

CENTRUM VOOR AGROBIOLOGISCH ONDERZOEK

WAGENINGEN

TEELT EN OPBRENGST VAN LUZERNE EN
RODE KLAVER

H.G. van der Meer

CABO-verslag nr. 59

1985

ISBN 240 445



Deze publikatie is ook verschenen in Gebundelde Verslagen nr. 25, Nederlandse Vereniging voor Weide- en Voederbouw, Wageningen, 1984.

<u>INHOUD</u>	<u>Blz.</u>
Samenvatting en conclusies	5
Inleiding	5
Ontwikkeling van de oppervlakte luzerne en rode klaver in Nederland	6
Oorzaken van de vermindering van het areaal luzerne en rode klaver	7
Waarom luzerne en rode klaver verbouwen?	8
Drogestofopbrengsten van luzerne	9
Drogestofopbrengsten van rode klaver	11
N-binding door luzerne en rode klaver en nalevering van N aan het volggewas	13
Eisen van luzerne en rode klaver aan de standplaats	15
Eisen aan het oogstregime	20
Gevolgen van de eisen aan het oogstregime	22
Mengsels of monocultuur	23
Literatuur	24

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Luzerne en rode klaver zijn thans in de Nederlandse landbouw van weinig betekenis. Bij de vraag of dat in de toekomst zal (kan) veranderen, dient men voor- en nadelen van deze gewassen te evalueren en af te wegen tegen die van gras, snijmaïs en eventuele andere ruwvoedergewassen. Als voordelen van luzerne en rode klaver zijn genoemd: (1) de hoge drogestofopbrengst; (2) de symbiotische N-binding, die het gewas optimaal van N voorziet; (3) de goede voederwaarde; (4) de gunstige effecten op de vruchtwisseling en (5) de mogelijke bijdrage aan beter gesloten nutriëntenkringlopen. Knelpunten bij de teelt van deze gewassen zijn: (1) de trage ontwikkeling na uitzaai; (2) de vaak onvoldoende persistentie onder praktijkomstandigheden, waardoor de oogstzekerheid na het eerste volledige produktiejaar te wensen overlaat; (3) de hoge eisen aan de bodem, vooral door luzerne; (4) de hoge eisen aan het oogstregime, waardoor onder Nederlandse omstandigheden deze gewassen weinig flexibel zijn ten aanzien van de benuttingsmogelijkheden en (5) de geringe beschikbaarheid van zaaizaad van de meeste goede rassen van rode klaver. Op korte termijn is er vooral behoefte aan informatie over de waarde van luzerne en rode klaver in het rantsoen van hoog-productief melkvee. Tevens is het belangrijk praktische ervaring op te doen met deze gewassen op intensieve melkveebedrijven.

Rode klaver was in Nederland en omliggende landen in het verleden een veel belangrijker gewas dan luzerne. Waarschijnlijk komt luzerne het meest in aanmerking voor kalkrijke kleigronden met een diep doorwortelbaar profiel. Er wordt echter algemeen aangenomen dat men op licht zure gronden en in situaties waar wateroverlast voorkomt, beter rode klaver kan verbouwen. Dit zou kunnen betekenen dat op veel gronden in Nederland rode klaver meer perspectief biedt dan luzerne. Het is daarom gewenst op minder goede gronden luzerne en rode klaver te vergelijken en in het algemeen in het onderzoek meer aandacht aan rode klaver te besteden.

Grassen en deze vlinderbloemigen stellen zeer verschillende eisen aan bemesting en oogstregime; mengsels zijn daarom niet eenvoudig in stand te houden. Voor maaien lijkt het aantrekkelijker deze vlinderbloemigen in monocultuur te verbouwen. Voor beweiding geeft men doorgaans de voorkeur aan een mengsel; in Zuid-Amerika en Australië heeft men echter zeer goede ervaringen met beweiding van luzerne in monocultuur.

Doordat in Nederland de omstandigheden zeer gunstig zijn voor intensieve teelt van goede grassen, zullen luzerne en rode klaver op korte termijn een bescheiden plaats blijven innemen. Onder minder goede omstandigheden voor intensieve grasproduktie kunnen deze vlinderbloemigen zeer aantrekkelijke ruwvoedergewassen zijn. Nederlandse deskundigen houden daar soms in ontwikkelingsprojekten en activiteiten van het bedrijfsleven in andere landen onvoldoende rekening mee. In veel gevallen komt dat doordat men over te weinig kennis van en ervaring met deze gewassen beschikt. Getracht is in deze publikatie voldoende algemene informatie te geven zodat er ook gebruik van gemaakt kan worden bij werk met luzerne en rode klaver in andere landen.

INLEIDING

Hoewel in alle landen in Noordwest-Europa de oppervlakte luzerne en rode klaver sterk is afgenomen, is er de laatste jaren in het onderzoek en plaatselijk ook in de praktijk weer een toenemende belangstelling voor deze gewassen. Deze hernieuwde belangstelling heeft een aantal oorzaken, zoals:

- De stijging van de prijzen van energie en veel energie vergende produktiemiddelen, zoals kunstmeststikstof, na de energiecrisis van 1973. Als gevolg hiervan wordt in het landbouwkundig onderzoek de laatste jaren aandacht besteed aan mogelijkheden tot energiebesparing. De vlinderbloemige voedergewassen luzerne en rode klaver, die zonder bemesting met stikstof (N) hoge

opbrengsten geven, zijn in dit verband aantrekkelijke alternatieven voor gras.

- De talrijke buitenlandse publikaties met zeer positieve informatie over de voederwaarde van vlinderbloemige voedergewassen. Hoewel de energiewaarde van verse of geconserveerde luzerne en rode klaver lager is dan die van goed gras, is de opname van deze voeders door het vee doorgaans zeer hoog (zie o.a. Barnes en Gordon, 1972; Thomson, 1977; Thomas et al., 1982; Demarquilly, 1982). Hierdoor zijn hoge dierlijke produkties mogelijk, zoals vooral blijkt in de Noordamerikaanse melkveehouderij, waar luzerne, in combinatie met snijmaïs, op grote schaal wordt gebruikt (Van der Meer, 1982; Meijs, 1982).

- De behoefte aan nieuwe gewassen in de Nederlandse landbouw, die vooral voortkomt uit het besef dat de vruchtopvolging in verschillende gebieden te nauw geworden is.

In dit artikel zal vooral ingegaan worden op de mogelijkheden voor de teelt van luzerne en rode klaver in Nederland en de opbrengsten die daarbij behaald kunnen worden. Dit wordt gedaan aan de hand van resultaten van vroeger Nederlands onderzoek en recent onderzoek in omliggende landen. Resultaten van recent onderzoek in Oostelijk Flevoland, waarin produktie en N-huishouding van luzerne worden vergeleken met die van met N bemest gras en snijmaïs, worden door Sibma (1984) in een bijzonder artikel gepresenteerd. Deinum en Hof (1984) zullen in een derde artikel benutting en voederwaarde van luzerne en rode klaver behandelen.

ONTWIKKELING VAN DE OPPERVLAKTE LUZERNE EN RODE KLAVER IN NEDERLAND

Luzerne is, in tegenstelling tot rode klaver, in Nederland nooit een belangrijk gewas geweest. Volgens Meijers (1936a) werd luzerne in de 17de eeuw hier en daar in de Eifel geteeld en van daaruit mogelijk ook in Zuid-Limburg beproefd. Elders in het land werd het gewas in het begin van de 19de eeuw geïntroduceerd, soms bij toeval als een afwijkende partij rode-klaverzaad (Meijers, 1936a). Vanaf het eind van de 19de eeuw tot 1940 was de jaarlijkse oppervlakte enkele duizenden ha. In de eerste jaren na de Tweede Wereldoorlog was er ongeveer 15.000 ha luzerne in Nederland; daarna is de oppervlakte geleidelijk afgenomen tot ruim 2.000 ha in de laatste jaren (tabel 1).

Tabel 1. Ontwikkeling van de oppervlakte luzerne en rode klaver in Nederland. Gegevens ontleend aan: Meijers (1936a, 1953) en diverse jaargangen van de Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen, Leiter-Nypels, Maastricht.

jaar	oppervlakte, in ha	
	luzerne	rode klaver
1880	1.245	
1900	3.417	
1910-1913	4.180	29.200
1930-1933	2.657	19.620
1946-1947	± 15.000	
1951	8.700	16.200
1960	7.000	6.000
1970	5.500	enkele honderden
1980	2.300	enkele honderden

Rode klaver werd in de 17de eeuw een belangrijk gewas in Vlaanderen en verspreidde zich van daaruit naar Nederland en Engeland (Andries, 1982). In Nederland verving rode klaver geleidelijk de braakperiode in het drieslagstelsel, waardoor de vruchtopvolging wintergraan - zomergraan - rode klaver ontstond (Dewez, 1954). Uit een studie van Baars (1973) van de geschiedenis van het grondgebruik in de Hoekse Waard, blijkt dat daar in de tweede helft van de 18de en het begin van de 19de eeuw ruim 10 % van de grond met rode klaver werd bebouwd. Daarnaast was er een even grote oppervlakte kortdurende kunstweide, waarin rode klaver een belangrijke component was. Een typische, veel voorkomende vruchtopvolging op goede gronden was toen:

1. braak (+ organische mest)
2. koolzaad
3. wintertarwe
4. paardebonden
5. wintertarwe
6. aardappelen
7. haver
8. rode klaver
9. rode klaver (verviel bij slechte stand)

Omstreeks 1900 verdween de braak en vanaf 1910 begon de oppervlakte rode klaver af te nemen (Baars, 1973), na 1950 in versneld tempo (tabel 1).

In België en Engeland heeft zich ongeveer dezelfde ontwikkeling voorgedaan als in Nederland. Ook daar was de teelt van rode klaver veel belangrijker dan die van luzerne. Volgens Andries (1982) was er in 1900 in België ruim 100.000 ha rode klaver. Na 1940 verminderde het areaal snel tot ongeveer 2.000 ha in 1980. In Engeland werd in 1960 nog ongeveer 3.000 ton rode-klaverzaad gebruikt; in de periode 1979 - 1981 was dat gemiddeld nog maar 348 ton per jaar (Davies, 1981). In Frankrijk is na de Tweede Wereldoorlog de oppervlakte luzerne steeds groter geweest dan die van rode klaver. De grootste oppervlakten van beide gewassen waren resp. 1,7 en 1,25 miljoen ha in de periode 1950 - 1960; in 1979 was er nog 713.000 ha luzerne en 243.000 ha rode klaver (Picard, 1982). Volgens Lemaire (persoonlijke mededeling, 1983) neemt de oppervlakte luzerne nog af in de Franse akkerbouwgebieden, maar stijgt weer op de veebedrijven.

Opmerkelijk is, dat tegelijkertijd met de afname van de oppervlakte luzerne en rode klaver in West-Europa, er in de USA een sterke uitbreiding van de luzerneteelt plaats vond, nl. van nog geen 4 miljoen ha in 1920 tot ongeveer 12 miljoen ha in de zeventiger jaren (Hanson en Barnes, 1973). Het is niet duidelijk waardoor dit verschil tussen West-Europa en de USA wordt veroorzaakt; het lijkt de moeite waard daar aandacht aan te besteden.

