



PraktijkRapport Rundvee 27

Alternatieve Voedergewassen



April 2003





Colofon

Uitgever

Praktijkonderzoek Veehouderij
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info@pv.agro.nl
Internet <http://www.pv.wur.nl>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek Veehouderij

© Praktijkonderzoek Veehouderij

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Het Praktijkonderzoek Veehouderij aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 1570-8616
Eerste druk 2003/oplage 200
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Referaat

ISSN 1570-8616

Boer, H.C. de, G. van Duinkerken, A.P. Philipsen,
H.A. van Schooten (Praktijkonderzoek Veehouderij)
Alternatieve Voedergewassen (2003)
100 pagina's, 54 tabellen

In de literatuurstudie 'alternatieve voedergewassen' is belangrijke teeltinformatie verzameld over alternatieve voedergewassen. Deze gewassen zijn objectief vergeleken op een aantal punten en op basis van deze vergelijking zijn de perspectieven aangegeven. Het rapport stelt veehouders en intermediairen in staat om de keuze van een voedergewas beter te onderbouwen en draagt bij aan bewustwording omtrent diverse aspecten van alternatieve voedergewassen.

Trefwoorden: voedergewassen, perspectieven, teelt, erwten, erwten-gerst, galega, lupine, luzerne, mergkool, quinoa, soja, voederbieten, gras, snijmaïs, MKS



PRAKTIJKONDERZOEK
VEEHOUDERIJ

PraktijkRapport Rundvee 27

Alternatieve Voedergewassen

Alternative fodder crops

H.C. de Boer
G. van Duinkerken
A.P. Philipsen
H.A. van Schooten

April 2003

Voorwoord

De teelt van ruwvoer is een essentieel onderdeel van Nederlandse melkveehouderijsystemen. Het belangrijkste ruwvoer is gras, gevolgd door snijmaïs. Vanwege de grote populariteit van gras en snijmaïs is het areaal van andere voedergewassen klein. De praktijkkennis van de teelt, conservering en toepassing van deze gewassen is daardoor relatief verwaarloosd of zelfs onbekend. In het buitenland krijgt de teelt van andere voedergewassen veel meer aandacht, onder andere vanwege vaak afwijkende teeltomstandigheden.

Ook onder Nederlandse omstandigheden kunnen er echter argumenten zijn om andere voedergewassen in de bedrijfsvoering op te nemen. Gedacht kan bijvoorbeeld worden aan de strenger wordende eisen met betrekking tot mineralenbenutting en de gevolgen daarvan voor de bedrijfsvoering. Vernieuwingen in de teelt van alternatieve gewassen of succesvolle introducties van nieuwe gewassen kunnen betekenis hebben voor de Nederlandse melkveehouderij. Informatie hierover is echter grotendeels ontoegankelijk voor veehouders.

In opdracht van het Productschap Zuivel is een inventariserend literatuuronderzoek uitgevoerd naar de perspectieven van bestaande en potentieel interessante voedergewassen anders dan gras en snijmaïs voor de Nederlandse omstandigheden. Dit rapport bevat per gewas informatie over teelt- en gebruiksaspecten. Daarnaast zijn de gewassen op een aantal belangrijke aspecten vergeleken. Hiermee ontstaat een goed beeld van de aantrekkelijkheid en de perspectieven van de besproken gewassen vergeleken met de referentiegewassen gras en snijmaïs. Veehouders kunnen hier hun voordeel mee doen bij de afweging al dan niet te kiezen voor een specifiek voedergewas.

Ten slotte gaat onze dank uit naar Agnes van den Pol - van Dasselaar en Arjan Gotink voor hun bijdrage aan dit rapport.

Frits Mandersloot
Hoofd Rundvee, Schapen, Paarden en Geiten

Samenvatting

De teelt van eigen ruwvoer is een essentieel onderdeel van Nederlandse melkveehouderijbedrijven. Gras en snijmaïs zijn momenteel de meest verbouwde voedergewassen. Vanwege deze grote populariteit is het areaal van alternatieve voedergewassen klein. Er kunnen echter diverse argumenten zijn om alternatieve voedergewassen in de bedrijfsvoering op te nemen. Een aantal argumenten zijn: verlaging van de externe stikstof- en fosfaataanvoer, een goede droogtetolerantie van het alternatieve gewas, een gunstig effect van de teelt op het organische stofgehalte en de bodemstructuur, een sterk onkruidonderdrukkend vermogen van het gewas, een vroeg oogsttijdstip (op percelen met weinig draagkracht in het najaar) of een specifieke voederwaarde-eigenschap, zoals een hoog zetmeelgehalte of een hoog suikergehalte.

Vanwege het kleine areaal is praktijkkennis van de teelt en toepassing van alternatieve voedergewassen echter beperkt. In het buitenland krijgt de teelt van deze gewassen meer aandacht. De informatie die hieruit voortvloeit kan van betekenis zijn voor de Nederlandse melkveehouderij. In opdracht van het Productschap Zuivel is daarom een literatuuronderzoek uitgevoerd. Doel van het onderzoek was het verzamelen van internationale informatie over alternatieve voedergewassen, het maken van een objectieve vergelijking tussen de gewassen en het aangeven van de perspectieven van de gewassen voor de Nederlandse veehouder.

Een groot aantal gewassen kan dienen als alternatief voedergewas. De studie heeft zich beperkt tot die gewassen die momenteel in de belangstelling staan, gewassen waar ervaring mee opgedaan is in het verleden en enkele gewassen die naar voren zijn gekomen tijdens het literatuuronderzoek. Ruwvoergewassen die werden vergeleken zijn erwten, erwten-gerst (mengsel), galega, lupine, luzerne, mergkool, quinoa, soja en triticale. Krachtvoergewassen die werden vergeleken zijn lupine, triticale, MKS en voederbieten. Gras en snijmaïs zijn als referentiegewassen meegenomen.

Het perspectief van alternatieve voedergewassen kan op verschillende manieren gedefinieerd worden, namelijk als het perspectief op grond van de huidige stand van zaken of op grond van het perspectief na investeringen in veredeling en teeltoptimalisatie. Uitgaande van de laatste definitie hangt het perspectief van een alternatief voedergewas voor een groot deel af van de onderzoeks- en ontwikkelingsinspanningen die erin gestoken worden. Vaak is er sprake van knelpunten in de teelt en toepassing. Door het oplossen van deze knelpunten kan het gewas een stuk aantrekkelijker worden. Een aantal knelpunten zijn de hoogte van de opbrengst, de voederwaarde en de conservering.

De opbrengsten van alternatieve voedergewassen zijn in een aantal gevallen laag omdat er weinig ervaring is met de teelt als ruwvoer. Dit geldt bijvoorbeeld voor lupine, mergkool, quinoa en soja. Daarnaast zijn gewassen als soja en galega niet aangepast aan de gematigde teeltzone. Door de ontwikkeling van nieuwe rassen en verbeteringen in de teeltmethodiek zouden de opbrengst en voederwaarde van deze gewassen in de toekomst kunnen toenemen.

Het succes van snijmaïs is een bewijs voor deze stelling. In de jaren zestig was de algemene opvatting dat het gewas weinig perspectief had. Het Nederlandse klimaat was te koud en de opbrengsten te laag. Als gevolg van veredeling en teeltoptimalisering is snijmaïs nu qua areaal het tweede voedergewas in Nederland.

Achtereenvolgens wordt nu het perspectief van de besproken gewassen kort aangegeven aan de hand van de huidige stand van zaken. Een aantal gewassen zijn alleen in specifieke situaties aantrekkelijk. Hierdoor kan een gewas wat betreft algemeen perspectief laag ingeschat worden terwijl het in een bepaalde situatie toch meer perspectief kan hebben.

Quinoa biedt weinig perspectief, voornamelijk vanwege de zeer lage DVE-opbrengst, de lage VEM-opbrengst en het negatieve saldo. Mergkool scoort aanzienlijk gunstiger dan quinoa op VEM- en DVE-opbrengst, maar vanwege het sterk negatieve saldo en het ontbreken van toegevoegde waarde qua teelteigenschappen heeft het gewas geen perspectief. Luzerne scoort relatief gunstig op VEM- en DVE-opbrengst en negatief op saldo. Vanwege de droogtetolerantie en goede DVE-opbrengst heeft luzerne een redelijk perspectief op droogtegevoelige gronden. Gezien het alternatief van luzerne heeft galega nauwelijks perspectief.

Vergeleken met erwten-gerst is de teelt van alleen erwten feitelijk geen alternatief. Erwten-gerst kan een aantrekkelijk gewas zijn bij graslandvernieuwing. Wat betreft VEM-opbrengst, DVE-opbrengst en saldo bevindt de teelt zich aan de bovenkant van de middenklasse van de vergeleken gewassen. De variant erwten-gras lijkt nog interessanter. Onderzoek moet uitwijzen of de verwachtingen waargemaakt kunnen worden. Ook triticale (graan) als ruwvoer heeft een redelijk tot goed perspectief. Vergeleken met snijmaïs scoort de teelt (inclusief nateelt) goed wat betreft VEM-opbrengst, DVE-opbrengst en saldo. Daarnaast zijn er duidelijke voordelen op het gebied van teelt en vruchtwisseling. Graan als ruwvoer is goed in te passen bij graslandvernieuwing en in vruchtwisseling met snijmaïs. Het huidige areaal is klein (1600 ha in 2001). Als echter een aantal knelpunten opgelost kunnen worden, met name wat betreft voederwaarde, oogsttijdstip en conservering, zou het areaal van graan-GPS waarschijnlijk verder kunnen toenemen. Als krachtvoer is graan minder interessant, met name vanwege de bewerkelijkheid van de teelt en het voeren. Hierdoor is het perspectief van graan als krachtvoer matig. MKS lijkt weinig voordeel te bieden vergeleken met snijmaïs. Gezien de grote overeenkomsten in teelt en toepassing heeft de teelt echter wel enig perspectief. Lupine als krachtvoer is met name interessant vanwege de relatief hoge DVE-opbrengst en positieve teelteigenschappen. Lupine is daarnaast ook een 'echt' krachtvoer, met eiwitgehalten die tussen de 30 en 35 % van de drogestof liggen. De VEM-opbrengst blijft echter sterk achter bij de andere

krachtvoervervangers. Nadelig zijn ook de bewerkelijkheid van de teelt en het voeren. Op dit moment lijkt het perspectief van lupine onvoldoende. Aanvullend onderzoek en verwerving van teeltveraring zou het perspectief van dit gewas echter kunnen doen toenemen. Voederbieten zijn ten opzichte van alle vergeleken krachtvoer- en ruwvoergewassen superieur wat betreft VEM-opbrengst en DVE-opbrengst. Ook het saldo is relatief hoog, maar hierbij zijn de kosten voor reiniging en opslag niet inbegrepen. Voederbieten bieden weinig extra teeltvoordelen en een minpunt is het risico van structuurbederf. Ondanks de zeer gunstige VEM- en DVE-opbrengst blijft het perspectief van voederbieten in het algemeen beperkt. Oorzaken zijn de grote arbeidsbehoefte en de extra kosten voor opslag en voeren.

Snijmaïs en gras blijven de twee gewassen met het meeste perspectief. Sommige alternatieve gewassen kunnen in specifieke situaties een redelijk alternatief zijn. De keuze voor een alternatief voedergewas is daarom een kwestie van maatwerk.

Summary

Dutch dairy farms grow their own forage. The most popular crops are grass and maize; the acreage of other fodder crops is small. However, there may be good reasons for growing an alternative fodder crop, such as: to reduce the farm's input of imported nitrogen and phosphorus; the good drought tolerance of an alternative fodder crop; the crop's favourable effect on the organic matter content and soil structure; the crop's good weed-suppressing characteristics; the crop's early harvestability (important on soils with a low carrying capacity in autumn); and the crop's specific feeding characteristic, e.g, a high starch or sugar content.

Because the acreage of alternative crops is small, there is limited practical knowledge about growing and using these crops in the Netherlands. Outside the Netherlands, much more attention is paid to such fodder crops. As the resulting experiences and information could benefit Dutch dairy farmers, a desk study was done for the Dutch Dairy Produce Commodity Board (Productschap Zuivel). The aims were 1) to collate international information about alternative fodder crops, 2) to compare the crops objectively and 3) to indicate their potential for Dutch dairy farming. The range of crops investigated was restricted to peas, pea/barley mixture, galega, lupin, lucerne, marrow-stemmed kale, quinoa, soybean and triticale and to the concentrate substitutes lupin, triticale, maize cob silage and fodder beet. Grass and forage maize were included as reference crops.

The prospects for alternative fodder crops can be defined either as the current prospects or as the prospects after proper investment in breeding and in improving the cropping. Taking the latter point of view, the prospects for an alternative fodder crop depend largely on the effort invested in breeding and development. Removing any disadvantages to do with yield, nutritional value and ensiling will make a crop much more attractive

In some cases, alternative fodder crops are low-yielding because there is little experience in growing them for forage. This applies to lupin, marrow-stemmed kale, quinoa and soybean (in the Netherlands). Furthermore, crops like soybean and galega are not adapted to the temperate Dutch climate. The yield and nutritional value of these crops could possibly be raised by developing new varieties and improving cropping techniques. The success of forage maize is proof of this. In the 1960s it was generally believed that forage maize had few prospects in the Netherlands. The climate was too cold and the yields were therefore low. Thanks to breeding and to optimising the cropping techniques, forage maize is currently the second largest fodder crop in the Netherlands.

Briefly, the prospects for the various crops are as follows. Some crops are only attractive in specific situations. Thus though a certain crop may generally be considered to have poor prospects, its prospects for a particular situation may be good. Quinoa has a limited potential due to a very low yield of DVE (intestinally digestible protein), a low yield of VEM (net energy for milk production) and a very negative financial return. Marrow-stemmed kale has a much higher yield of VEM and DVE than quinoa. However, the crop has no prospects in the Netherlands because it lacks crop-specific added value and has a big negative financial return. Lupin and soybean have moderate yields of VEM and DVE and a moderate negative financial return. A positive characteristic of both crops is their nitrogen fixation. Lupin has more advantageous cropping characteristics than soybean. The prospects for both crops, in particular for soybean, are currently rather limited.

Lucerne has good yields of VEM and DVE, but a rather negative financial return. However, because of its drought tolerance and good DVE yield, it has reasonable prospects on drought-prone soils. Galega has hardly any prospects, since lucerne is a good alternative.

Compared to a mixture of peas and barley, a monoculture of peas has hardly any advantages. A pea/barley mixture can be attractive when grassland is resown. It has a good yield of VEM and DVE and the financial return is positive. Replacing the barley by grass may result in an even more attractive mixture. Research is needed to test these expectations.

Triticale (grain) as a fodder crop has moderate to good prospects. Including the aftercrop, the yields of VEM, DVE and financial return are satisfactory compared with forage maize. It has better cropping characteristics than forage maize and fits in well in rotation with forage maize or when grassland is resown. The current acreage in the Netherlands is small (1600 ha in 2001). However, if disadvantages relating to its nutritional value, harvest date and ensiling could be solved, its acreage as a fodder crop could probably increase. As a concentrate substitute it is less attractive, mainly due to the more complicated cropping characteristics. Maize cob silage has few advantages as a concentrate substitute compared with forage maize, but because of its great similarity to forage maize, the crop does have some prospects. Lupin is particularly interesting as a concentrate substitute because of its relatively high yield of DVE and certain positive cropping characteristics. The VEM yield, however, is lower and another drawback is the more complicated cropping characteristics. Fodder beet is superior to all the other fodder crops or concentrate substitutes in terms of VEM and DVE yield. The financial return is relatively high as well, if the extra costs for cleaning and storage are ignored. In terms of cropping characteristics, fodder

beet offers hardly any advantages. Despite the high yields of VEM and DVE, the prospects for fodder beet are poor. This is mainly due to the high labour demand and the higher costs of feeding and storage.

The two crops with the best prospects are forage maize and grass. A few other fodder crops may be a reasonable alternative in specific situations. Which alternative fodder crop is chosen therefore depends on the individual farm.

Abstract

Using information gleaned from studying the literature on alternative fodder crops, various aspects of the crops are objectively compared. The results are used to draw conclusions about their prospects in the Netherlands. The report makes it possible for Dutch livestock farmers and middlemen to make well-informed choices about fodder crops and raises awareness about various aspects of alternative fodder crops.

Keywords: fodder crops, prospects, cultivation, peas, peas/barley, galega, lupin, lucerne, marrow-stemmed kale, quinoa, soya, fodder beet, grass, forage maize, maize cob silage

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Gevolgde aanpak	3
2.1	Algemeen.....	3
2.2	Inleiding	3
2.3	Eisen standplaats.....	3
2.4	Vruchtwisseling.....	3
2.5	Bemesting.....	3
2.6	Rassenkeuze	3
2.7	Zaai	3
2.8	Onkruidbeheersing.....	3
2.9	Beheersing van ziekten en plagen.....	4
2.10	Oogst	4
2.11	Inkuilbaarheid	4
2.12	Opbrengst en samenstelling.....	4
2.13	Waarde in het rantsoen van melkvee.....	4
2.14	Mineralenbalans	4
2.15	Saldoberekening	4
2.16	Referenties.....	5
3	Documentatie per voedergewas	6
3.1	Erwten (ruwvoer).....	6
3.1.1	Inleiding	6
3.1.2	Eisen standplaats.....	6
3.1.3	Vruchtwisseling.....	6
3.1.4	Bemesting.....	6
3.1.5	Rassenkeuze	7
3.1.6	Zaai	7
3.1.7	Onkruidbeheersing	7
3.1.8	Beheersing van ziekten en plagen.....	7
3.1.9	Oogst	8
3.1.10	Inkuilbaarheid.....	8
3.1.11	Opbrengst en samenstelling	8
3.1.12	Erwten-GPS in het rantsoen van melkvee	8
3.1.13	Mineralenbalans	9
3.1.14	Saldoberekening	9
3.1.15	Referenties	10
3.2	Erwten-gerst.....	11
3.2.1	Inleiding	11
3.2.2	Eisen standplaats.....	11
3.2.3	Vruchtwisseling.....	11

3.2.4	Bemesting.....	11
3.2.5	Rassenkeuze	12
3.2.6	Zaai	12
3.2.7	Onkruidbeheersing	12
3.2.8	Beheersing van ziekten en plagen.....	12
3.2.9	Oogst	12
3.2.10	Inkuilbaarheid.....	13
3.2.11	Opbrengst en samenstelling	13
3.2.12	Erwten-gerst in het rantsoen van melkvee	13
3.2.13	Mineralenbalans	13
3.2.14	Saldoberekening	14
3.2.15	Referenties	15
3.3	Galega.....	16
3.3.1	Inleiding	16
3.3.2	Eisen standplaats.....	16
3.3.3	Vruchtwisseling.....	16
3.3.4	Bemesting.....	16
3.3.5	Rassenkeuze	17
3.3.6	Zaai.....	17
3.3.7	Onkruidbeheersing	17
3.3.8	Beheersing van ziekten en plagen.....	18
3.3.9	Oogst	18
3.3.10	Inkuilbaarheid.....	18
3.3.11	Opbrengst en samenstelling	18
3.3.12	Galega in het rantsoen van melkvee	19
3.3.13	Mineralenbalans	19
3.3.14	Saldoberekening	19
3.3.15	Referenties	21
3.4	Gras	22
3.4.1	Inleiding	22
3.4.2	Eisen standplaats.....	22
3.4.3	Vruchtwisseling.....	22
3.4.4	Bemesting.....	22
3.4.5	Rassenkeuze	22
3.4.6	Zaai.....	23
3.4.7	Onkruidbeheersing	23
3.4.8	Beheersing van ziekten en plagen.....	23
3.4.9	Oogst	23
3.4.10	Inkuilbaarheid.....	23
3.4.11	Opbrengst en samenstelling	23
3.4.12	Gras in het rantsoen van melkvee	24
3.4.13	Mineralenbalans	24
3.4.14	Saldoberekening	24
3.4.15	Referenties	26
3.5	Lupine (krachtvoer)	27
3.5.1	Inleiding	27
3.5.2	Eisen standplaats.....	27
3.5.3	Vruchtwisseling.....	28

3.5.4	Bemesting.....	28
3.5.5	Rassenkeuze	28
3.5.6	Zaai	29
3.5.7	Onkruidbeheersing	29
3.5.8	Beheersing van ziekten en plagen.....	30
3.5.9	Oogst	30
3.5.10	Bewaring en inkuilbaarheid	30
3.5.11	Opbrengst en samenstelling	30
3.5.12	Lupine in het rantsoen van melkvee	31
3.5.13	Mineralenbalans.....	31
3.5.14	Saldoberekening.....	32
3.5.15	Referenties	33
3.6	Lupinen (ruwvoer).....	34
3.6.1	Inleiding	34
3.6.2	Bemesting.....	34
3.6.3	Rassenkeuze	34
3.6.4	Zaai.....	34
3.6.5	Oogst	34
3.6.6	Inkuilbaarheid	34
3.6.7	Opbrengst en samenstelling.....	35
3.6.8	Lupine in het rantsoen van melkvee	35
3.6.9	Mineralenbalans	35
3.6.10	Saldoberekening	35
3.6.11	Referenties	36
3.7	Luzerne.....	37
3.7.1	Eisen standplaats.....	37
3.7.2	Vruchtwisseling.....	37
3.7.3	Bemesting.....	37
3.7.4	Rassenkeuze	38
3.7.5	Zaai	38
3.7.6	Onkruidbeheersing	38
3.7.7	Beheersing van ziekten en plagen.....	38
3.7.8	Oogst	39
3.7.9	Inkuilbaarheid	39
3.7.10	Opbrengst en samenstelling	39
3.7.11	Luzerne in het rantsoen van melkvee	40
3.7.12	Mineralenbalans.....	40
3.7.13	Saldoberekening.....	41
3.7.14	Referenties	42
3.8	Snijmaïs	43
3.8.1	Eisen standplaats.....	43
3.8.2	Vruchtwisseling.....	43
3.8.3	Bemesting.....	43
3.8.4	Rassenkeuze	43
3.8.5	Zaai	44
3.8.6	Onkruidbeheersing	44
3.8.7	Beheersing van ziekten en plagen.....	44
3.8.8	Oogst	44

3.8.9	Inkuilbaarheid	44
3.8.10	Opbrengst en samenstelling	45
3.8.11	Snijmaïs in het rantsoen van melkvee	45
3.8.12	Mineralenbalans.....	45
3.8.13	Saldoberekening.....	46
3.8.14	Referenties	47
3.9	MKS (krachtvoer)	48
3.9.1	Inleiding	48
3.9.2	Eisen standplaats.....	48
3.9.3	Vruchtwisseling.....	48
3.9.4	Bemesting.....	48
3.9.5	Rassenkeuze	48
3.9.6	Zaai	48
3.9.7	Oogst	49
3.9.8	Inkuilbaarheid	49
3.9.9	Opbrengst en samenstelling.....	49
3.9.10	MKS in het rantsoen van melkvee.....	49
3.9.11	Mineralenbalans.....	50
3.9.12	Saldoerekening	51
3.9.13	Referenties	52
3.10	Mergkool.....	53
3.10.1	Eisen standplaats.....	53
3.10.2	Vruchtwisseling.....	53
3.10.3	Bemesting.....	53
3.10.4	Rassenkeuze	53
3.10.5	Zaai	54
3.10.6	Onkruidbeheersing	54
3.10.7	Beheersing van ziekten en plagen.....	54
3.10.8	Oogst	54
3.10.9	Inkuilbaarheid	55
3.10.10	Opbrengst en samenstelling.....	55
3.10.11	Mergkool in het rantsoen van melkvee	56
3.10.12	Mineralenbalans	56
3.10.13	Saldoberekening.....	57
3.10.14	Referenties.....	58
3.11	Quinoa.....	59
3.11.1	Inleiding	59
3.11.2	Eisen standplaats.....	59
3.11.3	Vruchtwisseling.....	59
3.11.4	Bemesting.....	59
3.11.5	Rassenkeuze	60
3.11.6	Zaai	60
3.11.7	Onkruidbeheersing	60
3.11.8	Beheersing van ziekten en plagen.....	60
3.11.9	Oogst	61
3.11.10	Inkuilbaarheid	61
3.11.11	Opbrengst en samenstelling.....	61
3.11.12	Quinoa in het rantsoen van melkvee.....	62

3.11.13	Mineralenbalans.....	62
3.11.14	Saldoberekening.....	62
3.11.15	Referenties.....	63
3.12	Soja (ruwvoer)	64
3.12.1	Inleiding	64
3.12.2	Eisen standplaats.....	64
3.12.3	Vruchtwisseling.....	65
3.12.4	Bemesting.....	65
3.12.5	Rassenkeuze	65
3.12.6	Zaai	65
3.12.7	Onkruidbeheersing.....	66
3.12.8	Beheersing van ziekten en plagen.....	66
3.12.9	Oogst	66
3.12.10	Inkuilbaarheid	66
3.12.11	Opbrengst en samenstelling.....	66
3.12.12	Soja (ruwvoer) in het rantsoen van melkvee	67
3.12.13	Mineralenbalans.....	67
3.12.14	Saldoberekening.....	67
3.12.15	Referenties.....	68
3.13	Triticale (ruwvoer)	69
3.13.1	Inleiding	69
3.13.2	Eisen standplaats.....	69
3.13.3	Vruchtwisseling.....	69
3.13.4	Bemesting.....	70
3.13.5	Rassenkeuze	70
3.13.6	Zaai	71
3.13.7	Onkruidbeheersing.....	71
3.13.8	Beheersing van ziekten en plagen.....	71
3.13.9	Oogst	71
3.13.10	Inkuilbaarheid	71
3.13.11	Opbrengst en samenstelling.....	72
3.13.12	Triticale-GPS in het rantsoen van melkvee	72
3.13.13	Mineralenbalans.....	73
3.13.14	Saldoberekening.....	73
3.13.15	Referenties.....	74
3.14	Triticale (krachtvoer)	75
3.14.1	Inleiding	75
3.14.2	Eisen standplaats.....	75
3.14.3	Vruchtwisseling.....	75
3.14.4	Bemesting.....	75
3.14.5	Rassenkeuze	75
3.14.6	Zaai	75
3.14.7	Onkruidbeheersing.....	75
3.14.8	Beheersing van ziekten en plagen.....	75
3.14.9	Oogst	76
3.14.10	Opbrengst en samenstelling.....	76
3.14.11	Triticale als krachtvoer in het rantsoen van melkvee.....	76
3.14.12	Mineralenbalans.....	77

3.14.13	Saldeberekening	77
3.14.14	Referenties.....	78
3.15	Voederbieten	79
3.15.1	Eisen standplaats.....	79
3.15.2	Vruchtwisseling.....	79
3.15.3	Bemesting.....	79
3.15.4	Rassenkeuze	79
3.15.5	Zaai	80
3.15.6	Onkruidbeheersing	80
3.15.7	Beheersing van ziekten en plagen.....	80
3.15.8	Oogst	80
3.15.9	Bewaring en inkuilbaarheid.....	81
3.15.10	Opbrengst en samenstelling.....	81
3.15.11	Voederbieten in het rantsoen van melkvee.....	82
3.15.12	Mineralenbalans	82
3.15.13	Saldeberekening	83
3.15.14	Referenties.....	84
4	Vergelijking van de gewassen	85
4.1	Algemeen.....	85
4.2	Eisen standplaats.....	85
4.2.1	Droogtegevoeligheid	85
4.2.2	pH	86
4.2.3	Bodemstructuur	87
4.3	Vruchtwisseling.....	87
4.4	Bemesting.....	89
4.5	Zaai	90
4.6	Gevoeligheid voor onkruiddruk, ziekten en plagen	91
4.7	Inkuilbaarheid	92
4.8	Opbrengst en verliezen.....	93
4.9	Waarde in het rantsoen van melkvee	93
4.10	MINAS.....	94
4.11	Saldeberekening	95
4.12	Perspectieven alternatieve voedergewassen.....	96
4.12.1	Quinoa	96
4.12.2	Mergkool.....	97
4.12.3	Lupine en soja (ruwvoer).....	97
4.12.4	Luzerne	98
4.12.5	Galega	98
4.12.6	Erwten en erwten-gerst.....	98
4.12.7	Triticale (ruwvoer)	98
4.12.8	Triticale (krachtvoer)	99
4.12.9	MKS (krachtvoer)	99
4.12.10	Lupine (krachtvoer)	99
4.12.11	Voederbieten	99
4.12.12	Perspectieven van de gewassen: overzicht.....	100
4.13	Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	100
4.13.1	Algemeen.....	100
4.13.2	Erwten-gerst en erwten-gras	100

4.13.3	Triticale/granen (ruwvoer).....	100
4.13.4	Lupine (krachtvoer)	101
4.14	Referenties.....	101

1 Inleiding

De teelt van eigen ruwvoer is een essentieel onderdeel van Nederlandse melkveehouderijbedrijven. Het belangrijkste ruwvoer is gras, gevolgd door snijmaïs (Tabel 1). Gras is populair vanwege de mogelijkheid tot beweidings, de relatief hoge voederwaarde-opbrengst, de relatief eenvoudige teelt en de lage DVE-kostprijs. Snijmaïs wordt gewaardeerd vanwege een hoge opbrengst, een hoge voederwaarde (VEM), een eenvoudige conservering en een lage kVEM kostprijs.

Tabel 1 Areaal (ha) van voedergewassen in Nederland in 2001

Voedergewas	Areaal (ha)
Gras	903.000
Snijmaïs	203.874
Korrelmaïs	27.173
CCM	7.672
Luzerne	7.113
Graan-GPS	1.584
Erwten-gerst ¹⁾	1.500
Voederbieten	800
Quinoa ²⁾	200

Bronnen: CBS, 2002; Rassenlijst, 2002

¹⁾ schatting Cebeco (areaal in 2002)

²⁾ schatting Barenbrug (areaal in 2002)

Vanwege de grote populariteit van gras en snijmaïs is het areaal van andere voedergewassen klein. Er kunnen echter diverse argumenten zijn om andere voedergewassen in de bedrijfsvoering op te nemen, zeker ook gezien de veranderingen die de melkveehouderij de laatste jaren ondergaat. Gedacht kan worden aan de strenger wordende eisen met betrekking tot mineralenbenutting en de gevolgen daarvan voor de bedrijfsvoering. Met de verbouw van stikstofbindende voedergewassen kan de externe stikstofaanvoer verlaagd worden, wat gunstig is voor de MINAS-boekhouding. Met de teelt van krachtvoervervangers kan daarnaast ook de externe fosfaataanvoer verlaagd worden. De teelt van stikstofbindende gewassen is in de biologische veehouderij nog belangrijker dan in de 'gangbare' veehouderij omdat de mogelijkheden van externe stikstofinput daar beperkt zijn. Een hoge stikstofgebruiksefficiëntie kan een (bijkomende) reden zijn om een alternatief gewas te verbouwen, zeker op uitspoelingsgevoelige zandgronden. Droogtetolerantie is een gewaseigenschap die een alternatief voedergewas aantrekkelijk kan maken op droogtegevoelige percelen.

Uit het oogpunt van handhaving van een goede bodemgezondheid en bodemstructuur is het verstandig om naast snijmaïs een ander voedergewas in het bouwplan op te nemen. Vooral teelten die het organische stofgehalte van de bodem op peil houden zijn hierbij interessant. Ook gewassen die een sterk onkruidonderdrukkend vermogen hebben kunnen een goede aanvulling zijn op een bouwplan met veel snijmaïs. Dit geldt met name voor de biologische teelt, waar de mogelijkheden voor onkruidbestrijding beperkt zijn. Op percelen met een geringe draagkracht in het najaar kan structuurbederf voorkomen worden door een gewas te telen dat vroeger geoogst wordt dan snijmaïs.

Alternatieve voedergewassen kunnen vanwege hun specifieke voederwaarde een waardevolle aanvulling zijn op het rantsoen van melkvee. Gedacht kan worden aan een goede smakelijkheid, een hoog zetmeel- of suikergehalte, een hoog eiwitgehalte, hoge structuurwaarde of een combinatie van deze en andere eigenschappen.

Het areaal van alternatieve voedergewassen in Nederland is klein. Een gevolg daarvan is dat de praktijkkennis van de teelt, conservering en toepassing van deze gewassen relatief verwaarloosd of zelfs onbekend is. In het buitenland krijgt de teelt van deze gewassen meer aandacht vanwege afwijkende teeltomstandigheden.

Vernieuwingen in de teelt van alternatieve gewassen of succesvolle introducties van nieuwe gewassen kunnen betekenis hebben voor de Nederlandse melkveehouderij. Informatie hierover is echter grotendeels ontoegankelijk voor veehouders. Vanwege versnipperde en soms tegenstrijdige informatie is het daarnaast moeilijk om voedergewassen objectief te vergelijken.

In opdracht van het Productschap Zuivel is daarom een inventariserend literatuuronderzoek uitgevoerd naar de perspectieven van bestaande en potentieel interessante voedergewassen. Het onderzoek had drie doelen:

- 1) het verzamelen van informatie over de teelt, opbrengst, samenstelling, conservering, voeding, mineralenbalans en saldo van een aantal voedergewassen;
- 2) het maken van een objectieve vergelijking tussen de gewassen;
- 3) het aangeven van de perspectieven van de besproken gewassen;

Bij het samenstellen van het rapport is aandacht besteed aan onderzoek en ontwikkelingen in omliggende landen. Een groot aantal gewassen kan dienen als alternatief voedergras. De studie heeft zich beperkt tot die gewassen die momenteel in de belangstelling staan, gewassen waar ervaring mee opgedaan is in het verleden en enkele gewassen die naar voren zijn gekomen tijdens het literatuuronderzoek.

Ruwvoergewassen die werden vergeleken zijn erwten, erwten-gerst (mengsel), galega, lupine, luzerne, mergkool, quinoa, soja en triticale. Krachtvoergewassen die werden vergeleken zijn lupine, triticale, MKS en voederbieten. Gras en snijmaïs zijn als referentiegewassen meegenomen.

Het rapport bestaat uit twee onderdelen. In het eerste onderdeel zijn de onderliggende gegevens per gewas gedocumenteerd. In het tweede onderdeel worden de gewassen onderling vergeleken en worden de perspectieven aangegeven.

2 Gevolgde aanpak

2.1 Algemeen

De gegevens zijn verzameld uit internationale bronnen. Het betreft wetenschappelijke artikelen, algemene publicaties, mondelinge mededelingen en informatie vanaf Internet. De hoeveelheid beschikbare informatie verschilt sterk per gewas.

De informatie in dit rapport is niet volledig. Het voornaamste doel is het geven van een indruk van de mogelijkheden en beperkingen van de gewassen. Van onbekende gewassen is doorgaans meer informatie opgenomen dan van bekende gewassen.

De informatie is per onderwerp gerangschikt. Hierna volgt een kort overzicht van de globale inhoud van deze onderwerpen.

2.2 Inleiding

Bij sommige gewassen is een korte inleiding opgenomen. Het gaat met name om onbekende gewassen zoals soja, quinoa en galega. De inleiding geeft een indruk van de geschiedenis en de betekenis van het betreffende gewas.

2.3 Eisen standplaats

De belangrijkste onderwerpen die hier genoemd worden zijn de pH-range waarbij het gewas groeien kan, de optimale pH, de geschikte grondsoort en de droogtegevoeligheid van de teelt.

2.4 Vruchtwisseling

Bij dit onderwerp ligt de nadruk op het effect van bodemgebonden ziekten op de teeltfrequentie van het gewas en de plaats van het gewas in de vruchtwisseling. Daarnaast wordt kort ingegaan op aspecten als de geschiktheid van het gewas als voorvrucht of volggewas en de betekenis van de teelt voor het organische stofgehalte en bodemstructuur.

2.5 Bemesting

De mineralenonttrekking van het gewas wordt aangegeven en, indien beschikbaar, wordt er een bemestingsadvies voor NPK gegeven. Verder wordt ingegaan op de mogelijkheden voor drijfmesttoediening.

2.6 Rassenkeuze

Bij dit onderdeel wordt aangegeven welke planteigenschappen belangrijk zijn bij de keuze van een geschikt ras voor het teeltdoel.

2.7 Zaai

Ingegaan wordt op aspecten als zaaitijdstip, hoeveelheid zaaizaad, zaaidiepte, plantverdeling en zaadbehandeling.

2.8 Onkruidbeheersing

Er wordt een indruk gegeven van de onkruidgevoeligheid van de teelt en de maatregelen die genomen kunnen worden om onkruid te bestrijden.

2.9 Beheersing van ziekten en plagen

Er wordt een indruk gegeven van de ziektegevoeligheid van het gewas. De belangrijkste ziekten en plagen worden genoemd, en eventueel de maatregelen om deze te bestrijden.

2.10 Oogst

Het juiste oogsttijdstip en de gewenste oogstmethode worden besproken.

2.11 Inkuilbaarheid

Er wordt informatie over de inkuilbaarheid of bewaarbaarheid van het oogstproduct gegeven.

2.12 Opbrengst en samenstelling

De opbrengstrange wordt gegeven en er wordt een gemiddelde opbrengst geschat. Daarnaast wordt de samenstelling van het ingekuilde product gegeven. Hierbij worden bij voorkeur de cijfers van het CVB (2002) of de meerjarige gemiddelden van het Blgg (2002) aangehouden. Bij het ontbreken van gegevens is een schatting gemaakt.

2.13 Waarde in het rantsoen van melkvee

Indien beschikbaar worden resultaten van voedingsonderzoek weergegeven en kort besproken.

