

Kansen voor winterlupine

Rassenproeven 2021-2022

Willemijn Cuijpers



© 2023 Louis Bolk Instituut

Kansen voor winterlupine - Rassenproeven 2021-2022

Willemijn Cuijpers

Trefwoorden: winterlupine, witte lupine, *Lupinus albus*,
rassenproef, autumn-sown lupin, white lupin, variety trials

Publicatienummer: 2023-022 LbP

36 pagina's

Deze publicatie is beschikbaar via
www.louisbolk.nl/publicaties

www.louisbolk.nl

info@louisbolk.nl

T 0343 523 860

Kosterijland 3-5

3981 AJ Bunnik

 @LouisBolk



Triodos  Foundation

Louis Bolk Instituut: Onderzoek en advies ter bevordering van
duurzame landbouw, voeding en gezondheid

Voorwoord

Deze rapportage is het resultaat van een eerste rassenproef naar de teelt van winterlupine op dekzandgrond in Nederland. Voor zover we weten, is het de eerste keer dat er een experiment is uitgevoerd met najaarszaai in de teelt van zoete witte lupine in Nederland. De proeven zijn uitgevoerd op en met het melkveehouderij bedrijf van Willem Verkuijlen en Liza Simons in De Mortel. Willem en Liza spelen met hun bedrijf een rol in de transitie naar een natuurinclusieve melkveehouderij, en zijn een inspiratiebedrijf voor melkveehouders in de Provincie Noord-Brabant. Zonder de praktische ondersteuning in de aanleg en het onderhoud van het proefveld, had deze rassenproef niet kunnen plaatsvinden! Tegelijkertijd zijn er in de regio verschillende lupinetelers actief die al kortere of langere tijd ervaring hebben met het gewas. Jaap Melgers heeft al meer dan 30 jaar ervaring in biologische lupineteelt. Ooit begonnen met de zaadteelt van gele lupine (*Lupinus luteus*), gevolgd door teelt van blauwe lupine (*Lupinus angustifolius*) voor humane consumptie, teelt hij inmiddels al weer een aantal jaren witte lupine (*Lupinus albus*) voor onder andere verwerking in conserven, via de telersgroep Lekker Lupine. Hij heeft binnen het project een demo aangelegd met winterlupine. Henk Kerkers is trekker en oprichter van LuPeel: een groep lupinetelers in de Peelregio, die met regionale ketenontwikkeling en samenwerking met productontwikkelaars en restaurants lupine op de kaart willen zetten. In de uitvoering hebben veel collega's meegeholpen, met speciaal dank aan Martine Bruinenberg voor de beoordeling van de voederwaarde analyses. Tenslotte willen we ook Erik von Baer (Campex Baer Ltda) en Nathalie Harzic (Cérence) bedanken voor het verstrekken van het zaaizaad voor de rassen en lijnen winterlupine die in het onderzoek getest zijn. Dit onderzoek is gefinancierd door het RNOB en Triodos Foundation. Het sluit aan bij het onderzoek vanuit AgroProeftuin de Peel naar de rol van peulvruchten in kringlooplandbouw in de regio Noordoost-Brabant.

Inhoud

Samenvatting	7
Summary	8
1 Inleiding en achtergrond	9
2 Vraagstelling en onderzoeksdoel	12
3 Onderzoeksopzet	13
3.1 Praktijkbedrijf en perceelkeuze	13
3.2 Rassenkeuze	13
3.3 Zaaimoment en zaaidichtheid	14
3.4 Proefopzet	14
4 Resultaten	16
4.1 Klimaat	16
4.2 Opkomst en winterhardheid	17
4.3 Gewasontwikkeling	19
4.4 Bloei en peulzetting	20
4.5 Ziektedruk	23
4.6 Opbrengst	27
4.7 Productkwaliteit	28
5 Conclusies	34
Literatuur	36

Samenvatting

Vier rassen en drie lijnen winterlupine zijn gedurende één groeiseizoen getest op winterhardheid en opbrengstpotentieel onder Nederlandse omstandigheden. De proeven zijn uitgevoerd op een melkveehouderijbedrijf, op dekzand (3.6% OS, pH 4.9) in Noord-Brabant. Door de latere oogst van de maïs voorvrucht is de lupine later dan de aanbevolen zaaiperiode ingezaaid: op twee zaaimomenten op 1 en 28 oktober. Er was sprake van een relatief zachte winter, met een minimumtemperatuur van -6,7 °C in december, maar ook met temperaturen <-5 °C in maart en april. De winteroverleving werd sterk beïnvloed door wildvraat in het najaar, maar ook door schimmelaantasting tijdens de lange natte koudeperiode in de winter. Er was een significant verschil in de gemiddelde opbrengst van de vier rassen tussen de vroegere (3.0 ton/ha) en de latere zaai (2.0 ton/ha), waarbij het moment van wildschade een belangrijke factor was in de overleving van de planten. Hierdoor ontstonden er verschillen in plantdichtheid na de winter. De rassen Orus en Magnus hadden beiden bij late zaai een voldoende hoge plantdichtheid eind januari (22-24 planten/m²) maar Ulysse en Rumbo Baer hadden bij late zaai een te lage dichtheid (14-16 planten/m²) volgens Franse richtlijnen. Bij vroege zaai was de plantdichtheid gemiddeld echter in alle rassen eind januari aan de hoge kant (27-30 planten/m²). Er was sprake van een grote heterogeniteit in het perceel, mogelijk veroorzaakt door bodemschimmels en/of structuurverschillen, waardoor er pleksgewijs veel wegval en dwerggroei was binnen het perceel, en er binnen dezelfde rassen behoorlijke opbrengstverschillen waren tussen de plots. De hoogste opbrengst werd behaald in de eerste zaai door het ras Orus, met gemiddeld 4.5 ton/ha (85% DS), gevolgd door Magnus (3.6) en Ulysse (3.4). Individuele plots met een goede plantdichtheid behaalden opbrengsten tot 4,9 (Magnus) en 5,4 (Orus) ton/ha. Daar staat tegenover, dat een veldje Magnus onder slechte condities (structuur, bodemschimmels) maar 1,1 ton/ha haalt. Het ras Rumbo Baer had onder andere last van een hoge ziektedruk van *Pleiochaeta setosa*, een slechte peulzetting, en haalde gemiddeld maar een opbrengst van 0.4 ton/ha. De eiwitgehalten van de winterlupines waren relatief hoog, en varieerden van 36.1-42.3 (% in droge stof). De alkaloidengehalten waren echter van alle rassen met uitzondering van Ulysse te hoog voor humane consumptie, met gehalten >400 mg/kg voor Magnus en Orus. Voldoende zoet zaaizaad is hierbij van belang, maar waren in deze proef geen garantie voor voldoende lage gehalten in de geoogste lupine. De eerste resultaten van deze rassenproeven zijn positief, maar voorzichtigheid is geboden gezien de negatieve resultaten op een tweede proeflocatie op dalgrond, waar geen enkel ras geoogst kon worden door te natte omstandigheden in de winter en volledige wegval van planten. Een goede bodemstructuur, een voldoende hoge pH, en een goede bodemgezondheid (plek in de rotatie) zijn naast de kwaliteit van het zaaizaad van groot belang. Meer onderzoek is nodig om ook onder andere weersomstandigheden (met name strengere vorstperiodes) de winterhardheid van de rassen te kunnen vergelijken.

Summary

Four varieties and three lines of autumn-sown lupins were tested during one growing season on winter hardiness and yield potential under Dutch climatic conditions. The trial was performed on a dairy farm, with a sandy soil (3.6% organic matter, pH 4.9) in the south-eastern region of The Netherlands (Noord-Brabant). As lupin cultivation was preceded by cultivation of silage maize, sowing dates were later than recommended: on October 1 and 28. Climatic conditions during winter were relatively warm compared to normal values, with a minimum temperature of -6.7 °C in December, but also with temperatures < -5 °C in March and April. Winter survival was to a large extent determined by recovery after wildlife damage shortly after the second sowing date, but also due to fungal diseases during the long wet winter period. There was a significant difference between the average yield of the four varieties sown on October 1st (3.0 t/ha) or 4 weeks later on October 28th (2.0 t/ha). The moment of wildlife damage determined the difference in plant survival between the 1st and 2nd sowing date, causing different plant densities after winter. The varieties Orus and Magnus had even with late sowing sufficiently high plant densities at the end of January (22-24 plants/m²), but Ulysse and Rumbo Baer obtained with 14-16 plants/m² densities below recommended values. The earlier sowing date resulted in relatively high plant densities at the end of January (27-30 plants/m²). In the field existed a large heterogeneity, possibly caused by differences in soil structure and/or presence of fungal pathogens, causing a patch-like image of dying and dwarf growth of plants, covering several adjacent plots. The highest average yield was obtained by variety Orus, with an average 4.5 t/ha (85% DM), followed by Magnus (3.6) and Ulysse (3.4). Individual plots with a high plant density obtained yields of 4.9 (Magnus) and 5.4 (Orus) t/ha. In contrast, in a plot with adverse soil structure/soil health conditions, variety Magnus yielded only 1.1 t/ha. The variety Rumbo Baer suffered from a high disease pressure by *Pleiochaeta setosa*, a poor pod set, and an average yield of 0.4 t/ha in the plots of the first sowing date. Protein contents of winter lupines were relatively high, and varied between 36.1-42.3 (% DM). Alkaloid contents of all varieties except Ulysse were too high for human consumption, with contents >400 mg/kg for Magnus and Orus. Sufficiently sweet sowing seed is of great importance, but were in these trials no guarantee for sufficiently sweet alkaloid contents of the harvested seeds. The first results of these variety trials are positive, but care should be taken in view of the negative results on a second trial location on a reclaimed peat soil (dalgrond), where there was no yield due to wet circumstances and a complete dying-off of plants during winter. A good soil structure, a sufficiently high pH, and a good soil health (choice of pre-crop) are important aside from a good quality sowing seed. More research is needed to test and compare the performance of winter lupins under more harsh winter conditions, especially stronger frost periods.