OOZAKEN VAN DE VERMINDERING VAN HET AREAAL LUZERNE EN RODE KLAVER

Voor de afname van de oppervlakte luzerne en rode klaver kunnen de volgende oorzaken worden genoemd:

1. Vermindering van de noodzaak op akkerbouwbedrijven vlinderbloemigen te verbouwen (voor biologische N-binding in de vruchtopvolging en voederverzorging van de paarden) door het beschikbaar komen van betrekkelijk goedkope kunstmest-N na 1920 (De Groot, 1965) en tractoren na de Tweede Wereldoorlog.
2. Specialisatie in de landbouw, waardoor het traditionele gemengde bedrijf, met akkerbouw en melkvee, vrijwel is verdwenen. Als gevolg hiervan is tussen 1940 en 1970 de oppervlakte grasland + voedergewassen op de gronden die goed geschikt zijn voor akkerbouw, nogal afgenomen (Baars, 1973). Daar luzerne en rode klaver vooral op deze gronden werden verbouwd, is ook het areaal van deze gewassen hierdoor verminderd.
3. Niet tijdig ontwikkelen van moderne oogst- en conserveringssystemen voor deze gewassen. Vroeger werden rode klaver en luzerne vooral gehooïd, waarbij het gewas na een veldperiode van enkele dagen op ruiters werd gezet voor verdere droging. Hierdoor werd bladverlies beperkt (een probleem bij deze

gewassen doordat het blad veel sneller droogt dan de stengel) en het weerri-sico verminderd. Hooien op ruiters is zeer arbeidsintensief en daardoor thans veel te duur. Hooien van deze vlinderbloemigen met moderne werktuigen is door het probleem van bladverliezen en het weerrisico in Nederland niet te advise-ren.

Van luzerne werd vroeger in Nederland een belangrijk deel kunstmatig ge-droogd. Door de sterk gestegen energieprijzen is dit nu nog slechts mogelijk voor verwerking in mengvoeders voor pluimvee. Van belang hierbij is een EG-steunregeling, die in 1984/1985 bestaat uit een vast bedrag (van f 22,79 per ton gedroogd produkt) en een variabel bedrag, dat gelijk is aan het verschil tussen de streefprijs (f 480,04 per ton gedroogd produkt) en de gemiddelde wereldmarktprijs (Jansen, 1984). Zonder deze regeling zou het kunstmatig drogen van groenvoeders in Nederland waarschijnlijk vrijwel verdwenen zijn. Aan inkuilen van vlinderbloemige voedergewassen heeft men tot voor kort in Nederland vrijwel geen aandacht besteed. In de USA en Frankrijk worden deze gewassen echter in de praktijk op grote schaal met succes inge-kuild (Miller en Wedin, 1972; Barnes en Gordon, 1972 ; Van der Meer, 1982; Fourrages 90, 1982). Stalvoeders en beweiden van luzerne en rode klaver lijken onder Nederlandse omstandigheden niet goed uitvoerbaar (zie verder).

4. Enkele speciale problemen bij de teelt:

- De vrij trage ontwikkeling van deze gewassen (vooral luzerne) na uitzaai. Luzerne moet bv. voor half augustus gezaaid worden om zeker te zijn van voldoende ontwikkeling voor de winter. Hierdoor moet men op akkerbouwbe-drijven kiezen tussen een vroeg het veld ruimende voorvrucht, een lichte dekvrucht of (bij uitzaai zonder dekvrucht in het voorjaar) een matige opbrengst in het jaar van uitzaai.
- Onvoldoende persistentie van beide gewassen onder praktijkomstandigheden (vooral door berijden in natte perioden en gevoeligheid voor ziekten). Als gevolg hiervan blijven deze gewassen doorgaans niet langer dan 1 of 2 jaar staan.
- Geringe beschikbaarheid van zaaizaad van de meeste goede rassen van rode klaver. Tetraploïde rode-klaverrassen produceren veel minder zaad dan de meeste diploïde rassen (Davies, 1981; Laidlaw, 1981); bovendien bestaat de indruk dat de zaadopbrengst van persistente diploïde rassen lager is dan van niet-persistente (Davies, 1981).

WAAROM LUZERNE EN RODE KLAVER VERBOUWEN?

Behalve een aantal problemen bij de teelt van luzerne en rode klaver, die gedeeltelijk reeds zijn genoemd en waarop nog nader zal worden ingegaan, zijn er ook een aantal pluspunten van deze gewassen te noemen:

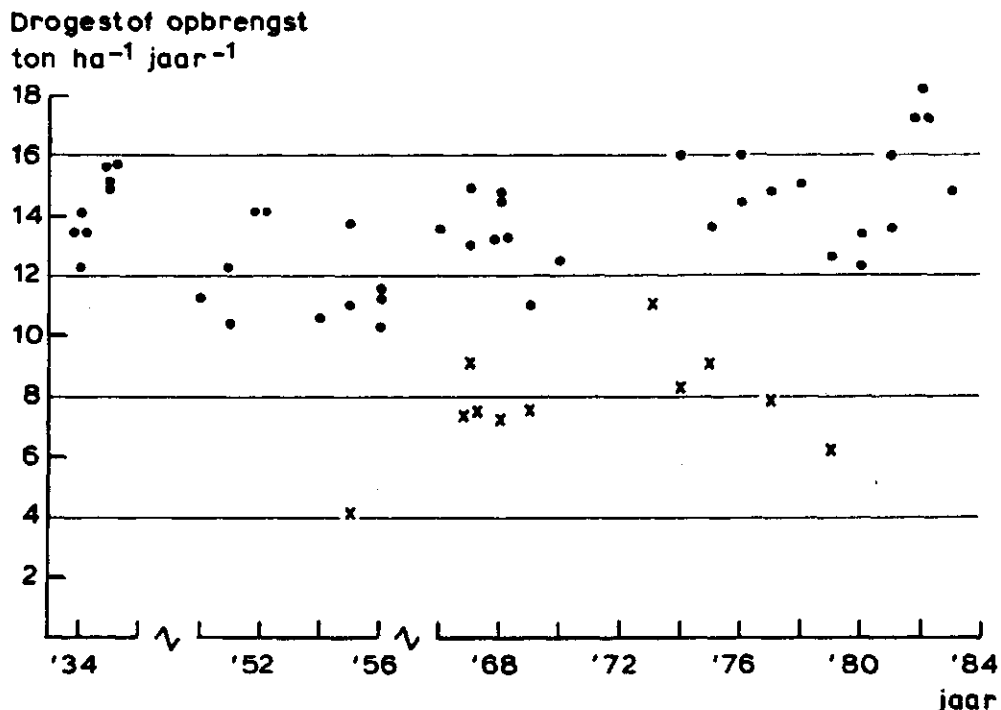
1. Het hoge opbrengstniveau. Een goed gewas luzerne of rode klaver brengt gemiddeld evenveel op als gras dat met 250 - 400 kg N per ha per jaar wordt bemest.
2. In symbiose met Rhizobium-bacteriën kunnen deze gewassen grote hoeveelhe-den N binden, namelijk alle N die voor de groei nodig is.
3. De voederwaarde van deze vlinderbloemige voedergewassen wordt in het algemeen hoog gewaardeerd (zie inleiding).
4. Vooral luzerne wordt in de akkerbouw als een goede voorvrucht beschouwd, o.a. door nalevering van N uit de doorgaans grote stoppel- en wortelresten en

door een gunstig effect van het diepe wortelstelsel (penwortels) op de bodemstructuur.

5. De vlinderbloemige voedergewassen kunnen bijdragen tot beter gesloten kringlopen van mineralen doordat ze geen N binden als er in de bodem opneembare N is (bv. uit dierlijke mest en uit mineralisatie van organische N). Luzerne kan bovendien door het diepe wortelstelsel nutriënten uit de diepere bodemlagen opnemen en (weer terug) in de bodem-plant-dier kringloop brengen.

DROGESTOFOPBRENGSTEN VAN LUZERNE

Van luzerne zijn er betrekkelijk veel opbrengstgegevens uit Nederlandse proeven beschikbaar. De in de loop der jaren gevonden opbrengsten zijn in figuur 1 weergegeven.



Figuur 1. Drogestofopbrengsten van luzerne op proefvelden in Nederland. De resultaten van 1934 en 1935 zijn uitgedrukt in luchtdroge stof.

Betekenis van de gebruikte symbolen:

x: opbrengsten in het jaar van inzaai bij voorjaarsinzaai zonder dekvruucht

∴ opbrengsten in het eerste, tweede of derde produktiejaar na het jaar van inzaai.

Gegevens ontleend aan: Meijers, 1936a en 1953; Van der Kamp, 1954; Proefveldverslag 1955-1956 van het Rijkslandbouwconsulentschap Zevenbergen; Van der Zwerde, 1971; Sibma, 1984; Deinum, ongepubliceerde resultaten 1983; Te Velde, ongepubliceerde resultaten (van de proeven Z 2675, Z 2773, Z 2777, Z 2916, Z 2923, PAW 1441, PAW 1442; van het ras Resis op de proefvelden van het RIVRO in de Hoekse Waard van 1973 t/m 1979 en in het Oldambt in 1979 en 1980).

Inzaai in het voorjaar zonder dekvrucht vond vooral plaats op de rassenproefvelden van het RIVRO. Waarschijnlijk is dit de beste methode om een goede stand te verkrijgen, maar de opbrengsten in het jaar van inzaai (gemiddeld over 11 proefvelden 7,7 ton drogestof per ha) zijn voor de praktijk weinig aantrekkelijk. De gemiddelde jaaropbrengsten van een gevestigd gewas waren op de in figuur 1 vermelde proefvelden:

1934 en 1935	8 proefvelden	14,3 ton luchtdroge stof per ha
vijftiger jaren	11 proefvelden	11,9 ton drogestof per ha
zestiger jaren	9 proefvelden	13,4 ton drogestof per ha
vanaf 1974	15 proefvelden	15,0 ton drogestof per ha

Deze cijfers wekken de indruk dat de produktiecapaciteit van luzerne in de loop der jaren vrij sterk is gestegen. Hoewel de huidige luzernerassen zeker iets beter zijn dan die in de dertiger jaren, zal toch een belangrijk deel van de stijging van de proefveldopbrengsten het gevolg zijn van andere, min of meer toevallige factoren zoals grondsoort (in de vijftiger jaren lagen er enkele proefvelden op zandgrond; in 1934 en 1935 en vanaf 1974 lagen vrijwel alle proefvelden op kalkrijke klei- en zavelgronden), het weer (op diepe gronden met een goed vochtbergend vermogen brengt luzerne in een warm en vrij droog jaar meer op dan in koele, natte jaren) en de ervaring van de proefveldbeheerder met het gewas.

De hier gegeven luzerne-opbrengsten zijn hoog in vergelijking tot die van gras. In de proefveldenserie PAW 970 (N-trappen op blijvend grasland op 8 grondsoorten van 1964 t/m 1973; Van Steenberg, 1977) was de drogestofopbrengst op grasland bij een jaarlijkse N-gift van 400 kg per ha, gemiddeld 12,8 ton per ha (laagste: gemiddeld 11,6 ton per ha op droge zandgronden; hoogste: gemiddeld 13,9 ton per ha op goed ontwaterde veengronden). In het onderzoek op de Minderhoudhoeve, waar luzerne en gras werden vergeleken, bleek gras produktiever in de natte jaren 1980 en 1981 en luzerne in het vrij droge jaar 1982 (Sibma, 1984).