2.14 Mineralenbalans

Bij dit onderdeel wordt een schatting gemaakt van de N- en P-onttrekking van het gewas. Indien mogelijk worden diverse posten op de mineralenbalans berekend of geschat, waaronder de stikstofbinding.

2.15 Saldoberekening

Bij berekening van het saldo zijn de kosten voor opslag en voeren niet meegenomen. Ook de kosten van grond blijven buiten beschouwing. De berekening van het saldo is voornamelijk bedoeld om een indicatie te geven van de kosten en opbrengsten van een teelt.

Bij berekening van de kosten is uitgegaan van loonwerktarieven op basis van de publicaties 'Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2002-2003' (KWIN-V) en 'Kwantitatieve informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2002' (KWIN-A). Deze tarieven blijken in de praktijk aan de hoge kant te zijn. Om beter bij de praktijk aan te sluiten is daarom een korting van 25 % toegepast.

De kosten van bestrijdingsmiddelen zijn zoveel mogelijk gebaseerd op saldoberekeningen in KWIN-A en KWIN-V. Bij het ontbreken van gegevens is er een schatting gemaakt.

Bij de kosten voor maaien, harken, wiersen en aanrijden van de kuil is uitgegaan van de loonwerktarieven voor de grasteelt bij een snede-opbrengst van drie ton drogestof per hectare (KWIN-V). Bij een hogere gemiddelde opbrengst per bewerking is er een toeslag berekend om te corrigeren voor de grotere benodigde capaciteit. De toeslag is vastgesteld op 150 % bij een opbrengst groter dan 5 ton drogestof ha⁻¹ en 200 % bij een opbrengst groter dan 10 ton ha⁻¹.

Bij het hakselen met respectievelijk een gras- of maishakselaar zijn de kosten eveneens aangepast aan de verhouding gemiddelde drogestofopbrengst/hakselcapaciteit. De transportkosten zijn berekend aan de hand van de capaciteit van de oogstmachine.

Indien het gewas voor een McSharry-premie (McSharry, 2002) in aanmerking komt is uitgegaan van de laagste premie, namelijk de premie voor regio 2 (alle gronden excl. klei).

Op basis van de netto-opbrengst (bruto-opbrengst - drogestofverliezen) en de VEM- en DVE-waarde van het ingekuilde product is de opbrengst aan kVEM en kDVE berekend. Met behulp van een kVEM-prijs en kDVE-toeslag

is vervolgens de financiële opbrengst in euro ha⁻¹ berekend. Voor 2001 bedroegen de gemiddelde kVEM-prijs en kDVE-toeslag respectievelijk € 0,074 en € 0,731 (PV). Na aftrek van de kosten resulteert een saldo per hectare.

2.16 Referenties

Blgg, 2002. Blgg, Oosterbeek (www.blgg.nl)

CVB, 2002. Tabellenboek veevoeding 2002. Centraal VeevoederBureau, Lelystad: 118 pp.

KWIN-A, 2002. Kwantitatieve informatie Akkerbouw en Vollegrondsgraanteteelt 2002. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO), Lelystad: 331 pp.

KWIN-V, 2002. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2002-2003. Praktijkonderzoek Veehouderij (PV), Lelystad: 433 pp.

McSharry, 2002. Brochure Aanvraag oppervlakten 2002. LNV: 27 pp

3 Documentatie per voedergewas

3.1 Erwten (ruwvoer)

3.1.1 Inleiding

Erwten zijn in monocultuur geen bekend voedergewas in Nederland. In het buitenland wordt het gewas af en toe verbouwd (Groot-Brittannië). De teelt kan enigszins als representatief gezien worden voor een bredere groep alternatieve voedergewassen, zoals veldbonen en paardebonen.

3.1.2 Eisen standplaats

Erwten (*Pisum sativum* L.) kunnen op vrijwel alle grondsoorten geteeld worden. De pH dient minimaal 5 te zijn op zand- en veenkoloniale gronden en minimaal 6 op kleigronden (Neuvel, 1992). Bij lagere pH-waarden heeft de magnesiumvoorziening van het gewas extra aandacht nodig. Bij te hoge pH-waarden (>7) kan mangaangebrek optreden.

De gemiddelde bewortelingsdiepte van erwten bedraagt 50-75 cm (Thorup-Kristensen, 1998) en de maximale bewortelingsdiepte circa één meter (Hamblin & Tennant, 1987). De meeste wortels bevinden zich in bodemlaag 0-30 cm (Hamblin & Tennant, 1987). De watergebruiksefficiëntie van erwten is niet bekend, maar er zijn aanwijzingen dat deze relatief hoog is (Silim et al., 1992). Op gronden met storingen in het bodemprofiel (beperking bewortelingsdiepte) is de teelt van erwten relatief droogtegevoelig, zeker als er een laat ras geteeld wordt. De teelt van erwten vereist in het algemeen een goede structuur en ontwatering van de bodem. Op natte gronden kunnen beter geen erwten verbouwd worden.

3.1.3 Vruchtwisseling

Erwten zijn een waardplant voor het erwtencysteaaltje (*Heterodera goettingiana*) en het vrijlevende wortelaaltje (*Pratylenchus penetrans*). Daarnaast zijn erwten gevoelig voor enkele bodemschimmels, zoals *Verticillium dahliae* en *Sclerotinia sclerotiorum*. In een vruchtwisseling met (voeder)bieten wordt op zandgronden ook veel schade geconstateerd door het gele bietencysteaaltje (*Heterodera trifolii*). Vanwege de grote gevoeligheid voor aantasting door bodemgebonden ziekten en plagen is het algemene advies om erwten niet meer dan eenmaal in de zes jaar te verbouwen. Wanneer er een ernstige aantasting door voetziekte (diverse bodemschimmels) is geweest kan een erwten gewas zelfs na een pauze van 15-20 jaar nog aangetast worden.

Een goede voorvrucht voor erwten zijn gewassen die weinig stikstof in de bodem achterlaten. Voorbeelden zijn granen, maïs en gras. Rogge en haver zijn minder geschikt vanwege hun waardplantfunctie voor het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*). Ook voederbieten zijn minder geschikt, aangezien er in theorie de kans bestaat op schade door wortelknobbelaaltjes en het gele bietencysteaaltje. Als de oogst van snijmaïs onder ongunstige omstandigheden wordt uitgevoerd, neemt de geschiktheid als voorvrucht sterk af.

Erwten zijn een redelijke voorvrucht. Het gewas onttrekt relatief weinig mineralen aan de bodem, laat stikstof achter voor de volgteelt en de kans op verslechtering van de bodemstructuur is klein. Een ander voordeel is het vroege oogsttijdstip.

Als mengteelt met gras kunnen erwten goed worden ingezet bij graslandvernieuwing. Na oogst van het mengsel blijft blijvend grasland achter.

3.1.4 Bemesting

Erwten zijn zelfvoorzienend wat betreft de stikstofaanvoer. In het algemeen wordt echter aanbevolen om een kleine startgift te geven. Hierbij wordt de hoeveelheid minerale N in bodemlaag 0-60 cm aangevuld tot 40 kg ha⁻¹ (Neuvel, 1992).

De onttrekking door het gewas van P₂O₅ en K₂O wordt geschat op respectievelijk 60 en 180 kg ha⁻¹ (Neuvel, 1992). Aangezien de beginontwikkeling van het wortelstelsel sterk reageert op fosfaat wordt vaak een ruime fosfaatgift geadviseerd. Een bemestingsadvies voor P₂O₅ en K₂O bij de teelt van doperwten wordt gegeven in Neuvel (1992).

Op lichte grondsoorten en bij lage pH kan magnesiumgebrek voorkomen. In het algemeen is een bemesting met 60 kg MgO ha⁻¹ voldoende. Op zavel- en kleigronden kan magnesiumgebrek opgeheven worden door een bladbespuiting. Bodembemesting heeft hier geen zin, aangezien bij hogere pH het magnesium gefixeerd wordt. Ook mangaangebrek op kalkrijke gronden kan voorkomen worden door een (preventieve) bladbespuiting. Organische bemesting in het voorjaar is bij de teelt van erwten niet aan te raden vanwege het risico van structuurschade. Als er organische mest wordt gegeven dient de werkzame N-gift niet hoger te zijn dan circa 40 kg ha⁻¹.

3.1.5 Rassenkeuze

Eigenschappen die van belang zijn voor de rassenkeuze zijn de lengte van het stro, de stevigheid van het stro, de vroegheid van de bloei, de duur van de bloei en het eiwitgehalte. In de Rassenlijst (2002) zijn geen rassen voor de ruwvoerteelt opgenomen. Rassen die door zaadfirma's worden aangeprezen voor de ruwvoerteelt zijn de gele erwtenrassen 'Speleo' en 'Integra'.

3.1.6 Zaai

Erwten kunnen vanaf 15 maart gezaaid worden. Erwtenzaad kiemt al bij 1 °C en heeft een zekere kouderesistentie. Deze kouderesistentie maakt het in sommige landen (Frankrijk) mogelijk om al in het najaar te zaaien. In Nederland is de kans op vorstschade echter te groot; daarnaast kan onkruid in het vroege voorjaar een probleem zijn. Bij de teelt van erwten is het voorkomen van structuurbederf belangrijker voor de opbrengst dan vroeg zaaien. Na half mei dient er rekening gehouden te worden met lagere opbrengsten.

Erwten kunnen met diverse zaaimachines gezaaid worden, waaronder nokkenrad-, schuifrad-, pneumatische- en precisiezaaimachines.

Het plantaantal voor de ruwvoerteelt wijkt niet veel af van het plantaantal voor de teelt van doperwten. Daarom zijn de gegevens van Neuvel (1992) aangehouden.

Het gewenste plantaantal bedraagt 100-120 planten per m² bij vroege rassen en 50-60 planten per m² bij late rassen. Hogere plantdichtheden kunnen leiden tot zware aantasting met grauwe schimmel (*Botrytis cinerea*) en opbrengstverliezen. Erwten hebben een relatief groot compensatievermogen voor lage plantdichtheden vanwege hun uitstoeling. Naast vroegheid van afrijping hangt de hoeveelheid zaaizaad verder af van de verwachte veldopkomst en het 1000-korrelgewicht. Een tabel voor bepaling van de juiste hoeveelheid zaaizaad is opgenomen in Neuvel (1992). In het algemeen bedraagt de hoeveelheid zaaizaad 120-140 kg ha⁻¹.

De optimale zaaidiepte bedraagt 2-3 cm. Bij kans op vogelschade kan er tot 5 cm diep gezaaid worden. Twee cm dieper zaaien vertraagd de opkomst met 1 dag (Neuvel, 1992). Normaal worden erwten op een rijenafstand van 10-25 cm gezaaid. Bij vergroting van de rijenafstand neemt in het algemeen de opbrengst af. Daarnaast neemt het risico van legering toe.

Enting van het zaad met de stikstofbindende bacterie *Rhizobium leguminosarum* is noodzakelijk op zure bodems (slechte overleving) en op bodems waar nog niet eerder erwten geteeld waren. Bij twijfel wordt enting altijd aangeraden.

3.1.7 Onkruidbeheersing

Erwten is een gewas dat mede door het geringe bladoppervlak tamelijk lang openblijft. Hierdoor kunnen problemen met onkruid ontstaan. Onkruiden kunnen zowel mechanisch als chemisch bestreden worden. Bij chemische bestrijding kunnen de maatregelen en middelen van de teelt van doperwten (Neuvel, 1992) worden aangehouden.

3.1.8 Beheersing van ziekten en plagen

Schimmelziekten die op erwten kunnen voorkomen zijn voetziekte (diverse schimmels), Amerikaanse vaatziekte (*Fusarium oxysporum*), vroege vergeling (*Fusarium oxysporum*), rattekeutelziekte (*Sclerotinia sclerotiorum*), grauwe schimmel (*Botrytis cinerea*), valse meeldauw (*Peronospora viciae*), meeldauw (*Erysiphe*), lichte-vlekkenziekte (*Ascochyta pisi*), donkere-vlekkenziekte (*Mycosphaerella pinodes*, *Phoma medicaginis* var. *pinodella*) en bacteriebrand (*Pseudomonas syringae*) (Neuvel, 1992).

Virusziekten die kunnen optreden zijn het erwten-enatiemozaïekvirus, ertwenmozaïekvirus, erwtenrolmozaïekvirus, erwten-topvergelingsvirus en het vroege verbruiningsvirus van erwten.

Ook verschillende soorten aaltjes kunnen het erwtengegewas aantasten. Hieronder bevinden zich het erwten-cysteaaltje (*Heterodera goettingiana*), gele bietencysteaaltje (*Heterodera trifolii*), Noordelijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*), vrijlevende wortelaaltjes en het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*). Insecten die schade kunnen veroorzaken zijn de bladrandkever (*Sitona lineatus*), diverse soorten bladluizen, diverse soorten tripsen, de erwtenalmug (*Contarinia pisi*) en de erwtenpeulboorder (*Laspeyresia nigricana*). Zoals de meeste tweezaadlobbigen zijn erwten gevoelig voor vogelschade na zaai en opkomst. Dit kan leiden tot significante opbrengstreducties. Vogelschade kan soms voorkomen worden door dieper of later te zaaien. Aangezien de grootste ziektedruk in erwten optreedt bij de afrijping, is bestrijding van ziekten bij de teelt van ruwvoer vaak overbodig of economisch niet rendabel.

3.1.9 Oogst

Het optimale oogsttijdstip is bereikt als de erwten ongeveer deegrijp zijn. Oogst in een later stadium leidt tot geringe meeropbrengsten, maar de kwaliteit van het product kan achteruitgaan doordat de laagste stengels en bladeren kunnen gaan rotten. Het oogsttijdstip is doorgaans in juli.

Het gewas wordt gemaaid met een cirkelmaaier op een hoogte van 10 cm. Gebruik van een kneuzer is af te raden aangezien dan de erwten uit de peul geslagen kunnen worden en verloren gaan. Gezien het lage drogestofgehalte (15 %, Fraser et al., 2001) is een veldperiode van circa 2 dagen noodzakelijk. Het drogestofgehalte dient toe te nemen tot ruim 30 %. Keren is niet aan te bevelen in verband met verontreiniging door grond. Na de veldperiode kan het gewas worden opgeraapt en gehakseld.

3.1.10 Inkuilbaarheid

Vanwege het hoge ruweiwitgehalte (150-200 g kg⁻¹ ds), het lage drogestofgehalte na de veldperiode (25-35 %) en het relatief lage suikergehalte (80-120 g kg⁻¹ ds) is erwten-GPS soms moeilijk in te kuilen. Het is daarom meestal zinvol om een entstof of toevoegmiddel te gebruiken.

De inkuilverliezen inclusief veldverliezen worden door het PV geschat op 15 % van de drogestof en 25 % van de VEM-opbrengst.

3.1.11 Opbrengst en samenstelling

De bruto-opbrengst van erwten-GPS kan variëren tussen 5-8,5 ton drogestof ha⁻¹ (Anonymus, 1980; Neuvel, 1992; Fraser et al., 2001). De gemiddelde bruto-opbrengst wordt door het PV geschat op 7,5 ton drogestof ha⁻¹. Naast het genoemde lage drogestofgehalte en een hoog ruw eiwitgehalte bevat erwten-GPS een hoeveelheid zetmeel. Het zetmeelgehalte neemt toe als er later geoogst wordt.

Op basis van de gegevens van Fraser et al. (2001), aangevuld met schattingen van het PV, zijn de VEM-, DVE- en OEB-waarde van het ingekuilde product berekend op respectievelijk 840 (kg⁻¹ ds), 45 (g kg⁻¹ ds) en 70 (g kg⁻¹ ds) bij een drogestofgehalte van circa 30 %.

3.1.12 Erwten-GPS in het rantsoen van melkvee

Er is weinig informatie beschikbaar over de rol van erwten-GPS in het rantsoen van melkkoeien. Erwten-GPS kenmerkt zich door een hoog ruw eiwitgehalte, een relatief laag drogestofgehalte, een hoeveelheid zetmeel en relatief veel structuur.

Mustafa et al. (2000) onderzochten het effect van vervanging van luzerne door erwten-GPS in het rantsoen van melkkoeien. Bij *ad libitum* aanbod van een ruwvoer- en krachtvoermix in de verhouding 50:50 had vervanging van luzerne door erwten-GPS geen effect op de melkproductie en de eiwitproductie (Tabel 2). De melkvetproductie nam echter significant toe ($\alpha=0,05$). De oorzaak hiervan is waarschijnlijk het relatief hoge NDF-gehalte in vergelijking met luzerne. NDF levert precursors voor melkvet. Door het hogere NDF-gehalte wordt daarnaast ook de pens geprikkeld en verloopt de fermentatie stabiel.

Voor een goed beeld van de waarde van erwten-GPS is vergelijkend onderzoek met een graskuil/snijmaisrantsoen noodzakelijk.

Tabel 2 Effecten van vervanging van luzerne door erwten-GPS op melkproductie en samenstelling

Parameter	Luzerne	Erwten-GPS	P-waarde
Drogestofopname (kg d ⁻¹)	27,5	28,6	0,23
Melkproductie (kg d ⁻¹)	45,3	45,2	0,97
Vet (kg d ⁻¹)	1,48	1,62	0,04
Eiwit (kg d ⁻¹)	1,43	1,37	0,21
Lactose (kg d ⁻¹)	2,03	2,03	0,99
Vet (%)	3,36	3,65	0,07
Eiwit (%)	3,16	3,03	<0,01
Lactose (%)	4,48	4,50	0,56

Bron: Mustafa et al., 2000

3.1.13 Mineralenbalans

Bij een drogestofopbrengst van 7,5 ton ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte van 18 % (PV) kan de N-onttrekking van erwten berekend worden op 216 kg ha⁻¹. De hoeveelheid stikstof die in de wortels en stoppels achterblijft is zeer variabel, en wordt door het PV geschat op 40 kg ha⁻¹. De totale hoeveelheid beschikbare N bedraagt dan 256 kg ha⁻¹. Na aftrek van de N-levering door de bodem (mineralisatie, depositie, N_{min}) van 50 kg ha⁻¹ kan de stikstofbinding geschat worden op 206 kg ha⁻¹. Vanwege de stikstofbinding hoeft bij de teelt van erwten geen kunstmeststikstof gegeven te worden. De N-aanvoerpost voor MINAS (vlinderbloemigen) bedraagt 50 kg N ha⁻¹. Bij een teeltduur van vijf maanden wordt er dan bruto in het bedrijfssysteem 206-50*(5/12) = 185 kg ongeregistreerde stikstof aangevoerd.

De P₂O₅-onttrekking van erwten wordt door Neuvel (1992) geschat op 60 kg ha⁻¹. Zonder drijfmestgift dient er circa 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ via kunstmest aangevoerd te worden om voor de onttrekking te compenseren.

3.1.14 Saldoberekening

Tabel 3 Saldoberekening van erwten-GPS

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	120	0,75	90
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	0	0,55	0
P ₂ O ₅ (kg)	60	0,5	30
K ₂ O (kg)	180	0,3	54
Herbiciden	1	40	40
Pesticiden	1	40	40
Ploegen	1	110	110
Kunstmest strooien	1	32	32
Zaai	1	76	76
Spuiten	2	25	50
Maaien	1	66	66
Wiersen	1	23	23
Hakselen	1	119	119
Transport	1	89	89
Aanrijden kuil	1	70	70
Cultivateren	1	49	49
Toevoegmiddel	7,5	15	113
Totaal kosten			1051

DS-verliezen (%)	15
VEM (kg ⁻¹ ds)	840
DVE (g kg ⁻¹ ds)	45
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)	7500
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)	6375
kVEM-opbrengst	5355
kDVE-opbrengst	287
Incl. McSharry-premie	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)	606
Kosten (€ ha ⁻¹)	-1051
McSharry-premie (€ ha ⁻¹)	357
Saldo (€ ha ⁻¹)	-88
Excl. McSharry-premie	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)	606
Kosten (€ ha ⁻¹)	-1051
Saldo (€ ha ⁻¹)	-445

3.1.15 Referenties

- Anonymus, 1980. Forage peas. Publication no. 66, The Scottish Agricultural Colleges, Groot-Brittannië: 5 pp.
- Fraser, M.D., Fychan, R., Jones, R., 2001. The effect of harvest date and inoculation on the yield, fermentation characteristics and feeding value of forage pea and field bean silages. *Grass and Forage Science* 56: 218-230
- Hamblin, A., Tennant, D., 1987. Root length density and water uptake in cereals and grain legumes: how well are they correlated? *Australian Journal of Agricultural Research* 38: 513-527
- Mustafa, A.F., Christensen, A., McKinnon, J.J., 2000. Effects of Pea, Barley and Alfalfa Silage on Ruminant Nutrient Degradability and Performance of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 83: 2859-2865
- Neuvel, J.J., 1992. Teelt van doperwten. Teelthandleiding nr. 48, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad: 92 pp.
- Rassenlijst, 2002. 77^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2002. Plant Research International, Wageningen: 300 pp.
- Silim, S.N., Hebblethwaite, P.D., Jones, C.J., 1992. Irrigation and water use in leafless peas (*Pisum sativum*). *Journal of Agricultural Science* 119: 211-222
- Sparrow, S.D., Cochran, V.L., Sparrow, E.B., 1993. Herbage yield and nitrogen accumulation by seven legume crops on acid and neutral soils in a subarctic environment. *Canadian Journal of Plant Science* 73: 1037-1045
- Thorup-Kristensen, K., 1998. Rooting depth of green pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. *Crop Science* 38: 1445-1451

3.2 Erwten-gerst

3.2.1 Inleiding

De mengteelt van erwten-zomergerst als ruwvoer wint de laatste jaren in Nederland aan populariteit. Geschat wordt dat er in 2002 ongeveer 1500-2000 hectare is verbouwd (Cebeco, 2002). Van oorsprong werden mengsels erwten-gerst relatief veel verbouwd in Denemarken.

Bij mengteelt van erwten met gerst worden de voordelen van twee gewassen met elkaar gecombineerd. De erwten zorgen voor stikstofbinding en een relatief hoog ruw eiwitgehalte in de silage. De gerst ondersteunt de erwtenplanten, onderdrukt onkruid bij het begin van de teelt en draagt bij aan een hoge structuurwaarde van het eindproduct. Ook kan de gerst de stikstof die gebonden wordt door de erwten benutten. Verder is de opbrengst van een mengsel doorgaans hoger dan de opbrengst van erwten alleen. Tenslotte is een mengsel makkelijker inkuilbaar dan de conservering van erwten alleen. Dit wordt veroorzaakt door een hoger drogestofgehalte en een hoger suikergehalte.

Alhoewel mengsels erwten-gerst al tamelijk lang worden geteeld is de hoeveelheid beschikbare gegevens beperkt. Dit geldt ook voor informatie over het effect van erwten-gerst in het rantsoen van melkvee.

Naast gerst kunnen erwten ook gemengd worden met andere granen, zoals tarwe en triticale. Combinatie van erwten met andere granen maakt het mogelijk om de mengselvorm af te stemmen op bijvoorbeeld de grondsoort. Over de teelt van erwten-gerst is de meeste informatie beschikbaar.

Een andere vorm van mengteelt met erwten is de teelt van een mengsel erwten-gras. Naast de voordelen van de gerst heeft vervanging door gras nog een aantal extra voordelen, zoals een hoger suikergehalte en een hoger DVE-gehalte van het product. Een belangrijk voordeel is ook het ontstaan van blijvend grasland na de oogst. De teelt van erwten-gras wordt momenteel nog zeer beperkt uitgevoerd en over deze teeltvorm zijn nauwelijks gegevens beschikbaar.

Nadelen van een mengteelt zijn de verschillen in afrijping en oogsttijdstip tussen de gewassen en het verschil in concurrentievermogen. Hierdoor kan het aandeel van een gewas in het mengsel van jaar tot jaar variëren.

Bij een mengteelt moet er met de teelteisen van twee gewassen rekening gehouden worden. In een mengsel van erwten met gerst of gras dient vooral met de teelteisen van de erwten rekening gehouden te worden. Erwten zijn het meest gevoelige gewas. Voor algemene informatie wordt verwezen naar het hoofdstuk over erwten; specifieke informatie over het mengsel erwten-gerst wordt in dit hoofdstuk gerapporteerd.

3.2.2 Eisen standplaats

Bij de teelt van een mengsel erwten-gerst zijn de erwten het meest gevoelige gewas. Dit betekent dat bij keuze van het perceel het accent op de eisen van erwten ligt.

3.2.3 Vruchtwisseling

Bij de teelt van een mengsel erwten-gerst of erwten-gras zijn vooral de vruchtwisselingseisen van de erwten van belang.

Vanwege het aandeel gras of graan zijn mengsels met erwten vanwege de optredende structuurverbetering in het algemeen goede voorvruchten voor andere gewassen.

Een belangrijk voordeel van een mengsel erwten-gras is dat er na een geslaagde teelt geen gras meer ingezaaid hoeft te worden. Dit heeft bij graslandvernieuwing een besparing op arbeid en kosten tot gevolg. Daarnaast kan de jaaropbrengst hoger zijn vergeleken met de teelt van een ander tussengewas. Niet alleen neemt het gras meteen na de oogst van het mengsel de groei over, ook het risico van mislukking van herinzaai wordt voorkomen.

3.2.4 Bemesting

Bij de teelt van een mengsel erwten-gerst dient er een startgift stikstof gegeven te worden van 30-60 kg N (minus N_{\min}) voor het inzaaien. Deze stikstof is bedoeld voor de start van de gerst of het gras. Na de ontwikkeling van de wortelknolletjes bij de erwten wordt de stikstofbehoefte van beide gewassen gedekt door de stikstofbinding.

Voor de PK-bemesting van een mengsel kan in principe de bemesting van erwten aangehouden worden. De geschatte onttrekking van P en K bedraagt respectievelijk 60 kg P_2O_5 en 180 kg K_2O . Aangezien de wortelontwikkeling van erwten sterk reageert op fosfaat, wordt meestal een ruimere gift geadviseerd (Neuvel, 1992). Met een ruimere gift wordt ook gecompenseerd voor de onvermijdbare verliezen. De behoefte aan N, P, K en overige nutriënten kan ook deels gedekt worden door een drijfmestgift van 20 m³ dunne rundermest in het voorjaar. Hierbij dient structuurschade vermeden te worden. Een extra P- en K-gift via kunstmest is dan nog steeds vereist. Evenals bij de teelt van erwten dient de Mg- en Mn-voorziening in het oog gehouden te worden.

3.2.5 Rassenkeuze

Bij de teelt van een mengsel mag het ene gewas het andere niet te sterk beconcurreren. De rassenkeuze voor beide gewassen dient dan ook op elkaar afgestemd te zijn. Van de teelt van erwten-gerst is bekend dat beide gewassen elkaar niet sterk beconcurreren (Gillian & Johnston, 1992). De belangrijke raseigenschappen van erwten en granen zijn elders in dit rapport beschreven.

3.2.6 Zaai

Erwten en gerst hebben allebei een zekere kouderesistentie en kunnen bij lage temperaturen kiemen. Een mengsel kan daarom vanaf half maart gezaaid worden. Later zaaien dan begin mei heeft doorgaans opbrengstverlies tot gevolg. De zaaibedbereiding is vergelijkbaar met die van gras, een stevige ondergrond met een losse top laag.

Bij het zaaien van een mengsel is het belangrijk om ontmenging te voorkomen. Bij voorkeur dient het mengsel met kleine hoeveelheden tegelijk in de zaaimachine te worden gedaan. Voor een goede afstelling van de machine is een afdraaioproef aan te bevelen. De benodigde hoeveelheid zaaizaad van beide gewassen bedraagt 140-160 kg erwten en 35-40 kg gerst ha⁻¹ (Cebeco, 2002). Om in aanmerking te komen voor een McSharry-premie dient het aandeel gerst in het mengsel minimaal 50 kg ha⁻¹ te zijn. Om te sterke aanwezigheid van de gerst in het mengsel te voorkomen is het verstandig om ook het aandeel erwten te verhogen.

De geadviseerde rijenafstand bedraagt maximaal 15 cm. Bij deze rijenafstand kan er niet geschoffeld worden. Of de gewassen in één werkgang of apart worden ingezaaid hangt af van de gewenste zaaidiepte per gewas. Bij erwten-gerst kan er in één werkgang gezaaid worden, waarbij de zaaidiepte voor erwten wordt aangehouden. Enting van de erwten met de stikstofbindende bacterie *Rhizobium leguminosarum* is noodzakelijk op relatief zure bodems en op bodems waar nog niet eerder erwten geteeld waren. Bij twijfel wordt enting altijd aangeraden.

3.2.7 Onkruidbeheersing

Een belangrijk voordeel van een mengsel erwten-gerst is een betere onkruidonderdrukking dan bij de teelt van erwten. De gerst vult de open plekken op. Onkruidbestrijding is daardoor minder snel noodzakelijk. Bij chemische onkruidbestrijding dient er met name met de erwten rekening gehouden te worden.

3.2.8 Beheersing van ziekten en plagen

Bij de teelt van erwten-gerst is vooral de ziektebestrijding van de erwten van belang. De menging met gerst heeft waarschijnlijk een lagere ziektedruk tot gevolg.

3.2.9 Oogst

In een erwten-gerst mengsel is de rijpheid van het gewas met het grootste aandeel in het mengsel het meest bepalend voor het oogsttijdstip. Meestal zal dat de gerst zijn. Gerst en erwten dienen ongeveer deegrijp te zijn. Een mengsel erwten-gerst kan met een hakselaar geoogst worden.

3.2.10 Inkuilbaarheid

Vanwege de aanwezigheid van een graan in het mengsel zal het inkuilproces makkelijker verlopen dan de conservering van erwten alleen. In een mengsel met graan is zowel het suikergehalte als het drogestofgehalte hoger en het eiwitgehalte lager. Het gebruik van een toevoegmiddel is echter nog steeds aan te bevelen. Op basis van onderzoek van Salawu et al. (2001) aan mengsels erwten-tarwe kan het inkuilverlies aan drogestof geschat worden op respectievelijk 8-9 % bij de controle en 2-3 % bij gebruik van een toevoegmiddel (formaline). In het genoemde onderzoek waren het ammoniakgehalte (10 %) en het azijnzuurgehalte (15,3 g kg⁻¹ ds) aan de hoge kant, ook na gebruik van een toevoegmiddel. De pH was met een waarde van 4 voldoende laag, maar werd niet beïnvloed door gebruik van een toevoegmiddel. De inkuilverliezen inclusief veldverliezen van erwten-gerst worden door het PV geschat op 10 % van de drogestof en 15 % van de VEM.

3.2.11 Opbrengst en samenstelling

Een voordeel van de teelt van erwten-gerst vergeleken met de teelt van erwten alleen is de doorgaans hogere opbrengst. De bruto-opbrengst kan variëren tussen 6,5 en 10,5 ton drogestof ha⁻¹ (Cebeco, 2002; Stimuland, 2002). De gemiddelde bruto-opbrengst wordt door het PV geschat op 8,5 ton ha⁻¹. Meer gerst in het mengsel leidt in het algemeen tot hogere opbrengsten maar ook tot een dalend ruw eiwitgehalte. Naar het opbrengstpotentieel van erwten-gerst dient nader onderzoek gedaan te worden. De samenstelling van ingekuilde erwten-gerst is weergegeven in Tabel 4. VEM, DVE en OEB zijn geschat door het PV.

Tabel 4 Samenstelling van ingekuilde erwten-gerst (PV)

Parameter	Waarde
Drogestof (g kg ⁻¹)	320
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	142
Zetmeel (g kg ⁻¹ ds)	218
VC-os (%)	68
VEM (kg ⁻¹ ds)	805
DVE (g kg ⁻¹ ds)	45
OEB (g kg ⁻¹ ds)	35
Structuurwaarde (kg ⁻¹ ds)	2,7

3.2.12 Erwten-gerst in het rantsoen van melkvee

Als ruwvoer heeft erwten-gerst-GPS een aantal voordelen boven erwten-GPS of gerst-GPS. Het product bevat naast een relatief hoog eiwitgehalte en zetmeelgehalte ook voldoende structuurwaarde. Hiermee is een mengsel erwten-gerst een relatief volledig ruwvoer. Vanwege de relatief hoge structuurwaarde heeft erwten-gerstsilage een pensprikkelende werking, waardoor de fermentatie stabiel verloopt. De VC-os van erwten-gerst lijkt hoger te zijn dan van erwten-GPS.

Er is geen wetenschappelijk onderzoek beschikbaar over het effect van erwten-gerst-GPS op melkproductie en -samenstelling. Hiernaar dient nader onderzoek gedaan te worden.

3.2.13 Mineralenbalans

Bij een opbrengst van 8,5 ton drogestof ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte van 14,2 % (Cebeco, 2002) bedraagt de N-onttrekking circa 193 kg N ha⁻¹. De stikstofbinding van erwten in een mengsel erwten-gerst (plantverhouding 1:1) wordt door het PV geschat op 100 kg ha⁻¹. Bij een stikstofgift van 40 kg ha⁻¹ en een N-livering door de bodem (mineralisatie, depositie, N_{min}) van 50 kg ha⁻¹ bedraagt de totaal beschikbare hoeveelheid N 190 kg ha⁻¹. Bij de start van het mengsel wordt een stikstofgift van 30-60 kg N geadviseerd. Bij aanwending van 20 m³ dunne rundermest (bouwlandinjecteur) is er geen aanvullende stikstofgift via kunstmest noodzakelijk. De N-aanvoerpost voor MINAS is dan op hectare-basis gelijk aan de aanvoerpost voor erwten (bij een teeltduur van 5 maanden): 21 kg N ha⁻¹. De bruto-aanvoer van ongeregistreerde stikstof bedraagt bij een stikstofgift van 40 kg ha⁻¹ slechts 100-21-40 = 39 kg ha⁻¹. Vanuit het oogpunt van MINAS is de teelt van erwten-gerst daarom nauwelijks interessant.

De P_2O_5 -onttrekking door erwten-gerst wordt geschat op 60 kg ha^{-1} (PV). Bij aanwending van 20 m^3 dunne rundermest bedraagt de benodigde aanvullende P_2O_5 -gift via kunstmest circa 24 kg ha^{-1} .

3.2.14 Saldoberekening

Tabel 5 Saldoberekening van erwten-gerst

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaaizaad erwten (kg)	160	0,75	120
Zaaizaad gerst (kg)	50	0,55	28
<i>Drijfmest</i> (m ³)	20		
N (kg)	63	0	0
P_2O_5 (kg)	36	0	0
K_2O (kg)	136	0	0
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	0	0,55	0
P_2O_5 (kg)	24	0,5	12
K_2O (kg)	50	0,3	15
Ploegen	1	110	110
Drijfmest uitrijden	20	2,25	45
Kunstmest strooien	1	32	32
Zaai	1	76	76
Hakselen (incl. transport)	1	260	260
Aanrijden kuil	1	70	70
Cultiveren	1	49	49
Totaal kosten			817
DS-verliezen (%)		10	
VEM (kg ⁻¹ ds)		805	
DVE (g kg ⁻¹ ds)		45	
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		8500	
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		7650	
kVEM-opbrengst		6158	
kDVE-opbrengst		344	
Incl. McSharry-premie			
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		707	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-817	
McSharry-premie (€ ha ⁻¹)		310	
Saldo (€ ha ⁻¹)		201	
Excl. McSharry-premie			
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		707	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-817	
Saldo (€ ha ⁻¹)		-109	

3.2.15 Referenties

- Cebeco, 2002. Protasil 'de structuurrijke eiwitbron'. Cebeco Seeds, Vlijmen
- Gilliland, T.J., Johnston, J., 1992. Barley/pea mixtures as cover crops for grass re-seeds. *Grass and Forage Science* 47: 1-7
- Neuvel, J.J., 1992. Teelt van doperwten. Teelthandleiding nr. 48, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad: 92 pp.
- Salawu, M.B., Warren, E.H., Adesogan, A.T., 2001. Fermentation characteristics, aerobic stability and ruminal degradation of ensiled pea/wheat bi-crop forages treated with two microbial inoculants, formic acid or quebracho tannins. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81: 1263-1268
- Stimuland, 2002. Alternatieve voedergewassen, Stichting Stimuland Overijssel: 40 pp.

3.3 Galega

3.3.1 Inleiding

Galega (*Galega orientalis* Lam.) is van oorsprong afkomstig uit de Kaukasus. De plant is meerjarig, wordt tussen de 60 en 150 cm hoog en heeft paarse/donkerblauwe bloemen. Het hier beschreven gewas *Galega orientalis* dient overigens niet verward te worden met de giftige plant *Galega officinalis*. Beide gewassen lijken sterk op elkaar.

De waarde van galega als voedergewas werd pas aan het begin van de 20^e eeuw onderkend. In de periode 1920-1930 startte in Rusland onderzoek naar de teelt van galega en vanaf 1970 ook in Estland ('the Estonian Research Institute of Agriculture'). Momenteel wordt er in Estland circa 5000-6000 hectare galega verbouwd (Nõmmsalu, 2001). Het belangrijkste teeltgebied van galega is Oost-Europa. In Nederland is het gewas onbekend.

Galega wordt geteeld voor GPS. Kenmerkend voor galega zijn het stikstofbindend vermogen, het hoge ruw eiwitgehalte (18-22 %), de potentieel lange teeltduur (tot 7 jaar), de zeer intensieve beworteling en de geringe ziektegevoeligheid. De teelt van het gewas vertoont grote overeenkomsten met de teelt van luzerne.