1 Inleiding en achtergrond

Voor de ontwikkeling van de lupineteelt in Nederland, is er behoefte aan stabielere en hoger producerende rassen. Met name in witte lupine zijn er de laatste jaren een aantal stappen gezet in de veredeling, waardoor het aanbod aan zoete en ongedetermineerde ('vertakkende') rassen voor Nederlandse telers toegenomen is. Daarbij is een tijdige afrijping nog steeds een beperkende factor in de keuze die telers in de praktijk hebben. Daarnaast zijn er echter ook ontwikkelingen die mogelijk in de toekomst kunnen leiden tot hogere opbrengsten, waarbij met name de optie van een (in de herfst gezaaide) winterteelt interessant lijkt.

Ontwikkeling van witte lupine veredeling

De meeste zoete witte lupinerassen die tot recent ontwikkeld werden in Europa waren ongedetermineerd (soms ook 'vertakkend' genoemd) in hun groeiwijze. Dat wil zeggen dat ze nieuwe etages met bloemen blijven vormen nadat de eerste bloei-aar geopend is. De plant stopt pas met het maken van nieuwe bloeiwijzen, wanneer de omstandigheden (door bijvoorbeeld droogte) beperkend worden. Ook waren de meeste types die ontwikkeld werden 'zomerlupines', die in het voorjaar gezaaid worden. Deze rassen deden het goed in het drogere en warmere deel van Europa, waar vochttekort op een gegeven moment de bloei tot stilstand laat komen, en er voor zorgt dat het gewas gaat afrijpen. De gedetermineerde rassen ('kaarstypes') hadden vaak een wat lagere opbrengst. Voor de noordelijkere regio's van Europa bleven deze 'ongedetermineerde' rassen echter lange tijd ongeschikt. Veel pogingen om ongedetermineerde cultivars (soms ook 'vertakkende' types genoemd) te ontwikkelen voor meer noordelijke regio's van Europa, zijn eind jaren '70 in de vorige eeuw gestrand, omdat ze niet vroeg genoeg waren met afrijpen. Veel van de 'vertakkende' witte lupinerassen die in Nederland in de afgelopen jaren in rassenproeven uitgetest zijn, zijn dan ook nog steeds redelijk laat in hun afrijping voor ons klimaat. Uitzonderingen zijn het Poolse vertakkende ras 'Butan' en het Franse ras 'Feodora', die qua afrijping acceptabel zijn. Het ras 'Sulimo' kan een hoge opbrengst halen, maar is afhankelijk van een warme en enigszins droge zomer om tot een snelle afrijping te komen.

Ontwikkeling van wintertypes

De eerste aanpassing die in de veredeling gedaan is om witte lupine meer geschikt te maken voor de koelere delen van Europa waren pogingen om wintertypes te ontwikkelen. Het obstakel van de ongedetermineerde rassen was echter hun late bloei, en daardoor ook (te) late afrijping in wat koelere, nattere jaren. Daarom werd nog een tweede en derde eigenschap in de winterrassen geselecteerd: die van gedetermineerde groei, en de eigenschap van een beperkte vegetatieve, zogenaamde 'dwerg' groei. De afstand tussen de knopen wordt kleiner bij de hogere etages van de plant, waarbij alle peulen uiteindelijk bovenin het gewas zitten. De planten zijn 'gedetermineerd', omdat ze maar een beperkt

aantal etages vormen (2-4), maar zijn dus nog steeds wel vertakt, en hebben ook een goede capaciteit om onkruid te onderdrukken. Tegelijkertijd start de bloei iets later, maar vindt ook plaats in een kortere tijdspanne en is gelijkmatiger verdeeld tussen de etages, waardoor ze ook op tijd kunnen afrijpen. In het veredelingsprogramma van INRA Lusignan zijn in de jaren '70 en '80 al een aantal rassen ontwikkeld, zoals Lucyanne (een ongedetermineerde cultivar) en Lunoble (een gedetermineerde cultivar) die in de jaren '90 getest zijn in onder andere de UK. Daarbij bleek dat rassen die in Frankrijk goed presteerden, het niet altijd goed deden in de UK en andersom (Julier et al, 1993). Voor het koelere en nattere klimaat in de UK waren soms andere raseigenschappen nodig. Daarbij is meer dan alleen vorsttolerantie een gewenste eigenschap, maar ook bestand zijn tegen koelere en nattere periodes in de winter. Hoewel er al lange tijd wintertypes bestaan die zelfs vorstperiodes tot -16°C kunnen overleven (Tifwhite-78 werd in 1980 geregistreerd in de VS) (Noffsinger & Van Santen, 2005), zijn wintertypes voor het noord-westelijke deel van Europa lange tijd niet beschikbaar geweest. Ook Poolse veredelaars hebben geprobeerd om winterrassen te ontwikkelen, maar de veredelde rassen bleken te weinig bestand tegen extreme Poolse omstandigheden (Stawinski, pers.med.). In 2010 waren drie rassen veredeld door INRA op de markt: Clovis (2008), Lumen (2004) en Luxe (2001). De teelt was toen nog niet geschikt voor Noord-Frankrijk, en werd afgeraden voor gebieden waar de temperatuur regelmatig onder de -10°C komt. Clovis en Lumen zijn gedetermineerde types met een kortere afstand tussen de internodiën, waardoor ze ook wel 'dwergtypes' genoemd worden. Luxe is een semi-gedetermineerd dwergtype. De (gedetermineerde) wintertypes Lumen en Clovis hebben maximaal 4 etages met bloemen, dus kunnen behoorlijk vertakken. Het streven is om ongeveer 20-25 peulen per plant, met 3 zaden per peul te bereiken. Deze gedetermineerde rassen moeten 10-15 dagen eerder gezaaid worden, omdat ze anders de bodem in het voorjaar onvoldoende bedekken om de onkruidgroei te onderdrukken. Van deze rassen was Lumen het meest winterhard, maar haalde niet het niveau van bijvoorbeeld wintererwt. Inmiddels zijn er door Cérience (Jouffray Drillaud) een aantal rassen op de markt gebracht die ook voor Noord-Frankrijk geschikt zijn, en neemt het areaal winterlupine in Frankrijk steeds verder toe. De rassen die het meest geschikt worden geacht voor de noordelijkere delen van Frankrijk zijn Orus (meest winterhard), gevolgd door Magnus. Daarnaast is Ulysse een veelgeteeld wintertype, dat echter door de kleur (oudroze gespikkeld) voornamelijk voor veevoer geteeld wordt. De opbrengst van de wintertypes is in Frankrijk gemiddeld 0.5-1 ton/ha hoger dan van de zomertypes (4.5-5.0 ton/ha). De plantdichtheid waar naar gestreefd wordt aan het einde van de winter is 20-25 planten/m². Ook in Chili worden winterlupine rassen geteeld, die volgens de veredelaar (Semillas Baer) temperaturen tot -12°C tolereren.

Perspectief voor Nederlandse lupineteelt

In Nederland is één van de bottlenecks voor verdere opschaling van de lupineteelt het nog relatief lage opbrengstpotentieel van 2.5-3 ton/ha. Het aantrekkelijke perspectief is dat het

opbrengstpotentieel van winterlupine in vergelijking met zomerlupine hoger is, omdat (1) het groeiseizoen langer is, en omdat (2) door de eerdere afrijping, de planten minder last hebben van droogte- en hittestress aan het einde van het groeiseizoen (Annicchiarico & Iannucci, 2007). Daarmee zouden makkelijker opbrengsten van 4-5 ton/ha gehaald moeten kunnen worden. Dit zien we ook al terug bij een langer groeiseizoen van zomerlupine, waarbij in een warme lange zomer ook opbrengsten van 4-5 ton/ha mogelijk zijn. Daarnaast kan het een voordeel zijn om winterlupine te telen onder omstandigheden waarbij vooral voorjaarskiemende onkruiden een probleem vormen op het perceel. De winterhardheid van winterlupine zal echter eerst onder Nederlandse klimatologische omstandigheden en op Nederlandse bodemtypes getest moeten worden. Winterhardheid is meer dan alleen vorsttolerantie. Factoren die ook een rol spelen zijn bijvoorbeeld de combinaties van een hoge windsnelheid en sterke verdamping met vorst, de duur van de periode waarin vorsttolerantie wordt opgebouwd aan het begin van de winter, en de opheffing van vorsttolerantie in het voorjaar. Daarnaast zijn bodemcondities van belang, met name gevoeligheid voor wateroverlast in de winter door bijvoorbeeld verslemping, en aantasting door (bodem)schimmels.