In gebieden met een langer groeiseizoen dan in Nederland zijn onder gunstige omstandigheden aanzienlijk hogere opbrengsten mogelijk. De hoogste opbrengsten met luzerne worden verkregen met irrigatie in Mediterrane en subtropische gebieden. Crespo (1982) meldt drogestofopbrengsten van de beste objecten in proeven met geïrrigeerde luzerne in Elvas, Portugal, van 24,1 - 26,6 ton per ha per jaar. Op proefvelden in de woestijn in Zuid-Peru werden luzerneopbrengsten van 26,5 en 27,7 ton drogestof per ha per jaar verkregen (Versteeg et al., 1982). Jaaropbrengsten van iets meer dan 30 ton drogestof per ha worden gemeld uit California (Loomis en Williams, 1963), Libië (Worker, 1975) en Saudiarabië (Farnworth et al., 1975), doch in deze publikaties worden geen details over de opbrengstbepalingen gegeven en daarom lijkt enige twijfel over de betrouwbaarheid van de cijfers gerechtvaardigd.

Doordat luzerne zeer gevoelig is voor berijden met zware machines, vooral onder natte omstandigheden, zouden de praktijkopbrengsten nogal wat lager kunnen zijn dan de proefveldopbrengsten. Uit de administratie van groenvoederdrogerijen zijn gegevens over praktijkopbrengsten van luzerne beschikbaar. Een aantal is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Praktijkopbrengsten van luzerne. De gegevens van de drogerij te Scherpenisse zijn gemiddelden van alle aangevoerde luzerne; die van het Dollardbedrijf van de gemeente Groningen zijn gemiddelden van 2 tot 5 percelen en op "De Meerhof", de proefboerderij van het RIVRO in Oostelijk Flevoland, was steeds 1 perceel luzerne. De opbrengsten zijn gegeven in tonnen gedroogd produkt per ha per jaar (ongeveer 90,5 % drogestof). Tussen haakjes het jaar waarin de laagste of hoogste (gemiddelde) opbrengst werd behaald. Gegevens ontleend aan Te Velde en Grootenhuis (1965) en verstrekt door Te Velde (ongepubliceerde gegevens, 1983).

plaats	periode	opbrengst gedroogd produkt, ton per ha per jaar		
		gemiddeld	laagste	hoogste
Scherpenisse	1952-1964	11,4	9,3 (1956)	14,6 (1959)
Dollardbedrijf	1952-1964	11,0	8,7 (1958)	14,5 (1959)
"De Meerhof":				
jaar van inzaai	1972-1983	5,8	3,4 (1981)	8,7 (1975)
tweede jaar	1972-1983	12,9	10,3 (1981)	16,2 (1974)

Uit de beschikbare gegevens (tabel 2 en figuur 1) is af te leiden dat de opbrengsten gemiddeld bijna 80 % van de proefveldopbrengsten bedragen. Alleen de opbrengsten in het jaar van inzaai op "De Meerhof" zijn lager. Dit komt doordat daar in het algemeen pas in de tweede helft van mei wordt ingezaaid. Deinum (persoonlijke mededeling, 1983) verkreeg in 1983 op een perceel luzerne te Wageningen een proefveldopbrengst van 14,8 ton drogestof per ha en een praktijkopbrengst van 12,6 ton drogestof per ha (van een perceel van 3,7 ha in de kuil gekomen).

Uit de beschikbare gegevens blijkt dus dat ook de praktijkopbrengsten van luzerne hoog kunnen zijn. Dat dit echter geen regel is, blijkt uit onderzoek op een bedrijf in Engeland (Poole, 1983), waar bij proefveldopbrengsten van 13,8 en 15,3 ton drogestof per ha. op de praktijkpercelen (15 ha) slechts 8,3 en 9,7 ton drogestof per ha werd ingekuuld. Als oorzaak voor dit grote verschil werden de zeer natte omstandigheden tijdens de oogst van de eerste snede genoemd, waardoor op het praktijkperceel veel schade werd aangericht en de tweede en derde sneden weinig opbrachten.

DROGESTOFOPBRENGSTEN VAN RODE KLAVER

Er is in Nederland na de Tweede Wereldoorlog in het landbouwkundig onderzoek weinig aandacht aan rode klover besteed. Behalve de door Te Velde beschikbaar gestelde resultaten van drie proeven die tussen 1967 en 1970 door het Proefstation voor de Akker- en Weidebouw op het eiland Tholen werden aangelegd (met medewerking van de Groenvoederdrogerij te Scherpenisse), zijn geen Nederlandse gegevens over de opbrengst van rode klover gevonden. In de proeven op Tholen werden rode klover en luzerne in monocultuur vergeleken met een aantal mengsels bij voorjaarsinzaai zonder dekvruucht. In tabel 3 zijn de gemiddelde opbrengsten van de 3 proefvelden gegeven.

Tabel 3. Gemiddelde drogestofopbrengsten van rode klaver, luzerne en een aantal mengsels bij voorjaarsinzaai zonder dekvruucht in 3 proeven op Tholen. Gegevens van de proeven Z 2777 (1967/1968), Z 2916 (1968/1969) en Z 2923 (1969/1970) beschikbaar gesteld door Te Velde (RIVRO).

object	opbrengst, in ton drogestof per ha		
	1e jaar	2e jaar	totaal
luzerne	7,96	12,22	20,18
luzerne + Alexandrijnse klaver	8,81	12,19	21,00
luzerne + wikken	7,80	12,08	19,88
luzerne + Perzische klaver	8,23	11,89	20,12
rode klaver	8,46	13,14	21,60
rode klaver + Italiaans raaigras	9,53	15,14	24,67
rode klaver + wikken	8,32	12,43	20,75
rode klaver + Alexandrijnse klaver	8,74	13,88	22,62
rode klaver + kroppaar	8,04	14,80	22,84

In deze proeven was rode klaver dus gemiddeld iets produktiever dan luzerne; uit de afzonderlijke gegevens blijkt dat dat vooral in de natte jaren 1968 en 1969 het geval was en dat luzerne in het drogere jaar 1970 iets beter was. Tevens valt op dat de rode klaver/gras mengsels hier duidelijk meer opbrachten dan rode klaver in monocultuur.

De op Tholen gevonden opbrengst komt goed overeen met de in het Rassenbericht Rode Klaver (No. 446, 1971) door het toenmalige IVRO vermelde gemiddelde opbrengst van 13,54 ton drogestof per ha voor rode klaver als hoofdgewas (in de rassenproefvelden van 1960 t/m 1969). In de Rassenlijst voor Landbouwgewassen 1984 wordt een opbrengst van 12 ton drogestof per ha opgegeven voor een behoorlijk geslaagd gewas rode klaver in het jaar na het jaar van inzaai (voor luzerne wordt een iets lagere opbrengst gegeven, nl. 11,5 ton per ha).

Sinds 1970 zijn er in de omliggende landen veel publikaties verschenen over rode klaver. Hierin worden doorgaans opbrengsten genoemd van 10 tot 14 ton drogestof per ha in het eerste volledige produktiejaar na inzaai en soms wat lager in volgende jaren (Frame, 1976; Wilkins et al., 1981; McBratney, 1981 en 1984; Camlin et al., 1983). De laatste jaren worden er echter uit België en het Verenigd Koninkrijk ook hogere opbrengsten gemeld (tabel 4).

Tabel 4. Productiecapaciteit van rode klaver in monocultuur en van mengsels van rode klaver en gras. Recente proefveldopbrengsten in België en het Verenigd Koninkrijk.

land	object	opbrengst t ds/ha	auteurs
België	rode klaver Merviot	17,1	Andries, 1982.
Engeland	rode klaver Hungaropoly	16,4	Sheldrick et al., 1980.
Noord-Ierland	rode klaver Hungaropoly	16,2	Laidlaw en McBratney, 1980.
Schotland	rode klaver Hungaropoly	16,1	Frame et al., 1981.
Schotland	rode klaver Hungaropoly	16,5	Frame et al., 1981.
Engeland	rode klaver/Engels raai	17,9	Sheldrick en Lavender, 1978.
Engeland	rode klaver/Engels raai	18,1	Sheldrick et al., 1980.
Noord-Ierland	rode klaver/Engels raai	18,8	Laidlaw en McBratney, 1980.

In de geciteerde publikaties valt op dat rode klaver dit hoge opbrengstniveau maar 1 jaar kan handhaven: de drogestofopbrengsten in het volgende jaar zijn vaak 3 à 4 ton per ha lager dan de in tabel 4 vermelde. Alleen bij mengsels lijkt het mogelijk dit door gebruik van kunstmest-N na het eerste volledige productiejaar enigszins te voorkomen.

Ook voor rode klaver geldt dat in gebieden met een langer groeiseizoen dan in Nederland nog veel hogere produkties mogelijk zijn. Crespo (1982) meldt bv. een drogestofopbrengst van 26,6 ton per ha voor rode klaver Kuhn op een geïrrigeerd proefveld in Elvas, Portugal.

Over de praktijkopbrengst van rode klaver in monocultuur is geen informatie beschikbaar. Luffman (1983) beschrijft echter het gebruik van een mengsel van rode klaver en raaigrassen op een groot bedrijf in Somerset. Dit mengsel, dat wordt bemest met 240 kg N per ha per jaar plus ongeveer 50 ton drijfmest per ha in de winter, wordt hoofdzakelijk ingekuuld (3 sneden + naweiden). De (uit de kuil gehaalde) opbrengst is 12,5 - 13,7 ton drogestof per ha. Vooral de tweede en derde sneden bevatten veel rode klaver. De gemiddelde produktie van de 200 melkkoeien op dit bedrijf is 7500 liter per koe. Volgens Luffman bevordert weiden met schapen in december en januari de persistentie van de rode klaver. Laidlaw (1979) rapporteert echter dat weiden na de tweede snede van een mengsel van rode klaver en Engels raaigras de opbrengst van het mengsel in het volgend jaar en het aandeel van de rode klaver daarin nadelig beïnvloedt.

N-BINDING DOOR LUZERNE EN RODE KLAVER EN NALEVERING VAN N AAN HET VOLGGEWAS

Luzerne en rode klaver verkrijgen de N die nodig is voor groei, door opname van anorganische N uit de bodem en door symbiotische binding van atmosferische N. Bij deze symbiose voorziet de vlinderbloemige plant de Rhizobium-bacteriën van energie en voorzien de bacteriën de plant van N. De hoeveelheid N die gebonden wordt hangt af van (a) het produktieniveau van het gewas en (b) de beschikbaarheid van anorganische N in de bodem.

ad a. In het algemeen kan gesteld worden dat de totale hoeveelheid N in de door het gewas geproduceerde drogestof (geogste produkt + stoppels + wortels) ongeveer de bovengrens aangeeft van de symbiotische N-binding. Het overgrote deel hiervan wordt afgevoerd in het geogste produkt. Dit heeft bij een normaal oogstregime een vrij constant N-gehalte nl. bij luzerne gemiddeld ongeveer 32,5 kg N per ton drogestof en bij rode klaver gemiddeld iets minder dan 30 kg N per ton drogestof.