3.3.2 Eisen standplaats

Galega kan op bijna iedere grondsoort verbouwd worden. Het meest geschikt zijn echter de lemige gronden (Nõmmsalu, 2001). Een hoog grondwaterniveau dient vermeden te worden. Wel zijn er uit Canadees onderzoek indicaties dat galega slechte drainage beter tolereert dan bijvoorbeeld luzerne (Fairey et al., 2000). Zoals de meeste leguminosen is galega gevoelig voor een lage pH. Volgens Nõmmsalu (2001) groeit galega slecht bij een pH lager dan 5,7, wat voornamelijk veroorzaakt wordt door de pH-gevoeligheid van de stikstofbindende bacterie *Rhizobium galegae*. Dit betekent dat er bij lagere pH-waarden bekalkt dient te worden. Ook omhulling van het zaad met kalk (prillen) kan effectief zijn bij lagere pH's.

De hoofdwortel van galega kan tot meer dan één meter diep wortelen en het grootste deel van het wortelstelsel reikt tot een diepte van 60-70 cm. De watergebruiksefficiëntie van galega is niet bekend. De uitgebreide en intensieve beworteling (rhizomen en stolonen) maakt galega tot een relatief droogtetolerant gewas. Evenals luzerne kan het zich na een droogteperiode goed herstellen.

3.3.3 Vruchtwisseling

In Estland, waar het merendeel van het onderzoek naar galega is uitgevoerd, zijn tot dusver geen serieuze aantastingen door ziekten of plagen geconstateerd. De optimale teeltduur van galega bedraagt in Estland ongeveer zeven jaar; daarna begint de opbrengst te dalen (Nõmmsalu, 2001). De oorzaak van deze opbrengstdaling is niet bekend, maar zou het gevolg kunnen zijn van de opbouw van populaties pathogenen in de bodem. Op basis van deze bevindingen dient de teeltduur van galega niet langer te zijn dan zeven jaar.

Galega is een goede voorvrucht voor andere gewassen vanwege het uitgebreide wortelstelsel. De intensieve beworteling verbeterd niet alleen de bodemstructuur, maar verhoogt ook het organische stofgehalte van de bodem en kan aanzienlijke hoeveelheden N naleveren aan volggewassen. Galega produceert meer wortelmassa dan luzerne of andere bekende voedergewassen en kent een sterke verjonging van het wortelstelsel (Nõmmsalu, 2001).

De keerzijde van het uitgebreide en agressieve wortelstelsel is dat er in een volgteelt problemen met opslag kunnen ontstaan. Bij het scheuren van het land na de teelt van galega dient daarom zorgvuldig te werk gegaan te worden. Het verdient aanbeveling om na galega een gewas te telen dat opslag onderdrukt.

De lange teeltduur heeft een gunstig effect op de bodemstructuur. Onderzoek heeft aangetoond dat na tien jaar teelt van galega de bodemstructuur beter is dan na tien jaar graan (Nõmmsalu, 2001).

3.3.4 Bemesting

Galega is een stikstofbindend gewas. Daarom hoeft er in principe geen stikstof gegeven te worden. Nõmmsalu (2001) adviseert echter toch een kleine startgift van 30 kg N ha⁻¹ in het eerste productiejaar. Dit kan de begingroei stimuleren. Bij voldoende minerale N in de bodemoplossing is een startgift overbodig.

Er is geen bemestingsadvies voor fosfaat en kali. De benodigde hoeveelheden kunnen geschat worden aan de hand van de P- en K-onttrekking. De geschatte P- en K-gehalten van de eerste snede bedragen respectievelijk 3,8 en 33,6 g kg⁻¹ ds (Nõmmsalu, 2001). Als aangenomen wordt dat deze gehalten representatief zijn voor de gemiddelde samenstelling van het product, dan kunnen de P₂O₅- en K₂O-onttrekking bij een gemiddelde bruto-drogestofopbrengst van 9 ton ha⁻¹ geschat worden op respectievelijk 78 kg ha⁻¹ en 365 kg ha⁻¹. Bij de tweede snede zijn de P- en K-gehalten in het algemeen lager (Nõmmsalu, 2001). Daarom kan de totale onttrekking in de praktijk ook wat lager liggen dan de genoemde waarden. De werkelijke fosfaat en kaligift dient naast de onttrekking ook afhankelijk te zijn van de bodemtoestand.

Het is niet bekend of er via zodenbemesting drijfmest kan worden toegediend zonder het gewas te beschadigen. Drijfmest dient zo vroeg mogelijk in het voorjaar aangewend te worden, voordat het gewas begint uit te lopen. Het stikstofgehalte in de toegediende drijfmest dient zo laag mogelijk te zijn.

3.3.5 Rassenkeuze

Momenteel is de cultivar 'Gale' de enig beschikbare. Deze cultivar is door instituten in Estland en Rusland veredeld. De consequentie daarvan is dat het gewas aangepast is aan de locale (weers)omstandigheden. De cultivar 'Gale' staat niet op de rassenlijst. Het zaad is verkrijgbaar via 'The Estonian Research Institute of Agriculture' in Estland. Er wordt momenteel wel gewerkt aan de ontwikkeling van nieuwe rassen, maar daarover is nauwelijks informatie beschikbaar.

3.3.6 Zaaï

Galega is een stikstofbindend gewas. Voor het verkrijgen van (een goede) stikstofbinding dient het zaad geïnoculeerd te worden met de bacterie *Rhizobium galegae*. Deze bacteriestam is verkrijgbaar via 'The Estonian Research Institute of Agriculture' in Estland. Vanwege de enting is het gebruik van zaaizaadontsmettingsmiddelen af te raden. Deze kunnen een negatieve invloed hebben op de overleving en ontwikkeling van de bacteriën. Omdat een groot deel van de zaden (50-60 %) een harde zaadhuid heeft, kan ritsen het kiemingspercentage verhogen (Nõmmsalu, 2001). Bij ritsen wordt de zaadhuid beschadigd en neemt de doorlaatbaarheid voor water en zuurstof toe. Ritsen dient bij voorkeur 5-7 dagen voor het zaaien te gebeuren. Zonder ritsen is het kiemingspercentage lager en neemt het risico van een slechte vestiging van het gewas toe (Nõmmsalu, 2001). Galega heeft als optimale bodemtemperatuur 10-12 °C, maar kan eerder gezaaid worden. Nõmmsalu (2001) adviseert om voor een maximale opbrengst zo vroeg mogelijk te zaaien. In Estland wordt galega doorgaans in mei gezaaid. Mogelijk kan in Nederland vroeger gezaaid worden.

Zaaien na juni heeft een negatieve invloed op de beginontwikkeling en op de opbrengst in latere jaren (Nõmmsalu, 2001). Uit onderzoek bleek dat bij inzaai eind juli in plaats van in mei het percentage overwinterde planten afnam van 95 % tot 52 % (Nõmmsalu, 2001). Bij inzaai in augustus nam het aantal overwinterde planten af tot 13 %.

Over zaaien in de herfst is niets bekend, maar het risico van uitwintering lijkt aanzienlijk.

De zaaibedbereiding is vergelijkbaar met bieten en gras. De benodigde hoeveelheid zaad is 20-30 kg ha⁻¹. De zaaïdiepte bedraagt 1-2 cm, de rijenafstand 10-30 cm. In het onderzoek van Nõmmsalu (2001) had zaaien op een rijenafstand van 50 cm een opbrengstreductie van 20-30 % in het eerste jaar tot gevolg. Vanuit praktische overwegingen is het vaak echter handig om een ruimere rijenafstand aan te houden. Dit geldt bijvoorbeeld voor machinaal schoffelen.

Bij een goede opkomst is de plantdichtheid circa 175 planten per m², en daarmee vergelijkbaar met luzerne. Vanwege de snelle uitbreiding van het gewas via rhizomen en stolonen wordt de gewasstand in latere jaren alleen maar dichter.

3.3.7 Onkruidbeheersing

Vanwege de trage beginontwikkeling kunnen onkruiden problematisch zijn in de eerste twee jaar van de teelt. Chemische bestrijding van onkruiden is in principe mogelijk als er twee tot drie bladeren ontwikkeld zijn. Vanwege het beperkte aantal toegelaten middelen zijn de mogelijkheden voor chemische onkruidbestrijding evenals bij luzerne beperkt.

Onkruid kan ook worden onderdrukt door het zaaien onder dekvrucht of onderzaai van een ander gewas. De voorkeur gaat dan uit naar een gewas dat na de eerste snede niet meer terugkomt, zoals Alexandrijnse klaver. Vanaf het tweede jaar neemt de onkruiddruk af als gevolg van de snelle uitbreiding en verdichting van het gewas. Vanaf het derde jaar is het gewas praktisch onkruidvrij; in percelen die ouder zijn dan 8 jaar kan onkruid weer een probleem worden. Galega dient bij voorkeur op een onkruidvrij perceel geteeld te worden.

3.3.8 *Beheersing van ziekten en plagen*

In Estland, waar het merendeel van het onderzoek naar galega is uitgevoerd, zijn tot dusver geen serieuze aantastingen door ziekten of plagen geconstateerd. Bestrijding is momenteel dan ook niet aan de orde.

3.3.9 *Oogst*

Het optimale oogsttijdstip van galega qua voederwaarde-opbrengst is bereikt als de eerste groene bloemknoppen zichtbaar worden. Galega wordt op dezelfde wijze als luzerne geoogst. Het gewas wordt met een maaikneuser gemaaid op een lengte van minimaal 6 cm. Na een veldperiode van circa twee dagen kan het gewas ingekuild worden in een rijkuil of in balen. Een voordeel van galega is dat het zwad gekeerd kan worden. Anders dan bij luzerne leidt dat niet tot aanzienlijk bladverlies (Nõmmsalu, 1994). Dat vergroot ook de mogelijkheid om galega als hooi te oogsten. Wel moet rekening gehouden worden met extra verontreiniging door grond. De veldverliezen worden geschat op 5-7 % van de drogestof.

In Estland worden in het algemeen twee tot maximaal drie sneden geoogst. Bij het maaien van de tweede of derde snede is het voor de latere standdichtheid van het gewas van groot belang dat er ruim voor of pas na het begin van de winterrust gemaaid wordt. Bij maaien net voor het begin van de winterrust zal het gewas de reserves aanspreken voor hergroei, en deze reserves vervolgens niet meer kunnen aanvullen. Dit heeft consequenties voor de standdichtheid en opbrengst in het volgende jaar. In onderzoek van Wilkins & Paul (2001) werden gedurende twee jaar drie sneden geoogst. Nõmmsalu (2001) stelt dat het maaien van meer dan twee sneden een negatief effect op de opbrengst in het volgende jaar kan hebben. Voor het vaststellen van de optimale maaifrequentie in Nederland is aanvullend onderzoek noodzakelijk.

3.3.10 *Inkuilbaarheid*

Vergeleken met andere leguminosen, zoals luzerne en rode klaver, heeft galega een lager gehalte aan suikers (50-70 g kg⁻¹ ds) en een wat hoger gehalte ruw eiwit (180-220 g kg⁻¹ ds) (Nõmmsalu (2001)). Het drogestofgehalte bij het maaien bedraagt 15-20 % en is te vergelijken met luzerne. Een toename van het drogestofgehalte tot 35 % en gebruik van toevoegmiddelen zijn in het algemeen nodig om een goede kuil te realiseren. Volgens Nõmmsalu (2001) is galega lastiger in te kuilen dan de meeste andere leguminosen, met name vanwege het lagere suikergehalte en het hogere ruw eiwitgehalte. Uit onderzoek van Wilkins & Paul (2001) blijkt echter dat de kuilkwiteit van luzerne en galega vergelijkbaar kan zijn. De veld- en inkuilverliezen van galega zijn vergelijkbaar met luzerne en bedragen daarmee 15 % van de drogestof en 25 % van de VEM (Van Dijk, 1995).

3.3.11 *Opbrengst en samenstelling*

De bruto-opbrengsten van galega liggen tussen de 7 en 11 ton drogestof ha⁻¹ (Nõmmsalu, 2001; Wilkins & Paul, 2001). De gemiddelde bruto-opbrengst wordt door het PV geschat op 9 ton drogestof ha⁻¹. In het algemeen is de opbrengst in de eerste twee jaren lager dan in de volgende jaren. In onderzoek van Wilkins & Paul (2001) werd de eerste twee jaar, gemiddeld over de locaties in Duitsland en Groot-Brittannië, respectievelijk 8,7 en 7,8 ton drogestof ha⁻¹ geoogst. In dit onderzoek lag de opbrengst van galega duidelijk onder opbrengst van luzerne, die circa 10 ton ha⁻¹ bedroeg. Onbekendheid met de teelt van galega zou hiervan de oorzaak geweest kunnen zijn. Daarnaast is galega veredeld onder Oost-Europese omstandigheden. Bij introductie van het gewas in Nederland zou de gemiddelde opbrengst wellicht kunnen toenemen.

Een voordeel van galega is dat het gewas vanaf het tweede jaar gemiddeld twee weken eerder start met groeien dan andere gewassen, en dus ook 2 weken eerder geoogst kan worden (Nõmmsalu, 2001).

Een voorbeeld van de samenstelling van een eerste snede galegakuil is gegeven in Tabel 6. De samenstelling van galega is volgens Nõmmsalu (2001) en Fairey et al., (2000) grotendeels overeenkomstig luzerne. Wat betreft VEM, DVE en OEB worden daarom voor galega dezelfde waarden aangehouden (Tabel 18).

Tabel 6 Samenstelling van een eerste snede galegakuil, gemiddeld over 1997 en 1998

Parameter	Waarde
Droge stof (g kg ⁻¹)	197
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	221
Ruw celstof (g kg ⁻¹ ds)	238
Ruw as (g kg ⁻¹ ds)	96
Suikers (g kg ⁻¹ ds)	56
P (g kg ⁻¹ ds)	3,8
K (g kg ⁻¹ ds)	33,6
Ca (g kg ⁻¹ ds)	8,0

Bron: Nömmsalu, 2001

3.3.12 Galega in het rantsoen van melkvee

Er is weinig bekend over de rol van galegakuil in het rantsoen van melkkoeien. In onderzoek van Wilkins & Paul (2001) had vervanging van *ad libitum* (onbeperkt) graskuil door *ad libitum* galegakuil geen effecten op de drogestofopname, melkproductie, vetproductie of eiwitproductie (Tabel 7). Volgens Fairey et al. (2000) is de voederwaarde van galega vergelijkbaar met de voederwaarde van luzerne. Verder zou de kans op trommelzucht bij het voeren van galega lager zijn.

Tabel 7 Effecten van de vervanging van graskuil door galegakuil op de melkproductie en -samenstelling

Parameter	Graskuil	Galegakuil
Opname ruwvoer (kg ds)	12,6	12,5
Opname krachtvoer (kg ds)	7,7	7,6
Totale drogestof opname (kg ds)	20,3	20,1
Melkproductie (kg)	28,1	28,4
Vetproductie (kg)	1,26	1,23
Eiwitproductie (kg)	0,90	0,91

Bron: Wilkins & Paul, 2001

3.3.13 Mineralenbalans

Bij een geschatte opbrengst van 9 ton ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte van 19 % (PV) bedraagt de N-onttrekking 274 kg ha⁻¹. De stikstofbinding is niet bekend. Voor galega is geen N-aanvoerpost in MINAS. Als de stikstofbinding gelijk is aan de stikstofbinding van luzerne dan bedraagt de bruto aanvoer van ongeregistreerde stikstof circa 450 kg N ha⁻¹.

De fosfaatonttrekking wordt geschat op 78 kg P₂O₅ ha⁻¹. Bij aanwending van 30 m³ dunne rundermest is een aanvullende fosfaatgift via kunstmest van circa 24 kg P₂O₅ ha⁻¹ nodig.

3.3.14 Saldoberekening

De saldoberekening is opgesteld bij oogst van drie sneden per jaar en een teeltduur van zeven jaar.

Tabel 8 Saldoberekening galega

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹ jaar ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	25	5,8	21
Inoculant	1	40	6
Kalk (ZBW)	1500	0,16	34
<i>Drijfmest</i> (m ³)	30		
N (kg)	76	0	0
P ₂ O ₅ (kg)	54	0	0
K ₂ O (kg)	204	0	0
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	0	0,55	0
P ₂ O ₅ (kg)	24	0,5	12
K ₂ O (kg)	161	0,3	48
Herbiciden	1	180	26
Ploegen	1	110	16
Bekalken	1	51	7
Drijfmest uitrijden	30	3,4	102
Kunstmest strooien	1	32	32
Zaai	1	76	11
Spuiten	4	26	15
Maaien	3	44	132
Wiersen	3	15	45
Grashakselaar	3	41	123
Transport	1	107	107
Aanrijden	1	70	70
Toevoegmiddel	9	15	135
Frezen	1	83	12
Totaal kosten			953
DS-verliezen (%)		15	
VEM (kg ⁻¹ ds)		706	
DVE (g kg ⁻¹ ds)		42	
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		9000	
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		7650	
KVEM - opbrengst		5401	
kDVE - opbrengst		321	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		635	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-953	
Saldo (€ ha⁻¹)		-319	

3.3.15 Referenties

- Fairey, N.A., Lefkovitch, L.P., Coulman, B.E., Fairey, D.T., Kunelius, T., McKenzie, D.B., Michaud, R., Thomas, W.G., 2000. Cross-Canada comparison of the productivity of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) with traditional herbage legumes. *Canadian Journal of Plant Science* 80: 793-800
- Nõmmsalu, H., 2001. Fodder galega. The Estonian Research Institute of Agriculture, Saku, Estland: 141 pp.
- Van Dijk, H., 1995. Voederwinning, conservering en bewaring. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Ede: 83 pp.
- Wilkins, R.J., Paul, C., 2001. Legume Silages for Animal Production (LEGSIL). Proceedings of an international workshop supported by the EU and held in Braunschweig, 8-9 July 2001. Sonderheft 234, Landbauforschung Völkenrode, Braunschweig, Duitsland: 95 pp.

3.4 Gras

3.4.1 Inleiding

Gras is het meest gewaardeerde ruwvoer in Nederland. De voornaamste reden is dat gras zowel beweid als gemaaid kan worden. Daarnaast heeft gras een hoge voederwaarde en is de teelt en conservering in Nederland relatief eenvoudig. Graslandgebruik kent vele facetten. Voor een eerlijke vergelijking met de andere voedergewassen wordt aangenomen dat het gras alleen gemaaid wordt (summerfeeding), een situatie die in de praktijk weinig voorkomt. Voor meer uitgebreide informatie over de teelt van gras en graslandgebruik wordt verwezen naar De Jong (1991).

3.4.2 Eisen standplaats

Gras stelt over het algemeen geen hoge eisen aan de bodem. De pH dient hoger te zijn dan 5,0. Beneden deze waarde kan met name de opbrengst van de eerste snede negatief beïnvloed worden (De Jong, 1991). Gras dat meerdere jaren achtereen geteeld wordt wortelt relatief ondiep (40 cm) en is in combinatie met een gemiddelde watergebruiksefficiëntie van 300 kg water kg^{-1} drogestof een minder geschikt gewas voor droogtegevoelige gronden (Van der Schans & Stienezen, 1998). Na een periode van droogte is het herstel matig (Van der Schans & Stienezen, 1998).

3.4.3 Vruchtwisseling

Grasland is zelfverdraagzaam en kan meerdere jaren achtereen geteeld worden. Na verloop van tijd kan het productievermogen van de zode afnemen door vestiging van onkruiden en minder productieve grassoorten. Bij alleen maaien is herinzaai vaker noodzakelijk dan bij maaien en beweiden. In deze rapportage wordt aangenomen dat grasland bij summerfeeding eenmaal in de vijf jaar vernieuwd dient te worden.

Grasland heeft een positief effect op de bodemstructuur, met name door de inbreng van organische stof. Gedurende de teelt worden er tevens grote hoeveelheden stikstof vastgelegd in de bodem in de orde van grootte van enkele honderden kilo's per hectare. In de jaren na het scheuren van grasland komt deze stikstof weer vrij. Vanwege deze stikstoflevering en aangezien bodemgebonden ziekten nauwelijks een rol spelen is gras een goede voorvrucht voor andere gewassen. Wel kunnen bodemgebonden plagen een nadelig effect hebben op een volggewas. Het gaat hier met name om aantasting door ritnaalden (*Agriotes* spp.), Emelten (*Tipula oleracea*) of larven van de rouwvlieg (*Bibionidae* spp.) veroorzaken in het algemeen geen schade aan een volggewas.

3.4.4 Bemesting

Het N-bemestingsniveau op grasland bedraagt 300-350 kg N ha^{-1} en is sterk afhankelijk van de stikstoflevering uit de organische stof (NLV). Bij een geschatte, gemiddelde bruto-opbrengst van 13 ton drogestof ha^{-1} en een ruw eiwitgehalte in vers gras van 22,6 % (Blgg, 2002) bedraagt de N-onttrekking 470 kg ha^{-1} . De P_2O_5 - en K_2O -onttrekking bedragen bij eenzelfde opbrengst en een P- en K-gehalte in vers gras van 4,4 en 37,2 g kg^{-1} ds (Blgg, 2002) respectievelijk 131 en 583 kg ha^{-1} . Deze K-onttrekking is de hoge kant; de nuttige onttrekking zal in het algemeen lager zijn. Een schatting is 400-450 $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$. Drijfmest kan tot 30 m^3 per snede toegediend worden. Vaak wordt drijfmest toegediend voor de eerste en derde snede. Hierdoor komt de totale toediening op 60 m^3 per jaar. Bij regelmatige drijfmesttoediening is bemesting met andere nutriënten nauwelijks nodig. Specifieke bemestingsadviezen worden gegeven in de Bemestingsadviesbasis 2002.

3.4.5 Rassenkeuze

Er zijn diverse grassoorten beschikbaar, waarvan Engels raaigras (*Lolium perenne*) de meest gebruikte is. Gras kan zowel in monocultuur als in een mengsel met klaver gezaaid worden. Een uitgebreide beschrijving van de beschikbare rassen en mengsels is opgenomen in de Rassenlijst (2002). Belangrijke eigenschappen bij de rassenkeuze zijn vroegheid van doorschieten, voorjaarsontwikkeling, standvastigheid, concurrentievermogen, wintervastheid, resistentie tegen kroonroest (vooral Engels raaigras) en drogestofopbrengst.

3.4.6 Zaai

Geschikte tijdstippen voor de (her)inzaai van grasland zijn de perioden augustus-september en maart-april. Zaai in het najaar heeft de voorkeur. De temperatuur is voldoende hoog voor een vlotte kieming, er is voldoende vocht aanwezig en de grondbewerkingen kunnen onder gunstige omstandigheden uitgevoerd worden. Daarnaast is er minder opbrengstderving door een snelle beginontwikkeling in het volgende jaar.

Gras wordt breedwerpig gezaaid op een rijenafstand van 5-10 cm en een zaaidiepte van 2-3 cm. De zaai kan met verschillende machines uitgevoerd worden.

3.4.7 Onkruidbeheersing

Onkruidbestrijding is vooral van belang gedurende het jaar van inzaai. Bij een goede verzorging van de grasmat is onkruidbestrijding in de volgende jaren minder noodzakelijk. Onkruiden als ridderzuring, muur, paardebloem, brandnetels en distels kunnen soms een probleem vormen. De meeste onkruiden kunnen eenvoudig chemisch bestreden worden.

3.4.8 Beheersing van ziekten en plagen

Gras kan door een aantal schimmelziekten worden aangetast. De belangrijkste schimmelziekte bij Engels raaigras is kroonroest (*Puccinia coronata*). Andere schimmelziekten, zoals meeldauw (*Erysiphe graminis*), bladvlekkenziekte (*Drechslera poae*) en voetrot (*Fusarium nivale*) zijn in verband met de regelmatige oogst nauwelijks een item. Chemische bestrijding is geen optie vanwege de korte groeiduur van een snede. Aantasting door kroonroest kan worden beperkt door een ras met een hoge resistentie te kiezen.

Plagen die kunnen optreden tijdens de teelt van gras zijn vraat door emelten en rouwvlieglarven. Beide plagen kunnen eventueel chemisch bestreden worden.

3.4.9 Oogst

Het oogsttijdstip van gras hangt niet alleen af van de geschatte opbrengst en voederwaarde maar ook van het maai- en beweidingsregime. De zwaarte van de snede kan daardoor verschillen. In het algemeen wordt gemaaid bij een geschatte drogestofopbrengst van drie tot vier ton per hectare bij de eerste snede en twee tot drie ton bij latere sneden. Het oogsttijdstip kan geschat worden aan de hand van de grashoogte, waarbij tien cm lengte circa één ton drogestof vertegenwoordigt.

Gras kan met diverse maaimachines geoogst worden. De stoppellengete dient minimaal vijf tot zes cm te bedragen. Na een veldperiode van 24-48 uur en diverse keren schudden van het zwad wordt het gras met een opraapwagen of een grashakselaar opgepakt, verkleind en ingekuuld. De haksellengte van gras bedraagt meestal vier cm. Hakselen heeft als voordeel dat het gras beter gemengd wordt dan bij inzet van een opraap(snij)wagen. Naast inkuilen in een rijkuil kan gras ook in balen worden ingekuuld.

3.4.10 Inkuilbaarheid

Vanwege een relatief hoog suikergehalte, dat kan variëren van 3-25 % van de drogestof (Van Dijk, 1995) en een relatief hoog drogestofgehalte na een veldperiode is gras meestal goed te in te kuilen. Om broeivorming na opening van de kuil te voorkomen wordt een voersnelheid van anderhalve m³ per week geadviseerd.

De conserveringsverliezen inclusief veldverliezen worden geschat op 15 % van de drogestof en 20 % van de VEM (Van Dijk, 1995).

3.4.11 Opbrengst en samenstelling

De bruto-jaaropbrengst kan variëren tussen 9 en 15 ton drogestof ha⁻¹. De gemiddelde bruto-drogestofopbrengst wordt door het PV geschat op 13 ton ha⁻¹. De samenstelling van kuilgras in Nederland, gemiddeld over de jaren 1997-2002, is gegeven in Tabel 9.

Tabel 9 Gemiddelde samenstelling kuilgras in Nederland in 1997-2002

Parameter	Waarde
Drogestof (g kg ⁻¹ ds)	463
Ruw as (g kg ⁻¹ ds)	117
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	177
Ruw celstof (g kg ⁻¹ ds)	252
Suiker (g kg ⁻¹ ds)	80
VEM (kg ⁻¹ ds)	873
DVE (g kg ⁻¹ ds)	74
OEB (g kg ⁻¹ ds)	53
Structuurwaarde	1,4
P (g kg ⁻¹ ds)	4,2
K (g kg ⁻¹ ds)	35,0

Bron: Blgg, 2002

3.4.12 Gras in het rantsoen van melkvee

Gras is op de meeste melkveebedrijven de hoofdmoot van het ruwvoerrantsoen. Gras wordt gewaardeerd vanwege de goede smakelijkheid en vanwege de hoge VEM-, DVE- en OEB-waarde. De structuurwaarde laat soms te wensen over, waardoor aanvulling met structuurrijk ruwvoer noodzakelijk is.

3.4.13 Mineralenbalans

Bij een geschatte bruto-drogestofopbrengst van 13 ton ha⁻¹ (PV) en een gemiddeld ruw eiwitgehalte in vers gras van 22,6 % (Blgg, 2002) bedraagt de N-onttrekking 470 kg ha⁻¹. Bij een werkzame N-gift van 300 kg ha⁻¹ (150 kg N via kunstmest, 150 kg N via drijfmest), een NLV van 140 kg ha⁻¹ en een N-depositie van 30 kg ha⁻¹ bedraagt de totaal beschikbare hoeveelheid N 470 kg ha⁻¹. Bij aanwending van 60 m³ dunne rundermest ha⁻¹ (150 kg werkzame N ha⁻¹) bedraagt de benodigde aanvoer via kunstmest 150 kg N ha⁻¹ indien het bemestingsniveau 300 kg N ha⁻¹ bedraagt.

De P₂O₅-onttrekking is bij een bruto-drogestofopbrengst van 13 ton ha⁻¹ (PV) en een P-gehalte in vers gras van 4,4 g kg⁻¹ ds (Blgg, 2002) te berekenen op 131 kg ha⁻¹. Via aanwending van 60 m³ dunne rundermest kan circa 108 kg P₂O₅ gegeven worden; de benodigde aanvullende aanvoer via kunstmest bedraagt dan circa 23 kg ha⁻¹.

3.4.14 Saldoberekening

Er is uitgegaan van het maaien van vijf sneden en een vijfjarige teeltduur.

Tabel 10 Saldoberekening gras (summerfeeding)

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹ jaar ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	35	2,5	18
Kalk (ZBW)	1500	0,16	48
<i>Drijfmest</i> (m ³)	60		
N (kg)	152	0	0
P ₂ O ₅ (kg)	108	0	0
K ₂ O (kg)	408	0	0
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	148	0,55	16
P ₂ O ₅ (kg)	23	0,5	2
K ₂ O (kg)	175	0,3	11
Herbiciden	1	45	9
Pesticiden	1	40	8
Ploegen	1	110	22
Bekalken	1	51	10
Drijfmest uitrijden	60	3,4	204
Kunstmest strooien	3	32	96
Zaai	1	76	15
Spuiten	3	25	15
Maaien	5	44	220
Harken	5	15	75
Wiersen	5	15	75
Grashakselaar	5	46	230
Transport	5	34	170
Aanrijden kuil	1	93	93
Toevoegmiddel	2	15	30
Cultivateren	1	49	10
Totaal kosten			1377
DS-verliezen (%)		15	
VEM (kg ⁻¹ ds)		873	
DVE (g kg ⁻¹ ds)		74	
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		13000	
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		11050	
kVEM-opbrengst		9647	
kDVE-opbrengst		818	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		1312	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-1377	
Saldo (€ ha⁻¹)		-65	

3.4.15 Referenties

- Blgg, 2002. Blgg, Oosterbeek (www.blgg.nl)
- Bemestingsadviesbasis, 2002. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad (www.bemestingsadvies.nl)
- Jong de, J.A., 1991. Modern graslandgebruik. J.A. de Jong, Drachten: 233 pp.
- Rassenlijst, 2002. 77^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2002. Plant Research International, Wageningen: 300 pp.
- Van der Schans, D.A., Stienezen, M.W.J., 1998. Opbrengstvariabiliteit van voedergewassen op droogtegevoelige grond. In: Ruwvoederproductie bij droogte, kies voor zekerheid! Themaboekje 21, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, Lelystad: 61 pp.
- Van Dijk., H., 1995. Voederwinning, conservering en bewaring. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Ede: 83 pp.

3.5 Lupine (krachtvoer)

3.5.1 Inleiding

Lupinen (*Lupinus albus*, *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus*) zijn een oud landbouwgewas. In 1200 voor Christus werd het gewas voor de menselijke consumptie verbouwd in o.a. Egypte en Griekenland. Van oorsprong bevatten lupinen bitterstoffen (alkaloïden) in het zaad. Aangezien deze bitterstoffen bij witte lupinen makkelijk verwijderd konden worden, was de witte lupine (*Lupinus albus*) de meest verbouwde soort. Later kwamen daar ook de blauwe lupine (*Lupinus angustifolius*) en de gele lupine (*Lupinus luteus*) bij.

Lupinen kregen in Noord-West Europa pas landbouwkundige betekenis tijdens de regering van Frederik de Grote. De witte lupinen die toen verbouwd werden sloegen echter niet aan op de arme zandgronden. Later werd de gele lupine op deze gronden wel succesvol geïntroduceerd. Eind negentiende eeuw had de lupine in Duitsland betekenis als groenbemester op grote zand- en ontginningsbedrijven. In Nederland is de teelt van lupinen niet op grote schaal van de grond gekomen.

In de loop der jaren zijn alle drie lupinesoorten veredeld op een laag alkaloidgehalte. In deze rassen is het gehalte aan alkaloiden dusdanig laag dat deze stoffen geen invloed meer hebben op de smakelijkheid of risico's opleveren voor de gezondheid.

Lupinen kunnen zowel als krachtvoer (zaden) of als ruwvoer geteeld worden. De laatste decennia wordt er weinig lupine voor ruwvoer verbouwd. Echter, in 1998 is bij het IGER (Aberystwyth, Groot-Brittannië) weer onderzoek gestart naar de opbrengst, samenstelling en inkuilbaarheid van lupinen.

De zaadteelt van lupine is wereldwijd een belangrijke teelt in onder andere Australië en de Verenigde Staten. In Europa wordt lupine voor het zaad verbouwd in onder andere Spanje, Frankrijk, Italië en Groot-Brittannië (Tabel 11). In Nederland wordt een enkele keer lupine verbouwd als groenbemester.

Tabel 11 Areaal lupine in diverse Europese landen in het jaar 2000 (niet volledig)

Land	Areaal (ha)
Spanje	14.900
Frankrijk	5.865
Italië	3.300
Griekenland	100
Portugal	10
Duitsland	?
Groot-Brittannië	?
Europese Unie	24.175

Bron: FAO, 2001

3.5.2 Eisen standplaats

Lupine groeit het best op een goed ontwaterde zavelgrond met een diep doorwortelbare laag en een pH tussen de 5,5 en 6,5. Percelen die gevoelig zijn voor wateroverlast, een slechte structuur hebben of slempgevoelig zijn, dienen vermeden te worden. De drie lupinesoorten verschillen in standplaatseisen (Tabel 12).

Tabel 12 Standplaatseisen van gele, blauwe en witte lupine

	Gele lupine	Blauwe lupine	Witte lupine
grondsoort	zand	lichte en normale gronden	normale tot zware gronden
pH-range	4,6 - 6,0	5,0 - 6,5	5,5 - 6,5

Bron: DEFRA, 2002

Lupinen zijn een relatief droogtetolerant gewas. Het gewas wortelt gemiddeld 1 meter diep, maar de worteldiepte kan op goed doorwortelbare gronden toenemen tot meer dan 2,5 meter (Lamberts & Tolner, 1952; Hamblin & Tennant, 1987). Qua maximale bewortelingsdiepte is lupine vergelijkbaar met de granen. De watergebruiksefficiëntie van lupine is niet bekend.

Hoge pH's (> 6,5-7) zijn voor lupinen zeer schadelijk vanwege de kans op kalkchlorose. Bij kalkchlorose vergelen en verwelken de jonge planten en in ernstige gevallen sterven ze af.

3.5.3 Vruchtwisseling

Vruchtwisselingsziekten die een rol kunnen spelen bij de teelt van lupinen zijn 'brown spot disease' (*Pleiochaeta setosa*), antrachnose (*Colletotrichum acutatum*), botrytis (*Botrytis cinerea*) en verwelkingsziekte (*Fusarium oxysporum*). In het algemeen wordt een vruchtwisseling van minimaal één op vier geadviseerd.

Lupinen zijn een goede voorvrucht voor andere gewassen vanwege hun diepe wortelstelsel. Vergeleken met andere gewassen heeft de lupine meer wortels op grotere diepte. Hierdoor laat het gewas een goed doorwortelde bodem achter. Oppervlakkig wortelende volggewassen (maïs) kunnen de oude wortelgangen van lupine gebruiken om zelf dieper te wortelen. Vanwege de diepe beworteling kunnen lupinen nutriënten uit de ondergrond halen die voor andere gewassen onbereikbaar zijn. Hierdoor wordt de nutriëntenbenutting verbeterd en worden de verliezen naar het milieu beperkt.

Vanwege de stikstofbinding kan lupine stikstof naleveren aan volggewassen. Exacte hoeveelheden zijn onbekend; een schatting op basis van Hartman & Aldag (1989) is 130-150 kg N ha⁻¹.

Een goede voorvrucht voor lupine is een gewas dat weinig stikstof in de bodem achterlaat en de bodem goed doorwortelt. Voorbeelden zijn maïs of graan.

3.5.4 Bemesting

Lupine heeft op normale landbouwgronden geen NPK-bemesting nodig. De benodigde N wordt geproduceerd via de symbiotische stikstofbinding. Daarnaast is lupine in staat om moeilijk oplosbare fosfaten op te nemen door het uitscheiden van bepaalde verbindingen (Lamberts & Tolner, 1952). Het diepe wortelstelsel kan tevens uitgespoelde fosfaat en kali van grote diepte (1-2 m) opnemen.

Op basis van de gehalten fosfaat en kali in het zaad kan de onttrekking bij een opbrengst van 4 ton product ha⁻¹ geschat worden op respectievelijk 30-40 kg P₂O₅ ha⁻¹ en 40-60 kg K₂O ha⁻¹ (Gladstones et al., 1998; Lamberts & Tolner, 1952). In de praktijk bedragen de P- en K-giften in de zaadteelt respectievelijk 60-80 kg P₂O₅ en 100-120 kg K₂O. Hoge giften zijn af te raden, aangezien de teelt van lupine een uitstekende mogelijkheid is om nutriënten uit de ondergrond te mobiliseren.

De hoeveelheden macro- en micronutriënten zijn in het algemeen voldoende. Vanwege het diepe wortelstelsel kan lupine de aanwezige (micro)nutriënten goed opnemen. Een startgift stikstof voor de 'hongerperiode' heeft geen zin en pakt soms zelfs nadelig uit (Lamberts & Tolner, 1952).

Omdat lupine nadeel kan hebben van N-bemesting is bemesting met organische mest af te raden.