Om een eerste indruk te krijgen van de prestaties van winterlupine onder Nederlandse omstandigheden, hebben we in het seizoen 2021-2022 eerste proeven met winterlupine aangelegd op zandgrond in Noord-Brabant (Elsendorp, dit project) en op dalgrond in Drenthe (Klazienaveen, een door RVO gefinancierd project). Deze rapportage betreft het project in Noord-Brabant. Hier is een rassenproef aangelegd met verschillende rassen en lijnen winterlupine, een proef met verschillende zaaidata, en een vergelijkingsproef met zomerlupine. Het project in Drenthe betrof een kleine rassenproef met één zaaimoment. De resultaten hiervan staan in een aparte rapportage.

2 Vraagstelling en onderzoeksdoel

In dit project hebben we een eerste onderzoek gedaan naar de geschiktheid van verschillende winterlupine rassen onder Nederlandse omstandigheden. Daarbij is een vergelijking gemaakt tussen 4 rassen en verschillende lijnen winterlupine, afkomstig uit Frankrijk en Chili, en 6 rassen zomerlupine als vergelijking op dezelfde grondsoort en met dezelfde jaareffecten. De proef is aangelegd op 1 perceel in Noord-Brabant, met twee verschillende zaaitijdstippen voor winterlupine in het najaar. De winterlupine rassen zijn beoordeeld op winterhardheid, ziektegevoeligheid, legeringsgevoeligheid, opbrengst en kwaliteitsparameters (eiwitgehalte, nutritionele kwaliteit, voederwaarde en gehalte aan bitterstoffen), en daarbij vergeleken worden met de prestaties van zomerlupine onder dezelfde omstandigheden.

Met dit onderzoek willen we:

- een eerste inschatting maken van het opbrengspotentieel van winterlupine in Nederland
- een opbrengstvergelijking maken van vroege en late zaai van winterlupine
- een opbrengstvergelijking maken van winterlupine ten opzichte van zomerlupine
- een eerste indruk krijgen van de meest geschikte rassen voor Nederlandse omstandigheden

3 Onderzoeksopzet

3.1 Praktijkbedrijf en perceelkeuze

De rassenproef is aangelegd op een innovatieve melkveehouderij in De Mortel, 'Op den Hoek' (www.opdenhoek.nl) dat als inspiratiebedrijf voor natuurinclusieve landbouw is gekozen door de Provincie Noord-Brabant. Op het perceel waarop de proef is uitgevoerd, is als voorvrucht maïs geteeld. Omdat er na maïs een verplichting is tot het zaaien van een vanggewas, is de lupine in eerste instantie ingezaaid als een mengteelt van winterlupine en wintertarwe (cv. Extase), waarbij de lupine op de normale zaaidichtheid is ingezaaid, en de tarwe op 1/6 van de normale zaaidichtheid. De lupine en tarwe zijn in twee werkgangen gezaaid, met een afstand van 25 cm tussen de rijen lupine, en de tarwe in een tweede werkgang op 12,5 cm tussen de lupine. In het voorjaar is de tarwe tussen de lupine doodgespoten. Het perceel ligt op een dekzandgrond met 3.6% organische stof en een pH van 4.9.

3.2 Rassenkeuze

Alle beschikbare winterlupinerassen zijn breedbladige, witte lupinerassen (*Lupinus albus*). In de proef zijn drie Franse winterlupine rassen meegenomen (Magnus, Orus en Ulysse) (Cérience), een Chileens winterlupine ras (Rumbo Baer) en drie lijnen (61-47, 62-48 en 63-49) van Semillas Baer. De winterlupine rassen zijn allemaal zogenaamde **dwergtypes**. Dat wil zeggen dat de afstand tussen de knopen korter is, waardoor ze minder hoog worden. Daarnaast zijn de drie Franse rassen volgens de veredelaar **gedetermineerd** ('kaarstypes'). In de zomerlupines maken kaarstypes naast de hoofdstengel meestal maximaal 1 etage, die qua hoogtegroeï lager blijft dan de hoofdstengel. De bloei van gedetermineerde types is korter en de afrijping is eerder. In de winterlupines betekent de 'gedetermineerde groei' ook dat alle bloemknoppen al gevormd zijn aan het begin van het seizoen, maar kunnen deze rassen toch tot 4 etages in totaal vormen. Het zijn in dit geval dus wel degelijk (sterk) 'vertakkende' types, maar met een 'eindig' aantal etages. Het Chileense ras Rumbo Baer is wel **ongedetermineerd**, wat betekent dat de vorming van bloemen op nieuwe etages pas stopt als er (vaak door vochttekort) geen verdere groei meer optreedt. De bloeiduur van de ongedetermineerde types is dus langer dan van gedetermineerde.

Daarnaast zijn 6 zomerlupine rassen in de proef meegenomen, afkomstig van Cérience, DSV, Südwestsaat en HR Smolice (Tabel 3-1). Er is gekozen voor ongedetermineerde / vertakkende rassen (in tegenstelling tot gedetermineerde / kaarstypes), omdat deze op de zandgrond voor een betere onkruidonderdrukking zullen zorgen. Alle rassen zijn zoet, met een laag gehalte aan alkaloiden, met uitzondering van Celina en Frieda, twee zomerlupine rassen die middelhoog in alkaloiden zitten. Deze rassen worden wel als zoet op de markt gebracht, maar zijn in feite alleen geschikt als veevoer voor herkauwers. Alle rassen zijn

gevoelig voor de schimmelziekte anthracnose, met uitzondering van Celina en Frieda, die tolerant zijn. Omdat anthracnose een ernstige schimmelziekte in lupine is, en tot grote verliezen kan leiden, kunnen deze tolerante rassen wellicht voor melkveehouders toch interessant zijn. Voor humane consumptie zijn ze echter niet geschikt.

Tabel 3-1 Overzicht gebruikte rassen winter- en zomerlupine

Ras	Veredelaar	Jaar	Type	Groeiwijze	Alkaloïden	Anthracnose
Magnus	Cérence	2013	winter	gedetermineerd – dwerg	laag	gevoelig
Orus	Cérence	2010	winter	gedetermineerd-dwerg	laag	gevoelig
Rumbo Baer	Semillas Baer	1995	winter	ongedetermineerd-dwerg	laag	gevoelig
Ulysse	Cérence	2017	winter	gedetermineerd-dwerg	laag	gevoelig
Butan	HR Smolice	2006	zomer	ongedetermineerd	laag	gevoelig
Celina	DSV	2019	zomer	ongedetermineerd	middelhoog	tolerant
Energy	Terrena	2011	zomer	ongedetermineerd	laag	gevoelig
Feodora	Südwestsaat	2004	zomer	ongedetermineerd	laag	gevoelig
Frieda	DSV	2019	zomer	ongedetermineerd	middelhoog	tolerant
Sulimo	Cérence	2017	zomer	ongedetermineerd	laag	gevoelig

3.3 Zaaimoment en zaaidichtheid

De rassenproef is opgezet met 2 zaaimomenten in het najaar voor winterlupine, en één moment van inzaai van zomerlupine in het voorjaar. De proef is per zaaimoment aangelegd als een compleet gerandomiseerde blokkenproef in drie herhalingen. Het eerste zaaimoment is zo snel mogelijk na het oogst van de maïs gekozen (1 oktober); het tweede zaaimoment 4 weken daarna (28 oktober). De zomerlupine is op 14 april gezaaid.

De zaaidichtheid is bepaald door uit te gaan van een gewenste plantdichtheid van 22 planten/m² voor winterlupine, en 50 planten/m² voor zomerlupine. Daarbij zijn voorafgaand aan het zaaien, kiemtesten uitgevoerd, om de kiemkracht van het zaaizaad te bepalen. De kiemkracht in het veld is lager ingeschat dan de kiempercentages in de kiemttest. Voor de winterlupine is uitgegaan van een uitwinteringspercentage van 40%, om er voor te zorgen dat in deze eerste proef genoeg planten de winterperiode overleven.

3.4 Proefopzet

De proef is opgezet (per zaaimoment) als een volledig gewarde blokkenproef met 3 herhalingen. De proef is ingezaaid met een proefveldzaaimachine en geoogst met een proefveldcombine. De rassen zijn ingezaaid met een veldbreedte van 3 meter, de Chileense lijnen (waarvan maar een beperkte zaaizaadhoeveelheid beschikbaar is) in velden met een breedte van 1.5 meter, en ook maar op één zaaimoment. De veldlengtes in de proef zijn 12 meter. Om het proefveld heen is wintertarwe ingezaaid.



Figuur 3-1: Proefveldzaamachine met werkbreedte van 3 meter.