Er is weinig informatie over de hoeveelheid N die door luzerne en rode klaver in wortels en stoppels wordt opgeslagen. Meijers en Goedewaagen (1936) vonden in een 3 jaar oud luzernegewas een stoppel- en wortelmasse van 4,66 ton drogestof per ha. Hierin was 133 kg N aanwezig, wat neerkomt op een gemiddeld N-gehalte in de drogestof van 28,6 kg per ton. Grootenhuis (1977) vond in het najaar van 1960 in een vruchtwisselingsproef op de Lovinkhoeve 167 kg N per ha in de stoppels en wortels van tweejarige luzerne en 86 kg N per ha in de stoppels en wortels van 1 jaar oude rode klaver. Sibma en Spiertz (1985) melden dat de stoppel- en wortelmasse van luzerne toeneemt naarmate het gewas ouder wordt. Zij vonden 3,85 ton drogestof per ha in 1 jaar oude luzerne en 6,18 ton drogestof per ha in 3 jaar oude luzerne. Het N-gehalte in de stoppels was 18,2 kg per ton drogestof en in de wortels (in de bovenste 10 cm) 18,0 en (in de rest) 18,5 kg per ton drogestof (Sibma, persoonlijke mededeling). Deze bepalingen vonden plaats in oktober, direkt na de vierde snede. Bij tussentijdse oogsten in andere perioden van het jaar werden vooral in de stoppels wel hogere N-gehalten gevonden. Mogelijk worden deze verschillen veroorzaakt door verschillen in hergroei.

Bovenstaande gegevens duiden erop dat er in stoppels en wortels van luzerne onder Nederlandse omstandigheden 100 - 170 kg N per ha aanwezig zal zijn. Elders zou dit meer kunnen zijn. Versteeg (1985) vond in geïrrigeerde luzerne in Peru, stoppel- en wortelmasse's van meer dan 10 ton drogestof per ha met een N-gehalte van 20 kg per ton drogestof. Bij rode klaver zal de hoeveelheid N in wortels en stoppels wat minder zijn dan bij luzerne. Bij beide gewassen kan door bladafval en afsterving van stoppels, wortels en wortelknolletjes een deel van de gebonden N reeds tijdens de produktieperiode in de bodem komen.

Uit het voorgaande kan men afleiden dat onder gegeven omstandigheden de mogelijke N-binding vrij goed is te schatten uit de opbrengst van het gewas. ad b. De werkelijke symbiotische N-binding zal echter lager zijn doordat anorganische N in de bodem beschikbaar is of komt (door mineralisatie van organische N, bemesting met kunstmest of dierlijke mest en door N in regen en/of irrigatiewater) en het gewas deze opneemt ten koste van de symbiotische N-binding. Dit blijkt o.a. uit proeven waarin deze vlinderbloemigen met N zijn bemest en de N-opbrengst in het gewas en N-mineraal in de bodem zijn bepaald (Versteeg et al., 1982; Spiertz en Sibma, 1985).

Bemesting met N heeft doorgaans weinig effect op de drogestofopbrengst van luzerne en rode klaver. Rhykerd en Overdahl (1972) concluderen uit Amerikaans onderzoek dat bemesting van luzerne met N het onkruid stimuleert, de stand van de luzerne verslechtert en de opbrengst (van luzerne + onkruid) niet beïnvloedt of vermindert. Versteeg (1985) noemt een aantal proeven waarin bemesting van luzerne met veel N opbrengstverhogingen gaf van 6 tot 13,5 % (bij N-giften van resp. 450 en 420 kg per ha per jaar). Deze opbrengstverhogingen kunnen verklaard worden door het feit dat opname en verwerking van nitraat-N voor het gewas energetisch gunstiger is dan symbiotische N-binding.

Het kleine opbrengstverschil tussen al dan niet met N bemeste luzerne duidt erop dat de produktie van een normaal gewas (met goede wortelknolletjes) niet door N-gebrek wordt beperkt en dat dus de symbiotische N-binding het gewas optimaal van N voorziet.

Na onderploegen van luzerne of rode klaver komt N vrij die door de volgende gewassen benut kan worden. Hierdoor kan op kunstmest-N bespaard worden. In een grote, in 1944 aangelegde vruchtwisselingsproef op de Lovinkhoeve te Marknesse is onderzocht hoeveel kunstmest-N bespaard kan worden op verschillende akkerbouwgewassen als een vlinderbloemige in de vruchtopvolging wordt opgenomen. Deze proef is in 1968 gemoderniseerd (Mulder, 1979) en bestaat sindsdien uit 4 objecten, elk met een verschillend tussengewas dat eens in de 4 jaar wordt opgenomen in de vruchtopvolging: zomergerst - consumptieaardappelen - wintertarwe - suikerbieten. De tussengewassen in de 4 objecten zijn:

- I: referentiegewas haver
- II: 1 jaar gras/klaver mengsel
- III: 1 jaar rode klaver
- IV: 1 jaar luzerne

De objecten zijn zo onderverdeeld dat elk van de akkerbouwgewassen na het tussengewas wordt verbouwd, terwijl er bovendien 8 N-trappen op worden aangelegd voor bepaling van de optimale gift kunstmest-N. In tabel 5 worden de door Grootenhuis (1977) vermelde besparingen van kunstmest-N in de periode 1969 - 1975 gegeven.

Tabel 5. Besparing van kunstmest-N, in kg per ha, na verbouw van vlinderbloemige voedergewassen in de vruchtopvolgving: zomergerst (zg) - consumptieaardappelen (ca) - wintertarwe (wt) - suikerbieten (sb). Gegevens ontleend aan Grootenhuis (1977).

N-besparing in het 1e, 2e en 3e jaar na de voorvrucht:											
<u>volggewassen</u> jaar			<u>gras/klaver</u> jaar			<u>rode klaver</u> jaar			<u>luzerne</u> jaar		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
zg	ca	wt	25	20	10	55	30	15	60	30	20
ca	wt	sb	45	15	25	80	20	25	75	25	40
wt	sb	zg	35	20	10	75	35	10	75	40	15
sb	zg	ca	35	10	15	90	10	30	90	15	25
gemiddeld			35	16	15	75	24	20	75	28	25

Uit deze gegevens blijkt dat rode klaver en luzerne ongeveer een gelijke nalevering van N hebben en dat beide gewassen in dit opzicht duidelijk beter zijn dan het gras/klaver mengsel. In de periode 1953 - 1963, toen luzerne op dit proefveld 2 jaar bleef staan en rode klaver 1 jaar, bleek de nalevering van N door luzerne iets groter te zijn dan door rode klaver, vooral in het tweede en derde jaar na omploegen (Grootenhuis, 1977). Uit tabel 5 blijkt ook dat de N-besparing niet gelijk is voor de 4 volggewassen. Volgens Grootenhuis is de grootste besparing mogelijk bij gewassen met een lange groeiperiode.

EISEN VAN LUZERNE EN RODE KLAVER AAN DE STANDPLAATS

Voorals luzerne stelt hoge eisen aan de bodem. Hierbij zijn de volgende aspecten van belang:

a. pH. In de literatuur wordt vermeld dat luzerne het best groeit bij een pH van 6,5 tot 7,5 (Rhykerd en Overdahl, 1972). Zowel de plant als de specifieke bacteriën (*Rhizobium meliloti*) zijn slecht bestand tegen zure grond. De zuurgraad van de grond oefent vooral indirect invloed uit door de beschikbaarheid van elementen in de grond te veranderen. Naarmate een grond zuurder wordt, neemt de beschikbaarheid van Al en Mn toe (waarbij op veel gronden toxische niveaus ontstaan) en neemt de beschikbaarheid van Ca, Mg en Mo af (Robson en Loneragan, 1978). De symptomen van Al- en Mn-toxiteit bij luzerne zijn resp. sterke remming van de groei van de zijwortels en de hoofdwortel en chlorose van de bladranden en in beide gevallen sterke opbrengstreductie (Helyar, 1978). De beschikbaarheid van Ca, Mg of Mo lijkt het luzernegewas in de eerste plaats via de N-binding te beïnvloeden. Een lage pH remt de vorming

en werking van wortelknolletjes op verschillende manieren (Robson en Loneragan, 1978; Munns, 1978), nl. door de groei en overleving van de bacteriën in de grond te verhinderen (vooral door veel H^+ -ionen en geringe beschikbaarheid van Ca en Mg), door de infectie van de wortel en de vorming van wortelknolletjes te remmen of te verhinderen (interactie Ca en pH) en door de N-binding in de wortelknolletjes te verminderen (vooral door Mo- en Ca-gebrek).

Als de pH van de grond lager is dan 6,0 - 6,5, dient men er rekening mee te houden dat er geen of onvoldoende specifieke bacteriën voor luzerne in de grond aanwezig zijn. De natuurlijke vegetatie (onkruiden, bermen, natuurlijk grasland) kan men hiervoor wel als indicator gebruiken. Waar nl. Medicago-soorten (bv. Medicago lupulina, Medicago hispida, etc.) van nature voorkomen, kan men er van uitgaan dat de pH geschikt is voor luzerne en dat er specifieke Rhizobium-stammen voorkomen. Als er geen natuurlijke Medicago-soorten zijn, dient men de pH van de grond te bepalen en zal enting van het zaad en vaak ook toediening van kalk (volleveldsbehandeling en/of prillen van het geënte zaad met kalk) nodig zijn. Bekalking vermindert alle nadelige gevolgen van een te lage pH. Als de pH iets te laag is, kan men vaak wel volstaan met prillen van het geënte zaad.

Op zure gronden zal het vaak niet realistisch zijn luzerne als voedergras te kiezen. Sterke verandering van de zuurgraad van de grond (door bekalking) kan ongewenst zijn voor andere gewassen in het bouwplan. Bovendien is de te lage pH meestal niet tot de bouwvoor beperkt, maar is ook de ondergrond te zuur en dat is nauwelijks te corrigeren. Ook na bekalken van de bovengrond ziet men dan dat de wortels van het aanvankelijk goed groeiende gewas, weinig of niet in de zure ondergrond doordringen (eigen waarnemingen in proeven met luzerne op zure gronden in het Hoogland van Guatemala; Pinkerton en Simpson, 1981), waardoor een belangrijke eigenschap van luzerne nl. benutting van water en mineralen uit de ondergrond en daardoor relatief goede groei in droge perioden, verloren gaat. Onder dergelijke omstandigheden is de opbrengst onvoldoende (Mahoney et al., 1981) en is het gewas minder persistent.

Rode klaver is beter bestand tegen zure omstandigheden dan luzerne. Er zijn verschillende aanwijzingen dat dit zowel voor de plant als voor de specifieke bacteriën (Rhizobium trifolii) geldt (Robson en Loneragan, 1978; Helyar, 1978; Kamprath, 1978; Munns, 1978).

Er zijn aanwijzingen dat vlinderbloemigen de grond verzuren (Haynes, 1983). Dit komt doordat tengevolge van de biologische N-binding de opname van kationen groter is dan van anionen. Bij beweiding van vlinderbloemigen zijn er, samenhangend met de N-kringloop, meer processen die verzurend kunnen werken.

b. Ontwatering. Luzerne kan alleen maar op goed ontwaterde gronden worden verbouwd. Het gewas ondervindt directe schade van wateroverlast door zuurstofgebrek in de wortelzone waardoor toxische stoffen gevormd worden die het xyleem in de wortel aantasten en vergeling en verwelking van het blad veroorzaken (Christian, 1977). Wateroverlast en anaërobie zullen in ons klimaat waarschijnlijk het meest voorkomen in de winter en kunnen dan bv. optreden in perioden van afwisselend vriezen en dooien (Suzuki, 1981). De schade door wateroverlast is echter groter naarmate de bodemtemperatuur hoger is. Secundaire verschijnselen van wateroverlast zijn Mn-toxiteit en aantasting van het wortelstelsel door schimmelziekten zoals Phytophthora megasperma en Rhizoctonia solani (Graham et al., 1972; Christian, 1977). Tijdens het 14e International Grassland Congress in Kentucky bleek dat men in het vochtige oosten van de USA en Canada, resistentie tegen wortelziekten van groot belang acht voor verbetering van de persistentie van luzerne. In diverse veredelingsprogramma's werd daar veel aandacht aan besteed.