3.5.5 Rassenkeuze

Belangrijke raseigenschappen van lupinen zijn het opbrengstpotentieel, het ruw eiwitgehalte van het zaad, de koudetolerantie (winterlupinen), resistentie tegen bonenschermopmozaïekvirus (*Potyviridae*), het tijdstip van bloei, het tijdstip van afrijping, de hoogte (legeringgevoeligheid) en de bloeiduur (determinant/indeterminant). Naast deze eigenschappen dient ook de keuze voor zomer- of winterlupinen gemaakt te worden. Vergeleken met de zomervariant (blauwe en gele lupinen) heeft de wintervariant (voornamelijk witte lupine) een hogere opbrengst, een hoger ruw eiwitgehalte en een hogere oliegehalte.

3.5.6 Zaai

De zaaitijd van lupinen hangt af van de soort en het teeltdoel. Witte lupinen zijn in het algemeen wintergewassen en worden in de herfst gezaaid. Blauwe en gele lupinen zijn zomergewassen en worden in het voorjaar gezaaid. De laatste jaren zijn er ook blauwe winterrassen op de markt. Bij het inzaaien van winterlupinen voor de zaadproductie gelden een optimale zaaidatum en de juiste hoeveelheid zaaizaad als de belangrijkste voorwaarden voor een geslaagde teelt. Te vroeg zaaien kan leiden tot een te weelderige vegetatieve groei. Dit heeft een negatief effect op de zaadopbrengst. Bij te laat zaaien kunnen de jonge planten zich niet voldoende ontwikkelen om de winter te overleven. In Groot-Brittannië ligt de optimale zaaitijd tussen half september en begin oktober. De optimale zaaitijd in Nederland is niet bekend.

De geadviseerde plantdichtheid van winterlupinen voor de zaadteelt varieert van minimaal 20 planten per m² in Groot-Brittannië tot 50-70 planten per m² in Duitsland. Bij de zaai van winterlupinen dient rekening gehouden te worden met 50 % verlies van de hoeveelheid zaaizaad.

Zomerlupinen voor de zaadteelt kunnen gezaaid worden tussen half maart en uiterlijk half april. De minimale bodemtemperatuur bedraagt 4 °C. Bij de zaai van zomerlupinen voor de ruwvoerteelt ligt het optimale zaaitijdstip tussen half april en half mei (Lamberts & Tolner, 1952). Het verschil in optimaal zaaitraject wordt veroorzaakt door het teeltdoel. Later zaaien stimuleert de vegetatieve groei, wat gunstig is voor de ruwvoerteelt maar ten koste kan gaan van de korrelopbrengst. Vroeg zaaien is bij de zaadteelt met name van belang op de goede gronden, waar de vegetatieve groei in het algemeen uitbundiger is.

De nagestreefde plantdichtheden voor zomerlupinen variëren in Duitsland van 50-60 planten per m² voor gele lupinen tot 80-100 planten voor blauwe lupinen. Bij determinente rassen wordt in het algemeen een 30-40 % hogere zaaizaadhoeveelheid geadviseerd (Schmiechen, 2002).

Afhankelijk van de kiemkracht van het zaad, de weersomstandigheden tijdens het zaaien en het 1000-korrelgewicht kan de benodigde hoeveelheid zaad berekend worden. Lamberts & Tolner (1952) adviseren 75-100 kg zaad bij de teelt als krachtvoer. Hoge zaaidichtheden verminderen opkomstrisico's en onkruiddruk, maar kunnen anderzijds ook de ziektedruk doen toenemen.

De aanbevolen zaaidiepte is 2-4 cm in Duitsland en 5 cm in Groot-Brittannië. Bij dieper zaaien wordt de hogere ziektedruk in de top laag deels ontlopen. Daarnaast neemt het risico van vogelschade af. Keuze van de zaaidiepte kan variëren in afhankelijkheid van de ziektedruk van een perceel en bijvoorbeeld de structuur.

De rijenafstand kan variëren tussen de 12 cm (graanzaaimachine) en 50 cm (precisiezaaimachine). Een grotere rijenafstand gaat doorgaans ten koste van de opbrengst.

Zeer belangrijk is de keuze voor gecertificeerd zaaizaad, voornamelijk vanwege het voorkomen van antrachnose (*Colletotrichum acutatum*) dat met het zaaizaad overgedragen wordt. Daarnaast is de kwaliteit van gecertificeerd zaad (interne kwaliteit, breuk) hoger.

Enting van het zaad met de stikstofbindende bacterie *Rhizobium lupini* is noodzakelijk als de laatste 8 jaar geen lupinen geteeld zijn. De entstof kan gemixed worden met het zaad in de zaaimachine. Vanwege de hoge mate van persistentie in de bodem is opnieuw enten in principe niet nodig, maar er zijn aanwijzingen dat enting zelfs op gronden waar regelmatig lupine geteeld wordt kan leiden tot hogere opbrengsten (Lamberts & Tolner, 1952). Enting kan daarom beschouwd worden als een goedkope verzekeringspremie.

Bij het zaaien van lupine is het van belang dat het zaaibed goed bezakt is. Een goed bezakt zaaibed leidt tot een betere vochttoevoer en een meer regelmatige opkomst. Bij de teelt van zomerlupinen kan daarom het beste in het najaar geploegd worden.

Vanwege het grote zaad heeft lupine veel vocht nodig voor de kieming. Het zaaibed mag daarom niet te droog zijn. Het zaaibed dient fijn en stevig te zijn. Op gronden met veel slib bestaat het risico van korstvorming en kiemplantenuitval. Het rollen van het zaaibed na het zaaien wordt sterk aanbevolen. Rollen kan vraat door slakken en schade door wormstekigheid (*Delia platura*) reduceren. Daarnaast verbetert het de vochtaanvoer.

Bij het zaaien dient beschadiging van het zaad in de machine voorkomen te worden. Beschadigingen (interne breuk) leiden tot abnormale zaailingen en uitval van kiemplanten.

3.5.7 Onkruidbeheersing

Vanwege de trage beginontwikkeling is lupine gevoelig voor onkruiddruk. Na de kieming komt de ontwikkeling van het gewas gedurende enige tijd vrijwel tot stilstand tijdens de zogenaamde 'hongerperiode'. In deze fase is er sprake van stikstofgebrek. Na ontwikkeling van de wortelknolletjes versnelt de groei weer. Het gewas sluit laat. Ook later in het seizoen, bij het afrijpen van het gewas, kan onkruiddruk optreden. In principe kunnen onkruiden in lupinen chemisch worden bestreden, alhoewel tijdstip en middelen zorgvuldig gekozen dienen te worden. De chemische onbestrijding komt grotendeels overeen met die van erwten. Chemische bestrijding voor de opkomst is mogelijk, en een van de redenen waarom geadviseerd wordt lupinen tamelijk diep te zaaien. Vanaf een hoogte

van 4 cm kan onkruid mechanisch bestreden worden. Daarnaast behoort ook eggen vlak voor opkomst tot de mogelijkheden (Lamberts & Tolner, 1952). Om onkruiden te kunnen schoffelen is het noodzakelijk dat de rijenafstand daaraan aangepast wordt.

3.5.8 *Beheersing van ziekten en plagen*

De meest gevreesde ziekte in de lupinenteelt is Anthracnose (*Colletotrichum acutatum/gloesporioides*), een ziekte die via het zaad wordt overgedragen. De belangrijkste voorzorgsmaatregel is het kopen van gecertificeerd zaaizaad. Daarnaast kan het zaad ook behandeld worden met bestrijdingsmiddelen. De risico's van aantasting kunnen verder verminderd worden door een ruime vruchtwisseling.

Andere belangrijke ziekten zijn schimmelziekten als roest (*Uromyces lupinicolus*), 'brown spot disease' (*Pleiochaeta setosa*), botrytis (*Botrytis cinerea*), Fusarium (*Fusarium oxysporum*) en meeldauw (*Oidium*, *Erysiphe martii*). Deze ziekten kunnen chemisch bestreden worden, waarbij eigenlijk alleen preventief spuiten effectief is. Wat betreft Fusarium geldt dat alle nieuwe gele lupinerassen resistent zijn. In het algemeen zijn witte lupinen het meeste gevoelig voor aantasting door ziekten en de gele lupinen het minst. De meeste schimmelziekten zijn te vermijden door gecertificeerd zaaigoed te gebruiken, een vruchtwisseling van minimaal één op vier aan te houden en hoge plantaantallen te vermijden.

Plagen die schade kunnen veroorzaken zijn wormstekigheid van kiemplanten (*Delia platura*) en vraat door slakken, vogels en konijnen. Schade door vogelvraag kan problematisch zijn in de teelt van lupine en kan resulteren in een mislukte teelt. Schade door slakken kan geminimaliseerd worden door na het zaaien het zaaibed te rollen. Andere insecten die schade kunnen veroorzaken zijn de grote lupineluis (*Macrosiphum albifrons*), de zwarte bonenluis (*Aphis fabae*) en de groene perzikluis (*Myzus persicae*). Bestrijding is vaak niet economisch rendabel.

3.5.9 *Oogst*

Lupinen voor de zaadproductie kunnen worden geoogst als 90-95 % van de stengels en peulen bruin is en de zaden in de peulen rammelen. Het optimale vochtgehalte bedraagt 13-16 %. De drie lupinesoorten verschillen onderling in tijdstip van afrijping. Zomerlupinen rijpen daarnaast eerder af dan winterlupinen.

Lupinen kunnen net als droge erwten met een maaidorser worden geoogst. De trommelsnelheid dient laag te zijn. Bij warm en droog weer kunnen lupinen het best vroeg in de ochtend of tegen de avond gedorst worden. Dit verkleint de zaadverliezen. Bij opslag mag het vochtgehalte van lupinen niet groter zijn dan 14 %.

3.5.10 *Bewaring en inkuilbaarheid*

Lupinezaad dient opgeslagen te worden op een droge en koele plek. Bij vochtgehaltes groter dan 14 % is nadrogen noodzakelijk. Naast opslag van het droge zaad kan zaad met een lager drogestofgehalte in principe ook worden gemalen en ingekuild (Fychan et al., 2002). Hierbij is toevoeging van zuur noodzakelijk. De verliezen bij het dorsen en droog opslaan worden door het PV geschat op 3 % van de drogestof en 3 % van de VEM.

3.5.11 *Opbrengst en samenstelling*

In Groot-Brittannië worden met de teelt van witte winterlupinen zaadopbrengsten van 3,5-4,0 ton product ha⁻¹ behaald. In Duitsland bedraagt de gemiddelde zaadopbrengst van blauwe zomerlupinen circa 4 ton product ha⁻¹ (Schmiechen, 2002). De gemiddelde bruto-drogestofopbrengst wordt door het PV bij 13 % vocht geschat op 3,5 ton drogestof ha⁻¹.

Een voorbeeld van de samenstelling van het zaad is voor de drie soorten lupinen gegeven in Tabel 13.

Tabel 13 Samenstelling van het zaad van de drie lupinesoorten

Parameter	witte lupine	blauwe lupine	gele lupine
Droge stof (g kg ⁻¹)	914	911	915
Ruw as (g kg ⁻¹ ds)	33	27	35
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	358	320	383
Ruw vet (g kg ⁻¹ ds)	95	59	56
Ruw celstof (g kg ⁻¹ ds)	106	154	163
ADF	146	197	249
NDF	176	235	343
Lignine (g kg ⁻¹ ds)	7,0	8,6	7,3
Ca (g kg ⁻¹ ds)	2,0	2,2	2,2
P (g kg ⁻¹ ds)	3,6	3,0	4,3
K (g kg ⁻¹ ds)	8,8	8,0	9,7
Na (g kg ⁻¹ ds)	0,3	0,4	< 0,1

Bron: Petterson et al., 1997

3.5.12 Lupine in het rantsoen van melkvee

Lupinezaad kan in het rantsoen worden ingezet als eiwitleverancier en wordt voornamelijk gebruikt als vervanger van soja. De zaden hoeven voor het voeren alleen nog maar geplet te worden. Een vergelijking tussen de voederwaarde van lupinezaden en sojaschroot is gegeven in Tabel 14.

Tabel 14 Voederwaarde van lupinezaad en sojaschroot

Parameter	Lupine	Soja
Drogestof (g kg ⁻¹ product)	882	876
Ruw as (g kg ⁻¹ product)	39	64
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ product)	367	427
Ruw vet (g kg ⁻¹ product)	55	20
Ruw celstof (g kg ⁻¹ product)	132	63
Zetmeel (g kg ⁻¹ product)	29	62
Suiker (g kg ⁻¹ product)	49	95
VEM (g kg ⁻¹ product)	1123	1010
DVE (g kg ⁻¹ product)	141	228
OEB (kg ⁻¹ product)	184	159
Structuurwaarde	0,3	0,2
P (g kg ⁻¹ product)	3,4	3,0
K (g kg ⁻¹ product)	8,8	21,5
Ca (g kg ⁻¹ product)	2,3	2,7
Mg (g kg ⁻¹ product)	1,8	3,0
Na (g kg ⁻¹ product)	0,4	0,3

Bron: CVB, 2002

Lupine heeft een hogere VEM dan sojaschroot, maar een aanzienlijk lagere DVE. De OEB van beide producten is ongeveer gelijk.

3.5.13 Mineralenbalans

In onderzoek van Hartman & Aldag (1989) was de stikstofbinding van een goed geslaagd gewas lupinen ongeveer 300 kg ha⁻¹. Inclusief N-levering (mineralisatie, depositie, N_{min}) van 70 kg ha⁻¹ bedroeg de totale hoeveelheid beschikbare N circa 370 kg ha⁻¹. De gemiddelde N-onttrekking via het product (zaad) bedroeg circa 230 kg N ha⁻¹. Voor de teelt van lupine is geen N-aanvoerpost in MINAS opgenomen. De bruto-aanvoer van ongeregistreerde stikstof in het bedrijfssysteem is daarom gelijk aan de stikstofbinding, namelijk circa 300 kg N ha⁻¹. Uit het oogpunt van MINAS is de teelt van lupine interessant.

De P_2O_5 -onttrekking van lupinen voor de krachtvoerteelt kan bij een opbrengst van 3,5 ton drogestof ha^{-1} (PV) en een P-gehalte van 0,34 % (CVB, 2002) geschat worden op 26 $kg\ ha^{-1}$. Aangezien lupine in principe geen behoefte heeft aan fosfaatbemesting is aanvoer van P via kunstmest overbodig.

3.5.14 Saldoberekening

Tabel 15 Saldoberekening lupine (krachtvoer)

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha^{-1})
Zaaizaad (kg)	100	1,5	150
Enting	1	40	40
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	0	0,55	0
P_2O_5 (kg)	0	0,5	0
K_2O (kg)	0	0,3	0
Pesticiden	1	75	75
Herbiciden	1	125	125
Ploegen	1	110	110
Kunstmest strooien	0	32	0
Zaai	1	76	76
Spuiten	3	25	75
Dorsen	1	142	142
Transport	1	29	29
Cultivateren	1	49	49
Totaal kosten			871
DS-verliezen (%)		3	
VEM (kg^{-1} ds)		1273	bij 88,2 % ds
DVE ($g\ kg^{-1}$ ds)		160	bij 88,2 % ds
Bruto-dsopbrengst (ton ha^{-1})		3500	
Netto-dsopbrengst (ton ha^{-1})		3395	
kVEM - opbrengst		4322	
kDVE - opbrengst		543	
Incl. McSharry-premie			
Opbrengst (€ ha^{-1})		717	
Kosten (€ ha^{-1})		-871	
McSharry-premie (€ ha^{-1})		357	
Saldo (€ ha^{-1})		203	
Excl. McSharry-premie			
Opbrengst (€ ha^{-1})		717	
Kosten (€ ha^{-1})		-871	
Saldo (€ ha^{-1})		-154	

3.5.15 Referenties

- DEFRA, 2002. Department for Environment, Food en Rural Affairs (DEFRA), Londen, Groot-Brittannië (www.defra.gov.uk)
- FAO, 2001. Statistische database FAO, Rome, Italië (www.fao.org)
- Fychan, R., Jones, R., Fraser, M., 2002. Evaluation of two narrow-leaved lupin varieties for silage and grain production. 10th International lupin conference, Laugarvatn, IJsland (in druk)
- Gladstones, J.S., Atkins, C.A., Hamblin, J., 1998. Lupins as crop plants: biology, production and utilization: 465 pp.
- Hamblin, A., Tennant, D., 1987. Root length density and water uptake in cereals and grain legumes: how well are they correlated? *Australian Journal of Agricultural Research* 38: 513-527
- Hartmann, C., Aldag, R., 1989. N₂-fixation and yield structure of white lupin (*Lupinus albus* L.) in comparison to *Vicia faba* L. and *Glycine max* (L.) Merr. on different sites. *Journal of Agronomy and Crop Science* 1633: 210-211.
- Lamberts, H., Tolner, J., 1952. Gele voederlupine: teelt, gebruik en veredeling van een voedergras. Stichting voor Plantenveredeling Wageningen: 115 pp.
- Petterson, D.S., Sipsas, S., Mackintosh, J.B., 1997. The Chemical Composition and Nutritive Value of Australian Pulses (2nd Edition). Grains research and Development Corporation, Canberra, Australië: 65 pp.
- Schmiechen, U., 2002. Anbauradgeber Blaue Süßlupine, UFOP-Praxisinformation, Baywa AG, München, Duitsland

3.6 Lupinen (ruwvoer)

3.6.1 Inleiding

De teelt van lupinen als ruwvoer komt voor een groot deel overeen met de teelt als krachtvoer. In dit hoofdstuk zijn alleen de verschillen gerapporteerd.

3.6.2 Bemesting

Bij de teelt van lupine als ruwvoer zal de onttrekking van P en K hoger zijn dan bij de zaadteelt. Gegevens over het P- en K-gehalte van lupine-GPS zijn niet bekend. Een ruwe schatting van de onttrekking bij de ruwvoerteelt is respectievelijk 60-80 kg P₂O₅ en 200-300 kg K₂O.

3.6.3 Rassenkeuze

Belangrijke raseigenschappen van lupinen voor de ruwvoerteelt zijn het opbrengstpotentieel, het drogestofgehalte (inkuilen), de aar/stengelverhouding (voederwaarde), het ruw eiwitgehalte, de koude-tolerantie (winterlupinen), resistentie tegen bonenscherpmozaïekvirus (*Potyviridae*), de vroegheid van bloei, de gewashoogte (legeringsgevoeligheid) Naast deze eigenschappen dient ook de keuze voor zomer- of winterlupinen gemaakt te worden.

De korte dwergtypen hebben waarschijnlijk een betere voederwaarde, aangezien het korrelaandeel in het eindproduct hoger is. Wel is als gevolg van de geringe planthoogte de drogestofopbrengst doorgaans lager. Vergelijkend voederwaarde-onderzoek is niet beschikbaar.

3.6.4 Zaai

Lamberts & Tolner (1952) adviseren voor de ruwvoerteelt circa 150 kg zaad. Hoge zaaidichtheden verminderen opkomstrisico's en onkruiddruk, maar kunnen anderzijds ook de ziektedruk doen toenemen.

3.6.5 Oogst

Over het juiste oogsttijdstip van lupine voor GPS bestaat onduidelijkheid. Waarschijnlijk is het optimale oogsttijdstip bereikt als de zaden deegrijp zijn. Naar het optimale oogsttijdstip van lupine voor GPS dient nader onderzoek gedaan te worden. De haksellengte komt overeen met snijmais en triticale-GPS.

Het is niet bekend met welke machine lupine voor GPS het beste geoogst kan worden. Gezien de gewenstheid van een veldperiode (vanwege het lage drogestofgehalte) ligt maaien voor de hand. Na een veldperiode van circa 2 dagen kan het gewas worden gehakseld en ingekuild. Lupine droogt langzaam tijdens de veldperiode. Fychan et al. (2002) bereikten een toename van het drogestofgehalte van 15-17 % tot 21-26 %.

3.6.6 Inkuilbaarheid

Van het inkuilen van lupine voor GPS is weinig informatie beschikbaar. Uit onderzoek van Fychan et al. (2000) blijkt dat toevoeging van een entstof de kwaliteit van de kuil verbetert. De combinatie van een hoog ruw eiwitgehalte en een laag drogestofgehalte geeft aan dat het inkuilen problemen kan geven. Het lage drogestofgehalte kan leiden tot aanzienlijke persapverliezen.

De conserveringsverliezen inclusief veldverliezen worden door het PV geschat op 20 % van de drogestof en 30 % van de VEM.

3.6.7 Opbrengst en samenstelling

De bruto-drogestofopbrengst van lupine voor GPS ligt ergens tussen de 5 en 8,5 ton drogestof ha⁻¹, afhankelijk van soort teelt (winter/zomer), cultivar en oogsttijdstip. De gemiddelde bruto-drogestofopbrengst wordt door het PV geschat op 7 ton ha⁻¹.

Uit Jones et al. (1999) blijkt dat ADF- en NDF-waarden van ingekuilde lupinen in respectievelijk de range 400-450 en 500-550 liggen. Deze hoge NDF-waarden hebben in principe een negatief effect op de VC-os en daarmee op de voederwaarde. De vraag bij deze (hoge) waarden is of er op het juiste tijdstip geoogst is.

Op basis van de gegevens van Fychan et al. (2002), aangevuld met schattingen van het PV, zijn de VEM, DVE en OEB bij een drogestofgehalte van 27,5 % berekend op respectievelijk 850 (kg⁻¹ ds), 60 (g kg⁻¹ ds) en 110 (g kg⁻¹ ds).

3.6.8 Lupine in het rantsoen van melkvee

Over de waarde van lupine-GPS in het rantsoen van melkkoeien is weinig bekend. De voederwaarde wordt wel vergeleken met die van luzerne. Lamberts & Tolner (1952) meldden een VC-os van ingekuilde lupine (oogst bij bloei) van 70-73 %. In het algemeen wordt lupine voor GPS in een later stadium geoogst en is het NDF-gehalte hoger. Als gevolg daarvan zal ook de VC-os in het algemeen lager zijn. Volgens Lamberts & Tolner (1952) wordt lupine-GPS door melkkoeien beter opgenomen dan klaver-silage, maar heeft dit geen effect op de melkgift. Naar de waarde van lupine-GPS in het rantsoen voor melkkoeien dient nader onderzoek te worden verricht.

3.6.9 Mineralenbalans

Aangezien er bij de oogst van het zaad een hoeveelheid N en P in het stro achterblijft zullen de N- en P-afvoer bij de ruwvoerteelt wat hoger zijn dan bij de krachtvoerteelt.

3.6.10 Saldoberekening

Tabel 16 Saldoberekening lupine (ruwvoer)

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaazaad (kg)	120	1,5	180
Inoculeren	1	40	40
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	0	0,55	0
P ₂ O ₅ (kg)	0	0,5	0
K ₂ O (kg)	0	0,3	0
Pesticiden	1	40	40
Herbiciden	1	40	40
Ploegen	1	110	110
Kunstmest strooien	0	32	0
Zaai	1	76	76
Spuiten	2	25	50
Maaien	1	66	66
Wiersen	1	23	75
Grashakselaar	1	111	111
Transport	1	83	83
Aanrijden kuil	1	70	70
Toevoegmiddel	7	15	105
Cultiveren	1	49	49
Totaal			1095

DS-verliezen (%)	20
VEM (kg ⁻¹ ds)	850
DVE (g kg ⁻¹ ds)	60
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)	7000
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)	5600
kVEM - opbrengst	4760
kDVE - opbrengst	336
Incl. McSharry-premie	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)	598
Kosten (€ ha ⁻¹)	-1095
McSharry-premie (€ ha ⁻¹)	357
Saldo (€ ha ⁻¹)	-140
Excl. McSharry-premie	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)	598
Kosten (€ ha ⁻¹)	-1095
Saldo (€ ha ⁻¹)	-497

3.6.11 Referenties

- Fychan, R., Fraser, M.D., Jones, R., Roberts, J., 2000. The effect of harvest date and inoculation on the yield and fermentation characteristics of two lupin varieties when ensiled. British Grassland Society (BGS) Sixth Research Conference, Aberdeen, 11-13 September 2000: 2 pp.
- Fychan, R., Jones, R., Fraser, M., 2002. Evaluation of two narrow-leafed lupin varieties for silage and grain production. 10th International lupin conference, Laugarvatn, IJsland (in druk)
- Jones, R., Fychan, R., Evans, S., Roberts, J., 1999. Effects of wilting and application of a bacterial inoculant on the fermentation characteristics of lupin silage. Proceedings of the 7th International Silage Conference, Uppsala, Zweden, 5-6 July 1999: 98-99.
- Lamberts, H., Tolner, J., 1952. Gele voederlupine: teelt, gebruik en veredeling van een voedergewas. Stichting voor Plantenveredeling Wageningen: 115 pp.

3.7 Luzerne

3.7.1 Eisen standplaats

Luzerne groeit optimaal op kalkrijke klei- en zavelgronden met een diep bewortelingsprofiel en een goede ontwatering. Bodemverdichtingen hebben een negatieve invloed op de gewasopbrengst, aangezien de wortels dan niet in staat zijn water op grotere diepte weg te halen. Op zandgronden dient de bewortelingsdiepte groter te zijn dan 50 cm en de hoogste grondwaterstand groter dan 40 cm beneden het maaiveld (Boxem et al., 1999). Luzerne kan tot enkele meters diep wortelen (Boxem et al., 1999). De transpiratiecoëfficiënt bedraagt 400 liter water per kg bovengronds geproduceerde drogestof (Van der Schans & Stienezen, 1998). Luzerne herstelt goed na een droogteperiode.

Luzerne is gevoelig voor wateroverlast. Natte omstandigheden bevorderen de aantasting door schimmels en remmen de groei van de *Rhizobium*-bacteriën door het ontstaan van zuurstofgebrek.

De optimale pH ligt tussen 6,5 en 7,5 (Boxem et al, 1999). Bij een pH beneden 5,8 wordt de groei en ontwikkeling van de symbiosebacterie *Rhizobium meliloti* geremd, waardoor onvoldoende stikstof geproduceerd wordt en de gewasopbrengst achterblijft. Het negatieve effect van een lagere pH kan (gedeeltelijk) worden opgeheven door stikstofbemesting, bekalking en enting van het zaaizaad met *Rhizobium meliloti*. Na enting en omhulling van het zaaizaad met kalk kan luzerne ook met succes op zandgronden met pH > 5,5 verbouwd worden.

3.7.2 Vruchtwisseling

Luzerne is niet zelfverdraagzaam. Ziekten die bepalend zijn voor de teeltfrequentie zijn de verwelkingsziekte (*Verticillium albo-atrum*), klaverkanker (*Sclerotinia trifoliorum*) en het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*). Geadviseerd wordt om een vruchtwisseling van minimaal vier jaar aan te houden (Schröder, 1988). Afhankelijk van de teruggang in plantdichtheid en de mate van veronkruiding kan luzerne drie tot vier jaar geteeld worden. De risico's van aantasting door verwelkingsziekte en het stengelaaltje kunnen verkleind worden door rassenkeuze. Luzerne is een goede voorvrucht voor andere gewassen. Door het diepe en uitgebreide wortelstelsel wordt de structuur van de grond verbeterd en kan organische stof tot grote diepte in de bodem gebracht worden. De stikstof die vrijkomt bij vertering van het wortelstelsel is deels beschikbaar voor volggewassen. Een mogelijk risico bij de teelt van luzerne is de waardplantfunctie voor het stengelaaltje en de mogelijke waardplantfunctie voor het wortelknobbelaaltje, het wortellesie-aaltje en het schede-aaltje op lichtere gronden (Schröder, 1988).

3.7.3 Bemesting

Bij de teelt van luzerne hoeft er geen stikstof gegeven te worden, tenzij de stikstofbinding niet op gang komt. Bij een bruto-drogestofopbrengst van 12 ton ha⁻¹ bedraagt de P₂O₅- en K₂O-onttrekking respectievelijk 83 en 323 kg ha⁻¹ (Schröder, 1988).

De fosfaat kan in één keer in het voorjaar gegeven worden. Gezien het risico van uitspoeling is het raadzaam om op zandgrond de kali in twee of drie gelijke giften te splitsen.

Bij voorjaarsinzaai is de opbrengst in het eerste jaar circa 30 % lager. Hierdoor kan ook de bemesting met fosfaat en kali circa 30 % verlaagd worden.

Naast NPK neemt een gewas luzerne onder andere ook circa 42 kg MgO en 314 kg CaO per hectare op (Schröder, 1988). Bemesting met CaO is doorgaans alleen in het eerste jaar nodig en is afhankelijk van de pH. Luzerne is gevoelig voor boriumtekort. De jaarlijkse onttrekking bedraagt ongeveer 150 gram ha⁻¹ (Boxem et al., 1999).

Bij een drijfmestgift van circa 50 m³ ha⁻¹ wordt in het algemeen voorzien in de behoefte aan nutriënten. Een nadeel van bemesting met drijfmest is dat er ook stikstof gegeven wordt. Stikstofgift via drijfmest leidt meestal niet tot productieverbetering, maar remt de stikstofbinding en versterkt de concurrentiepositie van niet-stikstofbindende onkruiden. Drijfmest kan zonder noemenswaardige beschadiging via zodenbemesting worden toegediend. Geadviseerd wordt om de 50 m³ in twee keer te verstrekken: in het vroege voorjaar en na de eerste of tweede snede. De tweede drijfmestgift dient zo snel mogelijk na de oogst gegeven te worden, om de uitlopers zo min mogelijk te beschadigen.

3.7.4 Rassenkeuze

Van belang bij de rassenkeuze van luzerne zijn de vroegheid van bloei, stevigheid (legering), drogestofgehalte, ruw eiwitopbrengst en drogestofopbrengst (Rassenlijst, 2002). Op besmette percelen is resistentie tegen het stengelaaltje ook een belangrijke raseigenschap.

3.7.5 Zaai

Op zandgrond waar 3-5 jaar geen luzerne geteeld is, en op zuurdere zandgronden (pH < 5,5), dient het zaaizaad geïnoculeerd te worden met een *Rhizobium meliloti*-suspensie. Uit het oogpunt van risicomijding verdient het overigens de voorkeur om altijd te enten, zeker gezien de relatief geringe kosten. Aangezien de bacteriën zich goed vestigen in een neutraal, kalkrijk milieu, wordt tevens geadviseerd om in kalk gehuld zaad (geprild zaad) te gebruiken. Dit geldt met name voor de zuurdere gronden. Prillen leidt tot een betere beginontwikkeling, een betere onkruidonderdrukking en een hogere opbrengst van de eerste snede (Boxem et al., 1999). Het combineren van entstof met ontsmettingsmiddelen kan een negatieve invloed hebben op de overlevingskansen van de *Rhizobium*-bacteriën. Van een aantal rassen is geënt en geprild zaad te koop.

Het zaaitijdstip voor luzerne ligt tussen half april en eind juni. Laat zaaien vergroot de kans op vochtgebrek en kost opbrengst. Zaaien in het najaar is niet aan te bevelen gezien het grote risico van uitwintering.

Het ideale zaai-bed voor luzerne is vergelijkbaar met dat van bieten of gras, namelijk een stevig bezakte ondergrond met daarom een losse toplaag. De benodigde hoeveelheid zaad varieert tussen de 20 en 30 kg ha⁻¹. Zaaidiepte en rijenafstand komen overeen met gras, respectievelijk 1-2 cm en 5-10 cm. Een grotere rijenafstand maakt mechanische onkruidbestrijding via schoffelen mogelijk, maar leidt ook tot een grotere onkruiddruk en een lagere opbrengst van de eerste snede.

Een goede opkomst resulteert in ongeveer 175 planten per m² in het eerste jaar. Dit aantal daalt tot circa 120 m² aan het begin van het 2^e jaar en circa 75 planten aan het begin van het 3^e jaar (Boxem et al., 1999). Doorzaaien is alleen in het eerste jaar mogelijk; luzerne scheidt een autotoxische stof (medicarpin) af die de kieming van het zaad en opkomst van kiemplanten sterk remt.

3.7.6 Onkruidbeheersing

Vanwege de trage beginontwikkeling kan onkruid een groot probleem zijn in het jaar van inzaai. Luzerne dient daarom bij voorkeur op een onkruidvrij perceel gezaaid te worden. Naast opbrengstderving verlaagt onkruid ook de voederwaarde van de eerste snede en kan het zelfs gevaarlijk zijn voor de gezondheid van het vee. Na de eerste snede is onkruid doorgaans geen probleem meer.

Chemische onkruidbestrijding in luzerne is beperkt toegestaan (vóór hergroei). Mechanische onkruidbestrijding is bijvoorbeeld mogelijk met een wiedege. Onkruid kan op diverse andere manieren bestreden worden. Een aantal opties zijn het inzaaien onder dekvrucht, het aanleggen van een vals zaai-bed of het inzaaien van mengsels. Het inzaaien onder dekvrucht kan behoorlijk risicovol zijn. Bij een te zware dekvrucht kan het gewas mislukken. Het gebruik van mengsels heeft een aantal voordelen. Naast onderdrukking van het onkruid kan het gebruik van mengsels de inkuilbaarheid en de veldvulling op de kopakkers verbeteren (Boxem et al., 1999). Bij het gebruik van mengsels is het belangrijk dat het andere gewas na de eerste snede niet meer terugkomt. Een geschikt gewas is bijvoorbeeld een eensnedig ras van Alexandrijnse klaver (*Trifolium alexandrinum*). Ook rode en witte klaver zijn geschikt.

Tijdens het derde en vierde jaar van de teelt kan onkruid door afname van het plantaantal weer problematisch worden. Veronkruiding kan gereduceerd worden door het vermijden van rijshade en verkorting van de teeltduur naar drie jaar.

3.7.7 Beheersing van ziekten en plagen

Luzerne is weinig gevoelig voor ziekten en plagen. Daarnaast is chemische bestrijding vaak niet economisch rendabel. Preventie door middel van een ruime vruchtwisseling en een goede rassenkeuze heeft de voorkeur. Ziekten die vrijwel alleen door vruchtwisseling voorkomen kunnen worden zijn de verwelkingsziekte (*Verticillium albo-atrum*), klaverkanker (*Sclerotinia trifoliorum*) en aantasting door het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*). Shade door bladplekkenziekte (*Pseudopeziza medicaginis*) of meeldauw (*Erysiphe trifolii*) kan beperkt worden door tijdig te maaien. Aantasting door de bladrandkever (*Sitona lineatus*) of de erwtebladluis (*Acyrtosiphon pisum*) kan chemisch bestreden worden.

3.7.8 Oogst

Het oogsttijdstip voor een maximale voederwaarde is bereikt als de eerste groene bloemknoppen zichtbaar worden. Bij later maaien neemt de blad-stengelverhouding af en het ruw celstofgehalte toe. Hierdoor daalt de voederwaarde. Te vroeg maaien leidt tot een trage hergroei en herhaaldelijk vroeg maaien tot het wegvallen van planten

Tijdig maaien is vooral van belang bij de eerste twee sneden vanwege de grote bijdrage aan de voederwaarde-opbrengst. Bij latere sneden kan iets later gemaaid worden. Het gewas heeft in dat geval meer tijd om de reserves aan te vullen. Uit onderzoek naar het optimale maaieregime blijkt dat de voederwaarde-opbrengst maximaal is als de eerste twee sneden relatief vroeg gemaaid worden en de laatste snede(n) relatief laat (Boxem et al., 1999).

De laatste snede dient ruim voor het invallen van de winterrust of pas na het invallen van de winterrust gemaaid te worden. Dit betekent dat er voor half september of na half oktober gemaaid dient te worden. Bij maaien tussen half september en half oktober heeft het gewas te weinig tijd om de ondergrondse reserves aan te vullen. Dit kost in het volgende productiejaar opbrengst vanwege trage hergroei en uitval van planten.

Er kunnen drie tot vier sneden geoogst worden. Voor het bereiken van een goede voederwaarde mag er niet te zwaar gemaaid worden. Bij maaien voor de drogerij kan volstaan worden met drie sneden. In het laatste productiejaar kunnen eventueel vijf sneden gemaaid worden. Het negatieve effect van laat maaien speelt dan geen rol meer.

Luzerne kan gemaaid worden met zwadmaaiers of schotelmaaiers. Maaien met een rollenkneuzer is aan te bevelen. Een knepelkneuzer veroorzaakt veel bladverlies, en ook een cirkelmaaier is minder geschikt. De maaihoogte bedraagt minimaal 6 cm. De veldperiode dient bij voorkeur niet langer te zijn dan twee dagen; daarna treedt kwaliteitsverlies op. Schudden leidt tot bladverlies en kan daarom beter achterwege gelaten worden. Inkuilen kan via de opraapwagen of via de hakselaar. Hakselen geeft doorgaans de beste resultaten.

3.7.9 Inkuilbaarheid

Luzerne is minder makkelijk in te kuilen dan gras en snijmaïs vanwege het hoge ruw eiwitgehalte, het lagere drogestofgehalte en het lagere suikergehalte. Tot aan een drogestofgehalte van 35 % wordt daarom het gebruik van een toevoegmiddel aangeraden (Boxem et al., 1999). De conserveringsverliezen inclusief veldverliezen worden geschat op 15 % van de drogestof en 25 % van de VEM (Van Dijk, 1995).

3.7.10 Opbrengst en samenstelling

De bruto-drogestofopbrengst kan variëren tussen de 9 en 15 ton ha⁻¹ (Boxem et al., 1999; Schröder, 1988; Wilkins & Paul, 2002). De opbrengst is in het eerste jaar relatief laag en in het tweede jaar maximaal (Tabel 17). Vanaf het tweede jaar neemt de opbrengst af. De gemiddelde bruto-opbrengst wordt door het PV geschat op 12 ton ha⁻¹.