4 Resultaten

4.1 Klimaat

Temperatuur

Tijdens het groeiseizoen was de gemiddelde temperatuur in bijna alle maanden hoger dan het langjarig gemiddelde (normaalwaarden) (Tabel 4-1). Het was een relatief zachte winter, met een totaal aantal dagen met vorst (50) dat lager was dan het langjarig gemiddelde (62). Ook het aantal dagen met vorst aan de grond (86) was iets lager dan het langjarig gemiddelde (92). November kende 15 dagen met vorst aan de grond, en een temperatuur van -3.6 °C op 25 november. December kende 11 dagen met vorst, de sterkste vorst werd gemeten op 22 december met -6.7 °C. In maart waren er relatief veel dagen met vorst aan de grond: 23 dagen, tegen 16 dagen normaal. Ook werd er nog best behoorlijke nachtvorst gemeten op 7 maart (-5,1°C) en 3 april (-5,2°C). De winterlupine is op dat moment nog niet in bloei. In de zomermaanden zijn er hoge maximumtemperaturen bereikt, waarbij in augustus de gemiddelde temperatuur 3 graden hoger dan normaal ligt. De hoogste temperaturen waren in de maanden juni (23 juni, 31,8°C), juli (37,8°C), augustus (33,5°C) en september (31,5°C). Hoge temperaturen tijdens de bloei van de zomerlupine (>28°C) kunnen zorgen voor vermindering van de groei van de stuifmeelbuis en steriliteit. Bij nog hogere temperaturen (>33°C) kan abortie van bloemen en peulen optreden. In die zin kan het gunstig zijn dat eind juni de winterlupine (in tegenstelling tot zomerlupine) uitgebloeid is.

Tabel 4-1: Maandoverzicht van temperatuur en normaalwaarden (N) op KNMI station Volkel. Tgem = gemiddelde temperatuur, Tmin = minimumtemperatuur, Tmax = maximum temperatuur, N = normaalwaarden (langjarig gemiddelde 1991-2020), #dag < 0°C (10 cm) is het aantal dagen met temperatuur onder 0°C op 10 cm boven het maaiveld (vorst aan de grond).

	2021				2022								
	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep
Tgem	15.9	11.4	6.3	5.3	4.7	6.5	7.3	9.4	15	17.7	19.2	21	14.9
N	14.7	10.7	6.7	3.9	3.2	3.6	6.3	9.9	13.6	16.5	18.5	18	14.7
Tmin gem	10.4	7.2	2.3	2.3	1.9	2.5	0.6	3.6	8.5	11.5	12.5	14	10
N	9.5	6.5	3.3	0.9	0.1	0.1	1.8	4	7.6	10.5	12.6	12.1	9.5
Tmin	5.2	0.8	-3.6	-6.7	-3	-3.7	-5.1	-5.2	2.3	4.5	7.9	8.9	2.5
datum Tmin	21	24	25	22	10	12	7	3	2	2	6	6	30
#dag < 0 °C	.	.	6	11	9	7	12	5	.	.	.	.	.
N	.	2	6	13	14	13	10	4	.	.	.	.	.
#dag < -10 °C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
#dag < 0 °C (10 cm)	.	3	15	13	12	9	23	10	1	.	.	.	.
N	.	4	9	15	16	16	16	11	4	1	.	.	.
Tmax gem	21.5	15.8	9.5	7.7	6.9	10	13.4	14.5	21.1	23.1	25	27.3	20.3
N	19.9	14.9	9.8	6.4	5.9	7	10.8	15.3	19.1	21.9	24	23.7	19.9
Tmax	27.9	18.9	13.3	15.3	14.1	13.9	19.8	22.4	27.8	31.8	37.8	33.5	31.5
datum Tmax	9	29	19	30	1	16	22	12	18	23	19	25	5

Neerslag

De maanden september, november, december en januari waren iets droger in vergelijking met de normaalwaarden. In februari was er sprake van een grotere hoeveelheid neerslag (124 mm), in vergelijking met 64 mm normaal. De maand maart was met 2.3 mm neerslag daarentegen erg droog. In juni tijdens de periode van zaadvulling, is er voldoende vocht met 125 mm neerslag. Juli en augustus zijn tijdens de afrijping van het gewas juist weer droger dan normaal.

Tabel 4-2: Hoeveelheid neerslag tijdens het groeiseizoen (KNMI neerslagstation Gemert) en langjarig gemiddelde (N) (1991-2020).

	2021			2022									
	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep
mm / mnd	51.4	71.6	47.3	56.7	40.6	123.6	2.3	43.4	65.6	125	24.3	24.4	101.8
N	62.9	67.9	70.2	80	68.9	63.9	55.6	41.7	60.9	61.6	78.4	77.9	62.9

4.2 Opkomst en winterhardheid

Op 29 november zijn opkomststellingen verricht voor het eerste en tweede zaaimoment. Op 19 januari is een tweede telling gedaan om te kijken hoeveel planten de eerste winterperiode overleefd hebben. Daarbij zijn er significante verschillen tussen de rassen zichtbaar, waarbij Ulysse gemiddeld het minste aantal planten per m² telt (24,1) gevolgd door Rumbo Baer (27,1), Magnus (30,1) en Orus (30,1). De grootste verschillen zijn echter ontstaan door het moment waarop er dassenvraat in het perceel is opgetreden. In de eerste zaai zijn alleen de koppen uit de planten gegeten (bovenste serie foto's), maar in de tweede zaai, die minder ver ontwikkeld was, zijn hele planten, inclusief de kiembladen weggegeten. Deze hebben zich niet meer kunnen herstellen. Na de winter is van de eerste zaai 87% van de planten overgebleven, maar van de tweede zaai nog maar 60%.

Tabel 4-3 Duizendkorrelgewicht (dkw) van verschillende rassen en lijnen winter- en zomert lupine, streefaantallen plantdichtheid, en zaaidichtheid op basis van schattingen kiempercentages en percentage uitwinteren.

ras/lijn	dkw	streef planten/m ²	schatting % kiem veld	schatting % uitwinteren	zaaidichtheid zaden/m ²
Magnus	322	22	97	40	37.8
Orus	319	22	96	40	38.2
Rumbo Baer	405	22	81	40	45.3
Ulysse	358	22	90	40	40.7
Blu-21-61-47-19	377	22	88	40	41.7
Blu-21-62-48-19	435	22	78	40	47.0
Blu-21-63-49-19	365	22	77	40	47.6
Butan	280	50	91	0	54.9
Celina	443	50	73	0	68.5
Energy	320	50	90	0	55.6
Feodora	273	50	94	0	53.2
Frieda	460	50	91	0	54.9
Sulimo	315	50	84	0	59.5

De gemiddelde plantdichtheid van de eerste zaai (29 planten/m²) is eind januari nog iets boven de streefwaarde (20-25 planten/m²), maar van de tweede zaai lager dan de streefwaarde (19 planten/m²). Daarbij zijn van met name Rumbo Baer en Ulysse veel minder planten dan de streefwaarde over (16 resp. 14 planten/m²) (Tabel 4-5).

Tabel 4-4 Plantdichtheid na opkomst (28 november) en halverwege de winter (19 januari). Letters geven significante verschillen ($P=0.004$) tussen de interactie van zaaimoment en datum aan.

	planten/m ² 1 ^e zaai	planten/m ² 2 ^e zaai
29 november 2021	32.9 (a)	31.1 (ab)
19 januari 2022	28.5 (b)	18.8 (c)

Tabel 4-5 Percentage opkomst (29 november) van verschillende rassen en lijnen winter- en zomerlupine.

	zaden/m ²	% kiem in kiemtest	% opkomst zaai 1	planten/m ² zaai 1	% opkomst zaai 2	planten/m ² zaai 2
Magnus	37.8	98.5	95.9	30.0	86.1	21.5
Orus	38.2	97.6	86.2	28.8	90.4	24.3
Rumbo Baer	45.3	87.0	72.4	27.5	70.6	16.0
Ulysse	40.7	93.5	72.7	27.9	62.6	13.6
Blu-21-61-47-19	41.7	91.5	95.3	31.5	*	
Blu-21-62-48-19	47.0	84.0	62.4	24.0	*	
Blu-21-63-49-19	47.6	83.0	88.2	35.1	*	
Butan	54.9	94.0	71.9	39.5	*	
Celina	68.5	80.0	59.0	40.4	*	
Energy	55.6	93.0	82.5	45.9	*	
Feodora	53.2	96.0	63.4	33.7	*	
Frieda	54.9	94.0	90.1	49.5	*	
Sulimo	59.5	88.5	80.7	48.0	*	



Figuur 4-1: Links: vraatschade Orus; rechts: vraatschade Magnus in 1^e zaai op 29 november



Figuur 4-2: Dassensporen



Figuur 4-3: Links en rechts: dassenvraat kiemplanten in Rumbo Baer, 2^e zaaimoment op 29 november.