Rode klaver is in het algemeen beter aangepast aan vochtige omstandigheden dan luzerne.

c. Bewortelingsdiepte. Zoals reeds eerder vermeld, kan luzerne zeer diep wortelen en vocht en mineralen uit de ondergrond benutten. In oud onderzoek in de Amerikaanse Great Plains heeft men op enkele plaatsen wortels tot ongeveer 9 m diep gevonden en vast kunnen stellen dat luzerne daar water opnam uit de laag tussen 7,5 en 10 m beneden maaiveld (Campbell et al., 1960). Als de grond een diepe beworteling mogelijk maakt, kan luzerne zelfs in een semi-aride klimaat nog vrij veel produceren. Als het in een droge periode verbruikte water wordt aangevuld in perioden met neerslagoverschot of uit het grondwater (Campbell et al., 1960), kan luzerne soms meer produceren dan andere voedergewassen (Evans, 1978). De goede luzerneopbrengsten op klei in jaren met droge zomers in Nederland en de waarde die men in het algemeen aan luzerne hecht in landen met een relatief droge zomer (Frankrijk, delen van de USA) duiden daar ook op. Als echter de bewortelingsdiepte beperkt is door een zure ondergrond, storende lagen in het profiel of een hoge grondwaterstand, zal verbouw van luzerne veel minder aantrekkelijk zijn en moet men er rekening mee houden dat luzerne vergeleken met andere voedergewassen per ton oogstbare drogestof veel water verbruikt (zie bv. Alberda, 1984).

Hoewel luzerne soms tijdens de beginontwikkeling reageert op bemesting met P en K, kan men daarna vaak gedurende enkele jaren geen effect van P- en/of K-giften op de produktie (soms wel op de P- en K-gehalten in het gewas) worden vastgesteld (Van der Meer, ongepubliceerde gegevens; Versteeg, 1985). Ook hierbij valt te denken aan opname van deze elementen uit de ondergrond (Leach, 1978). Evans (1978) stelde bovendien vast dat diepwortelende luzerne in droge perioden het water gelijkmatig over het profiel opnam, waarbij meer vocht in de bovengrond (waar vaak de meeste P en K aanwezig is) achterbleef dan onder andere gewassen en mogelijk daardoor ook de beschikbaarheid van P en K voor luzerne beter bleef dan voor de andere gewassen.

Het is opmerkelijk dat men in de literatuur nauwelijks aandacht schenkt aan het bovenstaande en steeds sterk de nadruk legt op de grote opname van nutriënten door luzerne en de noodzaak de opgenomen nutriënten door bemesting aan te vullen (zie bv. Rhykerd en Overdahl, 1972). Dit is ongetwijfeld van groot belang als men veel luzerne verbouwt en het produkt verkoopt, zoals in sommige streken van de USA. Als het produkt echter op het bedrijf blijft en de dierlijke mest naar het land wordt teruggebracht, zou luzerne in een gewasrotatie nutriënten in het produktiesysteem kunnen (terug)brengen, die voor andere gewassen onbereikbaar waren.

d. Aanwezigheid van de specifieke Rhizobium. Bij inzaai van vlinderbloemige voedergewassen dient men er rekening mee te houden dat er niet onder alle omstandigheden automatisch een goede N-binding tot stand komt. In de ideale situatie vindt men bij luzerne en rode klaver ongeveer 3 weken na inzaai ontwikkelende wortelknolletjes aan een groot deel van de plantjes. Dit is normaal als het zaad op een goede manier wordt geënt met goed entmateriaal en men ziet het ook wel als er al voldoende specifieke bacteriën (dus Rhizobium meliloti voor luzerne en Rhizobium trifolii voor rode klaver) in de grond aanwezig zijn. Dit kan voorkomen als het gewas of een nauw verwante soort al op het perceel voorkwamen en de omstandigheden (o.a. de pH van de grond, vocht en temperatuur) gunstig zijn voor overleven van de bacteriën in de grond zonder de waardplant. In veel gevallen zijn er echter te weinig of geen specifieke bacteriën in de grond. Als men dan het zaad niet ent, komt de N-binding later en dan vaak eerst pleksgewijs (donkergroene en gele plekken in het gewas), of soms helemaal niet op gang. Hierdoor is de begingroei van het gewas langzamer dan normaal waardoor onkruiden meer kans krijgen. Mogelijk is de vaak voorkomende opvatting dat luzerne een startbemesting met N nodig heeft (bv. Rhykerd en Overdahl, 1972), gebaseerd op onderzoek in dergelijke situaties. Het is echter een weinig elegante oplossing, want enten van het zaad is direkter gericht op het oplossen van het probleem (onvoldoende effectieve bacteriën). Bovendien is enten waarschijnlijk goedkoper en heeft het een gunstiger effect op de concurrentie met onkruid. Soms is enten

absoluut noodzakelijk om een goed gewas te krijgen. Bijvoorbeeld op proefvelden met voedergewassen voor het winterhalfjaar in het zuiden van de Chinese Volksrepubliek mislukte luzerne helemaal als het zaad niet werd geënt, terwijl het bij rode en witte klaver soms meer dan een jaar duurde voor het gewas goed begon te groeien (Nederlandse Graslandwerkgroep China, interne reisverslagen 1980-1982, NIVAZ, Den Haag).

In het algemeen is het aan te bevelen het zaad van luzerne en rode klaver te enten, tenzij men duidelijke aanwijzingen heeft dat het niet nodig is. Bij het enten van het zaad gaat het erom effectieve Rhizobium-bacteriën met het zaad in de grond te brengen, waarbij men tevens bepaalde maatregelen kan nemen om voldoende bacteriën over te houden in de tijd die verloopt tussen het moment dat het zaad geënt wordt en het kiemplantje geïnfecteerd kan worden. Date en Brockwell (1978) noemen enten van het zaad "een oefening in toegepaste microbiologie". Vroeger bracht men wel grond van een perceel waar de te verbouwen vlinderbloemige goed groeide naar het nieuw in te zaaien perceel. Thans gebruikt men bij voorkeur entstof of inoculum, die meestal op een microbiologisch laboratorium is geproduceerd. Skerman (1977) geeft een lijst van personen en bedrijven in verschillende landen, die inoculum produceren.

Er zijn verschillende soorten inoculum. Voor het enten van in de praktijk uit te zaaien vlinderbloemigen, is het gebruik van zogenaamde "peat inoculum" het meest geschikt, omdat de bacteriën hierin langer overleven dan in andere soorten inoculum (Date en Brockwell, 1978). Peat inoculum bestaat uit gemalen en gesteriliseerd veen (humus), waaraan een cultuur van de specifieke Rhizobium is toegevoegd (Skerman, 1977); het wordt verhandeld in polytheen zakjes met 70 - 250 g inhoud. Meestal wordt een gebruiksaanwijzing bijgevoegd (zie hiervoor ook: Burton, 1972; Skerman, 1977; Date en Brockwell, 1978).

Bij de behandeling van het inoculum en bij het enten van het zaad, dient men er rekening mee te houden dat het aantal levende bacteriën afneemt tot het moment dat ze in de rizosfeer van de vlinderbloemige komen. Rhizobium-bacteriën zijn gevoelig voor hoge temperatuur, droogte, zonnestralen (ultraviolet), zure grond en meststoffen, pesticiden en aanwezigheid van andere micro-organismen. Het risico van te grote afname van het aantal levende bacteriën kan men verminderen door ongunstige omstandigheden voor de bacteriën te vermijden, meer inoculum te gebruiken dan normaal en de tijd tussen enten van het zaad en kieming zo kort mogelijk te houden (Date en Brockwell, 1978).

Inoculum moet vers zijn, in een koelkast bewaard worden en bij voorkeur niet over grote afstanden vervoerd worden. Het laatste betekent dat een land, waar men op enige schaal vlinderbloemige voedergewassen verbouwt, een eigen produktie van inocula zou moeten hebben. De hoeveelheid inoculum per kg zaad hangt af van de kwaliteit van het inoculum, de grootte van het zaad (zie Skerman, 1977) en de overlevingskansen van de bacteriën. In het Hoogland van Guatemala, waar enten van luzerne en rode klaver absoluut noodzakelijk was, verkregen we zeer goede resultaten met 25 g goede peat inoculum per kg zaad. Onder gunstige omstandigheden kan men vaak wel volstaan met 10 g per kg zaad.

Er zijn verschillende methoden om zaad te enten. Het meest eenvoudig is de zogenaamde droge methode, waarbij men het inoculum mengt met het zaad. Hierbij blijft echter weinig inoculum aan het zaad kleven en de methode is daarom niet aan te bevelen. Betere resultaten krijgt men met de "slurry"-methode, waarbij men eerst het inoculum met een beperkte hoeveelheid water (bij luzerne en rode klaver ongeveer 1 liter water per 10 kg zaad) mengt en daarna de zo verkregen slurry goed mengt met het zaad. Aan het water voegt men wel 10 % suiker toe. Na enten volgens deze methode is het waarschijnlijk nodig het zaad te laten drogen. Dit kan men doen door het een dag in een dunne laag in de schaduw uit te spreiden of door het te mengen met wat zeer fijne CaCO_3 . Uiterlijk 1 dag na het enten moet worden gezaaid.

Als men verwacht dat de omstandigheden bij het zaaien niet gunstig zijn voor het overleven van de bacteriën (iets te zure of net bekalkte grond, droogte, hoge temperatuur) is prillen ("pelleting") van het zaad aan te bevelen. Hierbij gebruikt men een kleefstof ("adhesive") om eerst het inoculum en daarna een beschermlaagje ("coating") aan het zaad te hechten. Als kleefstof kan men Arabische gom in water (400 - 450 g opgelost in 1 liter water) of producten op basis van carboxymethyl of ethylcellulose in water gebruiken. Van een dergelijke oplossing heeft men bij luzerne en rode klaver ongeveer 1 liter per 10 kg zaad nodig. Als coating materiaal dient men bij Medicago- en Trifolium-soorten zeer fijne CaCO_3 te gebruiken; bij tropische vlinderbloemigen kan men ook fosfaat gebruiken. Men maakt de prijs ("pellets") als volgt (methode ontleend aan: Instrucciones para el uso del inoculante Nitrasoil. Laboratorios Dispert S.A., Uruguay):

- kleefstof oplossen in water (regenwater of, waar dat te zuur is, gedestilleerd water); bij gebruik van Arabische gom is verwarmen van het water nodig.
- het inoculum goed mengen met de afgekoelde oplossing.
- dit mengsel over het zaad gieten en door en door mengen zodat alle zaden bedekt worden met kleefstof en inoculum.
- daarna zeer fijne CaCO_3 toevoegen (bij luzerne en rode klaver ongeveer 6 kg per 10 kg zaad) en mengen totdat alle zaden met een wit laagje omgeven zijn en niet meer aan elkaar kleven.
- de prijs 1 dag laten drogen (in de schaduw) zodat ze voldoende consistent worden.

Geprild zaad moet ook bij voorkeur direct gezaaid worden; hierbij is echter wel enige dagen uitstel mogelijk door de bescherming die de coating biedt.