Tabel 17 Voorbeeld van bruto-opbrengsten (ton ds ha⁻¹) per productiejaar

Grondsoort	Oogstjaar				Gem.
	<i>eerste</i>	<i>tweede</i>	<i>derde</i>	<i>vierde</i>	
jonge ontginningsgrond	6,9	11,3	8,5	6,6	8,3
oude ontginningsgrond	8,1	13,3	12,9	10,6	11,2
eerdgrond	9,2	16,7	14,3	12,7	13,2
Gemiddelde	8,1	13,8	11,9	10,0	

Bron: Boxem et al., 1999

De samenstelling van ingekuilde luzerne is weergegeven in Tabel 18. De berekende VEM-waarde van 706 (kg⁻¹ ds) is meestal lager dan de voederwaarde in het dier. De onderschatting kan 10-15 % bedragen (Boxem et al., 1999).

Tabel 18 Samenstelling van luzernekuil

Parameter	Waarde
Drogestof (g kg ⁻¹ vers)	390
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	193
Ruw as (g kg ⁻¹ ds)	145
Ruw celstof (g kg ⁻¹ ds)	285
Zetmeel (g kg ⁻¹ ds)	-
Suiker (g kg ⁻¹ ds)	-
VEM (kg ⁻¹ ds)	706
DVE (g kg ⁻¹ ds)	42
OEB (kg ⁻¹ ds)	75
Structuurwaarde	3,4

Bron: CVB, 2002

3.7.11 Luzerne in het rantsoen van melkvee

Luzerne heeft een hoge passagesnelheid in het verteringskanaal van de koe, waardoor de drogestofopname hoog is. Het gewas heeft een goede smakelijkheid, een goede eiwitsamenstelling en een hoge structuurwaarde (Boxem et al., 1999; Stimuland, 2002). Luzerne heeft in dit opzicht vooral waarde als aanvulling op het rantsoen. Vanwege het hogere gehalte lignine is de verteerbaarheid van luzerne lager dan de verteerbaarheid van gras, hetgeen gunstig is voor de pensprikkeling en de stabiliteit van het fermentatieproces.

In een rantsoen van snijmaïs en graskuil in de verhouding 1:1 kan graskuil goed vervangen worden door luzerne zonder dat dit de productie en samenstelling van de melk noemenswaardig beïnvloedt (Tabel 19). Het eiwitgehalte lijkt licht te dalen, maar het is de vraag of dit een significante afname is.

Tabel 19 Effect van vervanging van graskuil door luzernekuil op melkproductie en -samenstelling

Parameter	Snijmaïs-graskuil	Snijmaïs-luzernekuil
Ruwvoer (kg ds)	12,2	12,4
Krachtvoer (kg ds)	8,1	8,3
kVEM	19,6	19,2
DVE (g)	1795	1782
OEB (g)	587	969
Melk (kg)	27,2	27,2
Vet (%)	4,51	4,64
Eiwit (%)	3,40	3,34
VEM-voorziening (%)	106	102
DVE-voorziening (%)	109	109

Bron: Boxem et al., 1999

Luzerne kan als enig ruwvoer dienen voor jongvee vanaf 9 maanden. Afgezien van het lage natriumgehalte is het een compleet voer voor groeiende dieren (Boxem et al, 1999). Na-bijvoeding in de vorm van likstenen is gewenst.

3.7.12 Mineralenbalans

Bij een geschatte opbrengst van 12 ton drogestof ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte van 19,3 % (CVB, 2002) bedraagt de N-onttrekking circa 371 kg N. In de wortels en stoppels kan 100-170 kg N ha⁻¹ aanwezig zijn, afhankelijk van de leeftijd van het gewas (Van der Meer, 1985). Na aftrek van 50 kg ha⁻¹ via N-levering (mineralisatie, depositie, N_{min}) resulteert een geschatte stikstofbinding van 421-491 kg N ha⁻¹. De N-aanvoerpost voor MINAS bedraagt voor luzerne 160 kg ha⁻¹. Hiermee bedraagt de bruto aanvoer van ongeregistreerde stikstof in het bedrijfssysteem nog steeds 261-331 kg ha⁻¹.

Bij een drogestofopbrengst van 12 ton ha⁻¹ bedraagt de P₂O₅-onttrekking circa 83 kg ha⁻¹ (Schröder, 1988). Met een drijfmestgift van 50 m³ dunne rundermest ha⁻¹ (zodenbemesting) wordt circa 90 kg ha⁻¹ aangevoerd. Er is dan geen aanvulling met kunstmestfosfaat nodig.

3.7.13 Saldoberekening

De berekening is gebaseerd op een vierjarige teelt waarbij jaarlijks vier sneden geoogst worden.

Tabel 20 Saldoberekening luzerne

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹ jaar ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	25	5,5	34
Enting	1	40	10
Kalk (ZBW)	1500	0,16	60
<i>Drijfmest</i> (m ³)	50		
N (kg)	127	0	0
P ₂ O ₅ (kg)	90	0	0
K ₂ O (kg)	340	0	0
Herbiciden	1	70	70
Bekalken	1	51	10
Ploegen	1	110	28
Drijfmest uitrijden	50	3,4	170
Zaai	1	76	19
Spuiten	2	25	13
Maaien	4	44	176
Harken	4	15	60
Wiersen	4	15	60
Grashakselaar	4	46	184
Transport	4	34	136
Aanrijden	1	93	93
Toevoegmiddel	3	15	45
Cultiveren	1	49	12
Totaal kosten			1180
DS-verliezen (%)		15	
VEM (kg ⁻¹ ds)		706	
DVE (g kg ⁻¹ ds)		42	
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		12000	
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		10200	
kVEM-opbrengst		7201	
kDVE-opbrengst		428	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		846	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-1180	
Saldo (€ ha⁻¹)		-334	

3.7.14 Referenties

- Boxem, T., Meijer, R.G.M., Philipsen, A.P., Van der Schans, D., Schreuder, R., Van Walbeek, M., 1999. Luzerne als voedergras. Handboek Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad: 48 pp.
- Rassenlijst, 2002. 77^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2002. Plant Research International, Wageningen: 300 pp.
- Schröder J., 1988. Teelt van luzerne. Teelthandleiding nr. 25, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad: 35 pp.
- Stimuland, 2002. Alternatieve voedergrassen, Stichting Stimuland Overijssel: 40 pp.
- Van Dijk, H., 1995. Voederwinning, conservering en bewaring. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Ede: 83 pp.
- Van der Meer, H.G., 1985. Teelt en opbrengst van luzerne en rode klaver. CABO-verslag nr. 59, Centrum voor Agrobiologisch onderzoek, Wageningen: 29 pp.
- Van der Schans, D.A., Stienezen, M.W.J., 1998. Opbrengstvariabiliteit van voedergrassen op droogtegevoelige grond. In: Ruwvoederproductie bij droogte, kies voor zekerheid! Themaboekje 21, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, Lelystad: 61 pp.
- Wilkins R.J., Paul C., 2002. Legume silages for animal production (LEGSIL). Proceedings of an international workshop held in Braunschweig, 8-9 July 2001, Sonderheft 234. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig, Duitsland: 95 pp.

3.8 Snijmaïs

3.8.1 Eisen standplaats

Snijmaïs groeit goed op zowel lichte als zware gronden. De optimale pH voor maïs ligt op zand-, dal- en lössgronden in het traject 5,0-6,0 (Van Dijk et al., 1993). Beneden een pH-waarde van 4,4 kan de drogestofopbrengst met 10-20 % afnemen (Van Dijk et al., 1993). Op kleigronden is de waarde van de optimale pH afhankelijk van het organische stofgehalte en het slibgehalte (Van Dijk et al., 1993). De maximale bewortelingsdiepte van maïs bedraagt 90-100 cm (Van der Schans & Stienezen, 1998; Kirkham et al., 1998). In combinatie met een relatief lage transpiratiecoëfficiëntie van 190 kg water per kg geproduceerde drogestof is maïs een minder droogtegevoelig gewas dan gras (Van der Schans & Stienezen, 1998). Uitzonderingen zijn de zeer droge jaren. Maïs kan zich namelijk niet herstellen van droogteschade, terwijl gras dit deels wel kan.

3.8.2 Vruchtwisseling

Maïs heeft weinig last van bodemgebonden ziekten en plagen. Aaltjes die zich kunnen vermeerderen op maïs zijn diverse vrijlevende wortelaaltjes (*Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*), het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*) en het maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*). Schade door aaltjes is nog nooit aangetoond. Negatief is vooral de waardplantfunctie, waardoor het risico van schade aan volggewassen toeneemt.

De teelt van maïs heeft eerder een negatief dan een positief effect op de bodemstructuur. De bewortelingsdiepte en -intensiteit is niet groot en de inbreng van organische stof in de bodem is beperkt. Door het late oogsttijdstip (half september-half oktober) en het gebruik van zware machines is er een risico op structuurbeschadiging bij het oogsten.

Snijmaïs wordt uit praktische overwegingen vaak in continue teelt verbouwd. Continue teelt van maïs leidt vaak tot opbrengstreductie (10-20 %) en kan zorgen voor problemen met de onkruidbeheersing (Van Dijk et al., 1993). Aarts et al. (2002) vermoeden dat de opbrengstdaling bij maïs in continue teelt voornamelijk veroorzaakt wordt door daling van het organischestofgehalte van de bodem.

3.8.3 Bemesting

Het stikstofadvies uit de Bemestingsadviesbasis (2002) bedraagt 180-200 kg N per hectare minus de hoeveelheid minerale stikstof in bodemlaag 0-30 cm.

Bij een bruto-drogestofopbrengst van 14 ton ha⁻¹ en een P- en K-gehalte in verse snijmaïs (28-32 % ds) van respectievelijk 2,0 en 13,2 g kg⁻¹ drogestof (CVB, 2002) bedragen de P₂O₅- en K₂O-onttrekking respectievelijk 64 en 223 kg ha⁻¹. Een bemestingsadvies voor P en K wordt gegeven in de Bemestingsadviesbasis (2002).

Een deel van de benodigde fosfaat wordt vaak via rijenbemesting gegeven. Bij rijenbemesting is de fosfaatwerking aanzienlijk hoger en kan met kleinere giften volstaan worden. Daarnaast bevordert rijenbemesting een vlotte start van het gewas. Samen met fosfaat wordt doorgaans tot 30 kg N ha⁻¹ gegeven.

Via drijfmest kan voor een groot deel in de behoefte aan macro- en micronutriënten voorzien worden. Omdat een deel van de N en P vaak via rijenbemesting gegeven wordt, is het toedienen van hoge drijfmestgiften af te raden.

3.8.4 Rassenkeuze

Belangrijke raseigenschappen bij snijmaïs zijn de opbrengst, VEM-waarde, vroegheid van bloei, drogestofgehalte, stevigheid, resistentie tegen stengelrot, resistentie tegen builenbrand en vlotheid van beginontwikkeling (Rassenlijst, 2002). De vroegheid van bloei wordt in het algemeen opgedeeld in drie klassen: zeer vroege rassen, vroege rassen en middenvroeg rassen.

3.8.5 Zaai

Het zaaibed voor snijmaïs dient vlak en homogeen te zijn. De zaaitijd wordt in belangrijke mate bepaald door de bodemtemperatuur, die minimaal 8-10 °C dient te zijn. Het ideale zaaitijdstip ligt tussen 20 april en 10 mei (Van Dijk et al., 1993). Later zaaien dan 1 mei heeft negatieve gevolgen voor de opbrengst en kwaliteit. De gewenste plantdichtheid bedraagt 90.000-100.000 planten ha⁻¹. De gewenste hoeveelheid zaaizaad is, afhankelijk van het zaaitijdstip, 5-15 % hoger. Een tabel voor bepaling van de juiste hoeveelheid zaaizaad is opgenomen in Van Dijk et al. (1993). De zaaidiepte bedraagt 4-5 cm (5-7 cm bij mechanische onkruidbestrijding) en de rijenafstand 75 cm. Het zaad wordt meestal met een precisiezaaimachine gezaaid.

3.8.6 Onkruidbeheersing

Tussen bereiding van het zaaibed en het sluiten van het gewas ligt een periode van zes tot acht weken. Hierdoor is onkruidbestrijding een belangrijk item in de maïsteelt. Onkruid kan zowel chemisch als mechanisch bestreden worden (Van Dijk et al., 1993). Bij mechanische onkruidbestrijding kan tot het vijfbladsstadium de wiedege gebruikt worden. Bij toepassing van mechanische onkruidbestrijding dient daarmee al bij het zaaien rekening gehouden te worden. Minimaal één keer wiedege is een voorwaarde om in aanmerking te komen voor de McSharry-premie.

3.8.7 Beheersing van ziekten en plagen

Maïs is niet erg ziektegevoelig. Enkele belangrijke ziekten zijn kiemschimmels (*Pythium* spp.), wortelverbruining (*Pythium* spp., *Fusarium* spp.), builenbrand (*Ustilago maydis*) en stengelrot (*Fusarium* spp.). Stengelrot is de belangrijkste schimmelziekte in Nederland (Van Dijk et al., 1993). Schimmelziekten in maïs zijn tijdens de gewasperiode niet chemisch te bestrijden vanwege de gewashoogte. De belangrijkste bestrijdingsmaatregelen zijn vruchtwisseling (wortelverbruining) en keuze van resistente rassen (stengelrot).

Schade door insecten kan veroorzaakt worden door de fritvlieg (*Oscinella frit*), ritnaalden (*Agriotes* spp.), de aardappelstengelboorder (*Hydroecia micacea*) en de maïsstengelboorder (*Ostrinia nubilalis*). De fritvlieg kan bestreden worden door gebruik van ontsmet zaaizaad. Bestrijding van ritnaalden door grondbehandeling is soms nodig na het scheuren van blijvend grasland. De maïsstengelboorder veroorzaakt geen schade van betekenis. Soms kan ook belangrijke schade veroorzaakt worden door vogelvraat. Dieper zaaien en behandeling van het zaad met methiocarb kan de schade beperken.

Onder de aaltjes die zich kunnen vermeerderen op maïs bevinden zich diverse vrijlevende wortelaaltjes (*Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*), het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*) en het maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*). Schade door aaltjes is nog nooit aangetoond. Negatief is vooral de waardplantfunctie, waardoor het risico van schade aan volggewassen toeneemt.

3.8.8 Oogst

Snijmaïs wordt geoogst bij een drogestofgehalte van 28-35 %. De korrel is dan deegrijp en minder dan 5 bladeren zijn nog voor meer dan de helft groen. De huidige rassen worden vanaf half september tot half oktober geoogst, afhankelijk van het zaaitijdstip, de groeiomstandigheden en de vroegheid van het ras. Het gewas wordt geoogst met een maïshakselaar op een lengte van 15 cm. De haksellengte bedraagt 6-8 mm. Belangrijk voor benutting van de voederwaarde is dat de korrels gekneusd of geheel doorgesneden worden. Daarom zijn tegenwoordig alle hakselaars voorzien van een korrelkneuzer. Een juiste afstelling is erg belangrijk.

3.8.9 Inkuilbaarheid

Vanwege het lage eiwitgehalte en het voldoende hoge drogestofgehalte en suikergehalte is snijmaïs bijna altijd goed te conserveren. Het kuilvoer bevat daardoor weinig of geen boterzuur en de NH₃-fractie is laag. Het gebruik van toevoegmiddelen is overbodig. De conserveringsverliezen inclusief veldverliezen worden geschat op 7 % van de drogestof en 9 % van de VEM (Van Dijk, 1995).

Om broeivorming na opening van de kuil te voorkomen wordt een voersnelheid van anderhalve m³ per week geadviseerd.

3.8.10 Opbrengst en samenstelling

De bruto-drogestofopbrengst van snijmaïs kan variëren tussen de 10 en 18 ton ha⁻¹. De gemiddelde bruto-opbrengst wordt door het PV geschat op 14 ton drogestof ha⁻¹. De gemiddelde samenstelling van ingekuilde snijmaïs in Nederland in de periode 1997-2002 is gegeven in Tabel 21.

Tabel 21 Samenstelling van ingekuilde snijmaïs

Parameter	Waarde
Droge stof (g kg ⁻¹ vers)	332
Ruw as (g kg ⁻¹ ds)	41
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	74
Ruw celstof (g kg ⁻¹ ds)	198
Zetmeel (g kg ⁻¹ ds)	341
Suiker (g kg ⁻¹ ds)	10
VEM (kg ⁻¹ ds)	953
DVE (g kg ⁻¹ ds)	48
OEB (g kg ⁻¹ ds)	-31
Structuurwaarde ¹⁾	1,5
P (g kg ⁻¹ ds)	2,0
K (g kg ⁻¹ ds)	12,1

Bron: Blgg, 2002

1) CVB, 2002

3.8.11 Snijmaïs in het rantsoen van melkvee

Snijmaïs wordt in het rantsoen vooral gewaardeerd vanwege de grote energie-inhoud en de grote hoeveelheid zetmeel. Het ruw eiwitgehalte is laag, zodat aanvulling met eiwitrijk voer bij een snijmaïsrijk rantsoen noodzakelijk is.

3.8.12 Mineralenbalans

Bij een geschatte opbrengst van 14 ton drogestof ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte in het verse product (28-32 % ds) van 8,2 % (CVB, 2002) bedraagt de N-onttrekking van snijmaïs circa 179 kg ha⁻¹. Bij een bemesting volgens het advies van 180 kg werkzame N ha⁻¹ en een geschatte N-levering (mineralisatie, depositie, N_{min}) van 50 kg N ha⁻¹ bedraagt de totale hoeveelheid beschikbare stikstof 230 kg ha⁻¹. Bij inzet van 40 m³ dunne rundermest (bouwlandinjecteur) bedraagt de N-aanvoerpost voor MINAS op hectare-niveau circa 54 kg ha⁻¹.

De P₂O₅-onttrekking bedraagt circa 64 kg ha⁻¹ bij een drogestofopbrengst van 14 ton ha⁻¹ en een P-gehalte in verse snijmaïs (28-32 % ds) van 2,0 g kg⁻¹ ds (CVB, 2002). Met 40 m³ dunne rundermest wordt ongeveer 72 kg P₂O₅ aangevoerd. Aanvullende fosfaatgift via kunstmest is hierdoor overbodig.

3.8.13 Saldoberekening

Tabel 22 Saldoberekening snijmaïs

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	2	90	180
<i>Drijfmest</i> m ³)	40		
N (kg)	126	0	0
P ₂ O ₅ (kg)	72	0	0
K ₂ O (kg)	272	0	0
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	54	0,55	30
P ₂ O ₅ (kg)	0	0,5	0
K ₂ O (kg)	0	0,3	0
Herbiciden	1	85	85
Ploegen	1	110	110
Drijfmest uitrijden	40	2,3	90
Zaaien incl. rijenbemesting	1	78	78
Kunstmest strooien	1	33	33
Wiedeggen	1	31	31
Spuiten	2	25	50
Hakselen (incl. transport)1	1	429	429
Kuil aanrijden	1	93	93
Cultivateren	1	49	49
Totaal kosten			1258
DS-verliezen (%)		7	
VEM (kg ⁻¹ ds)		921	
DVE (g kg ⁻¹ ds)		48	
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		14000	
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		13020	
kVEM-opbrengst		11991	
kDVE-opbrengst		625	
Incl. McSharry-premie			
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		1344	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-1258	
McSharry-premie (€ ha ⁻¹)		420	
Saldo (€ ha ⁻¹)		507	
Excl. McSharry-premie			
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		1344	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-1258	
Saldo (€ ha ⁻¹)		87	

3.8.14 Referenties

- Aarts., H.F.M., Hilhorst, G.J., Nevens, F., Schröder, J.J., 2002. Betekenis wisselbouw voor melkveebedrijf op lichte zandgrond. Rapport 36, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad: 19 pp.
- Bemestingsadviesbasis, 2002. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad (www.bemestingsadvies.nl)
- Kirkham, M.B., Grecu, S.J., Kanemasu, E.T., 1998. Comparison of minirhizotrons and the soil-water depletion method to determine maize and soybean root length and depth. *European Journal of Agronomy* 8: 117-125
- Rassenlijst, 2002. 77^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2002. Plant Research International, Wageningen: 300 pp.
- Van der Schans, D.A., Stienezen, M.W.J., 1998. Opbrengstvariabiliteit van voedergewassen op droogtegevoelige grond. In: Ruwvoederproductie bij droogte, kies voor zekerheid! Themaboekje 21, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, Lelystad: 61 pp
- Van Dijk, W., Van der Schans, D.A., Groten, J., Lieffijn, H., Almelo, P., Dijk van, H., Verstraten, F., Holwerda, D., Vliet van, J., 1993. Teelt van maïs. Teelthandleiding nr. 58, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad: 126 pp.

3.9 MKS (krachtvoer)

3.9.1 Inleiding

De teelt van maïskolvenschroot (MKS) is grotendeels gelijk aan de teelt van snijmaïs. In dit hoofdstuk worden daarom alleen de verschillen gerapporteerd.

3.9.2 Eisen standplaats

De korrelopbrengst van maïs reageert sterker op vochttekort dan de opbrengst van de gehele plant. De teelt van maïs voor MKS is daarom droogtegevoeliger dan de teelt van snijmaïs. Vanwege het late oogsttijdstip (oktober) dient een perceel voor de teelt van MKS een goede draagkracht te hebben in het najaar. Percelen die makkelijk vernatten zijn daarom niet geschikt uit het oogpunt van oogstzekerheid en het optreden van structuurschade. Ook gronden waarop in het najaar snel nachtvorst optreedt dienen vermeden te worden.

3.9.3 Vruchtwisseling

Door het late oogsttijdstip en het gebruik van zware machines is het risico van structuurbeschadiging bij de teelt van MKS groter dan bij de teelt van snijmaïs.

Als het stro (4-5 ton drogestof) niet geoogst maar ondergeploegd wordt kan de teelt van MKS bijdragen aan handhaving of verhoging van het organische stofgehalte van de bodem.

3.9.4 Bemesting

De NPK-bemesting van maïs voor MKS is ongeveer gelijk aan de bemesting van snijmaïs. Bij de teelt van MKS mag de stikstofbemesting zeker niet hoger dan 180 kg ha⁻¹ zijn (incl. N_{min}). Hoge stikstofgiften stimuleren met name de vegetatieve groei en hebben daarom een negatief effect op de korrelzetting en korrelvulling. Boriumgebrek kan een slechte kolfvulling veroorzaken. Bij regelmatige drijfmestgift is de kans op boriumgebrek niet groot, maar het is raadzaam om de boriumtoestand van de bodem in de gaten te houden.

3.9.5 Rassenkeuze

Er zijn geen speciale rassen voor de teelt van MKS. Goede rassen voor de teelt van CCM zijn ook geschikt voor de teelt van MKS. Bij de teelt van MKS wordt de maïs geoogst bij een drogestofgehalte van de korrel van 55-60 %. Hierdoor blijft het gewas lang op het veld staan. Vroegrijpheid is daarom een belangrijke raseigenschap, evenals stevigheid van de stengels en resistentie tegen stengelrot (*Fusarium spp.*). Ook resistentie tegen builenbrand (*Ustilago maydis*) verdient meer aandacht, aangezien builenbrand vooral de kolf aantast. Er is geen informatie beschikbaar over rasverschillen betreffende resistentie tegen builenbrand. In het verleden heeft resistentie tegen builenbrand wel in de Rassenlijst gestaan, maar de laatste jaren was de besmettingsdruk te laag om betrouwbare cijfers te genereren.

Soms worden zogenaamde 'dubbeldoelrassen' geteeld, die geschikt zouden zijn voor zowel de snijmaïsteelt alsook de korrelteelt. Het idee van 'dubbeldoelrassen' is dat de beslissing om snijmaïs of maïs voor CCM/MKS te telen tot laat in het seizoen uitgesteld kan worden. In het algemeen geven 'dubbeldoelrassen' geen optimaal resultaat voor beide teeltdoeleinden. De rassenkeuze kan daarom beter op de teelt van korrelmaïs ingesteld worden (Van Dijk et al., 1993).

3.9.6 Zaaï

Vroeg zaaien is met name belangrijk voor de korrelopbrengst. Daarom is bij de teelt van MKS vroeg zaaien nog belangrijker dan bij de teelt van snijmaïs. Voor een goede kolfzetting en -afrijping mag de plantdichtheid niet te hoog zijn. De optimale plantdichtheid ligt tussen de 80.000 en 90.000 planten ha⁻¹ (Van Dijk et al., 1993).

3.9.7 Oogst

Mais voor de teelt van MKS is oogstrijp bij een drogestofgehalte van 55-60 %. Dit betekent dat het gewas later wordt geoogst dan snijmais. Het oogsttijdstip is half-eind oktober. Na half oktober is er in het algemeen nog maar weinig rijping te verwachten, terwijl het risico van kwaliteits- en oogstverliezen toeneemt.

MKS wordt geoogst met een maishakselaar voorzien van een kolvenplukker. Bij de oogst van MKS bedraagt de haksellengte 4-6 mm. Recent is apparatuur ontwikkeld waarmee zowel de kolven als het stro in één werkgang geoogst kunnen worden. De oogst van het stro kan interessant zijn. Met een VEM-waarde van 750 is het stro een goed voedingsmiddel voor droge koeien en jongvee (De Haan & Van der Schans, 1996).

3.9.8 Inkuilbaarheid

Ook MKS is goed in te kuilen. Het product is vanwege het hoge drogestofgehalte echter broeigevoeliger dan snijmais. Voor een goede kuil is het belangrijk om in één dag in te kuilen, de kuil goed vast te rijden en direct luchtdicht af te dekken. Afdekking met een plastic zeil en 10-15 cm grond is noodzakelijk. De conserveringsverliezen worden door het PV geschat op 5 % van de drogestof en 6 % van de VEM. Om broeivorming na opening van de kuil te voorkomen wordt een voersnelheid van anderhalve m³ per week geadviseerd.

3.9.9 Opbrengst en samenstelling

De bruto-opbrengst van MKS kan variëren tussen de 6 en 11 ton drogestof ha⁻¹. De gemiddelde bruto-opbrengst wordt door het PV geschat op 9 ton drogestof ha⁻¹.

De stro-opbrengst kan variëren tussen de 4 en 7 ton drogestof ha⁻¹ (De Haan & Van der Schans, 1996). De gemiddelde stro-opbrengst wordt door het PV geschat op 5 ton drogestof ha⁻¹. De samenstelling van MKS vergeleken met snijmais is gegeven in Tabel 21.

Tabel 23 Samenstelling van MKS en snijmais

Parameter	MKS ¹⁾	Snijmais ²⁾
Droge stof (g kg ⁻¹ vers)	540	332
Ruw as (g kg ⁻¹ ds)	21	41
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	89	74
Ruw celstof (g kg ⁻¹ ds)	80	198
Zetmeel (g kg ⁻¹ ds)	534	341
Suiker (g kg ⁻¹ ds)	5	10
VEM (kg ⁻¹ ds)	1140	953
DVE (g kg ⁻¹ ds)	65	48
OEB (g kg ⁻¹ ds)	-28	-31
Structuurwaarde	0,8	1,5
P (g kg ⁻¹ ds)	2,5	2,0
K (g kg ⁻¹ ds)	5,1	12,1

Bronnen:

- 1) CVB, 2002
- 1) Blgg, 2002

MKS bevat aanzienlijk meer zetmeel dan snijmais en aanzienlijk minder ruw celstof. De VEM- en DVE-waarden van MKS zijn een stuk hoger.

3.9.10 MKS in het rantsoen van melkvee

MKS wordt in het rantsoen vooral gewaardeerd vanwege de hoge energie-inhoud en de grote hoeveelheid zetmeel. Het ruw eiwitgehalte is iets hoger dan dat van snijmais, maar nog steeds laag, zodat aanvulling met eiwitrijk voer noodzakelijk is. Vanwege de hoge energiewaarde is MKS vooral een geschikt voedermiddel voor hoogproductieve koeien. MKS kan ingezet worden om krachtvoer te vervangen. Vervanging van krachtvoer door MKS leidde in voederproeven tot een hogere melkproductie, een lager vetgehalte en een onveranderd eiwitgehalte (Tabel 24).

Tabel 24 Effecten van vervanging van krachtvoer door MKS op melkproductie en –samenstelling

	KV00 ¹⁾	KV25	KV48
Voeropname (kg ds)			
Graskuil	12,8	12,5	11,9
Krachtvoer	5	2,9	1,2
MKS	0	2,5	4,8
Totaal	17,8	17,9	17,9
kVEM			
DVE (g)	1765	1780	1762
OEB (g)	0	199	375
Zetmeel (kg)	0	1,5	2,7
Bestendig zetmeel (kg)	-	0,4	0,7
Melkproductie			
Melk (kg)	22,5	23,5	23,5
Vet (%)	4,25	4,05	4,03
Eiwit (%)	3,58	3,57	3,54

Bron: Zom, 1996

1) 0, 2,5 of 4,8 kg ds uit MKS

Het dalende vetgehalte kan deels het gevolg zijn van een verdunningseffect van de hogere melkproductie. Bij vervanging van krachtvoer door MKS bleef de totale drogestofopname ongeveer gelijk en was er sprake van een lichte verdringing van het ruwvoer. Een punt van aandacht bij het voeren van MKS zijn de lage gehalten aan P en Mg.

Het maïsstro kan gevoerd worden aan droge koeien of jongvee. Maïsstro is een goede vervanger van bijvoorbeeld graszaadstro. De VEM-waarde bedraagt ongeveer 750 per kg drogestof (De Haan & Van der Schans, 1996).

3.9.11 Mineralenbalans

Bij een bruto-opbrengst van 9 ton drogestof ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte in het ingekuilde product van 8,9 % (CVB, 2002) bedraagt de N-onttrekking van MKS circa 128 kg ha⁻¹. Bij een bemesting volgens het advies van 180 kg werkzame N ha⁻¹ en een geschatte N-levering (mineralisatie, depositie, N_{min}) van 50 kg N ha⁻¹ bedraagt de totale hoeveelheid beschikbare N 230 kg ha⁻¹. Bij inzet van 40 m³ dunne rundermest (bouwlandinjecteur) bedraagt de benodigde N-aanvoer via kunstmest circa 54 kg N ha⁻¹.

De P₂O₅-onttrekking bedraagt circa 50 kg ha⁻¹ bij een bruto-drogestofopbrengst van 9 ton ha⁻¹ (PV) en een P-gehalte in het ingekuilde product van 2,5 g kg⁻¹ ds (CVB, 2002). Met 40 m³ dunne rundermest wordt ongeveer 72 kg P₂O₅ aangevoerd. Fosfaataanvoer via kunstmest is hiermee overbodig.

3.9.12 Saldoerekening

Tabel 25 Saldoberekening MKS

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	2	90	180
<i>Drijfmest</i> (m ³)	40		
N (kg)	126	0	0
P ₂ O ₅ (kg)	72	0	0
K ₂ O (kg)	272	0	0
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	54	0,55	30
P ₂ O ₅ (kg)	0	0,5	0
K ₂ O (kg)	0	0,3	0
Herbiciden	1	85	85
Ploegen	1	110	110
Bemesten	40	2,3	90
Zaaïen incl. rijenbemesting	1	78	78
Kunstmest strooien	1	33	33
Wiedeggen	1	31	31
Spuïten	2	25	50
Hakselen (incl. transport)	1	331	331
Aanrijden	1	93	93
Cultiveren	1	49	49
Totaal kosten			1160
DS-verliezen (%)		5	
VEM (kg ⁻¹ ds)		1140	
DVE (g kg ⁻¹ ds)		65	
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		9000	
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		8550	
kVEM-opbrengst		9747	
kDVE-opbrengst		556	
Incl. McSharry-premie			
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		1128	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-1160	
McSharry-premie (€ ha ⁻¹)		420	
Saldo (€ ha ⁻¹)		388	
Excl. McSharry-premie			
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		1128	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-1160	
Saldo (€ ha ⁻¹)		-32	

3.9.13 Referenties

- Blgg, 2002. Blgg, 2002 (www.blgg.nl)
- Bemestingsadviesbasis, 2002. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad (www.bemestingsadvies.nl)
- De Haan, M.H.A., Van der Schans, F.C., 1996. Oogst van maïsstro bij teelt van MKS aantrekkelijk. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad. *Praktijkonderzoek* 96-5: 20-23.
- Rassenlijst, 2002. 77^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2002. Plant Research International, Wageningen: 300 pp.
- Van Dijk, H., 1995. Voederwinning, conservering en bewaring. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Ede: 83 pp.
- Van Dijk, W., Van der Schans, D.A., Groten, J., Lieffijn, H., Almeloo, P., Van Dijk, H., Verstraten, F., Holwerda, D., Van Vliet, J., 1993. Teelt van maïs. Teelthandleiding nr. 58, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad: 126 pp.
- Zom, R., 1996. Maïskolvensilage voor melkkoeien in de weideperiode. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad. *Praktijkonderzoek* 96-2: 9-11.

3.10 Mergkool

3.10.1 Eisen standplaats

Mergkool (*Brassica oleraceae* var. *medullosa*) groeit op vrijwel alle grondsoorten in de pH-range 4,2 tot 8,3. Het gewas prefereert echter een goed ontwaterde, zavelachtige grond, met een pH van ongeveer 6,5. Bijzonder aan mergkool is de tolerantie voor lage temperaturen. Vorst wordt tot -15°C verdragen.

Mergkool wortelt gemiddeld 45-60 cm diep (Sanders, 1993). Hierdoor is de droogtetolerantie laag en is het gewas minder geschikt voor droogtegevoelige (zand) gronden.

Percelen met serieuze onkruidproblemen dienen vermeden te worden. Probleemonkruiden in de teelt van mergkool zijn met name perzikkruid (*Persicaria maculosa*) en melganzevoet (*Chenopodium album*).

3.10.2 Vruchtwisseling

Een belangrijke vruchtwisselingsziekte in de teelt van mergkool is knolvoet (*Plasmidiophora brassicae*). Deze schimmel kan zeven tot tien jaar in de bodem overleven. De lange overlevingsduur wordt mede veroorzaakt doordat een groot aantal leden van de *Cruciferae*-familie waardplant is, waaronder allerlei onkruiden. Preventieve bestrijding van knolvoet vereist een teeltfrequentie van maximaal eens in de vijf jaar. Hierbij mogen geen andere brassica's of kruisbloemigen in het bouwplan worden opgenomen.

De waarde van mergkool in de vruchtwisseling is beperkt. Het gewas wortelt niet diep waardoor het wortelstelsel weinig effect heeft op de structuur van de bodem. Ook de inbreng van organische stof is zeer beperkt.

Mergkool is in principe een interessant tussengewas vanwege de relatief hoge opbrengst in korte tijd. Daarnaast kan er tot begin augustus gezaaid kan worden. Vanwege de vorsttolerantie kan mergkool in het najaar ook als vanggewas op het veld blijven staan en vers gevoederd worden. Laat oogsten verhoogd echter wel het risico van structuurbeschadiging.

3.10.3 Bemesting

De bemesting van mergkool is afhankelijk van de teeltduur. Bij de teelt van mergkool als tussengewas wordt er een gift van 75-125 kg N, 50-100 kg P_2O_5 en 50-100 kg K_2O ha⁻¹ geadviseerd (Cebeco, 2002). Bij de teelt van mergkool als hoofdgewas ligt de behoefte aan nutriënten hoger. Bij een bruto-drogestofopbrengst van circa 9 ton ha⁻¹ en een ruw eiwitgehalte van 16 % (PV) bedraagt de N-onttrekking 230 kg N ha⁻¹. In onderzoek van Johnston (1971) nam bij een toename van de N-gift van 180 tot 240 kg ha⁻¹ de drogestofopbrengst nog met circa 14 % toe. In onderzoek van Schweiger (1971) bleef bij toename van de N-gift van 200 naar 400 kg ha⁻¹ de drogestofopbrengst gelijk met 9 ton ha⁻¹. De ruw eiwitopbrengst nam echter toe van 1,4 ton ha⁻¹ (15,5 %) naar 1,8 ton ha⁻¹ (20 %). Hogere N-giften kunnen dus het ruw eiwitgehalte doen toenemen. Het verdient aanbeveling om onderzoek te doen naar het stikstofniveau waarbij de ruw eiwitopbrengst maximaal is bij acceptabele N-verliezen. Een voorlopige schatting van de N-gift is 200 kg N ha⁻¹.

Bij een bruto-drogestofopbrengst van 9 ton ha⁻¹ kan op basis van het P- en K-gehalte in verse mergkool (CVB, 2002) een onttrekking van 52 kg P_2O_5 en 249 kg K_2O berekend worden. Schröder (1975) vond P-gehalten van ongeveer 0,33 % in de drogestof. Bij een drogestof opbrengst van 9 ton ha⁻¹ bedraagt de P_2O_5 -onttrekking dan ongeveer 68 kg ha⁻¹.

Bij het bemesten via kunstmest kan splitsing van de gift gunstig uitpakken voor de mineralenbenutting. Een mogelijkheid is om de fosfaat en kali en 1/3 van de N-gift vlak voor het zaaien toe te dienen, en de rest van de N-gift rond het 4-5^e bladstadium toe te dienen.

De teelt van mergkool is zeer geschikt voor de aanwending van drijfmest. Via drijfmest kan er voor een groot deel in de mineralenbehoefte voorzien worden.