4.3 Gewasontwikkeling

Op 23 juni is de hoogte van het gewas in de winter- en zomerlupine bepaald. Er zijn significante verschillen tussen de rassen, maar er is geen verschil in hoogte tussen het eerste zaaimoment van de winterlupine, en het tweede zaaimoment. De grootste verschillen zijn er tussen de zomer- en de winterlupine. Daarbij zijn alle winterlupine rassen zogenaamde "dwergtypes" met kortere afstanden tussen de internodiën. Daarnaast treedt er binnen de winterlupine echter ook extreme dwerggroei op. Hiervoor zijn verschillende mogelijke oorzaken aan te wijzen. De eerste is mogelijk een *Rhizoctonia* aantasting. Als jonge planten worden aangetast door de schimmel *Rhizoctonia solani* (lupine is o.a. gevoelig voor anastomosegroep AG 2-2), en deze aantasting tot na het 8^e-10^e bladstadium overleven, dan treedt er in het vervolg van de groei vaak dwerggroei op, en blijven de planten achter in productie. *Rhizoctonia* is in het veld vaak te zien als pleksgewijze aantastingen. Hoewel er geen problemen in de voorvrucht (maïs) zijn opgetreden, kan maïs *Rhizoctonia* wel vermeerderd hebben. De tweede mogelijke oorzaak is mangaantoxiciteit. Dit kan optreden

bij een lage pH (<5.5), en kan worden versterkt bij een slechte bodemstructuur en zuurstofloze omstandigheden in de bodem. Mogelijk kan ook echter de schimmelziekte *Pleiochaeta setosa* een rol gespeeld hebben in de uitval van planten. Deze ziekte is echter door zaad overgebracht, en zou dus ook rasverschillen moeten laten zien, maar niet direct pleksgewijze verschillen in het perceel. Vanwege de pleksgewijze verschillen is een oorzaak in de bodem (bodemziekte, bodemstructuur en/of nutriënten) dus waarschijnlijk mede een factor die bepaald heeft dat er grote verschillen binnen de rassen zijn waargenomen.

Tabel 4-6: Gewashoogte van winter- en zomerrassen op 23 juni

	hoogte (cm)	hoogte dwerggroei (cm)
Magnus	51	26
Orus	51	25
Rumbo Baer	59	40
Ulysse	46	35
Blu-21-61-47-19	50	42
Blu-21-62-48-19	67	37
Blu-21-63-49-19	47	38
Butan	88	nvt
Celina	98	nvt
Energy	99	nvt
Feodora	87	nvt
Frieda	96	nvt
Sulimo	101	nvt

4.4 Bloei en peulzetting

Tijdens de zaai van de zomerlupine op 14 april, beginnen in een aantal planten al de eerste bloemen te openen. Het aantal etages met bloei is op 23 juni bepaald, het gemiddeld aantal etages met peulen en het totaal aantal peulen per plant op 13 juli. Tussen haakjes staat het aantal grote peulen per plant vermeld. Het streven volgens Franse richtlijnen om 20-25 (grote) peulen per plant te halen is dus in deze proef niet behaald.

Tabel 4-7: Aantal etages met bloei en peulen, en aantallen peulen per plant.

ras	etages met bloei	gem. aantal etages met peulen	peulen/plant (groot) zaai 1	peulen/plant (groot) zaai 2
Magnus	2-3	2,3	14.8 (13,6)	14.2 (13,2)
Orus	1-3	2,2	15.3 (14,2)	12.6 (12,3)
Rumbo Baer	2-3	2,6	10.9 (5,7)	12.4 (11,0)
Ulysse	2-6	2,5	21.9 (18,6)	21.5 (19,2)
Lijn 61-47	2	2,0	16.8 (13,2)	*
Lijn 62-48	2-4	3,4	16.8 (14,8)	*
Lijn 63-49	1-2	1,9	15.8 (13,5)	*



Figuur 4-4: Bloei Ulysse, 19 mei



Figuur 4-5: Links: Orus met lieveheersbeestje, rechts: Magnus (19 mei)



Figuur 4-6: Links: Rumbo Baer witbloeiend, en rechts de Chileense lijn Blu-21-62-48-19



Figuur 4-7: Mooie volle stand van het gewas (Orus)



Figuur 4-8: Dunne stand van het gewas door vraat aan het begin van het groeiseizoen (Ulysse)

4.5 Ziekte druk

Eind juni wordt er in de winterlupine in een aantal rassen een forse ziekte druk waargenomen. Er treedt in veel veldjes een sterke wegval van planten op. Een aantal planten lijkt vooral last te hebben van dwerggroei. Andere planten hebben last van het (versneld) vergelen van het blad tussen de nerven, in combinatie met bruine vlekjes. In een later stadium verschijnen deze onregelmatige bruine vlekjes ook op de peulen. Deze symptomen lijken het meest op *Pleiochaeta setosa*. De oorzaak van de dwerggroei is onduidelijk. Het zou kunnen gaan om planten die vroege aantasting door *Rhictonia solani* (mogelijk AG 2-2) hebben overleefd, maar vervolgens zeer sterk achtergebleven zijn in groei. De pleksgewijze aantasting, die over verschillende veldjes heenloopt, lijkt hierop te wijzen. Een andere mogelijkheid is dat er sprake is van mangaantoxiciteit. Dit zou vooral op plekken met structuurbederf kunnen spelen, door de combinatie met een lage pH (<5.5).

De grootste wegval treedt op in het ras Rumbo Baer, gevolgd door Ulysse. In de rassen Magnus en Orus is duidelijk minder sprake van wegval, maar er zijn ook plekken met veel dwerggroei en aantasting door *Pleiochaeta*. Daarnaast is er soms aan het blad forse zuigschade en vraatschade door insecten zichtbaar, zowel door luizen als door bijvoorbeeld de rozenkever (*Phyllopertha horticola*). Mogelijk dat ook de larven (engelingen) van de rozenkever schade aan de kiemplanten hebben toegebracht.

Bruine vlekkenziekte (*Pleiochaeta*)

In de winterlupine speelt op verschillende plekken een hoge ziekte druk door *Pleiochaeta setosa* (Bruine vlekkenziekte). *Pleiochaeta* profiteert in het algemeen van koelere, vochtiger omstandigheden. In zomerlupine wordt de ziekte wel aangetroffen, maar in het

algemeen wordt daar gedacht dat deze weinig invloed op de opbrengst heeft. Doordat winterlupine een groot deel van het seizoen echter onder koelere omstandigheden groeit, lijkt het alsof de ziekte hier meer opbrengstreductie kan veroorzaken. De aantasting is zichtbaar als bruine, netachtige vlekken op het blad, en als een aantasting van onregelmatige vlekken op de peul.

Brandvlekkenziekte (Anthracnose)

Op 23 juni zien we in alle zomerlupine-rassen anthracnose (Brandvlekkenziekte) ontstaan. De bron van de ziekte lijkt in het ras Sulimo te zitten, die extreem zwaar onder de anthracnose zit, met een zeer sterk sporulerende schimmel. Ook het ras Energy is zeer sterk aangetast, met grote anthracnose plekken in het veld, en volledig slap hangende planten. Ook in Feodora zit al redelijk veel anthracnose, gevolgd door Butan. Frieda en Celina zijn duidelijk nog minder aangetast, vooral randplanten die grenzen aan velden met een hoge aantasting gaan slap. Wel zitten er in Celina ook al planten met een sporulerende schimmelaantasting. Frieda en Celina zijn dus duidelijk tolerant, maar zeker niet resistent. Omdat de aantasting zo zwaar is dat deze niet meer door het weghalen van enkele planten gestopt kan worden, is besloten om het hele zomerlupineveld te ruimen. Anthracnose is een heel agressieve schimmel, die in dit stadium ook met fungiciden niet meer bestreden kan worden. Door het zomerlupine veld te ruimen, proberen we de winterlupine vrij te houden van aantasting. In één veld met winterlupine wordt op 23 juni ook anthracnose op een peul gevonden (Rumbo Baer). Het ruimen van de zomerlupine is op 24 juni gebeurd. Op 13 juli is nogmaals een gewaswaarneming in de winterlupine gedaan. Daarbij lijken er toch op een paar plekken anthracnose aantastingen op te treden, in Rumbo Baer, Ulysse en Magnus worden aantastingen op enkele peulen in een enkele plant gevonden. Verder breidt de ziekte zich in de winterlupine niet uit.



Figuur 4-9: Links: Pleiochaeta op peul in Magnus (13 juli) en eerder op lijn Blu-21-61-47-19 (23 juni)



Figuur 4-10: Pleiochaeta setosa aantasting in Rumbo Baer



Figuur 4-11: Links: onbekende stengelaantasting, mogelijk veroorzaakt door Pleiochaeta; rechts; aantasting door anthracnose in het zomerpineras Sulimo

Plagen

In zomerpineras komen plagen nauwelijks voor. Met name in bittere lupinesoorten, zoals Andeslupine, wordt wel de lupineluis gezien. In de winterlupine in deze proefopzet lijkt de plaagdruk wat hoger, met zowel aantastingen door luizen, als door bijvoorbeeld rozenkevers. De druk is in een aantal gevallen zo hoog, dat er vermoedelijk ook een effect op de opbrengst is opgetreden.



Figuur 4-12: Schade door rozenkever in Rumbo Baer. Behalve met het blad, kunnen volwassen rozenkevers zich ook voeden met bijvoorbeeld bloemknoppen.