Effectieve wortelknolletjes bevinden zich aan of nabij de hoofdwortel, aanvankelijk vooral in de buurt van de wortelhals en zijn groot en vaak trosvormig en roze van kleur (soms diep rood binnenin). Niet effectieve wortelknolletjes zijn klein, doorgaans talrijk en groenachtig en bevinden zich vooral aan de zijwortels.

e.Ziekten. Onvoldoende persistentie van luzerne en rode klaver wordt vaak geweten aan ziekten (Frame, 1976; Laidlaw, 1981; Graham et al., 1972). De standplaats (klimaat, bodem) en de verzorging van het gewas (vooral de maaifrequentie en berijden) spelen hierbij een belangrijke rol. Het is van groot belang te weten welke ziekten men in een gebied kan verwachten en na te gaan welke maatregelen men kan nemen om de schade te beperken.

De belangrijkste ziekten die in Nederland schade aan luzerne en rode klaver veroorzaken, zijn: (1) klaverkanker (Sclerotinia trifoliorum), die vooral rode klaver aantast, maar ook in luzerne voorkomt (Graham et al., 1972); (2) het stengelaaltje (Ditylenchus dipsaci), dat ook beide gewassen aantast; (3) verwelkingsziekte (Verticillium albo-atrum), die in luzerne veel schade kan veroorzaken, vooral na beschadiging van de wortelhals en kroon door de wioldruk van oogstmachines (Kort en Van Rheenen, 1959); (4) bladvlekkenziekte (Pseudopeziza medicaginis f. sp. medicaginis-sativae), waardoor in luzerne vooral in het najaar nogal wat bladafval plaatsvindt en (5) meeldauw (Erysiphe trifolii), die soms in de nazomer en herfst rode klaver aantast. Tussen de beschikbare rassen bestaan verschillen in resistentie tegen deze ziekten (zie: Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen, Leiter-Nypels, Maastricht). In het algemeen lijkt bij deze gewassen veredeling op resistentie tegen ziekten en plagen de beste methode te zijn om de schade te beperken (Kehr et al., 1972; Hunt et al., 1972; Sorensen et al.,

1972; Frame, 1976). Tevens adviseert men luzerne en vooral rode klaver niet te vaak op hetzelfde perceel te verbouwen. Teeltmaatregelen die een goede groei van het gewas bevorderen, blijken vaak ook aantasting door verschillende ziekten te beperken (Graham et al., 1972; Kort en Van Rheenen, 1959). Als er echter schimmelziekten optreden in de bovengrondse delen, kan het wel gunstig zijn een keer wat vroeger te maaien dan normaal.

EISEN AAN HET OOGSTREGIME

Luzerne en rode klaver stellen hoge eisen aan het oogstregime. In het onderzoek heeft men veel aandacht besteed aan de invloed van de maaifrequentie op de opbrengst, kwaliteit en persistentie van luzerne; een goed overzicht hiervan is door Smith (1972) gegeven. Daarentegen is er weinig informatie beschikbaar over de invloed van de maaifrequentie op rode klaver. Wel zijn er, vooral in Oost-Europa, veel maaifrequentieproeven gedaan met mengsels waarin rode klaver voorkwam, maar deze mengsels zijn meestal zeer complex en in de publikaties wordt in de regel geen aandacht besteed aan effecten op de afzonderlijke soorten. De bruikbare informatie op dit gebied (o.a. Frame, 1976; Sheldrick et al., 1980) wekt de indruk dat rode klaver mogelijk nog gevoeliger is voor te vaak maaien dan luzerne. In het onderzoek van Sheldrick en medewerkers was de opbrengst van rode klaver in monocultuur (met irrigatie in droge perioden) bij 3, 4 of 5 maal maaien per jaar respectievelijk 29, 20,9 en 14,8 ton drogestof per ha in 2 jaar. Door vaker te maaien werd hier de kwaliteit van het geoogste voer maar weinig verbeterd en onder de omstandigheden van dit onderzoek was er dus geen enkele reden om vaker dan 3 maal per jaar te maaien. Er is geen informatie gevonden over de gewasfysiologische achtergronden van de gevoeligheid van rode klaver voor te vaak oogsten.

Bij luzerne speelt de opslag en benutting van koolhydraten in de wortel een grote rol in het groeipatroon van het gewas. Bij de hergroei in de lente en na maaien daalt het gehalte aan niet-structurele koolhydraten in de wortel gedurende enige tijd. Daarna en vooral kort voor en tijdens de bloei worden de "reserves" weer aangevuld (Brown et al., 1972). Als te vroeg wordt gemaaid, is die aanvulling onvoldoende en zal de volgende hergroei trager zijn. Dit is niet zo bezwaarlijk als men de volgende snede goed laat uitgroeien, maar als men vaker te vroeg maait, verzwakt het gewas in sterke mate. Dit gaat gepaard met een aanzienlijke opbrengstreductie, een kleiner wortelstelsel (Versteeg, 1985) en grotere gevoeligheid voor stress en ziekten, waardoor al gauw een hol gewas met veel onkruid ontstaat.

Volgens Smith (1972) geven moderne luzernerassen in de USA de hoogste opbrengst aan verteerbare energie als ze worden gemaaid als 10 % van de planten bloeit ("10 % bloom"); de persistentie is daarbij doorgaans voldoende. Als later wordt gemaaid, neemt de drogestofopbrengst nog wel wat toe, maar gaat het gewas nogal eens legeren, waardoor het moeilijker oogstbaar wordt; bovendien daalt de voederwaarde vrij sterk, vooral als de oudste bladeren af gaan vallen. Tijdens of na ongunstige omstandigheden, bv. de eerste snede na winterschade of tijdens een droge periode, is later maaien aan te bevelen, bv. bij 50 % bloei of volle bloei.

Het percentage bloei is niet onder alle omstandigheden bruikbaar als indicatie van het optimale oogsttijdstip bij luzerne. In sommige gebieden, bv. in het Tropisch Hoogland, bloeit luzerne nauwelijks (Crowder et al., 1960; eigen waarnemingen in Guatemala). In dergelijke situaties kan men het best maaien als de nieuwe spruiten enkele centimeters (3 - 5) zijn uitgelopen of als de oudste bladeren gaan vergelen en afvallen. Het gebruik van een vast tijdsinterval tussen 2 sneden is niet aan te bevelen omdat de ontwikkelingsnelheid van het gewas onder invloed van diverse omstandigheden (vooral temperatuur) sterk kan verschillen.

Met de gevoeligheid van luzerne voor een niet optimaal maairegime dient vooral ook rekening te worden gehouden in het rassenonderzoek. Vooral tussen

rassen uit verschillende gebieden kunnen vrij grote verschillen in ontwikkelingsnelheid voorkomen en voor een goede vergelijking van de produktiecapaciteit dient men elk ras een optimaal maairegime te geven. In het Hoogland van Guatemala was het optimale interval tussen 2 sneden bij het ras Moapa (en andere "non-hardy" rassen) gemiddeld wel 10 dagen korter dan bij Europe en andere Noordfranse rassen. Als daar elk ras in het optimale stadium werd geoogst, gaf Moapa per groeiseizoen 2 sneden meer dan Europe, maar waren de drogestofopbrengsten ongeveer gelijk. In dat geval verdiende Europe de voorkeur door geringere oogstkosten en door een grotere resistentie tegen bladziekten, als gevolg waarvan de voederwaarde hoger was en onkruid minder kans kreeg. Als alle rassen gelijk met Moapa werden gemaaid, wat in landen met een zacht klimaat wel gebeurt omdat men daar Moapa vaak als standaardras gebruikt, was Moapa aanzienlijk produktiever dan Europe.

Hoewel er in Nederland nogal wat maalfrequentieproeven met luzerne zijn uitgevoerd (Meijers, 1936b, 1953; Proefveldverslag 1955 - 1956, Rijkslandbouwconsulentschap Zevenbergen; Proefveldverslag 1965 - 1966, Rijkslandbouwconsulentschap voor de Zeeuwse eilanden; Van der Zweerde, 1971), is uit de beschikbare gegevens niet goed af te leiden wat bij gebruik van dit gewas voor melkvee het beste oogstregime zou zijn. Dit komt doordat in de publikaties en verslagen weinig nauwkeurige informatie wordt gegeven over het ontwikkelingsstadium bij maaien en doordat conclusies slechts zijn gebaseerd op het effect van de behandeling op de drogestofopbrengst en de eiwitopbrengst. Alleen Meijers (1936b) vermeldt bij de resultaten van een proef in Groningen, waarin maalfrequenties werden vergeleken, ook de energiewaarde (zetmeelwaarde) van het geoogste voeder. Bij de bespreking van de resultaten van deze en soortgelijke proeven (Meijers, 1953) houdt hij er echter geen rekening mee. Ter illustratie zijn in tabel 6 de resultaten van genoemde proef weergegeven.

Tabel 6. Invloed van de maalfrequentie op de opbrengst van luzerne in Vierhuizen, Groningen. Gegevens ontleend aan Meijers (1936b).

maaidata		opbrengst, ton luchtdroge stof/ha						
1934		1935	1934	1935	totaal			
2/7	14/9	3 maal	11,2	16,9	28,1			
11/6	19/7	14/9	3 maal	12,2	15,7	27,9		
18/5	2/7	7/8	14/9	3 maal	11,5	15,0	26,5	
4/5	18/6	18/7	15/8	14/9	3 maal	9,4	11,9	21,4

Mede op grond van deze gegevens adviseert Meijers (1953) luzerne 3 maal per jaar bij het begin van de bloei te maaien. Hierbij zijn echter 2 kanttekeningen te maken:

- Doordat op alle objecten de laatste snede op 14 september werd gemaaid, is in feite het groeiseizoen ingekort waardoor de tijdsintervallen tussen de sneden korter zijn geworden dan wanneer de laatste snede in de tweede helft van oktober zou zijn gemaaid.

- In 1934 waren de (gewogen) gemiddelde zetmeelwaarden in de drogestof bij 2, 3, 4 en 5 maal maaien respectievelijk 24, 33, 39 en 44 (Meijers, 1936b). In dat jaar was dus bij 4 maal maaien de zetmeelwaarde-opbrengst duidelijk hoger dan bij 3 maal maaien. Bij de resultaten van 1935 zijn geen zetmeelwaarden per object vermeld.

Op grond van het voorgaande lijkt het nuttig in het onderzoek nog eens aandacht te besteden aan het optimale maairegime van luzerne. Daarbij dient men er ook rekening mee te houden dat als luzerne de winter over moet blijven, vooral de behandeling in het najaar van belang is voor overwintering en produktie in het volgende jaar. Het gewas dient dan in het najaar de kans te krijgen veel reserves in de wortels op te slaan. In de USA adviseert men de voorlaatste snede 40 - 45 dagen voor de vorstinval ("freeze-down") te oogsten (Smith, 1972; Evans et al., 1980) en de hergroei alleen maar te oogsten (omstreeks de vorstinval) als de omstandigheden gunstig zijn voor het gewas. Onder minder gunstige omstandigheden (weinig groei in het najaar; natte grond, waardoor het gewas bij de oogst beschadigd wordt; in gebieden met een strenge winter; op percelen waar in de winter wateroverlast te verwachten is) is het beter de nagroei te laten staan.

