens koude, heldere nachten. Draai ongeveer één dag in de week. Bij kou kan de lucht met een kachel opgewarmd worden tot de temperatuur die in de opslag heerst (tegen deze tijd vaak rond 10°C), maar niet warmer dan dat.
<15%	Het product is goed droog en hoeft niet meer verder ingedroogd te worden. Ventileren hoeft slechts 1 à 2 nachten per maand, met name om het product goed geconditioneerd te houden.



Literatuur

- [1] Drummond, CS, RJ Eastwood, ST Miotto, & CE Hughes (2012) Multiple continental radiations and correlates of diversification in *Lupinus* (Leguminosae): testing for key innovation with incomplete taxon sampling. *Systematic biology*, 61(3):443-460
- [2] Williams, JH, AP Martin, AW Ferguson & SJ Clark (1990) Effect of pollination on flower, pod and seed production in white lupin (*Lupinus albus*). *Journal of Agricultural Science*, 115:67-73
- [3] EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain), Schrenk D, Bodin L, Chipman JK, del Mazo J, Grasl-Kraupp B, Hogstrand C, Hoogenboom LR, Leblanc J-C, Nebbia CS, Nielsen E, Ntzani E, Petersen A, Sand S, Schwerdtle T, Vleminckx C, Wallace H, Alexander J, Cottrill B, Dusemund B, Mulder P, Arcella D, Baert K, Cascio C, Steinkellner H and Bignami M (2019) Scientific opinion on the risks for animal and human health related to the presence of quinolizidine alkaloids in feed and food, in particular in lupins and lupin-derived products. *EFSA Journal* 2019;17(11):5860, 113 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5860>
- [4] CSHP (1998) Avis du 17 mars 1998 du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (section de l'alimentation et de la nutrition) relatif à l'emploi de farine de lupin en alimentation humaine. BULLETIN OFFICIEL N°98/27
- [5] Jansen, G, H-U Jürgens & F Ordon (2009) Effects of temperature on the alkaloid content of seeds of *Lupinus angustifolius* cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science* 195: 172-177. doi:10.1111/j.1439-037X.2008.00356.x
- [6] Christiansen, JL, B Jørnsgård, S Buskov & CE Olsen (1997) Effect of drought stress on content and composition of seed alkaloids in narrow-leaved lupin, *Lupinus angustifolius*. *European Journal of Agronomy* 7: 307-314.
- [7] Gremigni, P, J Hamblin, D Harris & WA Cowling. (2003) The interaction of phosphorus and potassium with seed alkaloid concentrations, yield and mineral content in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.) *Plant and Soil* 253: 413-427.
- [8] Commissie Bemesting Akkerbouw/ Vollegrondsgroenteteelt (2021) Aanvoerbronnen effectieve organische stof. In: *Handboek bodem en bemesting*. <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/handeling/organische-stofbeheer/organische-stofbalans/aanvoerbronnen-effectieve-organische-stof.htm>
- [9] Cuijpers, W en D Heupink (2022) Bestuiving en oogstzekerheid in eiwitgewassen. Louis Bolk Instituut, Bunnik, 57p.
- [10] Williams, IH (1987). The Pollination of *Lupinus*. *Bee World*, 68(1), 10–16. doi:10.1080/0005772x.1987.11098
- [11] Horovitz, A & J Harding (1983) Genetics of *Lupinus*. XII. The mating system of *Lupinus pilosus*. In: *Botanical Gazette* 144(2):276-279.
- [12] Williams, IH, AP Martin, AW Ferguson & SJ Clark (1990). Effect of pollination on flower, pod and seed production in white lupin (*Lupinus albus*). *The Journal of Agricultural Science*, 115(01), 67. doi:10.1017/s0021859600073937
- [13] Fijen, TPM, E Morra en D Kleijn (2021) Pollination increases white and narrow-leaved lupin protein yields but not all crop visitors contribute to pollination. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 313 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107386>
- [14] Lucket, D (2010) Lupini bean – a bitter contamination risk for sweet albus lupins. Primefact 682. Department of Industry and Investment, State of New South Wales, Australia
- [15] Annicchiarico, P & I Thami Alami (2012) Enhancing white lupin (*Lupinus albus* L.) adaptation to calcareous soils through selection of lime-tolerant plant germplasm and *Bradyrhizobium* strains. *Plant Soil* (350):131–144. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0889-5>
- [16] Annicchiarico, P, AJ de Buck, DN Vlachostergios, D Heupink, A Koskosidis, N Nazzicari & M Crosta (2023) White Lupin Adaptation to Moderately Calcareous Soils: Phenotypic Variation and Genome-Enabled Prediction. *Plants* (12) 1139. <https://doi.org/10.3390/plants12051139>
- [17] Nuijten, E & U Prins (2013) Lupineveredeling voor kalkrijke bodems: onderzoek naar perspectievolle lijnen. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 33p
- [18] Peiter, E, F Yan & S Schubert (2000) Are mineral nutrients a critical factor for lime intolerance of lupins?, *Journal of Plant Nutrition* 23(5):617-635. DOI: 10.1080/01904160009382045