4.6 Opbrengst

De winterlupine is op 15 augustus geoogst. Omdat een aantal veldjes zwaar veronkruid zijn door de lage plantdichtheid, is hier eerst nog handmatig gewied. In de opbrengst zien we een significant verschil tussen de rassen en een significant verschil tussen zaaimoment. Daarbij is er een enorm verschil is tussen het hoogst producerende ras Orus (4.5 t/h in de eerste zaai, 85% DS) en het vrijwel niet producerende ras Rumbo Baer (0.4 t/h in de eerste zaai). De lagere opbrengsten van zowel Ulysse als Rumbo Baer kunnen gedeeltelijk teruggevoerd worden op de grotere wildschade in de tweede zaai, waarbij er nog maar 14 (Ulysse) resp. 16 (Rumbo Baer) planten per m² over waren. Het verklaart echter niet de lage opbrengst van Rumbo Baer in de eerste zaai, waar eind januari nog gemiddeld 28 planten/m² in het veld stonden. De lagere kiemkracht van Rumbo Baer aan het begin van de proef, wijst in de richting van een slechtere zaadkwaliteit. Gezien de ontwikkeling van ziekten later in het seizoen, kan de aanwezigheid van *Pleiochaeta setosa* in het zaaigoed, hier een mogelijke verklaring voor zijn. *Pleiochaeta* profiteert vooral van een langere koude periode, wat in een winterteelt een veel grotere rol speelt dan in een zomergewas. Daarnaast lijkt Rumbo Baer later in het seizoen ook meer last gehad te hebben van vraat door onder andere rozenkevers en van zuigschade door luizen, die geprofiteerd kunnen hebben van het zwakkere gewas.

In het algemeen valt echter ook de enorme heterogeniteit binnen het perceel op. Zo liggen de productiecijfers voor Orus in de 3 veldjes van de eerste zaai tussen 3.4 en 5.4 ton/ha, en van Magnus tussen 1.1 en 4.9 ton/ha. De 6 veldjes Orus/Magnus met opbrengsten van 4.1-5.4 ton/ha liggen op één veld na in het verlengde van elkaar, met daartussen één veldje Rumbo Baer. Het is dus waarschijnlijk dat bodemgesteldheid hier een grote invloed heeft op opbrengst, ofwel door bijvoorbeeld een betere bodemstructuur, of door een lagere ziektedruk van bodemgebonden ziekten.

Het verschil tussen de twee zaaimomenten is significant. Gemiddeld haalden de 4 rassen bij zaai op 1 oktober een opbrengst van 3.0 ton/ha, terwijl ze bij zaai op 28 oktober een opbrengst van 2.0 ton/ha haalden. De grootste factor is hier echter (onder de omstandigheden van een zachte winter) niet de winterhardheid, maar het moment waarop de vraat aan de planten heeft plaatsgevonden. Daarbij konden de net gezaaide

Tabel 4-8: opbrengstcijfers in ton/ha (85% DS) voor de 4 rassen en 3 lijnen winterlupine voor de twee zaaidatums. Letters geven significante verschillen aan ($P < 0.05$) binnen dezelfde kolom. Tussen haakjes staat de laagste en hoogste opbrengst in de drie herhalingen.

	zaaidatum 1 oktober		zaaidatum 31 oktober	
Orus	4.5 a	(3.4-5.4)	3.4 a	(3.1-3.9)
Magnus	3.6 ab	(1.1-4.9)	2.5 a	(1.6-3.1)
Ulysse	3.4 b	(2.7-3.9)	1.4 b	(0.7-1.9)
Rumbo Baer	0.4 d	(0.1-0.9)	0.8 b	(0.4-1.0)
Lijn Blu-21-61-47-19	1.9 c	(1.0-2.6)	*	
Lijn Blu-21-62-48-19	0.9 cd	(0-1.5)	*	
Lijn Blu-21-63-49-19	1.8 c	(0.9-2.2)	*	

kiemplanten van de tweede zaai de wildvraat niet overleven, terwijl de op 1 oktober gezaaide planten eroverheen konden groeien.

In de beoordeling van de opbrengst is het belangrijk om ook de resultaten van de teeltproef op dalgrond te vermelden. Deze proef is elders uitgebreider beschreven (Cuijpers, 2023) , maar hier heeft helaas geen oogst plaats gevonden: door verslemping en waterstagnatie trad hier sterke dwerggroei op, met nauwelijks peulvorming .



Figuur 4-13: Enorm verschil in gewasontwikkeling in de proeven op dalgrond (planten met zeer sterke dwerggroei en zonder productie) en op de dekzandgrond waar de proeven in deze rapportage zijn uitgevoerd (ontwikkeling op 16 juli 2022).

4.7 Productkwaliteit

De eiwitgehalten, voederwaarde analyse en alkaloïdenanalyse is voor alle rassen uitgevoerd aan monsters uit het eerste zaaimoment, met uitzondering van Rumbo Baer, waar te weinig materiaal geogst was in de veldjes van het eerste zaaimoment, en daarom materiaal uit de oogst van het tweede zaaimoment gebruikt is. Eiwit en alkaloïden zijn in drievoud geanalyseerd (per herhaling in het veld), voederwaarde analyse is voor alle rassen in enkelvoud geanalyseerd.

Eiwit en eiwitopbrengst

Het eiwitgehalte in de verschillende rassen varieert van 36.1% (Magnus) tot 42.3% (lijn Blu-21-63-49-19). De eiwitopbrengst varieert tussen 257 kg/ha (Rumbo Baer in de tweede zaai) en

1433 kg/ha (Orus in de eerste zaai). Ter vergelijking is in onderstaande tabel ook de analyse van het zomerlupine ras Frieda meegenomen. In de proef in Elzendorp zijn de zomerrassen niet geoogst vanwege anthracnose, de analyse van Frieda is uit een proefveld met winterlupinerassen en één zomerlupineras in Klazienaveen.

Tabel 4-9: Eiwitgehalten en eiwitopbrengst in rassen en lijnen winterlupine, en vergelijking met zomerlupine geteeld op een andere locatie in hetzelfde teeltjaar.

ras/lijn	type	eiwit (% in DS)	eiwitopbrengst (kg/ha)
Magnus	winter	36.1 c	1112 a
Orus	winter	37.8 b	1433 a
Rumbo Baer	winter	38.1 b	257 c
Ulysse	winter	37.5 b	1084 a
Lijn Blu-21-61-47-19	winter	41.6 a	685 b
Lijn Blu-21-62-48-19	winter	38.4 b	425 bc
Lijn Blu-21-63-49-19	winter	42.3 a	631 bc
Frieda	zomer	30.9	1109

Nutritionele samenstelling en voederwaarde

De gehalten van de verschillende typen lupines (winter- en zomer) zijn vrij vergelijkbaar – de verschillen vallen binnen de marges van de analyse- en bemonsteringsfouten (Tabel 4-10). De zomerlupine lijkt een wat lager droge stofgehalte en een wat lager ruw eiwitgehalte te hebben dan de winterlupines. Het suikergehalte is juist weer wat hoger in de zomerlupine. Bij gras zijn het suiker- en het eiwitgehalte omgekeerd gerelateerd, wellicht speelt dat hier ook. De spreiding van NDF kan heel goed in de foutenmarge zitten. De verschillen tussen de zomer- en winterlupines zouden rasverschillen kunnen zijn, maar ze kunnen ook veroorzaakt zijn door het latere oogstmoment van de zomerlupine, of door de andere locatie waarop deze geteeld is. Ruw as is in alle samples rond de 40, en zetmeel (overal <10) zijn vrij constant.

Tabel 4-10: Chemische samenstelling van de winterlupinerassen en het zomerlupineras Frieda.

	type	DS	Ruw eiwit	Ruw vet	Ruwe celstof	Suiker	Zetmeel	NDF
Magnus	winter	923	352	89	143	84	< 10	219
Orus	winter	924	366	91	136	84	< 10	239
Rumbo Baer	winter	919	379	84	133	85	< 10	250
Ulysse	winter	922	376	87	142	84	< 10	228
gemiddelde winter		922	368	88	139	84	<10	234
Frieda	zomer	891	296	95	150	96	< 10	233

DS in g/kg product, overige parameters in g/kg DS. NDF = Neutral Detergent Fiber

Het gehalte aan ruwe celstof kan een effect hebben op de verteerbaarheid (VCOS, Tabel 4-11), maar omdat de verschillen relatief klein zijn, zijn de effecten op de verteerbaarheid dat ook. Aangezien de verteerbaarheid ook weer bepalend is voor de VEM, (samen met

o.a. het ruw vetgehalte), zijn ook de verschillen in VEM klein. Echter, doordat de zomerlupine een relatief laag eiwitgehalte had vergeleken met de verschillende winterlupines, zijn verschillen in zomer- en winterlupines wel duidelijk zichtbaar in het DVE en het OEB gehalte. Deze zijn beide lager in de zomerlupine. Het OEB gehalte is relatief hoog: OEB is eiwit dat in overmaat aanwezig is in de pens en hoge gehalten kunnen dan ook resulteren in hoger melkureum en hogere verliezen in de urine.