Als men in Nederland luzerne de winter over wil houden, zal begin september waarschijnlijk het beste tijdstip zijn om de voorlaatste snede te oogsten. Uit proeven blijkt dat er daarna meestal niet meer dan 1000 - 1500 kg (oogstbare) drogestof per ha groeit (Meijers, 1936b; Proefveldverslag 1955 - 1956, Rijkslandbouwconsulentschap Zevenbergen; Proefveldverslag 1965 - 1966, Rijkslandbouwconsulentschap voor de Zeeuwse eilanden; Van der Zweerde, 1971; Sibma en Spiertz, 1985). In een goede herfst zou men dit in de tweede helft van oktober kunnen oogsten; in een sombere, natte herfst kan men het waarschijnlijk beter laten staan. In het onderzoek zou men het tijdstip van de voorlaatste oogst kunnen variëren, het aantal sneden daarvoor en het wel of niet maaien van de hergroei in de herfst. Hierbij is het van groot belang de energiewaarde van het geoogste voer te bepalen en de naëffecten in het volgende jaar.

GEVOLGEN VAN DE EISEN AAN HET OOGSTREGIME

Doordat bij luzerne en rode klaver slechts in beperkte mate afgeweken kan worden van het optimale maairegime, zijn deze gewassen weinig flexibel ten aanzien van de benuttingsmogelijkheden. Als men deze gewassen op Nederlandse melkveebedrijven wil gaan gebruiken, lijkt maaien en conserveren als kuilvoer het meest voor de hand liggende oogststelsel. Hierbij dient men zich te realiseren dat er bij een dergelijk gebruik van deze gewassen minder behoefte zal zijn aan ingekuuld gras, wat gevolgen heeft voor de grasland-exploitatie. Benutting van verse luzerne of rode klaver door beweiding of zomerstalvoeding lijkt onder Nederlandse omstandigheden slechts op beperkte schaal mogelijk. Men zal het gewas dan al snel te jong of te oud oogsten. Bovendien zal beweiding hier ook door de zwaarte van de eerste twee sneden (4 tot 7 ton drogestof per ha) niet uitvoerbaar zijn zonder grote verliezen.

In Zuid-Amerika wordt luzerne op grote schaal beweid; in Argentinië werd in de veertiger jaren zelfs 80 % van de 5,6 miljoen ha luzerne beweid (Boerger, 1950). Volgens Boerger is luzerne daar goed bestand tegen beweiden doordat de omstandigheden er zeer gunstig zijn voor het gewas en doordat er zich door de eeuwen heen een aangepast type ontwikkeld heeft met een enigszins kruipende groeiwijze en nogal dikke stengels. In de droge kustvlakten van Peru is geïrrigeerde luzerne vrijwel het enige voedergewas op de talrijke melkveebedrijfjes (Versteeg, 1985). Het zeer produktieve gewas wordt daar vrijwel uitsluitend benut door middel van rantsoenbeweiding

(meestal uitgevoerd door de dieren te tuieren), waarbij het vee elke dag een nieuw stuk krijgt en dat in 2 à 3 dagen vrij kort afweidt, waarbij opvallend weinig voer verloren gaat door vertrapping en vervuiling. De lengte van de hergroeiperiodes is vergelijkbaar met die bij maaien. In het warme seizoen is de rotatie sneller dan in de koelere periode; verschillen in groeisnelheid worden ondervangen door bijvoeding. Uit de beschrijving van de Zuid Amerikaanse ecotypen van luzerne (Boerger, 1950) en onderzoek van Versteeg (1985) krijgt men de indruk dat verschillende van de daar aanwezige ecotypen interessante eigenschappen bezitten voor veredelingsprogramma's elders in de wereld.

Ook in gebieden waar de omstandigheden minder gunstig zijn voor luzerne, is beweiding wel mogelijk. Uit een samenvatting van Australisch beweidingsonderzoek met luzerne (Leach, 1978) blijkt dat in Zuidoost-Queensland de plantdichtheid sneller afneemt dan in Zuid-Australië en New South Wales. Bij vergelijking van verschillende beweidingssystemen in Queensland bleek dat het aantal luzerneplanten op alle objecten sterk afnam (Leach, 1979). De afname was het sterkst bij te korte hergroeiperiodes en objecten waar sterke concurrentie door subtropische onkruidgrassen optrad (Leach en Ratcliff, 1979; Leach, 1983). Op objecten met een vrij lange hergroeiperiode tussen de beweidingen (40, 44 of 56 dagen) werd de afname van het aantal planten in belangrijke mate gecompenseerd door meer stengels per plant (Leach, 1983).

In het Hoogland van Mexico en Guatemala wordt luzerne in kleine oppervlakten op gemengde bedrijfjes verbouwd. De boeren maaien daar dagelijks een stukje, vaak in handwerk, en geven de verse luzerne aan melkvee dat doorgaans een deel van de dag op natuurlijk grasland of wegbermen weidt en/of maïsstro krijgt. Luzerne vervult op dergelijke bedrijfjes een zeer belangrijke rol.

MENGSELS OF MONOCULTUUR

In Nederland en omliggende landen is in de praktijk de oogstzekerheid van luzerne en rode klaver na het eerste volledige produktiejaar onvoldoende. Gevoeligheid voor berijden met oogstmachines en ziekten spelen hierbij een belangrijke rol. Waarschijnlijk is de oogstzekerheid van een mengsel van de vlinderbloemige met gras wat beter dan van de vlinderbloemige in monocultuur. Bij een mengsel kan men namelijk een tegenvallende produktie van de vlinderbloemige in zekere mate corrigeren door gebruik van kunstmeststikstof. Aan mengsels zijn echter ook nadelen verbonden. In de eerste plaats is het moeilijk een goed gebalanceerd mengsel te verkrijgen en in stand te houden. Raaigrassen zijn zeer agressief in mengsels (Andries, 1982), vooral als de bodemvruchtbaarheid hoog is, bv. door gebruik van dierlijke mest. Voorts moet men bedenken dat men in het mengsel 2 gewassen tracht te combineren met sterk verschillende eisen ten aanzien van bemesting en exploitatie. Als men bv. het oogstregime afstemt op de vlinderbloemige, oogst men het gras in een veel te oud stadium. Als men echter vaker maait, is de vlinderbloemige in korte tijd verdwenen. In de tweede plaats geldt dat als het gebruik van luzerne en rode klaver voordelen heeft (bv. door N-binding, beter gesloten nutriëntenkringloop, specifieke kwaliteitsaspecten, vruchtwisselingseffecten), die voordelen in een mengsel in geringere mate aanwezig zijn.

Op grond van bovenstaande punten lijkt het beter luzerne en rode klaver in monocultuur te verbouwen en slechts op wendakkers mengsels met grootbladige witte klaver of gras te gebruiken.

LITERATUUR

- Alberda, Th. (1984) Production and water use of several food and fodder crops under irrigation in the desert area of southwestern Peru. Agricultural Research Reports 928, Pudoc, Wageningen, 50 pp.
- Andries, A. (1982) Role du trèfle violet dans la production fourragère belge, évolution et perspectives. Fourrages, 90, 27-37.
- Baars, C. (1973) De geschiedenis van de landbouw in de Beijerlanden. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen, PUDOC, Wageningen.
- Barnes, R.F. and Gordon, C.H. (1972) Feeding value and on-farm feeding. In: Hanson, C.H. (ed.) Alfalfa science and technology. Agronomy Monograph 15, 601-630, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Boerger, A. (1950) The ecology of Medicago sativa L. in South America. Journal of the British Grassland Society, 5, 291-299.
- Brown, R.H., Pearce, R.B., Wolf, D.D. and Blaser, R.E. (1972) Energy accumulation and utilization. In: Hanson, C.H. (ed.) Alfalfa science and technology. Agronomy Monograph 15, 143-166, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Burton, J.C. (1972) Nodulation and symbiotic nitrogen fixation. In: Hanson, C.H. (ed.) Alfalfa science and technology. Agronomy Monograph 15, 229-246, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Camlin, M.S., Gilliland, T.J. and Stewart, R.H. (1983) Productivity of mixtures of Italian ryegrass and red clover. Grass and Forage Science, 38, 73-78.
- Campbell, R.E., Larson, W.E., Aasheim, T.S. and Brown, P.L. (1960) Alfalfa response to irrigation frequencies in the presence of a water table. Agronomy Journal, 52, 437-441.
- Christian, K.R. (1977) Effects of the environment on the growth of alfalfa. Advances in Agronomy, 29, 183-227.
- Crespo, D.G. (1982) Legume production. In: Corral, A.J. (ed.) Efficient grassland farming. Proceedings of the 9th General Meeting of the European Grassland Federation, 49-60, Occasional Symposium No. 14, British Grassland Society, Hurley, UK.
- Crowder, L.V., Vanegas, J. and Silva, J. (1960) The influence of cutting interval on alfalfa production in the High Andes. Agronomy Journal, 52, 128-130.
- Date, R.A. and Brockwell, J. (1978) Rhizobium strain competition and host interaction for nodulation. In: Wilson, J.R. (ed.) Plant relations in pastures, 202-216, CSIRO, Melbourne, Australia.
- Davies, W.E. (1981) Present and future prospects for forage legumes. In: Murray, R.B. (ed.) Legumes in grassland. Proceedings of the Fifth Study Conference of the Scottish Agricultural Colleges, 3-10, the Scottish Agricultural Colleges, Auchincruive, Ayr, Scotland.

- Deinum, B. en Hof, G. (1984) Benutting en voederwaarde van luzerne en rode klaver. Gebundelde Verslagen Nr. 25, Nederlandse Vereniging voor Weiden en Voederbouw, Wageningen.
- Demarquilly, C. (1982) Valeur alimentaire des légumineuses (luzerne et trèfle violet) en vert et modifications entraînées par les différentes méthodes de conservation. *Fourrages*, 90, 181-202.
- Dewez, W.J. (1954) Klaver. *Veenman's Agrarische Winkler Prins, Tweede Deel*, 523-525, H. Veenman en Zonen, Wageningen en Elsevier, Amsterdam.
- Evans, P.S. (1978) Plant root distribution and water use patterns of some pasture and crop species. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 21, 261-265.
- Evans, J.K., Lacefield, G., Vaught, H. and Taylor, T.H. (1980) Alfalfa - the queen of forage crops. *AGR - 76*, Department of Agronomy, University of Kentucky, Lexington, Kentucky, USA.
- Farnworth, J., Ruxton, I.B. and El Naoim, A. (1975) "Hasawi alfalfa", a local variety from Al Hassa (Hofuf), Saudi Arabia. Research Note, *Journal of the British Grassland Society*, 30, 241-242.
- Frame, J. (1976) The potential of tetraploid red clover and its role in the United Kingdom. *Journal of the British Grassland Society*, 31, 139-152.
- Frame, J., Harkess, R.D. and Boyd, A.G. (1981) The potential of forage legumes and their role in Scotland. In: Smith, J.A. and Hays, V.W. (eds.) *Proceedings of the XIV International Grassland Congress*, Lexington, 539-541, Westview Press, Boulder, Colorado, USA.
- Graham, J.H., Kreitlow, K.W. and Faulkner, L.R. (1972) Diseases. In: Hanson, C.H. (ed.) *Alfalfa science and technology*. Agronomy Monograph 15, 497-526, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Groot, H. de (1965) Nitrogen fertilization in the Netherlands. In: Burg, P.F.J. van and Arnold, G.H. (eds.) *Nitrogen and grassland*. Proceedings of the 1st General Meeting of the European Grassland Federation, 27-38, PUDOC, Wageningen.
- Grootenhuis, J.A. (1977) Mehrjährige Versuchsergebnisse mit Sommergerste, Winterweizen, Speisekartoffeln und Zuckerrüben ohne und mit Einschaltung von Leguminosen als Hauptfrüchte in die Fruchtfolge (1953 bis 1976). *Proceedings Symposium Produktion der Biomassa und Ertragsbildung der Feldfrüchte*, Vol. 2, 111-120, Praag.
- Hanson, C.H. and Barnes, D.K. (1973) Alfalfa. In: Heath, M.E., Metcalfe, D.S. and Barnes, R.F. (eds.) *Forages, the science of grassland agriculture*, Third Edition, 136-147, The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Haynes, R.J. (1983) Soil acidification induced by leguminous crops. Review Paper. *Grass and Forage Science*, 38, 1-11.
- Helyar, K.R. (1978) Effects of aluminium and manganese toxicities on legume growth. In: Andrew, C.S. and Kamprath, E.J. (eds.) *Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils*, 207-231, CSIRO, Melbourne, Australia.