- [19] Peiter, E, F Yan, & S Schubert (2001) Lime-induced growth depression in *Lupinus* species: Are soil pH and bicarbonate involved? *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164(2), 165–172. DOI 10.1002/1522-2624(200104)164:2<165::aid-jpln165>3.0.co;2-b
- [20] Gresta, F, V Abbate, G Avola, G Magazzù & B Chiofalo (2010) Lupin Seed for the Crop-Livestock Food Chain. *Italian Journal of Agronomy*, 5(4), 333–340. <https://doi.org/10.4081/ija.2010.333>
- [21] GRDC (2018) Grow Notes – Lupins. Grains Research and Development Corporation. ISBN: 978–1-921779–19-0
- [22] Colbran, RC (1979). Problems in tree replacement. III.* The effects of cultural practices and soil fumigation on root-lesion nematodes and on the growth of apple replants. *Australian Journal of Agricultural Research*, 30(1), 113. DOI 10.1071/ar9790113
- [23] Collins, S, C Wilkinson, S Kelly, H Hunter, L DeBrincat, K Reeves & K Chen (2017) The invisible threat: Canola yield losses caused by root lesion nematodes in WA. GRDC Update papers
- [24] Flower, KC, D Hüber, SJ Collins, G Thomas, PR Ward & N Cordingley (2019) Progression of plant-parasitic nematodes and foliar and root diseases under no-tillage with different crop rotations. *Soil & Tillage Research* 191:18–28, <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.03.010>
- [25] Lamers, JG, K van Rozen en B Hanse (2016) Het bodemschimmelschema. Vernieuwd schema, 2016. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen UR. PPO nr. 3250227400-3
- [26] Tewoldemedhin YT, SC Lamprecht, A McLeod & M Mazzola (2006) Characterization of *Rhizoctonia* spp. recovered from crop plants used in rotational cropping systems in the Western Cape Province of South Africa. *Plant Disease* 90(11):1399-1406. DOI 10.1094/PD-90-1399
- [27] Williams, KJ, SP Taylor, P Bogacki, M Pallotta, HS Bariana & H Wallwork (2002) Mapping of the root lesion nematode (*Pratylenchus neglectus*) resistance gene Rlnn1 in wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 104:874–879. DOI 10.1007/s00122-001-0839-3
- [28] Edwards, J, J Walker & G McIntosh (eds.) (2011) Lupin growth and development. NSW Department of Industry and Investment. PROCROP series. ISBN 9781742560595
- [29] Wong, MTF, RW Bell & K Frost (2005) Mapping boron deficiency risk in soils of south-west Western Australia using a weight of evidence model. *Australian Journal of Soil Research*, 43:811-818
- [30] Brennan, RF, RW Bell and K Frost (2015) Risks of boron toxicity in canola and lupin by forms of boron application in acid sands of South-western Australia. *Journal of Plant Nutrition* 38:920-937
- [31] Ayisi, KK, DH Putnam, CP Vance & PH Graham (1992) Bradyrhizobium Inoculation and Nitrogen Fertilizer Effects on Seed Yield and Protein of White Lupin. *Agronomy Journal* 84: 857-861. <https://doi.org/10.2134/agronj1992.00021962008400050018x>
- [32] Roughley, RJ, LG Gemell, JA Thompson & J Brockwell (1993) The number of Bradyrhizobium SP. (*Lupinus*) applied to seed and its effect on rhizosphere colonization, nodulation and yield of lupin. *Soil Biology and Biochemistry* 25(10): 1453-1458. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(93\)90061-F](https://doi.org/10.1016/0038-0717(93)90061-F).
- [33] Chambers, A, G Code, G, & G Scammell (1995) Annual ryegrass and volunteer cereal control in lupins using selective post-emergent herbicides. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 35(8): 1141. doi:10.1071/ea9951141
- [34] PGRO, 2014 Lupin Agronomy Guide.
- [35] Dewitte, K, J Latré & G Haesaert (2006) Possibilities of chemical weed control in *Lupinus albus* and *Lupinus luteus* – screening of herbicides. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 71(3 Pt A):743-751
- [36] Haperen, A van en M Tol (2022) Lupine systeemproof. Veldproef met zaaitechniek en onkruidbestrijding. Rapport WPR-OT 980. Wageningen University & Research, 22p
- [37] Stoker, R (1975) Effect of irrigation on yield and yield components of sweet lupins. *Proceedings Agronomy Society of New Zealand* 5: 9-12.
- [38] Holtz, MD, KF Chang, SF Hwang, BD Gossen & SE Strelkov (2012) Characterization of *Fusarium* spp associated with lupin in central Alberta, Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology* 35:1, 56-67, DOI: 10.1080/07060661.2012.729538