Tabel 4-11: Voederwaarde analyse van de verschillende soorten winterlupine en zomerlupine

	VCOS T&T	VEM	FOSp	DVE	OEB
Magnus	87,7	1267	621	129	172
Orus	88,2	1281	616	132	183
Rumbo Baer	89,1	1282	617	136	191
Ulysse	88,7	1284	622	135	189
gemiddeld	88,4	1279	619	133	184
Frieda	88,8	1298	617	119	126

Waarden in g/kg DS (zie hiervoor Tabel 4-10). VCOS T&T = .Verteringscoëfficiënt Organische Stof (Tilley & Terry); VEM = Voeder Eenheid Melk; FOSp = Fermenteerbare Organische Stof (pens); DVE = Darm Verteerbaar Eiwit; OEB = Onbestendig Eiwit Balans.

Vergelijking met andere voedermiddelen

Andere voedermiddelen die in aanmerking zouden komen als krachtvoer van eigen land voor melkvee zijn bijvoorbeeld erwten, veldbonen (witbloeiend = tannine-arm, en bontbloeiend = tannine-rijk), lijnzaad, sojabonen en zonnebloemzaad. In de CVB Veevoedertabel wordt onderscheid gemaakt tussen lupines met een Ruw Eiwitgehalte van meer of minder dan 335 gram/kg droge stof. De geanalyseerde zomerlupine zit daaronder, de winterlupines zitten hier allemaal boven (Stichting CVB, 2022). Het eiwitgehalte van lupines is duidelijk hoger dan dat van erwten, lijnzaad, veldbonen en zonnebloemzaad, en het is vergelijkbaar met sojabonen (Tabel 4-12). Wat dat betreft zouden lupines dus een goed alternatief kunnen zijn voor sojabonen in het melkveerantsoen. Wel is het vetgehalte veel hoger in sojabonen, waardoor ook de VEM een stuk hoger is (Tabel 4-13). Een product als raapzaad(schroot) staat ook bekend als mogelijke eiwitvervanger. Deze bevat minder eiwit dan lupinen, maar ook een stuk meer vet. Zowel voor sojabonen als voor raapzaad en zonnebloem wordt met name het schroot ingezet als voer voor melkvee, en niet zozeer de boon.

Tabel 4-12: De chemische samenstelling van verschillende grondstoffen die als eigen geteeld krachtvoer gebruikt zouden kunnen worden voor melkvee.

type	DS	Ruw eiwit	Ruw vet	Ruwe celstof	Suiker	Zetmeel
------	----	-----------	---------	--------------	--------	---------

Lupinen	Winter	922	368	88	139	84	<10
Lupinen	Zomer	891	296	95	150	96	< 10
Lupinen (CVB)	RE>335	878	360	46	137	48	21
Lupinen (CVB)	RE<335	895	303	52	153	50	12
Erwten		866	201	10	53	43	416
Lijnzaad		922	212	401	95	22	14
Veldboon	Bontbloeiend	869	254	12	77	29	328
Veldboon	Witbloeiend	867	264	10	85	39	336
Raapzaad		925	192	422	114	29	15
Sojabonen		899	362	198	49	67	7
Zonnebloemzaad		940	141	372	277	19	4

Tabel 4-13: De voederwaarde van verschillende grondstoffen die als eigen geteeld krachtvoer gebruikt zou kunnen worden voor melkvee.

		VEM	FOSp	DVE	OEB
Lupinen		1279	619	133	184
Lupinen		1298	617	119	126
Lupinen (CVB)	RE>335	1101	637	137	177
Lupinen (CVB)	RE<335	1135	666	127	129
Erwten		1023	617	98	61
Lijnzaad		1779	253	67	107
Veldboon	Bontbloeiend	1019	623	108	100
Veldboon	Witbloeiend	1012	619	109	108
Raapzaad		1876	268	38	102
Sojabonen		1425	475	113	205
Zonnebloemzaad		1386	126	10	88

Bitterstoffen | alkaloïden

De gehalten aan bitterstoffen in de verschillende rassen winterlupine en het ras zomerlupine (van een afwijkende locatie) zijn voor de 3 herhalingen in het veld ook in 3-voud bepaald. Omdat van het zaaizaad in niet alle gevallen voldoende aanwezig was, is de analyse van het zaaizaad in enkelvoud gedaan.

In totaal zijn de monsters op 24 alkaloïden geanalyseerd, waarvan er 18 zijn gedetecteerd in de monsters. Van 15 van deze alkaloïden zijn standaarden meegenomen in de analyse, van 9 alkaloïden zijn geen standaarden aanwezig en zijn de gehalten afgeleid. Twee alkaloïden (sparteïne en angeloyl-13-OH-oxymultiflorine) werden alleen in het zomerlupineras Frieda aangetroffen. Zes alkaloïden werden in geen enkel monster aangetroffen: lupinine, cytisine, methylcytisine, anagryrine, thermopsine en trans-cinnamoyl-13-OH-oxylupanine. Omdat het zomerlupineras Frieda op een andere locatie geteeld is, is het niet meegenomen in de statistische analyse. Gezien de zeer grote verschillen in zowel de totale gehalten als in het alkaloïdenprofiel, kan er echter wel vanuit gegaan worden dat het ras Frieda significant verschilt van de andere rassen.

De totale gehalten aan alkaloiden overschrijden in geval van 3 van de 4 rassen de norm voor humane consumptie (200 mg/kg) (Tabel 4-14). Alleen de Chileense lijnen en het ras Ulysse blijven onder de norm. Opvallend is de zeer hoge overschrijding van het zomerlupineras Frieda, dat ook als veevoer voor herkauwers niet geschikt is met deze hoge gehalten. In Tabel 4-14 staan de resultaten van de 10 alkaloiden die samen 95-98 procent van het totale gehalte aan gemeten bitterstoffen vormen. De resultaten van de minder belangrijke alkaloiden staan vermeld in Tabel 4-15.

Tabel 4-14: Gehalten aan alkaloiden (bitterstoffen) in winterlupine rassen en één zomerlupineras (Frieda) in mg/kg. Statistische analyse is van winterlupinerassen op dezelfde locatie. Letters geven significante verschillen tussen de rassen weer. Totaal alkaloiden, en gehalten van 10 meest voorkomende alkaloiden.

	totaal alkaloiden	Lupanine	Tigloyl-13-OH-oxylupanine	13-OH-multiflorine	13-OH-Lupanine	Albine	Angustifoline	11,12-seco-didehydromultiflorine	3b-OH-lupanine	Multiflorine	Sparteine
Magnus	415.4 (c)	97.1 (c)	85.8 (c)	64.0 (b)	57.1 (c)	48.5 (c)	18.4 (d)	18.0 (cd)	8.9 (d)	2.4	0
Orus	411.7 (c)	101.1 (c)	79.0 (c)	66.1 (b)	53.2 (c)	49.7 (c)	18.6 (d)	19.2 (d)	8.5 (d)	2.5	0
Rumbo_Baer	267.7 (b)	83.4 (bc)	34.5 (b)	50.3 (b)	28.5 (b)	32.1 (b)	7.4 (b)	14.2 (c)	3.5 (b)	3.7	0
Ulysse	192.8 (ab)	26.7 (ab)	40.2 (b)	30.6 (a)	37.4 (b)	22.9 (ab)	12.8 (c)	9.3 (b)	4.9 (c)	1.2	0
lijn_61-47	102.1 (a)	45.1 (abc)	7.4 (a)	13.8 (a)	7.4 (a)	13.1 (a)	3.1 (a)	2.8 (a)	1.4 (a)	4.6	0
lijn_62-48	107.4 (a)	25.8 (ab)	16.7 (a)	19.7 (a)	11.5 (a)	14.8 (a)	4.4 (a)	6.6 (ab)	2.0 (a)	1.2	0
lijn_63-49	73.4 (a)	19.8 (a)	10.8 (a)	12.6 (a)	6.7 (a)	12.1 (a)	3.3 (a)	2.3 (a)	1.6 (a)	0.9	0
Frieda	1948.9	1189.7	64.6	206.9	117.7	151.7	32.3	38.8	10.1	61.9	46.2

De hoge gehalten in de geogoste rassen kunnen door verschillende oorzaken zijn ontstaan. Eén mogelijke oorzaak zijn (te) hoge gehalten in het uitgangsmateriaal (zaaizaad). Om deze reden hebben we ook het zaaizaad getest, voor de rassen waarvoor er nog zaaizaad over was (Rumbo Baer, Ulysse en Frieda). Het zaaizaad van het ras Frieda blijkt sowieso zeer hoog in alkaloiden te zijn geweest. Het is de vraag of hierbij nog wel van een 'zoet' ras sprake is, waarbij maximaal 5% van de zaden bitter mag zijn. Dit kunnen we echter niet met behulp van de LC-MS/MS analyse bepalen, maar zou met een aparte analysemethode moeten plaatsvinden. De andere twee rassen hadden als zaaizaad nog voldoende lage alkaloidengehalten, waarbij Ulysse net op de norm voor humane consumptie zit, en Rumbo Baer daar ruim onder zit. Uit de analyses blijkt echter dat de rassen zich verschillend gedragen in de ontwikkeling van de alkaloidengehalten in de loop van het seizoen. Terwijl bij het ras Ulysse het gehalte aan alkaloiden niet veranderd is, is dit bij Rumbo Baer en Frieda met een factor 2.7 respectievelijk 2.3 gestegen. De afzonderlijke alkaloiden laten ook niet dezelfde reactie zien tijdens het seizoen. Het is bekend dat het gehalte aan bitterstoffen kan

stijgen door bijvoorbeeld droogte of hitte, maar er is weinig bekend over de mechanismen die hieraan ten grondslag liggen, of rasverschillen in reactie hierop.