3.10.4 Rassenkeuze

Belangrijke selectiecriteria bij de rassenkeuze zijn het drogestofgehalte, resistentie tegen knolvoet en vorsttolerantie. Op dit moment is in Nederland alleen het ras 'Grüner Angeliter' op de markt. In Groot-Brittannië, waar relatief veel mergkool verbouwd wordt, is een groter aantal rassen beschikbaar. Voorbeelden zijn 'Caledonian', 'Bittern', 'Pinfold', 'Keeper' en 'Maris Kestrel'. Daarnaast is het mengsel 'Kaleage' beschikbaar, een

mengsel van de rassen 'Pinfold' en 'Keeper'. 'Caledonian' heeft als enige van de beschikbare rassen resistentie tegen knolvoet; 'Pinfold' heeft een relatief hoog drogestofgehalte. Bij 'Keeper' blijft het gewas kort, wat het geschikter maakt voor begrazing. Tenslotte heeft het ras 'Bittern' een relatief hoog suikergehalte, wat inkuilen zou kunnen vergemakkelijken.

Van de meeste rassen is het zaad behandeld tegen kiemplantziekten (damping-off), aantastig door kevers en *Alternaria*.

3.10.5 Zaai

Het optimale zaaitijdstip voor mergkool als hoofdgewas ligt tussen half april en eind mei. Bij later zaaien neemt de kans op een ontoereikende vochtvoorziening toe. Te vroeg zaaien leidt tot trage beginontwikkeling, uitval van kiemplanten, en een hogere onkruiddruk.

Bij de teelt van mergkool als stoppelgewas kan er, afhankelijk van de vochtvoorziening, tot begin augustus gezaaid worden.

Het ideale zaai-bed voor mergkool is vergelijkbaar met dat van gras en bieten. De voorkeur gaat uit naar een fijn, vast (bezakt) en onkruidvrij zaai-bed. De zaai diepte is 1-2 cm. Geadviseerd wordt om na het zaaien te rollen.

De benodigde hoeveelheid zaai-zaad bedraagt 7,5 kg ha⁻¹ bij rijenzaai op 50 cm en 8,5 kg ha⁻¹ bij breedwerpig zaaien. Bij de teelt van mergkool als stoppelgewas is een zaai-zaadhoeveelheid van 4 kg ha⁻¹ voldoende. Om te kunnen schoffelen is rijenzaai met een afstand tussen rijen van 50 cm noodzakelijk.

3.10.6 Onkruidbeheersing

Onkruid kan in mergkool een probleem zijn bij een trage beginontwikkeling als gevolg van een lage temperatuur of te diep zaaien. Na het scheuren van grasland is onkruidbestrijding in mergkool echter zelden noodzakelijk (Young et al., 1995). Als het gewas eenmaal gesloten is ontwikkeld zich geen onkruid meer. Mergkool kan goed met onkruiden concurreren.

Onkruidbestrijding kan mechanisch plaatsvinden met bijvoorbeeld een schoffelmachine. Over chemische onkruidbestrijding zijn geen gegevens beschikbaar.

Probleemonkruiden in mergkool zijn perzikkruid (*Persicaria maculosa*) en melganzevoet (*Chenopodium album*). Percelen waarop deze onkruiden veel voorkomen dienen vermeden te worden.

3.10.7 Beheersing van ziekten en plagen

Over de beheersing van ziekten en plagen in mergkool zijn weinig gegevens bekend. Mergkool kan worden aangetast door de eerder genoemde knolvoetziekte (*Plasmiodiophora brassicae*). Dit kan met name een probleem zijn als er vlak voor de teelt van mergkool een andere koolachtige (of kruisbloemige) geteeld is. Schade door knolvoet kan alleen voorkomen worden door een ruime vruchtwisseling en de keuze van een resistent ras. Daarnaast wordt deze ziekte ook geremd door hogere bodem-pH's.

Naast knolvoet kan mergkool ook worden aangetast door algemene kiemplantziekten en *Alternaria* (*Alternaria* spp.). Chemische beheersing van ziekten en plagen is waarschijnlijk overeenkomstig de bestrijding in andere koolsoorten. Er zijn geen specifieke gegevens bekend. Aantasting door kevers kan een probleem (Young et al., 1995). Naast gebruik van chemisch behandeld zaad dient er regelmatig gecontroleerd te worden op aantasting. Bij warm weer kunnen ook aardvlooiën, rupsen en koolmotjes het gewas aantasten.

3.10.8 Oogst

In Groot-Brittannië wordt mergkool doorgaans ingekuuld in balen. Het gewas wordt geoogst bij een lengte van 75-90 cm en een stengeldikte van ruim één cm. Bij deze afmetingen is het gewas makkelijk te verwerken met een balenpers. Doorgaans kan mergkool na 12 tot 14 weken geoogst worden. Het ideale oogsttijdstip van een hoofdgewas mergkool qua voederwaarde-opbrengst is niet bekend. Hier dient nader onderzoek naar verricht te worden.

Mergkool kan gemaaid worden met een maaimachine met kneuzer. De stoppel dient tenminste 12 cm lang te zijn. Hierdoor wordt verontreiniging met grond voorkomen en is de droging tijdens de veldperiode beter. De veldperiode mag niet te lang zijn, aangezien het gewas dan tussen de stoppels wegzakt en moeilijker op te rapen is. Bij het inkuilen van mergkool in balen wordt er een veldperiode van 24-48 uur geadviseerd (Young et al., 1995). Hierdoor kan het drogestofgehalte toenemen van circa 15 % bij oogst tot 20-24 % bij het inkuilen.

Daarnaast vergemakkelijkt het drogen de verwerking van de stengels met de balenpers. Keren van het zwad wordt niet aanbevolen in verband met verontreiniging met grond.

Bij oogst in het najaar of in de winter is een veldperiode niet mogelijk. In dat geval wordt het gewas gemaaid en meteen gehakseld. Een hakselaar met een rijonafhankelijk voorzetstuk heeft de voorkeur. Na het hakselen wordt het product meteen ingekuild.

Mergkool wordt doorgaans één keer gemaaid. Omdat sommige rassen weer uitlopen na het maaien is het mogelijk om twee sneden te oogsten. Om hergroei mogelijk te maken mag het gewas niet korter dan 12 cm gemaaid worden. In Oost-Duits onderzoek (Schweiger, 1971) werd mergkool eind april ingezaaid en twee keer geoogst, namelijk eind juli en begin november. De opbrengst in dit onderzoek bedroeg maximaal 9 ton drogestof ha⁻¹. Het oogsten van meerdere sneden leidde niet tot hogere opbrengsten. Ook waren er geen duidelijke effecten op drogestof- en ruw eiwitgehalte.

3.10.9 Inkuilbaarheid

Problematisch bij het inkuilen van mergkool is het lage drogestofgehalte. Hierdoor treden er aanzienlijke perssapverliezen op. Mergkool kan zowel in een aanrijkuil als in balen ingekuild worden.

Bij het inkuilen in balen worden deze vanwege de scherpe stoppels vóór het wikkelen eerst van het land getransporteerd. Het gebruik van toevoegmiddelen is vanwege het lage drogestofgehalte sterk aan te bevelen. Een geperste baal mergkool weegt gemiddeld 750-850 kg. Dat is aanzienlijk zwaarder dan een baal gras (gemiddeld 500 kg). Mergkoolbalen kunnen tot twee jaar bewaard worden zonder dat de voederwaarde afneemt. Uit de praktijk blijkt dat de balen door het fermenteren een deel van hun stevigheid verliezen. Hierdoor kunnen de balen niet gestapeld worden.

Mergkool kan ook ingekuild worden in een aanrijkuil. Vanwege het lage drogestofgehalte en het hoge eiwitgehalte kan de conservering problemen veroorzaken. Daarnaast leidt conservering tot aanzienlijke perssapverliezen. De totale drogestofverliezen bij het inkuilen worden door het PV geschat op 25 % van de drogestof en 30 % van de VEM-waarde. In Groot-Brittannië is er toenemende interesse voor het gelaagd inkuilen van mergkool met droge snijmaïs of gras ('clamping'). Het vrijkomende perssap wordt dan geabsorbeerd door de droge lagen. Nadeel van 'clamping' is de bewerkelijkheid en de voorwaarde dat mergkool en het begeleidend gewas tegelijkertijd geoogst moeten worden. Een ander initiatief is het telen van een mengsel van mergkool en graan. De eerste resultaten lijken veelbelovend (Clements et al., 1997). Bij het inkuilen van mergkool is het gebruik van toevoegmiddelen sterk aan te bevelen.

Mergkool kan ook vers aan het vee gevoerd worden. Vanwege de vorstresistentie kan dit tot laat in het najaar. Problemen met de conservering worden zo ontlopen. Nadelen zijn de bewerkelijkheid en de kans op een overschot aan vers ruwvoer. Het aanleggen van groeitrapen kan het laatste probleem deels ondervangen.

3.10.10 Opbrengst en samenstelling

De bruto-opbrengst bij de teelt van mergkool als hoofdgewas kan variëren tussen de 7 en 10 ton drogestof ha⁻¹. Het ruw eiwitgehalte is afhankelijk van de stikstofgift en varieert tussen de 15 en 20 %. De gemiddelde bruto-opbrengst wordt door het PV geschat op 9 ton drogestof ha⁻¹.

Bij de teelt van mergkool als tussengewas kan er na 12 weken een opbrengst van 5-6 ton drogestof ha⁻¹ behaald worden (Young et al., 1995). Het ruw eiwitgehalte kan dan oplopen tot meer dan 20 %.

De samenstelling van verse mergkool is gegeven in Tabel 26. De VEM, DVE en OEB van ingekuilde mergkool worden door het PV geschat op respectievelijk 880 (kg⁻¹), 45 (g kg⁻¹ ds) en 75 (g kg⁻¹ ds).

Tabel 26 Samenstelling van verse mergkool

Parameter	Waarde
Droge stof (g kg ⁻¹ vers)	120
Ruw as (g kg ⁻¹ ds)	130
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	172
Ruw celstof (g kg ⁻¹ ds)	180
Zetmeel (g kg ⁻¹ ds)	-
Suiker (g kg ⁻¹ ds)	-
VEM (kg ⁻¹ ds)	972
DVE (g kg ⁻¹ ds)	81
OEB (g kg ⁻¹ ds)	19
Structuurwaarde	1,4
P (g kg ⁻¹ ds)	2,5
K (g kg ⁻¹ ds)	23,0

Bron: CVB, 2002

3.10.11 Mergkool in het rantsoen van melkvee

Mergkool kenmerkt zich door een goede smakelijkheid, een goede verteerbaarheid, een hoge VEM-waarde en een hoog gehalte DVE. Door de aanzienlijke perssapper verliezen gaat echter een belangrijk deel van de voederwaarde-opbrengst verloren bij het inkuilen.

Er zijn weinig onderzoeksgegevens beschikbaar over de rol van mergkool in het rantsoen van melkkoeien. In een voederproef had vervanging van graskuil als enig ruwvoer door een mengsel van graskuil en mergkoolsilage (60:40) een licht negatief effect op de melkproductie (Tabel 27). Het vet- en eiwitgehalte veranderden niet. De drogestofopname daalde met 1,4 kg.

Aangezien mergkool weinig structuur bevat kan het slechts beperkt deel uitmaken van het rantsoen. In Groot-Brittannië bedraagt het aandeel mergkoolsilage maximaal 30 % (ds) van het ruwvoerrantsoen.

Tabel 27 Effecten van gedeeltelijke vervanging van graskuil door mergkoolsilage op melkproductie en – samenstelling

Voeropname	Graskuil	Graskuil-mergkoolsilage
Graskuil (kg ds)	12,7	7,0
Mergkoolsilage (kg ds)	0	4,3
Totale ruwvoeropname (kg ds)	12,7	11,3
Melkproductie (kg)	30,4	29,4
Vet (%)	4,01	3,91
Eiwit (%)	2,84	2,88
Lactose (%)	4,80	4,80

Bron: Bellamy, 1995

3.10.12 Mineralenbalans

Bij een opbrengst van 9 ton drogestof ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte van 15 % (PV) bedraagt de N-onttrekking 216 kg N ha⁻¹. Bij een N-gift van 200 kg ha⁻¹ en N-levering (mineralisatie, depositie, N_{min}) van 50-60 kg ha⁻¹ bedraagt de totale beschikbare hoeveelheid N 250-260 kg ha⁻¹. Bij aanwending van 40 m³ dunne rundermest (bouwländinjecteur) bedraagt de benodigde N-aanvoer via kunstmest circa 74 kg N ha⁻¹.

Bij een drogestofopbrengst van 9 ton ha⁻¹ en een P-gehalte van 2,5 g kg⁻¹ ds (CVB, 2002) bedraagt de P₂O₅-onttrekking circa 50 kg. Via een drijfmestgift van 40 m³ dunne rundermest wordt circa 72 kg P₂O₅ aangevoerd. Een aanvullende P-gift met kunstmest is daardoor overbodig.

3.10.13 Saldoberekening

Tabel 28 Saldoberekening mergkool (hoofdgewas)

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaaizaad	7,5	30	225
<i>Drijfmest</i> (m ³)	40		
N (kg)	126	0	0
P ₂ O ₅ (kg)	72	0	0
K ₂ O (kg)	272	0	0
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	74	0,55	40,7
P ₂ O ₅ (kg)	0	0,5	0
K ₂ O (kg)	0	0,3	0
Pesticiden	1	30	30
Ploegen	1	110	110
Drijfmest uitrijden	40	2,3	90
Kunstmest strooien	1	33	33
Zaai	1	76	76
Spuiten	1	26	26
Maaien	1	66	66
Wiersen	1	23	75
Grashakselaar	1	143	143
Transport	1	107	107
Kuil aanrijden	1	70	70
Toevoegmiddel	9	15	135
Cultiveren	1	49	49
Totaal kosten			1276
DS-verliezen (%)		25	
VEM (kg ⁻¹ ds)		880	
DVE (g kg ⁻¹ ds)		45	
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		9000	
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		6750	
kVEM-opbrengst		5940	
kDVE-opbrengst		304	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		662	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-1276	
Saldo (€ ha⁻¹)		-614	

3.10.14 Referenties

- Bellamy, K., 1995. Conserved kale for dairy cows. Factsheet 12, IGER, Aberystwyth, Groot-Brittannië: 2 pp.
- Cebeco, 2002. Grüner Angeliter: Mergkool als stoppelgewas. Cebeco Seeds, Vlijmen
- Clements, R.O., Young, N.E., Martyn, T.M., Balsdon, S.L., 1997. Whole crop cereals and other forages als bi-crops. IGER, Aberystwyth, Groot-Brittannië: 11 pp.
- Johnston, T.D., 1971. The effects of plant density and fertilizer application on yield components in three marrow-stem kale (*Brassica oleraceae* L.) varieties. *Journal of Agricultural Science* 77: 83-89
- Sanders, D.C., 1993. Vegetable Crop Irrigation. Horticulture Information Leaflet 33-E, Department of Horticultural Science, North Carolina State University, North Carolina, Verenigde Staten: 6 pp.
- Schröder, G., 1975. Zur anbautechnik und Düngung des Futterkohls (*Brassica oleracea* L. var. *medullosa* Thell.). *Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde* 19: 61-72.
- Schweiger, W., 1971. Wirkung unterschiedlicher NPK-Düngung auf Ertrag und Qualität bei zweischnittig genutztem Futterkohl (*Brassica oleracea* var. *medullosa* Thell.). *Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde* 15: 599-611.
- Van Dijk, H., 1995. Voederwinning, conservering en bewaring. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Ede: 83 pp.
- Young, N.E., Patey, R., Jones, R., 1995. Kale for conservation. IGER, Aberystwyth, Groot-Brittannië: 6 pp.

3.11 Quinoa

3.11.1 Inleiding

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) is van oorsprong afkomstig uit het Andesgebergte in Zuid-Amerika waar het al sinds duizenden jaren verbouwd wordt. Samen met maïs en aardappelen vormde het de basis van de Incabeschaving. In Europa bestaat al langere tijd interesse voor quinoa. Aan het begin van de 20e eeuw was er in Duitsland tijdens de handelsblokkades van de Eerste Wereldoorlog veel belangstelling voor quinoa. Hernieuwde belangstelling was er omstreeks de jaren zeventig. Recent (1993-1997) is er een Europees quinoa-project uitgevoerd met als doel informatie over de teelt van quinoa in gematigde streken te verzamelen (Darwinkel & Stolen, 1997).

3.11.2 Eisen standplaats

Vanwege de herkomst uit het Andes-gebergte stelt quinoa weinig eisen aan de bodem en geeft het gewas ook op marginale bodems nog bevredigende opbrengsten. Op goede grond is de opbrengst echter hoger. Zware kleigronden zijn soms wat minder geschikt vanwege een tegenvallende opkomst. De optimale pH voor de teelt van quinoa ligt tussen de vijf en zes. Op neutrale tot alkalische bodems (> zeven) kan opbrengstreductie optreden, evenals bij pH-waarden lager dan vijf (Ritter, 1986). Quinoa verdraagt geen wateroverlast en is gevoelig voor storende lagen in het profiel en structuurschade. Quinoa heeft een diep wortelstelsel dat meer dan 1,5 meter diep in de bodem kan doordringen. (Darwinkel & Stolen, 1997). De transpiratiecoëfficiënt is niet bekend, maar is gezien het herkomstgebied naar alle waarschijnlijkheid laag. Het herstelvermogen na een periode van droogte is niet bekend. Quinoa lijkt echter een geschikt gewas voor droogtegevoelige gronden.

3.11.3 Vruchtwisseling

Quinoa is waardplant voor het maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*) en het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*). Hiermee dient in de vruchtwisseling rekening gehouden te worden. Aangezien beide aaltjes zeer veel waardplanten hebben, waaronder vlinderbloemingen (wortelknobbelaaltje) en maïs, grassen en granen (maïswortelknobbelaaltje) is het nauwelijks mogelijk om gerichte adviezen te geven. Schade door beide soorten is te beperken door een gevarieerde vruchtwisseling aan te houden. Vanwege de waardplantfunctie is het niet verstandig om quinoa meerdere jaren achtereen te telen.

Quinoa lijkt een goede voorvrucht vanwege de relatief diepe beworteling, de inbreng van organische stof in de bodem en het onkruidonderdrukkend vermogen. Bij de geadviseerde stikstofbemesting van 150 kg N ha⁻¹ is quinoa een stikstofefficiënt gewas en laat het weinig stikstof in de bodem achter.

Quinoa is een geschikt tussengewas bij graslandvernieuwing. Na het maaien van de eerste snede in mei kan de teelt van quinoa nog een opbrengst van 8-9 ton drogestof leveren.

In de biologische teelt is de inzet van quinoa bij herinzaai vooral gunstig vanwege de grote hoeveelheid stikstof (circa 100 kg ha⁻¹) die uit de verterende graszode vrijkomt. Samen met een drijfmestgift van 30-40 m³ ha⁻¹ geeft dit voldoende stikstof voor een goede opbrengst en samenstelling. Een drijfmestgift alleen levert te weinig N voor een voldoende hoog eiwitgehalte.

3.11.4 Bemesting

De NPK-onttrekking door een goed gewas quinoa bedraagt circa 200 kg N, 70 kg P₂O₅ en 400 kg K₂O ha⁻¹ (Darwinkel & Stolen, 1997; Durkz et al., 2002). Vaak wordt geadviseerd om niet meer dan circa 150 kg werkzame N ha⁻¹ te geven. Bij dit advies is het risico van een laag ruw eiwitgehalte relatief groot, zeker op bodems met een laag stikstofleverend vermogen.

Om zoutschade aan de zaailingen te voorkomen kan de K-gift beter gesplitst worden. Een basisgift K₂O kan enkele weken voor het zaaien worden toegevend.

De teelt van quinoa tijdens graslandvernieuwing is bijzonder geschikt voor de inzet van drijfmest. Bij drijfmestaanwending wordt grotendeels in de behoefte aan andere (micro) nutriënten voorzien.

Quinoa lijkt gevoelig te zijn voor mangaangebrek (Darwinkel & Stolen, 1997). Mangaangebrek kan vooral optreden op kalkrijke bodems tijdens een droge lente.

3.11.5 Rassenkeuze

Belangrijke raseigenschappen van quinoa voor GPS zijn de opbrengst, het ruw eiwitgehalte, ziekteresistentie, legeringsgevoeligheid en de stengel-pluimverhouding (voederwaarde). Momenteel is 'Atlas' het enige voor ruwvoerproductie toegelaten ras in Nederland. In Groot-Brittannië wordt het ras 'Sandoval' verbouwd voor zaadproductie (vogels) en in Denemarken het ras 'Olav' voor ruwvoerproductie. In Nederland werkt het PRI (Wageningen) aan de verdere ontwikkeling van quinoa-rassen.

3.11.6 Zaai

Quinoa kan gezaaid worden als de bodemtemperatuur tenminste 10 °C bedraagt (Darwinkel & Stolen, 1997). Bij lagere temperaturen vertraagd de kieming, neemt het kiemingspercentage af en wordt de ontwikkeling van de zaailingen in het algemeen ongunstig beïnvloedt. Dit heeft consequenties voor opbrengst en onkruiddruk. In de praktijk wordt geadviseerd om na 1 mei en uiterlijk tot 1 juni te zaaien.

Quinoa-zaad kiemt snel. Bij een luchttemperatuur van 15 °C komen de meeste zaailingen binnen een week boven de grond. Het kiemingspercentage van quinoa ligt onder gunstige omstandigheden rond de 80 %, maar is in het algemeen zeer variabel. Een lage veldopkomst kan voorkomen worden door onder optimale condities te zaaien en voldoende zaad te gebruiken. Voor een goede productie en onkruidonderdrukking is een plantdichtheid van minimaal 100 planten per m² vereist (Darwinkel & Stolen, 1997).

Quinoa vraagt een vochtig zaaibed met een fijne structuur en een goed contact met de ondergrond. De optimale zaaidiepte is ongeveer 1 cm. Voor een gelijkmatige opkomst dient het zaad op gelijke diepte gezaaid te worden. Over de optimale plant- en rijenafstand zijn er tegenstrijdigheden in de literatuur. Durkz et al. (2002) en Darwinkel & Stolen (1997) adviseren een rijenafstand van 50 cm, aangezien een kleinere rijenafstand geen opbrengstverhogend effect zouden hebben. Ritter (1986) vond echter een stijgende drogestofopbrengst bij verkleining van de rijenafstand tot 18 cm en een plantafstand in de rij van 6-12 cm. Alhoewel bij dit plantverband mogelijk de opbrengst maximaal is, stuit dit op praktische problemen. Vanwege de onvoorspelbare veldopkomst en de fijnheid van het zaad is het niet mogelijk om op plantafstand te zaaien. Verbetering van het kiemingspercentage, pillering van het zaad of gebruik van speciale zaaimachines zou dit mogelijk kunnen maken. Om onkruid te kunnen schoffelen dient de rijenafstand in principe 40-50 cm te zijn. Bij keuze van een optimaal zaaitijdstip, een onkruidvrij perceel en een rijenafstand van 12-18 cm zou onkruidbestrijding mogelijk overbodig kunnen zijn. Dit dient nader onderzocht te worden.

De geadviseerde zaaizaadhoeveelheden variëren van 4 tot 12 kg ha⁻¹ (Darwinkel & Stolen, 1997; Durkz et al., 2002). Gezien de zeer variabele opkomst is het verstandig om voldoende zaad te gebruiken. Het praktijkadvies bedraagt 10-12 kg ha⁻¹. Quinoa kan met de graszaaimachine gezaaid worden.

Mits de vochtvoorziening toereikend is kan quinoa nog laat gezaaid worden. Zaaien op 1 augustus leverde in het onderzoek van Ritter (1986) een droge stofopbrengst van circa 3 ton ha⁻¹ op bij een drogestofgehalte van circa 18 %.

3.11.7 Onkruidbeheersing

Een gunstige eigenschap van quinoa is de snelle opkomst en ontwikkeling. Hierdoor heeft het gewas een groot onkruidonderdrukkend vermogen en vraagt onkruidbestrijding weinig aandacht.

Chemische onkruidbestrijding in quinoa geeft sterk wisselende resultaten, en leidt regelmatig tot onacceptabele schade aan het gewas. Tevens is het aantal toegelaten middelen beperkt (Darwinkel & Stolen, 1997). Daarom verdient mechanische onkruidbestrijding de voorkeur. Mechanische onkruidbestrijding kan via eggen of schoffelen. Voor schoffelen dient de rijenafstand voldoende groot te zijn, circa 40-50 cm. Doorgaans is één bewerking voldoende.

3.11.8 Beheersing van ziekten en plagen

Tot dusver zijn er weinig problemen met ziekten en plagen geconstateerd. Waarschijnlijk is het geringe areaal van quinoa hieraan debet. Bij uitbreiding van het areaal zou de ziektedruk kunnen toenemen. Incidenteel waargenomen ziekten zijn aantastingen door wortelrot (*Phytium spp.*), grauwe schimmel (*Botrytis cinerea*), valse

meeldauw (*Peronospora farinosa*) en zaadrot (*Scerotinia sclerotiorum*). Wortelrot treedt voornamelijk op bij een trage kieming en kan voorkomen worden door bij een voldoende hoge bodemtemperatuur te zaaien. Schade door insecten kan veroorzaakt worden door de zwarte boonluis (*Aphis fabae*). Opbrengstverliezen zijn niet bekend. Incidenteel kan vrachtschade door rupsen leiden tot belangrijke opbrengstverliezen.

3.11.9 Oogst

Het optimale oogsttijdstip van quinoa is bereikt als ongeveer 90 % van de bloemen verkleurd is van groen naar geel of rood. Het zaad is dan deegrijp en het drogestofgehalte van het gewas ligt rond de 25 %. Bij dit drogestofgehalte kan er redelijk succesvol ingekuuld worden. Eerder oogsten leidt tot lagere droge stofopbrengsten, grotere inkuilverliezen (perssapp) en inkuilproblemen. Wel ligt de voederwaarde dan over het algemeen hoger (Darwinkel & Stolen, 1997). Bij later oogsten neemt de voederwaarde af door verhouting van de stengelbasis en door bladverlies. Daarnaast neemt het risico van legering en zaadverliezen toe.

Quinoa kan met een maïshakselaar geoogst worden. De maaihoogte bedraagt circa tien cm en de haksellengte zes mm.

Alhoewel quinoa na het maaien weer uitloopt is het oogsten van meerdere sneden niet interessant. Dit komt voornamelijk omdat de drogestofopbrengst lager is (Ritter, 1986). De hogere voederwaarde kan daarvoor niet compenseren. Bij het maaien van meerdere sneden neemt ook de inkuilbaarheid af en nemen de teeltkosten toe.

3.11.10 Inkuilbaarheid

Over de conservering van quinoa is weinig bekend. Uit ervaringen op biologisch praktijkcentrum 'Aver Heino' blijkt dat de conservering in het algemeen goed verloopt, ondanks het lage drogestofgehalte. Dit wordt veroorzaakt door een voldoende hoog suikergehalte in combinatie met een relatief laag eiwitgehalte. Het toevoegen van conserveringsmiddelen was in het genoemde onderzoek niet nodig. De conserveringsverliezen inclusief veldverliezen worden door het PV geschat op 15 % van de drogestof en 20 % van de VEM.

3.11.11 Opbrengst en samenstelling

De bruto-opbrengst kan variëren tussen de 7 en 10 ton drogestof ha⁻¹. De gemiddelde bruto-opbrengst wordt door het PV geschat op 8,5 ton drogestof ha⁻¹.

Een schatting van de samenstelling van het ingekuilde product is gegeven in Tabel 29. De waarden zijn geschat door het PV op basis van de gegevens van Durkz et al. (2002).

Tabel 29 Samenstelling van ingekuilde quinoa

Parameter	Waarde
Drogestof (g kg ⁻¹ vers)	240
Ruw as (g kg ⁻¹ ds)	100
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	120
Ruw celstof (g kg ⁻¹ ds)	220
NH ₃ (%)	10
Zetmeel (g kg ⁻¹ ds)	210
VC-os (%)	60
VEM (kg ⁻¹ ds)	659
DVE (g kg ⁻¹ ds)	24
OEB (g kg ⁻¹ ds)	36
Structuurwaarde	2,8

Bron: schatting van het PV op basis van Durkz et al. (2002)

De VEM en DVE zijn laag. De oorzaak hiervan is voornamelijk de lage VC-os (60 %) en het lage ruw eiwitgehalte. Het ruw eiwitgehalte en de verteerbaarheid waren in Deens onderzoek aanzienlijk hoger (RVAU, 1996). Dit gewas was echter rond de bloei geoogst en zwaarder bemest. Lagere opbrengsten en een te laag droge stofgehalte voor inkuilen maken vroeger oogsten niet interessant.

3.11.12 Quinoa in het rantsoen van melkvee

Quinoa kan in het rantsoen vooral waarde hebben vanwege de goede smakelijkheid en de hoge structuurwaarde. De VEM, DVE en OEB zijn aan de lage kant en maken het gewas niet echt interessant.

Van quinoa is weinig voedingsonderzoek bekend. In onderzoek van Zom et al. (2002) had quinoa bij vervanging van 40 % (ds) van het ruwvoerrantsoen een negatief effect op melkproductie en -samenstelling. Vanwege het extreem lage, niet-representatieve ruw eiwitgehalte (80 g kg⁻¹ ds) kunnen er op basis van dit onderzoek nauwelijks conclusies getrokken worden.

Door de goede smakelijkheid kan de drogestofopname toenemen. In onderzoek van Zom et al. (2002) nam bij vervanging van 20 % (ds) van het ruwvoerrantsoen door quinoa de drogestofopname toe van 21,6 tot 22,9 kg ds. Ook Durkz et al. (2002) constateerden dat opname van quinoa in het rantsoen een positief effect op de drogestofopname kan hebben. Vanwege dit effect en vanwege de hoge structuurwaarde kan quinoa waardevol zijn als aanvulling op het ruwvoerrantsoen.

3.11.13 Mineralenbalans

Bij een bruto-drogestofopbrengst van 8,5 ton ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte van 13,2 % (Durkz et al., 2002) bedraagt de N-onttrekking circa 180 kg ha⁻¹. Bij het bemestingsadvies van 150 kg werkzame N ha⁻¹ en inclusief een geschatte N-levering door de bodem (mineralisatie, depositie, N_{min}) van 50 kg ha⁻¹ bedraagt de totale hoeveelheid beschikbare stikstof 200 kg ha⁻¹. Bij aanwending van 40 m³ dunne rundermest ha⁻¹ (bouwlandinjecteur) dient er aanvullend 50 kg N via kunstmest gegeven te worden. De N-aanvoerpost voor MINAS op hectare-niveau bedraagt hiermee 50 kg N ha⁻¹.

Bij een bruto-drogestofopbrengst van 8,5 ton ha⁻¹ en een P-gehalte in het ingekuilde product van 3,8 g kg⁻¹ ds (Zom et al., 2002) bedraagt de P₂O₅-onttrekking circa 71 kg ha⁻¹. Bij aanwending van 40 m³ dunne rundermest ha⁻¹ wordt circa 72 kg P₂O₅ aangevoerd. Hierdoor is er geen aanvullende fosfaatgift via kunstmest noodzakelijk.

3.11.14 Saldoberekening

Tabel 30 Saldoberekening quinoa (hoofdgewas)

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	10	16	160
Drijfmest (m ³)	40		
N (kg)	126	0	0
P ₂ O ₅ (kg)	72	0	0
K ₂ O (kg)	272	0	0
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	50	0,55	28
P ₂ O ₅ (kg)	0	0,5	0
K ₂ O (kg)	128	0,3	39
Ploegen	1	110	110
Drijfmest uitrusten	40	2,3	90
Kunstmest strooien	1	32	32
Zaai	1	76	76
Hakselen (incl. transport)	1	260	260
Kuil aanrijden	1	70	70
Cultivateren	1	49	49
Totaal kosten			913

DS-verliezen (%)	15
VEM (kg ⁻¹ ds)	659
DVE (g kg ⁻¹ ds)	24
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)	8500
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)	7225
kVEM-opbrengst	4761
kDVE-opbrengst	173
Incl. McSharry-premie	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)	479
Kosten (€ ha ⁻¹)	-913
McSharry-premie (€ ha ⁻¹)	310
Saldo (€ ha ⁻¹)	-124
Excl. McSharry-premie	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)	479
Kosten (€ ha ⁻¹)	-913
Saldo (€ ha ⁻¹)	-434

3.11.15 Referenties

- Darwinkel, A., Stolen, O., 1997. Understanding the quinoa crop: guidelines for growing in temperate regions of N.W. Europe, EG: 22 pp.
- Durkz, D.L., De Leeuw, J., Rensen, J., 2002. Verslag van de bevindingen met 'Quinoa als voedergras voor rundvee'. DLV adviesgroep, Horst: 15 pp.
- RVAU, 1996. Quinoa: A multipurpose crop for EC's agricultural diversification. Final report for contractor RVAU, Year 3 November 1993-November 1996. AIR contract No. CT92-1426. The Royal Veterinary & Agricultural University, Department of Agricultural Sciences, Frederiksberg, Denmark: 44 pp.
- Van Schooten, H., Zom, R., 2002. Invloed van ras, stikstofbemesting en oogsttijdstip op de kwaliteit van quinoa-GPS. Praktijkrapport Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad (in druk)
- Zom, R., Van Schooten H., Pinxterhuis, I., 2001. Quinoa: een gewas voor de toekomst? Praktijkonderzoek Veehouderij - RSP Augustus 2001: 11-13.
- Zom, R., Van Schooten, H., Pinxterhuis, I., 2002. Quinoa-geheleplantensilage in het rantsoen van melkkoeien. Praktijkrapport 7, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad: 29 pp.

3.12 Soja (ruwvoer)

3.12.1 Inleiding

Soja (*Glycine max.* Merr.) kan zowel voor het zaad als voor de ruwvoerwinning geteeld worden. Momenteel wordt soja niet verbouwd in Nederland. In de jaren dertig is er door het Rijkslandbouwproefstation te Groningen onderzoek verricht naar de mogelijkheden voor de teelt van soja onder Nederlandse omstandigheden. Daarnaast werden er in de periode 1934-1938 in samenwerking met het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Zeist ruim 2000 rassen en selecties voor de zaadteelt onderzocht (Koch, 1946). De conclusie was dat soja in Nederland niet succesvol geteeld kon worden.

In de jaren negentig was er sprake van hernieuwde aandacht. Een klein kweekbedrijf, 'Groenboek Zaden' uit Scheemda, introduceerde het gewas op kleine schaal in Groningen. Gedurende enkele jaren heeft een kleine groep akkerbouwers het gewas geteeld. De resultaten waren echter niet bevredigend, vanwege de lage opbrengsten en een moeilijke afrijping. Het experiment heeft echter wel nadere informatie opgeleverd over de teelt van sojabonen in Nederland (Theune, 1995). De laatste paar jaar heeft Pioneer Hi-Bred enkele proefpercelen aangelegd. Volgens het bedrijf is het Nederlandse klimaat niet geschikt voor soja, zelfs als de allervroegste rassen gezaaid worden.

Aan het begin van de 20^e eeuw was soja in de Verenigde Staten een belangrijk ruwvoer. In 1924 werd er 800.000 hectare soja verbouwd voor de productie van hooi. Door het problemen met het drogen en door de opkomst van de zaadteelt nam het areaal dramatisch af. Halverwege de jaren zeventig is er echter begonnen met de veredeling van soja speciaal voor ruwvoerproductie. Dit heeft geresulteerd in drie nieuwe rassen, 'Derry', 'Donegal' en 'Tyronne'. Kenmerkend voor deze rassen is de langere vegetatieve groeiperiode, de grotere bladproductie, de grotere plantlengte (1,5-2 m) en het grotere opbrengstpotentieel. Naar aanleiding van de ontwikkeling van deze nieuwe rassen is er in 1998 aan de universiteit van Reading (Groot-Brittannië) onderzoek gestart naar de teelt en silage van soja voor GPS.

In Europa wordt soja vrijwel alleen verbouwd voor de zaadopbrengst. In 2001 bedroeg het areaal circa 380.000 hectare. Hiervan lag het grootste deel in Italië (Tabel 31).

Tabel 31 Oppervlakte soja in Europa in 2001

Land	Areaal (ha)
Italië	238.674
Frankrijk	120.000
Oostenrijk	16.336
Griekenland	2.000
Spanje	2.300
Duitsland	500

Bron: FAO, 2001

Vanwege de lage opbrengsten van soja voor de zaadteelt in Nederland (2000-2500 kg) wordt in dit rapport alleen de teelt van soja voor GPS gerapporteerd.

3.12.2 Eisen standplaats

De optimale pH voor de teelt van soja ligt tussen de 6,0 en 6,5 (Wilcox, 1987). Beneden een pH van 5,5 en boven een pH van 7 kunnen er gebreksziekten optreden. Daarnaast wordt door een lage pH de stikstofbinding geremd.

Soja heeft een tamelijk oppervlakkig wortelstelsel, enigszins vergelijkbaar met snijmaïs. Het grootste deel van de wortels bevindt zich in de bodemlaag 0-20 cm (Wilcox, 1987) en de wortels reiken tot een maximale diepte van één meter (Kirkham et al., 1998). De watergebruiksefficiëntie is echter relatief hoog (Doorenbos & Kassam, 1979). Hierdoor is soja een relatief droogtetolerant gewas. Evenals de meeste andere gewassen is soja gevoelig voor storende lagen in de bouwvoor en voor wateroverlast.

3.12.3 Vruchtwisseling

Soja is gastheer voor alle *Meloidogyne*-aaltjes. Dit betekent dat soja beter geen plaats in de vruchtwisseling kan krijgen bij een serieuze aantasting door deze nematoden.