Adressen

Het rassenaanbod van zaadleveranciers verandert continu. Hieronder staan alleen de rassen vermeld die ook in deze teelthandleiding worden behandeld. De meeste leveranciers hebben een breder aanbod van rassen.

Zaadleverancier	Website	Witte lupine	Blauwe lupine
Cérence	www.cerience.fr	Feodora, Sulimo, Figaro	Boregine
DSV	www.dsv-zaden.nl	Frieda, Celina	
HR Smolice	www.hrsmolice.pl/english/	Butan, Borus	Regent
Soya UK	www.soya-uk.com	Dieta	check website
DLF	www.dlf.com		Iris, Primadonna
BSV Saaten	www.bsv-saaten.de		Boruta

Meestal kan inoculant ook besteld worden bij de zaadleveranciers. Specifieke leveranciers van inoculant:

Leverancier inoculant	Website	Producten
Gartensoja	www.gartensoja.de	LegumeFix (let op: specifiek voor lupine bestellen)
Legume Technology	www.legumetechnology.co.uk	LegumeFix (let op: specifiek voor lupine bestellen)

Analyse van alkaloiden is vrij kostbaar. Het is belangrijk een monster op te sturen dat groot genoeg is, omdat een monster altijd uit een mengsel van heel veel zoete en een paar bittere zaden bestaat. De volgende laboratoria bieden analyse van quinolizidine alkaloiden aan, dit zijn de specifieke soorten alkaloiden die in lupine voorkomen:

Laboratorium	Contact	Methode
Eurofins Food & Feed Testing laboratories	info@eurofins.nl	LC-MS/MS
JenaBios GmbH	info@jenabios.de	LC-MS/MS

Telersgroepen die met lupine werken:

Telersgroep	Website	Contactpersonen
Lekker Lupine	www.LekkerLupine.nl	André Jurrius & Marieke Laméris
Lupeel	www.bijzonderbrabants.nl www.innovatiehuisdepeel.nl/projecten/lupine-plantaardige-eiwitten-uit-de-peel/	Henk Kerkers Marieke van Beers

Teelthandleiding lupine

Lupine past als eiwitrijke peulvrucht perfect in een gezond en duurzaam voedingspatroon. Het is een gewas dat goed te telen is onder Nederlandse omstandigheden. Daarbij heeft het verschillende voordelen in de rotatie: het legt stikstof vast en draagt bij aan koolstofopbouw en fosfaatmobilisatie in de bodem. Als bloeiend gewas is het een aantrekkelijke bron van stuifmeel voor wilde bijen en andere insecten. Deze handleiding bundelt de praktijkervaring van lupinetelers en het onderzoek dat naar lupine in Nederland is uitgevoerd. Het bevat praktische tips en teeltaanwijzingen vanaf de bestelling van zaaizaad en de keuze van rassen, tot aan de inpassing in de rotatie, onkruidbeheersing, het herkennen van ziekten en de afstelling van de combine bij de oogst. Deze handleiding richt zich daarbij op de teelt van breedbladige, witte lupine en smalbladige, blauwe lupine, met een focus op zoete rassen die met name voor humane consumptie, maar ook als veevoer geschikt zijn.