Tabel 4-15: Gehalten aan minder voorkomende alkaloiden (bitterstoffen) in winterlupine rassen en één zomerpupineras (Frieda) in mg/kg. Statistische analyse is van winterlupinerassen op dezelfde locatie. Letters geven significante verschillen tussen de rassen weer.

	Isolupanine	3b,13-diOH-sparteine	Tigloyl-13-OH-oxymultiflorine	Tetrahydrohombifoline	Epilupanine	Isoangustifoline	Angeloyl-13-OH-oxymultiflorine	Gramine
Magnus	6.1 (c)	4.5 (c)	1.5 (d)	1.3 (e)	1.3 (b)	0.4 (d)	0	0 (a)
Orus	5.3 (c)	4.1 (bc)	1.5 (d)	1.2 (e)	1.2 (b)	0.5 (d)	0	0 (a)
Rumbo_Baer	3.8 (b)	4.6 (c)	0.8 (c)	0.7 (d)	0 (a)	0.2 (b)	0	0.2 (b)
Ulysse	3.3 (b)	1.9 (a)	0.7 (bc)	0.6 (cd)	0.2 (a)	0.3 (c)	0	0 (a)
lijn_61-47	1.1 (a)	1.8 (a)	0.2 (a)	0.2 (a)	0 (a)	0.1 (a)	0	0 (a)
lijn_62-48	1.8 (a)	2.1 (ab)	0.4 (ab)	0.4 (bc)	0 (a)	0.1 (a)	0	0 (a)
lijn_63-49	1.3 (a)	1.3 (a)	0.3 (a)	0.2 (ab)	0 (a)	0.1 (a)	0	0 (a)
Frieda	11.8	12.1	3.1	1.3	0.7	0.5	0.4	0

Tabel 4-16: Gehalten aan alkaloiden (bitterstoffen) in zaaizaad versus geogste korrel voor 2 rassen winterlupine en 1 ras zomerpupine.

	totaal alkaloiden	Lupanine	Tigloyl-13-OH-oxylupanine	13-OH-multiflorine	13-OH-Lupanine	Albine	Angustifoline	11,12-seco-didehydromultiflorine	3b-OH-lupanine	Multiflorine	Sparteine
Rumbo Baer zaaizaad	98.0	36.9	9.1	14.5	7.9	8.0	1.8	4.2	3.1	6.2	0.0
Rumbo Baer oogst	267.7	83.4	34.5	50.3	28.5	32.1	7.4	14.2	3.5	3.7	0.0
factor	2.7	2.3	3.8	3.5	3.6	4.0	4.0	3.4	1.1	0.6	*
Ulysse zaaizaad	200.1	28.8	51.6	28.1	38.4	16.5	10.0	6.6	8.6	1.3	0.8
Ulysse oogst	192.8	26.7	40.2	30.6	37.4	22.9	12.8	9.3	4.9	1.2	0.0
factor	1.0	0.9	0.8	1.1	1.0	1.4	1.3	1.4	0.6	0.9	0.0
Frieda zaaizaad	833.2	421.8	32.6	106.2	67.6	72.3	18.7	21.9	5.6	26.4	43.8
Frieda oogst	1948.9	1189.7	64.6	206.9	117.7	151.7	32.3	38.8	10.1	61.9	46.2
factor	2.3	2.8	2.0	1.9	1.7	2.1	1.7	1.8	1.8	2.3	1.1

5 Conclusies

De resultaten van deze eerste proef met winterlupine op dekzandgrond zijn positief, maar gecombineerd met de negatieve resultaten op dalgrond (zie Cuijpers, 2023: Verkenning teelt winterlupine), en de relatief zachte winter, is er meer onderzoek nodig om de kansen voor deze teelt goed te beoordelen en waar mogelijk te verbeteren. Op de dekzandgrond is de hoogste opbrengst behaald met het ras Orus, met een gemiddelde opbrengst van 4.5 ton/ha. Ook met de rassen Magnus (3.6 ton/ha) en Ulysse (3.4 ton/ha) werden mooie resultaten behaald. Door een combinatie van wildschade en heterogeniteit in het perceel, waren er echter ook grote verschillen tussen de plots. Onder goede omstandigheden en met een goede kwaliteit zaaizaad lijken er voor winterlupine dus wel mogelijkheden te zijn onder Nederlandse omstandigheden, maar er zijn zeker ook beperkingen gezien de negatieve resultaten op dalgrond. De eiwitgehalten van winterlupine zijn in het algemeen hoog (36.1-42.3% eiwit in de droge stof), en mogelijk ook hoger dan zomerlupine, maar omdat de zomerlupine op de locatie op dekzand door anthracnose niet geoogst kon worden, hebben we hier alleen een vergelijking met de teelt op dalgrond kunnen maken. De voederwaarde analyse is bepaald aan de hele boon, en daarbij qua eiwitgehalte vergelijkbaar met soja, hoewel lupine wat minder vet bevat. De alkaloïdengehalten van de gebruikte rassen lagen in veel gevallen boven de norm voor humane consumptie. Dit is een aandachtspunt dat zowel in de zomer- als in de winterteelt in toenemende mate een rol lijkt te spelen. Voldoende zoet zaaizaad blijkt daarbij niet altijd een garantie voor een voldoende zoete oogst. Voor zowel de vermeerdering als de veredeling liggen hier belangrijke aandachtspunten.

Aandachtspunten winterteelt

De volgende aspecten komen uit dit onderzoek, in combinatie met het winterlupine onderzoek op dalgrond naar voren:

- Het belang van een vroeger zaaidatum. Het advies is om voor 20 september te zaaien, maar in de praktijk zal dit niet altijd makkelijk te realiseren zijn. In de proef zagen we een verschil in ontwikkeling en een indicatie voor een hogere opbrengst bij vroeger zaaien. Het is dus belangrijk om een voorvrucht te kiezen die voldoende vroeg geoogst kan worden, zodat er vroeg genoeg gezaaid kan worden.
- Perceelskeuze. Uit de resultaten van beide proeven blijkt dat een goede bodemstructuur met een weinig slompgevoelige grond belangrijk is, waarbij er geen waterstagnatie in de winter zal optreden. Daarnaast is er bij de teelt van winterlupine mogelijk meer aandacht nodig voor de pH. We hebben indicaties dat een grond met pH <5.5 en zeker lager dan 5.2, kan leiden tot een tekort of overmaat aan sporenelementen, zeker in combinatie met natte omstandigheden in de winter.
- Rotatie en ziektedruk. Mogelijk heeft winterlupine door de langere koudeperiode meer last van bodemgebonden schimmels die in de rotatie een rol spelen, zoals bijvoorbeeld

Rhizoctonia solani. Bij gevoelige percelen kan het belangrijk zijn om hierop te letten. We hebben nog geen indicatie voor rasverschillen in gevoeligheid uit deze proef kunnen halen, doordat de heterogeniteit in het perceel ook heel groot was.

- Kwaliteit zaaizaad. Uiteraard is het in verband met Brandvlekkenziekte (Anthracnose) van belang om voor een goede kwaliteit zaaizaad te zorgen. Voor winterlupine is echter ook Bruine vlekkenziekte (Pleiochaeta setosa) van belang, omdat deze schimmel met name van koude en natte periodes profiteert.
- Alkaloïdengehalte zaaizaad. Uit deze proef komt naar voren dat zoetheid van het zaaizaad noodzakelijk is, maar ook dat het geen 100% garantie is voor een voldoende zoete oogst. Meer kennis op dit gebied is noodzakelijk om hierin ook qua raskeuze telers beter te kunnen adviseren.

Literatuur

- Annicchiarico, P & A Iannucci (2007) Winter survival of pea, faba bean and white lupin cultivars in contrasting Italian locations and sowing times, and implications for selection. *The Journal of Agricultural Science*, 145(06), 611–622. doi:10.1017/s0021859607007289
- Cuijpers, W (2023) Verkenning teelt winterlupine - Veenkoloniën, seizoen 2021-2022. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Julier, B, C Huyghe, J Papineau, GFJ Milford, JM Day, C Billot en P Mangin (1993) Seed yield and yield stability of determinate and indeterminate autumn-sown white lupines (*Lupinus albus*) grown at different locations in France and the UK. *Journal of Agricultural Science* 121: 177-186
- Noffsinger, SL & E van Santen (2005) Evaluation of *Lupinus albus* L. germplasm for the southeastern USA. *Crop Science* 45:1941-1950
- Stichting CVB (2022) CVB Veevoedertabel 2022. Chemische samenstellingen en nutritionele waarden van voedermiddelen. November 2022, Stichting CVB.