Daarnaast is er bij de teelt van soja in Nederland een potentieel risico van vestiging van de sojacystnematode (*Heterodera glycines*). Vestiging van deze nematode kan een serieuze toename van de ziektedruk voor andere gewassen betekenen. Het verdient daarom aanbeveling om vanaf het begin resistente rassen te telen.

Vanwege de stikstofbinding is soja een goede voorvrucht voor andere gewassen. Het effect van de teelt van soja op de bodemstructuur lijkt neutraal te zijn.

3.12.4 Bemesting

Soja is een stikstofbindend gewas. Hierdoor hoeft er geen stikstof gegeven te worden. Een N-gift aan het begin van de groei heeft doorgaans geen of een negatief effect op de ontwikkeling van het gewas (Wilcox, 1987). Er is geen bemestingsadvies voor P en K onder Nederlandse omstandigheden. Bij een geschatte drogestofopbrengst van 7 ton ha⁻¹ (PV) en een P-gehalte van 0,47 % (Bucholtz, 1996) kan de P₂O₅-onttrekking bij de teelt van soja als ruwvoer geschat worden op circa 73 kg ha⁻¹. Bij eenzelfde drogestofopbrengst en een K-gehalte van 0,93 % (Bucholtz, 1996) kan de K₂O-onttrekking geschat worden op circa 78 kg ha⁻¹.

Vanwege de stikstofbinding is aanwending van drijfmest minder gunstig bij de teelt van soja. De voorkeur gaat uit naar bemesting met vaste mest of kunstmest.

3.12.5 Rassenkeuze

Belangrijke raseigenschappen bij de teelt van soja zijn de afrijpingsklasse, de planthoogte, de hoogte van de onderste peulen, resistentie tegen legering, resistentie tegen *Phytophthora* en resistentie tegen de sojacystnematode (*Heterodera glycines*).

Bij de keuze van een sojaras is de afrijpingsgroep erg belangrijk. Soja is een korte-dagplant en gaat bloeien als de daglengte beneden een kritische daglengte komt. Rassen verschillen in kritische grens en zijn opgedeeld in de afrijpingsgroepen 000, 00 en 0-10. Hoe lager de waardering, des te eerder het ras bloeit en afrijpt. Dit is met name van belang bij de zaadproductie, waarbij voor een gematigd klimaat als in Nederland bij voorkeur een 000 of 00 ras gekozen dient te worden. De keuze van de afrijpingsklasse is ook van betekenis voor de voederwaarde van soja-GPS. Gewassen die eerder afrijpen kunnen eerder geoogst worden en hebben een hoger ruw eiwitgehalte. De nieuw ontwikkelde rassen 'Derry', 'Donegal' en 'Tyrone' hebben respectievelijk afrijpingsklasse 6, 5 en 7. De groei en ontwikkeling van deze rassen in Nederland is niet bekend. Welk ras de voorkeur heeft voor GPS in Nederland, een speciaal ras voor ruwvoerproductie of een ras voor zaadproductie, dient nader onderzocht te worden. Waarschijnlijk is het gunstiger om een ras voor zaadproductie te verbouwen. Dan is het namelijk mogelijk om een ras in de afrijpingsklasse 000 of 00 te kiezen, waardoor er vroeger geoogst kan worden bij een hoger ruw eiwitgehalte en een hoger drogestofgehalte. Uit onderzoek van Sheaffer et al. (2001) blijkt dat rassen voor zaadproductie en rassen voor ruwvoerproductie in principe gelijkwaardige opbrengsten kunnen leveren. Het ruw eiwitgehalte van het ras voor zaadproductie lag echter veel hoger (21,8 %) dan het ruw eiwitgehalte van het ras voor de ruwvoerteelt (15,8 %).

3.12.6 Zaai

Volgens Theune (1995) kan in Nederland vanaf een bodemtemperatuur van 8 °C gezaaid worden. Bij deze bodemtemperatuur ligt het ideale zaaitijdstip ergens tussen half april en half mei.

In het algemeen ligt de zaaidichtheid rond de 500.000 zaden ha⁻¹. Davis et al. (2002) vonden echter geen verschil in opbrengst tussen een plantdichtheid van 150.000 en 750.000 planten ha⁻¹. De benodigde hoeveelheid zaad bedraagt 90-100 kg, afhankelijk van het korrelgewicht en het verwachte opkomstpercentage (Theune, 1995; Sheaffer et al., 2001).

Verkleining van de rijenafstand van 75 naar 25 cm heeft een stijging van de opbrengst van 5-15 % tot gevolg (Hintz et al., 1992; Davis et al., 2002; Sheaffer et al., 2001). De optimale zaaiafstand in de rij is niet bekend. De zaaidiepte is gelijk aan die van andere leguminosen, circa twee cm met een maximale diepte van vier cm bij een droog zaaibed. Diep zaaien vertraagd de opkomst maar werkt preventief tegen vogelschade.

Het zaaibed dient fijn en stevig te zijn, voldoende vochtig en bij voorkeur goed bezakt. Rollen na het zaaien is aan te bevelen. Bij het zaaien dient het zaad geënt te worden met de stikstofbindende bacterie *Rhizobium japonicum*.

3.12.7 Onkruidbeheersing

Vanwege de trage kieming is de teelt van soja gevoelig voor onkruiddruk. Onkruid kan zowel chemisch als mechanisch bestreden worden. De onkruiddruk kan beperkt worden door niet te vroeg te zaaien. De chemische onkruidbestrijding komt grotendeels overeen met die van erwten (Theune, 1995).

3.12.8 Beheersing van ziekten en plagen

Tijdens de teeltexperimenten halverwege de jaren negentig zijn er geen ziekten in de sojateelt waargenomen (Theune, 1995). In warmere streken kan soja echter door een groot aantal ziekten aangetast worden. Een aantal van deze ziekten komt niet in Nederland voor. Het is echter niet ondenkbaar dat een aantal van deze ziekten zich aan kan passen aan het Nederlandse klimaat. Ziekten die in Nederland zouden kunnen voorkomen zijn 'brown spot' (*Septoria glycines*), 'frog-eye leafspot' (*Cercospora sojina*), 'downy mildew' (*Peronospora manshurica*), 'powdery mildew' (*Microsphaera diffusa*) en 'Phyllosticta leafspot' (*Phyllosticta sojaecola*). Ziekten die reeds in Nederland voorkomen zijn *Alternaria* (*Alternaria* spp.), *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*), *Pythium* (*Pythium* spp.), *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*), *Sclerotinia* (*Sclerotinia sclerotiorum*) en Anthracnose (*Colletotrichum* spp.). De meeste van deze ziekten zijn chemisch te bestrijden.

Een belangrijke plaag in de sojateelt is vogelvraat aan zaailingen. Vogelvaart kan aanzienlijke schade aan een perceel kiemende planten toebrengen. Het gebruik van afschrikmiddelen heeft doorgaans een gering effect. Een andere optie is om later te zaaien.

3.12.9 Oogst

Soja voor GPS dient geoogst te worden in het groene peulstadium, vlak voor de bladeren geel kleuren en afvallen. Het drogestofgehalte van de planten bedraagt dan 20-25 %. Het oogsttijdstip is sterk afhankelijk van de afrijpingsklasse. In Groot-Brittannië was het oogsttijdstip van rassen uit afrijpingsklasse vijf en zes begin oktober bereikt (Koivisto et al., 2002), maar bij de keuze van een ras uit de 000- of 00-klasse moet het mogelijk zijn om eind augustus of begin september te oogsten. Er zijn weinig gegevens bekend over het optimale oogsttijdstip in een gematigd klimaat. Hier dient nader onderzoek naar verricht te worden.

3.12.10 Inkuilbaarheid

Vanwege het relatief lage drogestofgehalte, het hoge ruw eiwitgehalte en het hoge vetgehalte kan het inkuilen van soja-GPS problemen geven. Het hoge vetgehalte blokkeert een goede werking van bacteriën waardoor de fermentatie vaak traag en incompleet is (Griffin, 2000).

Vanwege de minder optimale chemische samenstelling van soja-GPS voor inkuilen is het een optie om het product te mixen met andere gewassen. In Canada wordt het advies gegeven om soja en snijmais in de verhouding 1:2 te mixen (Wheeler, 2000).

De conserveringsverliezen inclusief veldverliezen worden door het PV geschat op 20 % van de drogestof en 30 % van de VEM.

3.12.11 Opbrengst en samenstelling

De bruto-opbrengst in Nederland wordt door het PV geschat op 6-9 ton drogestof ha⁻¹ met een gemiddelde bruto-opbrengst van 7 ton drogestof ha⁻¹. Ruwvoercultivars kunnen in de VS wel 14 ton drogestof ha⁻¹ opbrengen, met ruw eiwitgehaltes van 13-17 % (Griffin, 2000). Bij de teelt van cultivars die bedoeld zijn voor de zaadproductie ligt de drogestofopbrengst in de VS tussen de 8 en 10 ton drogestof ha⁻¹, met een ruw eiwitgehalte van 16-22 % (Sheaffer et al., 2001). In Groot-Brittannië vonden Koivisto et al. (2002) in veldproeven vergelijkbare drogestofopbrengsten als Sheaffer et al. (2001) maar het ruw eiwitgehalte was aanzienlijk lager en varieerde tussen 12,5 en 16,7 %. Door de late afrijping was de bijdrage van de peulen aan de eiwitopbrengst waarschijnlijk geringer. Een voorbeeld van de opbrengst en samenstelling van soja-GPS in de VS (zaadcultivar) en Groot-Brittannië (ruwvoercultivar) is gegeven in Tabel 32. De hoeveelheid gegevens die van belang zijn voor de bepaling van de voederwaarde zijn zeer beperkt.

De VEM, DVE en OEB van soja-GPS worden door het PV geschat op dezelfde waarden als voor lupine-GPS, namelijk 854 (kg⁻¹ ds), 56 (g kg⁻¹ ds) en 104 (g kg⁻¹ ds).

Tabel 32 Voorbeeld van de GPS-opbrengst van twee soja-cultivars

Parameter	'Donegal', GB ¹⁾	'Sturdy', VS ²⁾
Drogestofopbrengst (ton ha ⁻¹)	10,6	10,4
Drogestofgehalte (%)	247	-
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	133	190
ADF (g kg ⁻¹ ds)	531	314
NDF (g kg ⁻¹ ds)	671	378

¹⁾ Bron: Koivisto et al., 2002

²⁾ Bron: Sheaffer et al., 2001

3.12.12 Soja (ruwvoer) in het rantsoen van melkvee

Gedetailleerde gegevens over de plaats van soja-GPS in het rantsoen van (melk)koeien zijn niet beschikbaar. Vanwege de hoogwaardige samenstelling lijkt soja-GPS een waardevol ruwvoer.

Bij het voeren dient er aandacht besteed te worden aan het percentage vet in het rantsoen. In Canada wordt geadviseerd om niet meer dan 4,5 kg drogestof soja-GPS te voeren als het vetgehalte hoger dan 10 % is (Wheeler, 2000).

3.12.13 Mineralenbalans

Bij een drogestofopbrengst van 7 ton ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte van 18 % (PV) bedraagt de N-onttrekking 202 kg N ha⁻¹. De stikstofbinding onder Nederlandse omstandigheden is niet bekend. In MINAS is geen N-aanvoerpost voor soja opgenomen. Als aangenomen wordt dat de stikstofbinding van soja gelijk is aan lupine, dan bedraagt de bruto aanvoer van ongeregistreerde stikstof op bedrijfsniveau circa 300 N ha⁻¹. Soja is hierdoor gunstig vanuit het oogpunt van MINAS.

Bij een geschatte drogestofopbrengst van 7 ton ha⁻¹ (PV) en een P-gehalte van 0,47 % (Bucholtz, 1996) kan de P₂O₅-onttrekking bij de teelt van soja als ruwvoer geschat worden op circa 73 kg ha⁻¹. Aangezien aanwending van drijfmest minder gunstig is dient deze onttrekking via kunstmest aangevoerd te worden.

3.12.14 Saldoberekening

Tabel 33 Saldoberekening soja-GPS

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	100	1,5	150
Enting	1	40	40
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	0	0,55	0
P ₂ O ₅ (kg)	73	0,5	37
K ₂ O (kg)	78	0,3	23
Pesticiden	1	40	40
Herbiciden	1	40	40
Ploegen	1	110	110
Kunstmest strooien	1	32	32
Zaai	1	76	76
Spuiten	2	25	50
Maaien	1	66	66
Wiersen	1	23	75

Grashakselaar	1	111	111
Transport	1	83	83
Aanrijden kuil	1	70	70
Toevoegmiddel	7	15	105
Cultivateren	1	49	49
Totaal kosten			1157
<hr/>			
DS-verliezen (%)		20	
VEM (kg ⁻¹ ds)		854	
DVE (g kg ⁻¹ ds)		56	
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		7000	
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		5600	
kVEM-opbrengst		4782	
kDVE-opbrengst		314	
Incl. McSharry-premie			
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		583	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-1157	
McSharry-premie (€ ha ⁻¹)		310	
Saldo (€ ha ⁻¹)		-264	
Excl. McSharry-premie			
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		583	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-1157	
Saldo (€ ha ⁻¹)		-574	

3.12.15 Referenties

- Bucholtz, B., 1996. Soybeans and dry beans harvested as forages. Michigan State University Extension, Michigan, Verenigde Staten
- Davis, M.H., Altemose, C., Seiter, S., Barney P.M., 2002. Effects of Maturity Group, Row Spacing, and Population on Soybeans Grown for Forage. Penn State College of Agricultural Science, Pennsylvania, Verenigde Staten
- Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979. Yield response to water. FAO irrigation and drainage paper nr. 33, FAO, Rome: 193 pp.
- Griffin, T., 2000. Soybean silage als an alternative forage. The University of Maine, Maine, Canada
- Hintz, R.W., Albrecht, K.A., Oplinger, E.S., 1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. *Agronomy Journal* 84: 795-798
- Kirkham, M.B., Grecu, S.J., Kanemasu, E.T., 1998. Comparison of minirhizotrons and the soil-water depletion method to determine maize and soybean root length and depth. *European Journal of Agronomy* 8: 117-125
- Koch, L., 1946. Proeven met sojabonen in Nederland. *Landbouwkundig Tijdschrift* 58: 269-272/696-697.
- Koivisto, J.M., Sawyer, C.A., Brown, H.J., Lane, G.P.F., Devine, T.E., 2002. Forage soybeans in the United Kingdom. Royal Agricultural College, Cirencester, Groot-Brittannië: 6 pp.
- Sheaffer, C.C., Orf, J.H., Devine, T.E., Grimsbo Jewett J., 2001. Yield and Quality of Forage Soybean. *Agronomy Journal* 93: 99-106.
- Theune, B., 1995. De introductie van sojabonen als nieuw akkerbouwgewas in Nederland. Afstudeerscriptie Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein, Deventer: 69 pp.
- Wheeler, B., 2000. Soybeans for silage. Ontario Ministry of Agriculture and Food (OMAFRA), Ontario, Canada
- Wilcox, J.R., 1987. Soybeans: improvement, production and uses. Second edition. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, Verenigde Staten: 888 pp.

3.13 Triticale (ruwvoer)

3.13.1 Inleiding

Granen kunnen zowel voor de krachtvoer als de ruwvoerproductie geteeld worden. Graansoorten verschillen onderling in opbrengstniveau, ziektegevoeligheid en voederwaarde. Tarwe heeft de hoogste korrelopbrengst op goede grond, gevolgd door triticale, gerst en rogge. Rogge heeft een relatief hogere korrelopbrengst op marginale gronden. Tarwe is ook het meest ziektegevoelige gewas, gevolgd door triticale, gerst en rogge. De verschillen in voederwaarde tussen granen zijn vooral afhankelijk van de strolengte en soms van strokwaliteit. Hierdoor hebben tarwe, triticale en gerst de hoogste voederwaarde, gevolgd door rogge en haver. Gezien de relatief hoge opbrengst en de relatief lage ziektegevoeligheid is triticale breed toepasbaar als graangewas. Daarom wordt in dit rapport de teelt van triticale genomen als voorbeeld voor de teelt van granen voor GPS en voor de korrel.

Triticale wordt momenteel ongeveer 20 jaar verbouwd in Nederland, voornamelijk voor de veevoerindustrie. Het gewas komt niet van nature voor en is ontstaan door kruising van tarwe (*Triticum aestivum*) en rogge (*Secale cereale*). Er bestaat een grote variabiliteit in cultivars. Hierbij worden twee hoofdtypen onderscheiden, namelijk het roggetype en het tarwetype. De beide types hebben respectievelijk meer eigenschappen van rogge of tarwe. In triticale worden gunstige eigenschappen van beide gewassen gedeeltelijk gecombineerd. Voor tarwe betreft dit de productiviteit, de korrelkwaliteit, de strobtevigheid en de schotresistentie. Bij rogge betreft het de winterhardheid, de droogte- en de ziekteresistentie. Triticale kent evenals tarwe en rogge een zomer- en een wintervorm. In Noordwest-Europa wordt momenteel vooral de wintervorm geteeld.

3.13.2 Eisen standplaats

Triticale is tolerant voor een lage pH en kan geteeld worden op gronden waarvan de pH varieert tussen de 5 en 7 (Darwinkel, 1991). De tolerantie voor lage pH geldt in het bijzonder voor rassen van het roggetype. In vergelijking met andere granen produceert triticale goed op lichte (zand) en zware (klei) gronden (Darwinkel, 1991). Triticale wortelt gemiddeld 35-90 cm diep. De maximale bewortelingsdiepte van granen kan oplopen tot enkele meters (Hamblin & Tennant, 1987). De beworteling is niet alleen diep maar ook intensief (Hamblin & Tennant, 1987). De transpiratiecoëfficiënt van triticale bedraagt circa 225 kg water per kg drogestof (Van der Schans & Stienezen, 1998). Hieruit blijkt dat het gewas efficiënt met water omgaat. Na een periode van droogte is het herstelvermogen niet groot, alhoewel beter dan het herstelvermogen van maïs (Van der Schans & Stienezen, 1998). Triticale voor GPS wordt echter geoogst vóór de periode waarin doorgaans het grootste vochttekort optreedt. De voorgenoemde eigenschappen maken triticale een zeer geschikt gewas voor droogtegevoelige gronden.

3.13.3 Vruchtwisseling

Evenals andere graangewassen heeft triticale in een vruchtwisseling met hakvruchten een onderdrukkend effect op bodemschimmelziekten en aaltjes. Triticale is wel waardplant voor het maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*). Vanwege de noodzakelijke afwisseling is het af te raden om triticale meerdere jaren achtereen te telen.

Door de toelevering van organische stof via wortels en stoppels maar vooral ook door de intensieve en diepe beworteling heeft de teelt van triticale een gunstig effect op de bodemstructuur. Het risico van structuurbeschadiging is klein.

Opname van triticale-GPS in de vruchtwisseling heeft diverse voordelen. Het gewas ruimt vroeg het veld (begin juli). Hierdoor kan de teelt van triticale goed toegepast worden tijdens graslandvernieuwing. Dit geldt met name bij herinzaai met een gras-klavermengsel. Vanwege het vroege oogsttijdstip kan gras-klover makkelijk voor de uiterste datum van 1 september ingezaaid worden.

Triticale past ook uitstekend in meerjarige rotaties met gras en maïs. Vanwege het late zaaitijdstip kan triticale na maïs worden ingezaaid. Bij omzetting van bouwland naar grasland of herinzaai van bestaand grasland is het aan te bevelen om eerst een jaar maïs te telen, gevolgd door triticale-GPS, gevolgd door herinzaai. Door deze volgorde neemt de opbrengst toe als gevolg van positieve vruchtwisselingseffecten. Omdat triticale in het najaar als vanggewas fungeert neemt ook de mineralenbenutting toe (Philipsen et al., 2001).

Bij herinzaai is het, vanwege het risico van droogte in de zomer, ook te overwegen om gras onder te zaaien in triticale-GPS. Onderzaai kan uitgevoerd worden begin april. Het gewas is dan handhoog. Ook het meezaaien van gras met triticale in het najaar is een optie. Dit is met name interessant vanwege de besparing op kosten en arbeid. Door niet al teveel zaaizaad te gebruiken (15 kg ha^{-1}) wordt te sterke concurrentie van het gras met de triticale voorkomen.

Triticale reageert negatief op een slechte bodemstructuur en ontwatering. Op gronden met een lage pH, een lage bodemvruchtbaarheid, een laag vochtleverend vermogen en een slechte bodemstructuur is rogge waarschijnlijk een betere optie dan triticale. Daarnaast is op goede gronden met een goede vochtlevering de teelt van tarwe geschikter.

3.13.4 Bemesting

De mineralenonttrekking door triticale voor GPS bedraagt $175\text{-}200 \text{ kg N}$ (zand-klei), $55\text{-}100 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ en $70\text{-}115 \text{ kg K}_2\text{O}$ (Philipsen et al., 2001). Het bemestingsniveau hangt af van de grondsoort en de minerale stikstofvoorraad in bodemlaag 0-30 cm.

De N-gift wordt bij voorkeur gedeeld. De eerste gift wordt gegeven in februari of maart en zorgt voor een snelle start van het gewas. De geadviseerde gift is $60\text{-}80 \text{ kg N}$ op kleigronden en $80\text{-}100 \text{ kg}$ op zandgronden. Het N-advies voor de 2^e gift bedraagt circa 60 kg ha^{-1} . De 2^e N-gift wordt gegeven aan het begin van de stengelstrekking (april).

Drijfmest kan vroeg in het voorjaar tot een maximum van 30 m^3 toegediend worden, onder voorwaarde dat het land berijdbaar is. Hiermee wordt circa 76 kg werkzame N gegeven. De rest van de stikstofgift bij de eerste snede wordt dan aangevuld met kunstmest tot een totale gift van circa 150 kg N ha^{-1} . Het advies voor de 2^e gift bedraagt circa 30 kg N ha^{-1} .

De opbrengstreactie op N-gift is minder sterk dan bij andere gewassen. Hierdoor geeft triticale ook bij lage N-giften nog relatief goede opbrengsten (Tabel 34).

Tabel 34 Voorbeeld van de opbrengstreactie van triticale voor GPS op N-gift

N-gift (kg ha^{-1})	Opbrengst (ton ds ha^{-1})	Ruw eiwitgehalte ($\text{g kg}^{-1} \text{ ds}$)
0	6,3	57
100	9,6	59
140	10,8	72

Bron: Boomaerts & Evers, 2000

3.13.5 Rassenkeuze

Voor de ruwvoerteelt zijn geen specifieke rassen beschikbaar. Een aantal algemene raseigenschappen bij korrelrassen zijn ook van belang voor de ruwvoerteelt. Het gaat hierbij om eigenschappen als resistentie tegen ziekten, opbrengstpotentieel, stevigheid van de stengel en winterhardheid. De waardering van deze eigenschappen staan per ras vermeldt in de Rassenlijst (2002).

Er is weinig bekend over de voederwaarde van de verschillende triticale-rassen. Gunstig voor de voederwaarde zijn rassen met kort stro. Hierdoor neemt het korrelaandeel toe, en daarmee ook de voederwaarde. Rassen met kort stro worden in de rassenlijst aangegeven met een laag cijfer voor strolengte. In theorie is het ook mogelijk om de voederwaarde te verhogen door het spuiten met een halmverkorter. Hierdoor neemt weliswaar de totale opbrengst af maar kan de voederwaarde-opbrengst mogelijk toenemen.

In 2000 heeft het Louis Bolk Instituut (Driebergen) van een aantal triticalerassen de opbrengst en voederwaarde bepaald (Tabel 35). Er zijn grote verschillen tussen de rassen. Het verdient daarom aanbeveling om nader onderzoek te doen naar de voederwaarde-opbrengst van triticale.

Tabel 35 Opbrengst en voederwaarde van enkele triticale-rassen

Ras	Opbrengst (ton ds ha^{-1})	Droge stof (%)	VC-os (%)	Zetmeel ($\text{g kg}^{-1} \text{ ds}$)
Trimaran	7,2	45	65	288
Caio	7,9	42	67	287
Lupus	8,8	35	65	248
Binova	10,1	38	68	305

Bron: van Eekeren, 2000

3.13.6 Zaai

Het ideale zaaitijdstip voor wintertriticale is eind oktober of begin november. Later inzaaien dan eind november kan tot opbrengstreducties van 20 % leiden (Philipsen et al., 2001). Het is belangrijk om het tijdstip van inzaaien zodanig te kiezen dat de bodemstructuur zo min mogelijk beschadigt wordt. Dit geldt met name voor de korrelteelt.

Triticale wordt over het algemeen op een diepte van 2-3 cm gezaaid met een rijenzaaimachine. De geadviseerde rijenafstand is 10-20 cm. De gewenste plantdichtheid is circa 250 planten voor de ruwvoerteelt en circa 200 planten voor de korrelteelt (Philipsen et al., 2001; Darwinkel, 1991). Hogere plantdichtheden vergroten het risico van legering en aantasting door schimmelziekten.

Het kiemingspercentage van goed triticalezaad ligt rond de 90 %; de veldopkomst varieert tussen de 60 en 90 %, afhankelijk van de weersomstandigheden. Triticale heeft vanwege de sterke uitstoeling een goed compensatievermogen. De benodigde hoeveelheid zaaizaad bedraagt, afhankelijk van zaaiomstandigheden, zaaidichtheid en korrelgewicht, 120-170 kg ha⁻¹ (Darwinkel, 1991).

3.13.7 Onkruidbeheersing

Triticale heeft een snelle beginontwikkeling in het voorjaar. Daardoor zijn er weinig problemen met onkruid en is onkruidbestrijding vaak overbodig. Onkruiden zijn in het voorjaar mechanisch goed te bestrijden met de wiedeg. Door de uitstoeling van triticale leidt dat niet tot schade. Chemische onkruidbestrijding is mogelijk in het geval dat mechanische onkruidbestrijding niet toereikend is.

3.13.8 Beheersing van ziekten en plagen

Triticale is in vergelijking met andere graangewassen relatief resistent tegen (schimmel)ziekten (Darwinkel, 1991). Daarnaast wordt triticale voor de ruwvoerteelt geoogst voordat de ziektedruk sterk toeneemt. Bestrijding van ziekten is in de ruwvoerteelt dan ook meestal niet economisch rendabel. Incidenteel wordt er gespoten tegen meeldauw, roest en bladvlekkenziekte.

De lage ziektegevoeligheid van triticale hangt mogelijk samen met het geringe areaal. Bij een toename zou in de toekomst de ziektedruk ook kunnen toenemen.

3.13.9 Oogst

Het oogsttijdstip van triticale voor de ruwvoerteelt is bereikt als de korrel zacht deegrijp is en het stro geel begint te kleuren. Het drogestofgehalte is dan 35-40 %. Doorgaans ligt het oogsttijdstip in de eerste helft van juli. Tijdig oogsten is van groot belang voor de voederwaarde van het gewas. Te laat oogsten leidt onder andere tot een hoog ruw celstofgehalte en te harde graankorrels. Dit heeft consequenties voor de verteerbaarheid.

De oogst van triticale voor GPS gebeurt bij voorkeur met een maïshakselaar voorzien van een speciaal ontwikkeld GPS-voorzetstuk. Deze machines hebben een hoge capaciteit en een goed invoersysteem. Andere opties zijn een maïshakselaar met een rijonafhankelijk voorzetstuk of een maïshakselaar met een maaidorservoorzetstuk. De geadviseerde maaihoogte is ongeveer 15 cm. Het product dient korter gehakseld te worden dan 6 mm.

3.13.10 Inkuilbaarheid

Het inkuilen van triticale-GPS zorgt in het algemeen voor weinig problemen. Toevoegmiddelen zijn niet nodig. Wel is het van belang de kuil stevig aan te rijden. Vanwege het relatief hoge drogestofgehalte kost het meer moeite om het product stevig aan te drukken. In GPS-kuilen wordt vaak een hoge ammoniakfractie (10-15 %) waargenomen. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk teveel zuurstof in de kuil. Fijner hakselen zou dit probleem kunnen verhelpen.

De drogestofverliezen en VEM-verliezen worden door het PV geschat op respectievelijk 10 en 15 %.

3.13.11 Opbrengst en samenstelling

De bruto-drogestofopbrengst van wintertriticale voor GPS kan variëren tussen de 8 en 13 ton ha⁻¹. De gemiddelde brutodrogestofopbrengst wordt door het PV geschat op 11 ton ha⁻¹. De samenstelling van ingekuilde graan-GPS is weergegeven in Tabel 36. Het betreft een nationaal gemiddelde over de periode 1997-2002.

Tabel 36 Samenstelling van ingekuilde graan-GPS

Parameter	Waarde
Droge stof (g kg ⁻¹ ds)	373
Ruw as (g kg ⁻¹ ds)	79
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	91
Ruwe celstof (g kg ⁻¹ ds)	247
Zetmeel (g kg ⁻¹ ds)	201
Suiker (g kg ⁻¹ ds)	27
VEM (kg ⁻¹ ds)	785
DVE (g kg ⁻¹ ds)	35
OEB (g kg ⁻¹ ds)	0
Structuurwaarde ¹⁾	2,7
P (g kg ⁻¹ ds)	3,0
K (g kg ⁻¹ ds)	17,3

Bron: Blgg, 2002

¹⁾ CVB, 2002

3.13.12 Triticale-GPS in het rantsoen van melkvee

Uit voederproeven op praktijkcentrum 'Cranendonck' blijkt dat melkvee prima kan produceren op rantsoenen waarbij snijmaïs vervangen wordt door triticale-GPS (Tabel 37). Een rantsoen met triticale als enig ruwvoer leidt echter tot vermindering van de melkproductie. Vet- en eiwitgehalte blijven wel op peil.

Tabel 37 Effecten van vervanging van snijmaïs door triticale-GPS op melkproductie en -samenstelling

	Graskuil-snijmaïs	Graskuil-triticale-GPS	Triticale-GPS
<i>Opname</i>			
Droge stof (kg dag ⁻¹)	20,1	20,4	20,1
Ruwvoer (kg ds dag ⁻¹)	10,7	10,9	10,5
Energie (kVEM dag ⁻¹)	19,4	18,2	17,4
DVE (g dag ⁻¹)	1,657	1,632	1,568
OEB (g dag ⁻¹)	251	398	250
<i>Productie</i>			
Melk (kg dag ⁻¹)	31,6	31,9	30,3
Vet (%)	4,67	4,59	4,73
Eiwit (%)	3,35	3,27	3,25
Meetmelk (kg/dag)	34,1	34,0	32,7

Bron: Philipsen et al., 2001

Bij inpassing van triticale in het rantsoen is het noodzakelijk een goede rantsoenberekening uit te voeren.

Aandachtspunten hierbij zijn de (lage) voederwaarde, mineralen en sporenelementen.

De berekende voederwaarde van GPS is in het algemeen lager dan die van snijmaïs. Uit voedingsonderzoek bleek echter dat de werkelijke VEM bij waarden van 650-700 met 15-25 % werd onderschat. Mogelijk voldoen de regels voor het berekenen van de VEM-waarde niet onder praktijkomstandigheden of is de bepalingsmethode voor de VC-os niet goed bruikbaar voor dit product. Interacties met andere voedermiddelen of een verbeterde penswerking door de hogere structuurwaarde kunnen ook een rol spelen bij de onderschatting.

De geadviseerde samenstelling van een ruwvoerrantsoen met triticale is een combinatie van graskuil, snijmaïs en triticale (40:30:30) voor hoogproductieve of nieuwmelkte koeien, en een combinatie van graskuil en triticale (50:50) voor jongvee en laagproductieve of oudmelkte koeien (Philipsen et al., 2001). In het rantsoen voor

hoogproductieve koeien dient het zetmeelgehalte van de triticale-GPS minimaal 200 g per kg drogestof te zijn (Philipsen et al., 2001).

3.13.13 Mineralenbalans

Bij een opbrengst van 11 ton drogestof triticale-GPS ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte in het verse product van circa 10,2 % (op basis van gegevens van het Blgg (2002)) bedraagt de N-onttrekking circa 180 kg N ha⁻¹. Bij een werkzame N-gift van 150 kg ha⁻¹ en N-levering (organische stof, depositie, N_{min}) van 50 kg N ha⁻¹ bedraagt de totaal beschikbare hoeveelheid N 200 kg ha⁻¹. Bij aanwending van 30 m³ dunne rundermest (zodenbemesting) bedraagt de benodigde N-aanvoer via kunstmest 74 kg ha⁻¹.

Bij een opbrengst van 11 ton drogestof ha⁻¹ en een P-gehalte in het ingekuilde product van 3,0 g kg⁻¹ ds (Blgg, 2002) bedraagt de P₂O₅-onttrekking circa 76 kg ha⁻¹. Via toediening van 30 m³ dunne rundermest wordt circa 54 kg P₂O₅ aangevoerd. De benodigde P₂O₅-bemesting via kunstmest bedraagt daarmee 22 kg ha⁻¹.

3.13.14 Saldoberekening

Tabel 38 Saldoberekening triticale (ruwvoer)

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	150	0,55	83
Drijfmest (m ³)	30		
N (kg)	76	0	0
P ₂ O ₅ (kg)	54	0	0
K ₂ O (kg)	204	0	0
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	74	0,55	41
P ₂ O ₅ (kg)	22	0,5	11
K ₂ O (kg)	0	0,3	0
Ploegen	1	110	110
Drijfmest uitrijden	30	3,4	102
Kunstmest strooien	1	32	32
Zaai	1	76	76
Hakselen (incl. transport)	1	337	337
Kuil aanrijden	1	93	93
Cultiveren	1	49	49
Totaal kosten			933

DS-verliezen (%)	10
VEM (kg ⁻¹ ds)	785
DVE (g kg ⁻¹ ds)	35
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)	11000
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)	9900
kVEM-opbrengst	7772
kDVE-opbrengst	347
Incl. McSharry-premie	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)	828
Kosten (€ ha ⁻¹)	-933
McSharry-premie (€ ha ⁻¹)	310
Saldo (€ ha ⁻¹)	205
Excl. McSharry-premie	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)	828
Kosten (€ ha ⁻¹)	-933
Saldo (€ ha ⁻¹)	-105

3.13.15 Referenties

- Blgg, 2002. Blgg, Oosterbeek (www.blgg.nl)
- Boomaerts, A.C.M.M., Everts, H., 2000. Teeltoptimalisatie van tritcale voor GPS. Verslag van het onderzoek in 1999. Intern rapport 400, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad: 18 pp.
- Darwinkel, A., 1991. Teelt van tritcale. Teelthandleiding nr. 35, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de volle grond, Lelystad: 29 pp.
- Hamblin, A., Tennant, D., 1987. Root length density and water uptake in cereals and grain legumes: how well are they correlated? *Australian Journal of Agricultural Research* 38: 513-527
- Philipsen, B., Janssen, J., Martens, L., Vandenbosch, T., Huybrechts, M., Wera, G., Van den Pol- van Dasselaar, A., 2001. Geheleplantensilage. Triticale als voedergras. Provincie Noord-Brabant, s'Hertogenbosch: 48 pp.
- Rassenlijst, 2002. 77^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2002. Plant Research International, Wageningen: 300 pp.
- Stimuland, 2002. Alternatieve voedergrassen. Stichting Stimuland Overijssel, Deventer: 39 pp.
- Van der Schans, D.A., Stienezen, M.W.J., 1998. Opbrengstvariabiliteit van voedergrassen op droogtegevoelige grond. In: Ruwvoederproductie bij droogte, kies voor zekerheid! Themaboekje 21, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, Lelystad: 61 pp
- Van Eekeren, N., 2000. Gehele Plant Silage (GPS). Inventarisatie van ervaringen in binnen- en buitenland. Louis Bolk Instituut, Driebergen: 60 pp.

3.14 Triticale (krachtvoer)

3.14.1 Inleiding

De teelt van triticale (graan) voor de korrel vertoont grote overeenkomsten met de teelt als ruwvoer. In dit hoofdstuk worden alleen de verschillen gerapporteerd. Bij de teelt voor de korrel is het goed om advies in te winnen van een deskundige akkerbouwer of loonwerker.

3.14.2 Eisen standplaats

De teelt van triticale voor de korrel is minder geschikt voor droogtegevoelige gronden dan de teelt als ruwvoer. Het gewas ondergaat dan de droogteperiode in de zomer, en de korrelopbrengst is gevoeliger voor vochttekort dan de opbrengst van de gehele plant.

3.14.3 Vruchtwisseling

Naast de intensieve beworteling en de toelevering van organische stof via wortels en stoppels heeft de teelt van triticale voor de korrel een extra gunstig effect op de bodemstructuur indien het stro verhakseld en ondergewerkt wordt. Ook bij de teelt en oogst van triticale voor de korrel is het risico van structuurbeschadiging klein

3.14.4 Bemesting

Bij het telen van triticale voor de korrel is het verstandig om een bemestingsadvies op te laten stellen door een deskundige in verband met de risico's van een verkeerde bemesting. Bij de teelt voor de korrel dient voorzichtig omgegaan te worden met toediening van drijfmest. Schade aan de bodemstructuur heeft meestal een groter effect op de korrelopbrengst dan op de opbrengst van de gehele plant. Bij toediening van organische mest heeft bemesting met een sleepslang op zwaardere gronden de voorkeur.

3.14.5 Rassenkeuze

Bij de korrelteelt zijn met name raseigenschappen als resistentie tegen ziekten en gevoeligheid voor legering belangrijk.