- Hunt, O.J., Faulkner, L.R., and Peaden, R.N. (1972) Breeding for nematode resistance. In: Hanson, C.H. (ed.) Alfalfa science and technology. Agronomy Monograph 15, 355-370, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Jansen, M.W. (1984) De marktordening van de overige akkerbouwgewassen. Bedrijfsontwikkeling, 15, 821-824.
- Kamp, T.C. van der (1954) Oriënterende proef met mengsels van lucerne en gras (project 37). Verslag van het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek over 1953, Wageningen, 45-50.
- Kamprath, E.J. (1978) Lime in relation to Al toxicity in tropical soils. In: Andrew, C.S. and Kamprath, E.J. (eds.) Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils, 233-245, CSIRO, Melbourne, Australia.
- Kehr, W.R., Frosheiser, F.I., Wilcoxson, R.D. and Barnes, D.K. (1972) Breeding for disease resistance. In: Hanson, C.H. (ed.) Alfalfa science and technology. Agronomy Monograph 15, 335-354, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Kort, J. en Rheezen, H.A. van (1959) Enkele waarnemingen over het optreden van de verwelkingsziekte bij luzerne in Zeeland in 1957. Tijdschrift voor Plantenziekten, 65, 147-157.
- Laidlaw, A.S. (1979) Effects of grazing by lambs in autumn on a red clover-perennial ryegrass sward. Grass and Forage Science, 34, 191-196.
- Laidlaw, A.S. (1981) Production and management of red clover swards. In: Murray, R.B. (ed.) Legumes in grassland. Proceedings of the Fifth Study Conference of the Scottish Agricultural Colleges, 47-50, the Scottish Agricultural Colleges, Auchincruive, Ayr, Scotland.
- Laidlaw, A.S. and McBratney, J.M. (1980) The effect of companion perennial ryegrass cultivars on red clover productivity when timing of the first cut is varied. Grass and Forage Science, 35, 257-265.
- Leach, G.J. (1978) The ecology of lucerne pastures. In: Wilson, J.R. (ed.) Plant relations in pastures, 290-308, CSIRO, Melbourne, Australia.
- Leach, G.J. (1979) Lucerne survival in south-east Queensland in relation to grazing management systems. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 19, 208-215.
- Leach, G.J. (1983) Influence of the rest interval, grazing duration and mowing on the growth, mineral content and utilization of a lucerne pasture in a subtropical environment. The Journal of Agricultural Science, Cambridge, 101, 169-183.
- Leach, G.J. and Ratcliff, D. (1979) Lucerne survival in relation to grass management on a brigalow land in south-east Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 19, 198-207.
- Loomis, R.S. and Williams, W.A. (1963) Maximum crop productivity: an estimate. Crop Science, 3, 67-72.
- Luffman, B.J. (1983) Hungaryopoly clover establishment, use and economic advantages within the dairy farm. Grass and Forage Science, 38, 144-145.

- Mahoney, G.P., Jones, H.R. and Hunter, J.M. (1981) Effect of lime on lucerne in relation to soil acidity factors. In: Smith, J.A. and Hays, V.W. (eds.) Proceedings of the XIV International Grassland Congress, Lexington, 299-302, Westview Press, Boulder, Colorado, USA.
- McBratney, J.M. (1981) Productivity of red clover grown alone and with companion grasses over a four-year period. Grass and Forage Science, 36, 267-279.
- McBratney, J.M. (1984) Productivity of red clover grown alone and with companion grasses; further studies. Grass and Forage Science, 39, 167-175.
- Meer, H.G. van der (1982) Verslag van de Northeast Pre-Conference Tour. In: Samenvattend verslag XIV International Grassland Congress, Lexington. Gebundelde Verslagen Nr. 22, 1-22, Nederlandse Vereniging voor Weide- en Voederbouw, Wageningen.
- Meijers, P.G. (1936a) Lucernebouw. Rijkslandbouwproefstation voor den Akker- en Weidebouw te Groningen, 95 pp., Rijksuitgeverij Dienst van de Nederlandsche Staatscourant, 's-Gravenhage.
- Meijers, P.G. (1936b) Verslag over een viertal veldproeven betreffende de cultuur van lucerne. Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen No. 42 (4) A, 145-175, Rijksuitgeverij Dienst van de Nederlandsche Staatscourant, 's-Gravenhage.
- Meijers, P.G. (1953) Lucerne, een belangrijk voedergras. Voeder- en Weidebouw Serie No. 9, 28 pp., Directie van de Landbouw, Ministerie van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening, 's-Gravenhage.
- Meijers, P.G. en Goedewaagen, M.A.J. (1936) Een onderzoek naar de beworteling van lucerne. Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen No. 42 (15) A, 649-667, Rijksuitgeverij Dienst van de Nederlandsche Staatscourant, 's-Gravenhage.
- Meijs, J.A.C. (1982) Verslag van de Pacific Coast Post-Congress Tour. In: Samenvattend verslag XIV International Grassland Congress, Lexington. Gebundelde Verslagen Nr. 22, 72-79, Nederlandse Vereniging voor Weide- en Voederbouw, Wageningen.
- Miller, H.F. and Wedin, W.F. (1972) Equipment for harvesting, storing and feeding. In: Hanson, C.H. (ed.) Alfalfa science and technology. Agronomy Monograph 15, 575-599, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Mulder, J.K. (1979) Verzamelde proefgegevens van het permanente vruchtwisselingsproefveld IB 0004 (Prlov 4). Nota 65, 39 pp., Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.).
- Munns, D.N. (1978) Soil acidity and nodulation. In: Andrew, C.S. and Kamprath, E.J. (eds.) Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils, 247-263, CSIRO, Melbourne, Australia.
- Picard, J. (1982) Les légumineuses dans la production fourragère Française - évolution au cours des vingt dernières années. Fourrages, 90, 17-26.

- Pinkerton, A. and Simpson, J.R. (1981) Effects of subsoil acidity on the shoot and root growth of some tropical and temperate forage legumes. *Australian Journal of Agricultural Research*, 32, 453-463.
- Poole, D.A. (1983) Lucerne: can its potential be realized with silage making? *Grass and Forage Science*, 38, 147-148.
- Rhykerd, C.L. and Overdahl, C.J. (1972) Nutrition and fertilizer use. In: Hanson, C.H. (ed.) *Alfalfa science and technology*. Agronomy Monograph 15, 437-468, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Robson, A.D. and Loneragan, J.F. (1978) Responses of pasture plants to soil chemical factors other than nitrogen and phosphorus, with particular emphasis on the legume symbiosis. In: Wilson, J.R. (ed.) *Plant relations in pastures*, 128-142, CSIRO, Melbourne, Australia.
- Sheldrick, R.D. and Lavender, R.H. (1978) Red clover management. In: GRI Annual Report, 1977, 42, The Grassland Research Institute, Hurley, UK.
- Sheldrick, R.D., Rossiter, J., Lavender, R.H. and Katic, S. (1980) Red clover management. In: GRI Annual Report, 1979, 55-56, The Grassland Research Institute, Hurley, UK.
- Sibma, L. (1984) Drogestof- en stikstofopbrengsten van gras, lucerne en maïs. *Gebundelde Verslagen Nr. 25*, Nederlandse Vereniging voor Weide- en Voederbouw, Wageningen.
- Sibma, L. and Spiertz, J.H.J. (1985) Dry matter production and nitrogen utilization in cropping systems with grass, lucerne and maize: I. Comparison of crop characteristics, growth and production. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. (in druk).
- Skerman, P.J. (1977) Tropical forage legumes. *FAO Plant Production and Protection Series No. 2*, 609 pp., Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Smith, D. (1972) Cutting schedules and maintaining pure stands. In: Hanson, C.H. (ed.) *Alfalfa science and technology*. Agronomy Monograph 15, 481-496, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Sorensen, E.L., Wilson, M.C. and Manglitz, G.R. (1972) Breeding for insect resistance. In: Hanson, C.H. (ed.) *Alfalfa science and technology*. Agronomy Monograph 15, 371-390, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Spiertz, J.H.J. and Sibma, L. (1985) Dry matter production and nitrogen utilization in cropping systems with grass, lucerne and maize: II. Nitrogen yield and utilization with various cropping systems and their after-effects. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. (in druk).
- Steenbergen, T. van (1977) Invloed van grondsoort en jaar op het effect van stikstofbemesting op de graslandopbrengst. *Stikstof*, 85, 9-15.
- Suzuki, M. (1981) Responses of alfalfa to a simulated midwinter thaw. In: Smith, J.A. and Hays, V.W. (eds.) *Proceedings of the XIV International Grassland Congress*, Lexington, 390-393, Westview Press, Boulder, Colorado, USA.

- Thomas, G., Aston, K., Daley, S.R. and Hughes, P.M. (1982) The evaluation of silages for milk production. GRI Annual Report, 1981, 87-88, The Grassland Research Institute, Hurley, UK.
- Thomson, D.J. (1977) The role of legumes in improving the quality of forage diets. In: Gilsonan, B. (ed.) Proceedings International Meeting on Animal Production from Temperate Grassland, 131-135, Dublin, Ireland.
- Velde, H.A. te en Grootenhuis, J.A. (1965) Berekeningen over geld-opbrengsten van kunstmatig te drogen lucerne in 1952-1964. PAW Mededeling Nr. 112, 37 pp., Wageningen.
- Versteeg, M.N. (1985) Factors influencing the productivity of irrigated crops in Southern Peru, in relation to prediction by simulation models. Proefschrift Landbouwhogeschool, Wageningen, 182 pp.
- Versteeg, M.N., Zipori, I., Medina, J. and Valdivia, H. (1982) Potential growth of alfalfa (Medicago sativa L.) in the desert of Southern Peru and its response to high NPK fertilization. Plant and Soil, 67, 157-165.
- Wilkins, R.J., Morrison, J. and Chapman, P.F. (1981) Potential production from grasses and legumes. In: Jollans, J.L. (ed.) Grassland in the British economy. CAS Paper 10, 390-413, Centre for Agricultural Strategy, Reading, UK.
- Worker, G.F. (1975) Field crops and variety comparison between Imperial Valley, California and Kufra Oasis, Libya. The Journal of Agricultural Science, Cambridge, 84, 215-219.
- Zweerde, H. van der (1971) Vergelijking van zaaitijden, N-trappen en maaieregimes bij lucerne. Verslag nr. 56, 10 pp., IBS, Wageningen.