3.14.6 Zaai

De gewenste plantdichtheid bij de teelt voor de korrel (200 pl. m²) is wat lager dan bij de teelt als ruwvoer (250 pl. m²).

3.14.7 Onkruidbeheersing

Bij de korrelteelt kunnen onkruiden tijdens de afrijpingsfase weer een rol gaan spelen. In dat geval kan chemische bestrijding noodzakelijk zijn.

3.14.8 Beheersing van ziekten en plagen

De teelt van triticale voor de korrel is gevoeliger voor aantasting door ziekten dan de teelt voor ruwvoer. De infectiegraad van de meeste schimmelziekten is doorgaans het hoogst bij de afrijping van het gewas. Een serieuze aantasting door een schimmelziekte kan al snel een behoorlijk effect op de opbrengst hebben. Ziektebestrijding in de graanteelt is een tamelijk specialistische aangelegenheid. Dit maakt de teelt van graan

voor de korrel minder geschikt voor de doorsnee veehouder, tenzij de teelt gezamenlijk met een ervaren akkerbouwer of loonwerker uitgevoerd wordt.

3.14.9 Oogst

Het oogsttijdstip afhankelijk van de opslag- of conserveringsmethode. Bij het droog opslaan van de korrels dient het vochtgehalte kleiner of gelijk te zijn aan 16 %. Hogere vochtgehalten maken kunstmatige droging noodzakelijk. Dit leidt tot extra kosten. Tarwe voor de korrel wordt geogst met een maaidorser.

3.14.10 Opbrengst en samenstelling

Bij de teelt van wintertarwe voor de korrel variëren de opbrengsten bij een ervaren akkerbouwer tussen 8-9 ton ha⁻¹ op zandgrond en 10-11 ton ha⁻¹ op kleigrond (Rassenlijst, 2002). De opbrengsten van wintertriticale zijn ongeveer een ton lager. Bij het achterwege laten van ziektebestrijding bedraagt de opbrengst van wintertarwe respectievelijk 6 ton ha⁻¹ op zandgrond en 8-9 ton ha⁻¹ op kleigrond. De gemiddelde korrelopbrengst van triticale wordt door het PV geschat op 6,5 ton ha⁻¹.

Gedorst triticale kan droog opgeslagen of ingekuuld worden. Bij opslag dient het vochtgehalte kleiner of gelijk te zijn aan 16 %. Bij hogere vochtpercentages dient het triticale kunstmatig gedroogd te worden. Bij de droge opslag dient het triticale voor het voeren met natronloog ontsloten te worden.

Natte korrels, met een vochtgehalte van meer dan 16 %, kunnen ook ingekuuld worden. Hiervoor worden de korrels gemaald, waarbij zuur wordt toegevoegd. Bij een vochtgehalte van 17 % dient ongeveer twee ton zuur per ton product toegevoegd te worden (Stimuland, 2002). Over de benodigde hoeveelheid zuur in afhankelijkheid van het vochtgehalte van het graan is weinig bekend. De samenstelling van triticalekorrels is gegeven in Tabel 39.

Tabel 39 Samenstelling triticalekorrels

Parameter	Waarde
Drogestof (g kg ⁻¹ product)	867
Ruw as (g kg ⁻¹ product)	17
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ product)	114
Ruw vet (g kg ⁻¹ product)	13
Ruw celstof (g kg ⁻¹ product)	21
Zetmeel (g kg ⁻¹ product)	583
Suiker (g kg ⁻¹ ds)	49
VEM (g kg ⁻¹ product)	1033
DVE (g kg ⁻¹ product)	80
OEB (g kg ⁻¹ product)	-13
Structuurwaarde	-0,14
Ca (g kg ⁻¹ product)	0,4
P (g kg ⁻¹ product)	3,5
K (g kg ⁻¹ product)	5,5

Bron: CVB, 2002

3.14.11 Triticale als krachtvoer in het rantsoen van melkvee

Gedorste triticale kan ingezet worden als vervanger van krachtvoer. Uit een voederproef van Feil et al. (2000) bleek dat bij een rantsoen met negen kg (ds) krachtvoer de vervanging van twee kg krachtvoer door tarwekorrels geen negatieve effecten had op de melkproductie en -samenstelling (Tabel 40). Ook bij de vervanging van vier kg krachtvoer door tarwe bleef de melkproductie gelijk. De drogestofopname nam echter significant af. De oorzaak hiervan was waarschijnlijk pensverzuring vanwege een te hoog zetmeelgehalte.

De tendens bij vervanging van krachtvoer door tarwe was dat de melkproductie gelijkbleef, het vetgehalte daalde (niet significant) en het eiwitgehalte toenam (significant). Volgens Feil et al. (2000) bedraagt de optimale hoeveelheid tarwe in het krachtvoerrantsoen circa twee kg per dier per dag. Triticale is overigens qua samenstelling gelijkwaardig aan tarwe (CVB, 2002).

Tabel 40 Effect van vervanging van krachtvoer door tarwe op de melkproductie en -samenstelling

Parameter	0 % tarwe	22 % tarwe	44 % tarwe
Melk (kg)	29,1	30,1	29,0
FPCM (kg)	31,1	31,8	30,6
Vet (%)	4,62	4,51	4,47
Vet (g)	1344	1351	1285
Eiwit (%)	3,30 ^a	3,34 ^a	3,42 ^b
Eiwit (g)	954	1003	981
N-benutting (%)	26,5 ^a	28,1 ^{ab}	29,7 ^b
Ureum (mg 100 ml ⁻¹)	30	29	28

^{a)} verschil in letter betekend significant verschil ($\alpha=0,05$)

Bron: Feil et al., 2000

3.14.12 Mineralenbalans

Bij een drogestofopbrengst van 6,5 ton ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte van 11,4 % (CVB, 2002) kan de N-onttrekking geschat worden op 119 kg N ha⁻¹. Bij aanwending van 30 m³ dunne rundermest (zodenbemesting) wordt circa 76 kg werkzame N aangevoerd. De benodigde N-aanvoer via kunstmest bedraagt dan circa 74 kg ha⁻¹.

De P-opbrengst kan bij een drogestofopbrengst van 6,5 ton ha⁻¹ en een P-gehalte van 3,5 g kg⁻¹ ds (CVB, 2002) geschat worden op 52 kg P₂O₅ ha⁻¹. Bij aanwending van 30 m³ dunne rundermest wordt circa 54 kg P₂O₅ aangevoerd. Aanvulling met kunstmestfosfaat is hierdoor overbodig.

3.14.13 Saldoberekening

Tabel 41 Saldoberekening triticale (krachtvoer)

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	150	0,55	83
Drijfmest (m ³)	30		
N (kg)	76	0	0
P ₂ O ₅ (kg)	54	0	0
K ₂ O (kg)	204	0	0
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	74	0,55	41
P ₂ O ₅ (kg)	22	0,5	11
K ₂ O (kg)	0	0,3	0
Pesticiden	1	75	75
Herbiciden	1	40	40
Ploegen	1	110	110
Drijfmest toedienen	30	3,4	102
Kunstmest strooien	1	32	32
Zaai	1	76	76
Sputten	3	25	75
Dorsen	1	205	205
Transport	1	41	41
Cultivateren	1	49	49
Totaal kosten			939

DS-verliezen (%)	3	
VEM (kg ⁻¹ ds)	1179	86,7 % ds
DVE (g kg ⁻¹ ds)	91	86,7 % ds
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)	6500	
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)	6305	
kVEM-opbrengst	7434	
kDVE-opbrengst	574	
Incl. McSharry-premie		
Opbrengst (€ ha ⁻¹)	970	
Kosten (€ ha ⁻¹)	-939	
McSharry-premie (€ ha ⁻¹)	310	
Saldo (€ ha ⁻¹)	340	
Excl. McSharry-premie		
Opbrengst (€ ha ⁻¹)	970	
Kosten (€ ha ⁻¹)	-939	
Saldo (€ ha ⁻¹)	30	

3.14.14 Referenties

- Darwinkel, A., 1991. Teelt van triticale. Teelthandleiding nr. 35, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de volle grond, Lelystad: 29 pp.
- Feil, P.E., Zonderland, J.L., Van Duinkerken, G., Rimmelink, G., 2000. Tarwe als krachtvoervanger in graskuilrantsoenen. Publicatie 146, Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad: 16 pp.
- Rassenlijst, 2002. 77^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2002. Plant Research International, Wageningen: 300 pp.
- Stimuland, 2002. Alternatieve voedergewassen. Stichting Stimuland Overijssel, Deventer: 39 pp.

3.15 Voederbieten

3.15.1 Eisen standplaats

Voederbieten (*Beta vulgaris*) zijn bij uitstek een gewas voor vruchtbare grond. Hierop worden de hoogste opbrengsten behaald.

Op zandgrond dient de pH minimaal 5,4 te bedragen, maar een pH van circa 5,7 verdient de voorkeur (Westerdijk, 1994). Op kleigrond (30 % slib) dient de pH minimaal 6,3 te zijn. Naast een voldoende hoge pH dient er ook voldoende kalk (CaCO_3) in de bodem te zitten in verband met de opname van Ca. Bekalking tot de streefwaarde van de pH wordt bij voorkeur uitgevoerd in het najaar voorafgaande aan de teelt.

Voederbieten kunnen meer dan één meter diep wortelen. Het gewas is redelijk droogtolerant vanwege hun relatief lage transpiratiecoëfficiënt (300), een voldoende diepe beworteling en een goed herstelvermogen na het optreden van droogte (Van der Schans & Stienezen, 1998).

Van groot belang bij de teelt van voederbieten is de bodemstructuur. Storende lagen in de bouwvoor leiden tot vertakte bieten en meer aanklevende grond. Vertakte bieten zijn moeilijker te reinigen, waardoor de voederwaarde afneemt en de kosten toenemen. Op zware kleigronden is de teelt van voederbieten niet aan te raden in verband met oogstrisico's en zware verontreiniging van de bieten.

In verband met het tijdig zaaien in het voorjaar en berijdbaarheid in het najaar dient het perceel goed ontwaterd te zijn.

3.15.2 Vruchtwisseling

Bij opname van voederbieten in de vruchtwisseling dient er rekening mee gehouden te worden dat het gewas waardplant is voor een groot aantal aaltjes. Hieronder bevinden zich het gele bietecysteaaltje (*Heterodera trifolii*), het witte bietecysteaaltje (*Heterodera schachtii*), het Noordelijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*), het maïswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*), het graswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne naasi*), het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*) en diverse vrijlevende wortelaaltjes (*Paratrichodorus*, *Longidorus*) (Westerdijk, 1994). Vanwege deze waardplantfunctie mogen voederbieten niet meer dan éénmaal in de vier jaar geteeld worden. In het Zuidwesten van Nederland (lichte zandgronden) dient de vruchtwisseling ruimer te zijn: één op zes of één op acht (Westerdijk, 1994).

Graangewassen zijn vanwege hun gunstige effect op de bodemstructuur een geschikte voorvrucht voor voederbieten. Snijmaïs is als voorvrucht risicovoller, aangezien er bij de oogst soms ernstig structuurbederf kan optreden. Daarnaast is er in een vruchtwisseling met snijmaïs en gras een verhoogde kans op aantasting met *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*).

3.15.3 Bemesting

Bij een drogestofopbrengst van 14 ton ha⁻¹ bedraagt de onttrekking van mineralen door voederbieten respectievelijk 200-220 kg N, 80-100 kg P₂O₅, 400-450 kg K₂O, 100 kg CaO en 100 kg MgO (Gruber et al., 1992). Bemestingsadviezen voor suikerbieten worden gegeven in Westerdijk (1994). De bemesting voor voederbieten is niet wezenlijk verschillend van suikerbieten, behalve dat de interne kwaliteit en sapzuiverheid van voederbieten niet van belang zijn. Hierdoor hoeft de bemesting met fosfaat en kali minder scherp in het oog gehouden te worden. Daardoor kan er bij de teelt van voederbieten meer drijfmest ingezet worden. Met de drijfmest wordt doorgaans voorzien in de behoefte aan andere nutriënten zoals Na, Mg en B.

Er zijn aanwijzingen dat bemesting met natrium op gronden met een laag natriumgehalte een positieve invloed heeft op de opbrengst en houdbaarheid van voederbieten (Verstraten, 1996). Het advies is 200 kg Na₂O ha⁻¹ jaar⁻¹ op zand- en dalgrond, tenzij in het verleden veel dierlijk mest is toegediend. De Na₂O kan het best zonder chloor worden toegediend, bijvoorbeeld met Chilisalpeter.

3.15.4 Rassenkeuze

Belangrijke criteria bij de rassenkeuze zijn het drogestofgehalte, het groenblijven van het loof, de schieterresistentie, takkigheid (aankleven van de grond), de vroegheid van de grondbedekking en de grondbedekking aan het einde van het seizoen (Rassenlijst, 2002). Bij een hoger drogestofgehalte worden de

bieten minder beschadigd bij het oogsten, waardoor de houdbaarheid beter is. Daarnaast zijn de kosten en de hoeveelheid werk per eenheid lager. Het groenblijven van het loof is vooral van belang als de bieten worden gerooid met een voederbietenrooier. Hierbij worden de bieten aan het blad uit de grond getrokken. Schieters hebben het nadeel dat ze slecht bewaarbaar zijn. Het is dus gunstig om een ras met een hoge schieterresistentie te kiezen. Aanklevende grond leidt tot extra kosten voor reiniging en transport. De eigenschappen 'vroegheid grondbedekking' en 'grondbedekking einde seizoen' zijn van belang in verband met het onkruidonderdrukkend vermogen van een ras.

Het is belangrijk om een ras te kiezen met erfelijk éénkiemig (monogerm) zaad in verband met arbeidsbesparing. In de praktijk zijn vrijwel alle aanbevolen rassen monogerm.

3.15.5 Zaai

Voederbieten worden doorgaans tussen half maart en half april met een precisiezaaimachine op eindafstand gezaaid. De ideale zaaitemperatuur ligt tussen de 5 en 10 ° C (Westerdijk, 1994). De rijenafstand bedraagt 50 cm. Nauwkeurig zaaien op de juiste diepte is belangrijk in verband met een regelmatige plantverdeling en geringe kopverliezen bij het oogsten. De zaaiafstand in de rij is afhankelijk van de verwachte veldopkomst en is kleiner naarmate deze lager is.

Het ideale zaaidbed bestaat uit een onderlaag van bezakte grond, waarop de zaden komen te liggen, met daarop een 1,5 -2,5 cm dikke toplaag van losse grond. De bezakte ondergrond zorgt voor een goede vochtanvoer, terwijl de losse toplaag voldoende zuurstof doorlaat. De grond dient voor het zaaien circa 6 weken te bezakken. Indien dat niet mogelijk is, kan als alternatief een vorenpakkercombinatie gebruikt worden.

Het streefaantal kiemplanten hangt af van de wijze van oogsten. Het streefaantal is 80.000 planten ha⁻¹ bij oogst met een voederbietenrooier en 95.000 planten ha⁻¹ bij oogst met een suikerbietenrooier (Geerts, 1990). Oogsten met een suikerbietenrooier vereist een dichter en regelmatiger gewas. Bij het grotere plantaantal blijven de bieten in het algemeen kleiner, wat leidt tot meer aanklevende grond. Dit nadeel wordt echter ondervangen doordat een suikerbietenrooier de bieten beter reinigt dan een voederbietenrooier.

Tegenwoordig is veel zaad gepilleerd beschikbaar, waarbij fungiciden of insecticiden zijn toegevoegd. Bij de teelt van voederbieten na het scheuren van grasland verdient het aanbeveling gepilleerd zaad met insecticide te gebruiken om schade door ritnaalden of emelten te voorkomen.

3.15.6 Onkruidbeheersing

De relatief lage plantaantallen en de trage jeugdontwikkeling maken de teelt van voederbieten gevoelig voor onkruid. Onkruiden kunnen zowel mechanisch als chemisch bestreden worden. Chemische onkruidbestrijding is goed mogelijk in de voederbietenteelt en er is een groot scala aan selectieve middelen beschikbaar (Westerdijk, 1994). Op droge gronden is soms ook nog laat in het seizoen een onkruidbestrijding nodig.

3.15.7 Beheersing van ziekten en plagen

Enkele belangrijke ziekten in de teelt van (voeder)bieten zijn echte meeldauw (*Erysiphe betae*), valse meeldauw (*Peronospora farinosa*), bladvlekkenziekte (*Cercospora beticola*), Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*) en Rhizomanie (Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV)) (Gruber et al., 1992; Westerdijk, 1994). Een meer volledig overzicht wordt gegeven in Westerdijk (1994). Chemische bestrijding is niet ieder jaar de moeite waard.

Voor een succesvolle oogst dient het blad bij het rooien in goede conditie te zijn. Dit geldt met name voor een voederbietenrooier geogst.

Als belangrijkste plaag in de voederbietenteelt zijn voornamelijk bladluizen te noemen. Aantasting met bladluizen kan sterke ontwikkelingsstoornissen en daaruit volgende opbrengstverliezen tot gevolg hebben. Daarnaast kunnen na het scheuren van grasland insecten zoals engerlingen, draadwormen, emelten en ritnaalden, vraatschade veroorzaken.

3.15.8 Oogst

Voederbieten worden geogst in de periode oktober-november. Het oogsttijdstip wordt vooral bepaald door de berijdbaarheid van de grond. De drogestofopbrengst neemt doorgaans tot oktober toe.

Voederbieten kunnen worden gerooid met een suikerbieten- of voederbietenrooier. Suikerbietenrooiers zijn geschikt bij een gelijkmatig gewas. Goede resultaten wat betreft reductie van aanklevende grond zijn behaald met

eenrijige voederbietenplukmachines. Deze trekken de biet aan het blad uit de grond. Om oogstverliezen te minimaliseren is het van belang dat het blad in goede conditie is. Eenrijige en zesrijige voederbietenrooiers hebben als voordeel dat de bieten tijdens het rooien niet onnodig worden bevuild. Daarnaast worden de bieten minder beschadigd, wat gunstig is voor de bewaarbaarheid.

Na het rooien worden de bieten in een zwad gelegd. Vervolgens worden ze met een bietenlader opgeraapt en gereinigd. De intensiteit van het reinigen is afhankelijk van de wijze van bewaring. Wanneer de bieten (gemengd) worden ingekuuld, is intensief reinigen van groot belang om de verontreiniging met grond zo gering mogelijk te houden. Bij opslag in een bietenhoop dient er voorzichtig te worden gereinigd om beschadiging van de bieten te voorkomen.

Ook het blad kan worden geoogst. Wanneer het rechtstreeks naar een naastrijdende wagen wordt getransporteerd is het geschikt om in te kuilen.

3.15.9 Bewaring en inkuilbaarheid

Voederbieten kunnen bewaard worden in een bietenhoop (of sleufsilos) maar kunnen ook worden ingekuuld. Opslag van hele bieten brengt bepaalde risico's met zich mee. Beschadigingen aan de bieten leiden onder andere tot rot. Bij te hoge temperaturen treden drogestofverliezen op als gevolg van broei en verademing. Ook vorst leidt tot verliezen via bevroren bieten. Een bijkomend nadeel van vorst is dat de bieten soms niet gevoerd kunnen worden, omdat reinigen niet mogelijk is. Een belangrijk nadeel van een bietenhoop is de beperkte houdbaarheid. Bieten in een hoop zijn tot uiterlijk begin april houdbaar. Naast de risico's van drogestofverliezen brengt het opslaan van bieten extra arbeid en kosten met zich mee, ook omdat de bieten voor het voeren gereinigd en gesneden dienen te worden.

De verliezen van anaëroob bewaarde voederbieten worden geschat op 10 % van de drogestof en 15 % van de VEM (Van Dijk, 1995).

Het inkuilen van bieten dient bij voorkeur in een mengkuil met (droog) gras of snijmaïs te gebeuren. Vanwege het lage drogestofgehalte (14-16 %) zou er anders sprake zijn van aanzienlijke perssappverliezen. De mengcomponent in een mengkuil dient het perssap vast te houden en een voldoende hoge voederwaarde te hebben. Vaak wordt snijmaïs gebruikt, omdat dit gewas rond dezelfde tijd geoogst wordt. De mengkuil wordt in lagen opgebouwd, waarbij een laag snijmaïs een laag versnipperde voederbieten afwisselt. Bij een gangbare methode in Duitsland worden de bieten opgeschept met een speciale bietensnijbak en al rijdend over de maïskuil gesneden en in een dun laagje uitgespreid (Gruber et al., 1992). Voor het inkuilen dienen de bieten goed gereinigd te worden, aangezien verontreiniging met grond de voederwaarde van het product sterk kan verlagen (Geerts, 1990). De reiniging van de bieten leidt tot extra arbeid en kosten in vergelijking met het inkuilen van andere gewassen. Ook het blad kan ingekuuld worden. Hierbij kunnen aanzienlijk hoeveelheden perssap vrijkomen. Wanneer de kuil snel wordt afgedekt liggen de drogestofverliezen rond de 20 % (Geerts, 1990). De smakelijkheid van ingekuilde blad is goed. De VEM- en de DVE-waarde bedragen respectievelijk 618 (kg^{-1} ds) en 13 (g kg^{-1} ds) (CVB, 2002). De OEB is met een waarde van 104 (g kg^{-1} ds) bijzonder hoog.

3.15.10 Opbrengst en samenstelling

De bruto-drogestofopbrengst van voederbieten kan variëren tussen 12 en 20 ton ha^{-1} . De gemiddelde bruto-opbrengst wordt door het PV geschat op 14 ton drogestof ha^{-1} . Bij de oogst van het blad komt daar nog circa 3-4 ton drogestof bij.

Voederbieten worden gekarakteriseerd door een hoge VEM-waarde, een hoog suikergehalte en lage hoeveelheden ruw celstof en ruw eitwit (tabel 4.2). In de praktijk lijkt de voederwaarde wat hoger uit te vallen (Geerts, 1990; Meijer et al., 1994).

Tabel 42 Samenstelling van gereinigde en bewaarde voederbieten

Parameter	Waarde
Droge stof (g kg ⁻¹ vers)	145
Ruw as (g kg ⁻¹ ds)	110
Ruw eiwit (g kg ⁻¹ ds)	84
Ruwe celstof (g kg ⁻¹ ds)	67
Suiker (g kg ⁻¹ ds)	500
VEM (kg ⁻¹ ds)	1033
DVE (kg ⁻¹ ds)	75
OEB (kg ⁻¹ ds)	-52
Structuurwaarde	1,1

Bron: CVB, 2002

3.15.11 Voederbieten in het rantsoen van melkvee

Voederbieten hebben een hoge energiewaarde en worden door het vee als smakelijk ervaren. Vanwege de hoge energiewaarde kunnen voederbieten worden ingezet als krachtvoervangers. Over het effect van voederbieten op de drogestofopname worden tegenstrijdige resultaten gemeld. Meijer et al. (1994) vonden een daling van de totale drogestofopname bij vervanging van krachtvoer door voederbieten. Als voornaamste oorzaak werd verdringing van het ruwvoer door het lage drogestofgehalte van de voederbieten genoemd. Geerts (1990) meldt een 7 % hogere drogestofopname bij vervanging van krachtvoer door voederbieten. In Duits onderzoek werden geen duidelijke verschillen in drogestofopname waargenomen tussen een rantsoen met en zonder voederbieten (Gruber et al., 1992). De ruwvoeropname was door opname van voederbieten in het rantsoen licht hoger (Gruber et al., 1992).

Uit een literatuuronderzoek door Gruber et al. (1992) bleek uit 15 internationale voedingsproeven dat bij een gemiddeld aandeel van 3,7 kg drogestof voederbieten in het rantsoen de ruwvoeropname daalde van 11,5 kg naar 8,9 kg. De totale drogestofopname steeg van 11,5 naar 12,6 kg. Daarnaast nam de hoeveelheid meetmelk gemiddeld met 2,7 % toe, het vetgehalte met 1,5 % (relatief) en het eiwitgehalte met 2,5 % (relatief). Uit het onderzoek bleek tevens dat de hogere prestaties voornamelijk toe te schrijven zijn aan de hoge energiewaarde van voederbieten, en niet aan andere kenmerken, zoals bijvoorbeeld de grotere smakelijkheid.

Vanwege de energiewaarde zijn voederbieten een ideaal middel om in de hoge energiebehoefte van hoogproductieve koeien te voorzien. In de praktijk wordt beweerd dat het voeren van voederbieten positieve effecten heeft op het voorkomen of verminderen van vruchtbaarheidsproblemen en stofwisselingsstoornissen (Geerts, 1990). Bij opname van voederbieten in het menu dient er voor voldoende onbestendig eiwit gezorgd te worden.

De hoge suikergehaltes brengen het risico van pensverzuring met zich mee. Indien nodig dient het rantsoen hieraan aangepast te worden.

3.15.12 Mineralenbalans

Bij een drogestofopbrengst van 14 ton bieten ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte in verse bieten van 8,0 % (CVB, 2002) bedraagt de N-onttrekking door de bieten 179 kg ha⁻¹. Bij een bladopbrengst van 4 ton drogestof ha⁻¹ (PV) en een ruw eiwitgehalte van 15,1 % (CVB, 2002) bedraagt de N-onttrekking via het blad circa 97 kg ha⁻¹. Bij een N-gift van 200 kg ha⁻¹ (Westerdijk, 1994) en een geschatte N-levering (mineralisatie, depositie, N_{min}) van 50 kg ha⁻¹ bedraagt de totaal beschikbare hoeveelheid N circa 250 kg ha⁻¹.

Bij aanwending van 40 m³ dunne rundermest (bouwlandinjecteur) wordt circa 126 kg werkzame N aangevoerd. Deze hoeveelheid dient aangevuld te worden met 74 kg N via kunstmest.

Op basis van een bruto-drogestofopbrengst van 14 ton ha⁻¹ en een P-gehalte in verse bieten van 1,3 g kg⁻¹ (CVB, 2002) bedraagt de P₂O₅-onttrekking (excl. blad) circa 42 kg ha⁻¹. Bij een geschatte bladopbrengst van 4 ton drogestof ha⁻¹ (PV) en een P-gehalte van 2,3 g kg⁻¹ ds bedraagt de onttrekking door het blad circa 21 kg P₂O₅ ha⁻¹. Bij aanwending van 40 m³ dunne rundermest wordt circa 72 kg P₂O₅ aangevoerd. Aanvulling met kunstmestfosfaat is daarom niet nodig.

3.15.13 Saldoberekening

Tabel 43 Saldoberekening voederbieten (exclusief blad)

	Eenheden	Tarief (€)	Kosten (€ ha ⁻¹)
Zaaizaad (kg)	1	204	204
<i>Drijfmest</i> (m ³)	40		
N (kg)	126	0	0
P ₂ O ₅ (kg)	72	0	0
K ₂ O (kg)	272	0	0
<i>Kunstmest</i>			
N (kg)	74	0,55	41
P ₂ O ₅ (kg)	0	0,5	0
K ₂ O (kg)	178	0,3	53
Pesticiden	1	20	20
Herbiciden	1	170	170
Drijfmest uitrijden	40	2,25	90
Ploegen	1	110	110
Kunstmest strooien	1	32	32
Zaai	1	76	76
Spuiten	3	25	75
Rooien	1	278	278
Transport	2	66	132
Cultiveren	1	49	49
Totaal kosten			1330
DS-verliezen (%)		10	
VEM (kg ⁻¹ ds)		1033	
DVE (g kg ⁻¹ ds)		75	
Bruto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		14000	
Netto-dsopbrengst (ton ha ⁻¹)		12600	
kVEM-opbrengst		13016	
kDVE-opbrengst		945	
Opbrengst (€ ha ⁻¹)		1654	
Kosten (€ ha ⁻¹)		-1330	
Saldo (€ ha⁻¹)		324	

3.15.14 Referenties

- Geerts, A.J.M., 1990. De teelt van voederbieten. Barenbrug BV, Oosterhout: 22 pp.
- Gruber, L., Janetschek, H., Krautzer, B., Krimberger, K., Mayerl, R., Schaumberger, A., Stieg, B., Wallner, L., 1992. Produktion, Verwertung und Ökonomik der Futterrübe. Veröffentlichungen Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning, Oostenrijk: 51 pp.
- Meijer, R., Boxem, T., Smolders, G., Van der Kamp, A., Wentink, G.H., 1994. Voederbieten voor melkvee. Publicatie nr. 88, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad: 29 pp.
- Rassenlijst, 2002. 77^e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2002. Plant Research International, Wageningen: 300 pp.
- Van der Schans, D.A., Stienezen, M.W.J., 1998. Opbrengstvariabiliteit van voedergewassen op droogtegevoelige grond. In: Ruwvoederproductie bij droogte, kies voor zekerheid! Themaboekje 21, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, Lelystad: 61 pp.
- Van Dijk, H., 1995. Voederwinning, conservering en bewaring. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Ede: 83 pp.
- Verstraten, F., 1996. De teelt van grasland en voedergewassen in Nederland. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Ede: 114 pp.
- Westerdijk, C.E., 1994. Teelt van suikerbieten. Teelthandleiding nr. 64, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad: 126 pp.

4 Vergelijking van de gewassen

4.1 Algemeen

In dit onderdeel worden de gewassen vergeleken op de eerder besproken onderdelen.

4.2 Eisen standplaats

Bij de keuze van een geschikt gewas voor een perceel zijn de droogtegevoeligheid van het gewas en de eisen die het gewas stelt aan de pH, bodemstructuur en ontwatering van belang. Omdat niet van alle gewassen voldoende informatie is over het effect van bodemstructuur en ontwatering op ontwikkeling en opbrengst worden deze factoren in de vergelijking buiten beschouwing gelaten. Dat laat onverlet dat deze factoren een belangrijke rol kunnen spelen in de keuze van een voedergewas.

4.2.1 Droogtegevoeligheid

De droogtegevoeligheid van een teelt is afhankelijk van een aantal gewas- en bodemeigenschappen. Belangrijke gewaseigenschappen zijn de transpiratiecoëfficiënt (TC), de potentiële bewortelingsdiepte en het herstelvermogen na droogteschade. Belangrijke bodemeigenschappen zijn het vochtleverend vermogen en de diepte van de bewortelbare laag. Een belangrijke teelteigenschap is het tijdstip waarop het gewas geoogst wordt. Een waardering voor de diverse factoren die de droogtegevoeligheid bepalen en een eindscore zijn weergegeven in Tabel 44.

De TC van een gewas wordt uitgedrukt in kg (liter) verdampt water per kg bovengronds geproduceerde drogestof. Bij een lage waarde kan het gewas de hoeveelheid beschikbaar water efficiënter gebruiken en is daardoor minder droogtegevoelig. Er bestaat een grote variatie tussen gewassen (Tabel 44). Mais is een gewas met een lage TC; gras en luzerne zijn gewassen met een hoge TC. Van een aantal gewassen is de TC niet weergegeven wegens een tekort aan informatie. De TC is één van de belangrijkste gewaseigenschappen wat betreft de droogtegevoeligheid.

Tabel 44 Inschatting van de droogtegevoeligheid

	Oogstdatum	TC (kg water kg ds ⁻¹)	potentiele beworte- lingsdiepte (score) ¹⁾	herstelvermogen na droogteschade (score)	Eindscore (score)
Ruwvoer					
erwten	begin juli	-	6	5	8
erwten-gerst	begin juli	-	8	6	8
luzerne	jaarrond	400	9	9	8
quinoa	begin september	-	8	6	8
snijmaïs	eind september	190	6	4	8
triticale	begin juli	225	9	6	8
galega	jaarrond	-	7	9	7
lupine	half augustus	-	9	5	7
mergkool	begin september	-	6	6	7
soja	september	-	6	5	7
gras	jaarrond	350	6	7	5
Krachtvoer					
voederbieten	half oktober	300	8	8	7
triticale	half augustus	225	9	5	6
lupine	eind augustus	-	9	5	4
MKS	half oktober	190	6	4	4

¹⁾ De score varieert van 4-9. 4=slecht, 5=onvoldoende, 6=voldoende, 7=ruim voldoende, 8=goed, 9=zeer goed. De eindscore is geen rekenkundig gemiddelde van de voorgaande kolommen maar een gewogen score

Ondanks een relatief hoge TC kan een gewas behoorlijk droogtetolerant zijn. Belangrijk hierbij zijn de potentiële bewortelingsdiepte van het gewas en de diepte van de doorwortelbare laag in de bodem. Gewassen met een diepe beworteling kunnen het water dieper uit de bodem weghalen en beschikken zo over een grotere watervoorraad. Bepalend voor de uiteindelijke bewortelingsdiepte is echter de diepte van de doorwortelbare laag. Lupine en tritcale hebben een potentiële bewortelingsdiepte van meer dan 2,5 meter, maar bij een slecht doorwortelbare bodem, storende lagen of een hoge grondwaterstand (in het voorjaar) blijft deze beperkt tot niet meer dan 40 cm. Gewassen met een grote potentiële bewortelingsdiepte zijn daarom uit het oogpunt van droogtegevoeligheid alleen interessant als er sprake is van een diep doorwortelbare laag van het profiel. Gewassen als luzerne, met een weinig efficiënt watergebruik maar wel een diepe beworteling, zijn droogtegevoeliger op gronden met een ondiep doorwortelbaar profiel dan op gronden met een diep doorwortelbaar profiel.

Naast de TC en de maximale bewortelingsdiepte is ook het herstelpotentieel na droogte van belang. In het algemeen zijn teelten met een generatieve fase gevoelig voor vochttekort tijdens de bloeiperiode. Bij droogte wordt het aantal bloeiwijzen (aar/peul) gereduceerd, evenals het aantal bloemen per bloeiwijze. Hierdoor is de plant beperkt in zijn opslagcapaciteit, ook als er na de droogteperiode weer sprake is van groeizaam weer. Tussen teelten met een generatieve fase kan er ook verschil zijn in reactie op droogte tijdens bloei. Van der Schans & Stienezen (1998) constateerden bijvoorbeeld dat maïs gevoeliger was voor droogteschade tijdens de bloei dan tritcale.

De opbrengst van de gehele plant wordt minder sterk beïnvloed door droogteschade dan de korrelopbrengst. De teelt van een gewas voor ruwvoer is daarom minder droogtegevoelig dan de teelt voor de korrel. Voor een aantal gewassen die in de vegetatieve fase geoogst worden, zoals luzerne, galega en voederbieten geldt dat deze zich goed van droogteschade kunnen herstellen. De schade blijft doorgaans beperkt tot een aantal gemiste groeidagen. Bij weging van de droogtegevoeligheid van een teelt is het herstelpotentieel de minst belangrijke eigenschap. Zware droogte tijdens de bloei treedt niet regelmatig op.

Het tijdstip waarop het gewas geoogst wordt is sterk bepalend voor de droogtegevoeligheid. Ruwvoergewassen als erwten, erwten-gerst en tritcale worden vóór de periode met de grootste kans op droogte geoogst. Hierdoor is de teelt van deze gewassen minder droogtegevoelig. Gewassen die het hele jaar op het veld staan maken de droge periode in de zomer mee. Het risico van droogteschade is hierdoor aanzienlijk groter. Dit geldt met name voor de gewassen die laat bloeien, zoals maïs.

Een weging van de droogtegevoeligheid is per gewas gegeven in Tabel 44. Gras is de meest droogtegevoelige ruwvoerteelt. Binnen de krachtvoerteelten zijn dit met name lupine en MKS.

4.2.2 pH

Bij beoordeling van de pH kan er onderscheid gemaakt worden tussen de optimale pH en de pH-range waarin het gewas geteeld kan worden. Bij een optimale pH is de opbrengst en kwaliteit van een gewas maximaal; bij een sub-optimale pH is er vaak sprake van een opbrengstderving. Deze opbrengstderving kan veroorzaakt worden door een slechtere ontwikkeling van de wortels, een verminderde beschikbaarheid van bepaalde mineralen en een negatieve invloed van een lage pH op de stikstofbinding van stikstofbindende gewassen.

Gewassen die een lage pH tolereren zijn met name lupine en mergkool (Tabel 45). Gewassen die een relatief lage pH tolereren zijn gras, tritcale, quinoa, erwten en maïs. Niet tolerant voor lage pH-waarden zijn de stikstofbindende gewassen galega, luzerne en soja en het niet-stikstofbindende gewas voederbieten.

Ook een te hoge pH kan nadelig werken op de groei en ontwikkeling van een gewas, voornamelijk door een verminderde beschikbaarheid van sporenelementen. Bij lupine kan bij een pH hoger dan 6,5 de teelt volledig mislukken (kalkchlorose). Bij andere gewassen beperken de negatieve effecten van een hoge pH zich voornamelijk tot (lichte) opbrengstdervingen.

Tabel 45 Indicatie van de pH-range

	pH-range
Ruwvoer	
mergkool	4,2-8,3
lupine	4,5-6,5
triticale	5,0-7,0
snijmaïs	5,0-7,0
quinoa	5,0-7,0
gras	5,0-7,0
erwten-gerst	5,0-7,0
erwten	5,0-7,0
soja	5,5-7,5
luzerne	5,5-7,5
galega	5,5-7,5
Krachtvoer	
lupine	4,5-6,5
triticale	5,0-7,0
MKS	5,0-7,0
voederbieten	5,5-7,0

4.2.3 Bodemstructuur

Voor alle gewassen geldt dat de groei en opbrengst geremd wordt door storende lagen in het profiel en wateroverlast op het perceel. De gewassen verschillen onderling in mate van gevoeligheid. Vanwege een tekort aan informatie worden de gewassen op dit onderwerp niet onderling vergeleken.

Van belang bij de perceelskeuze is ook de draagkracht in het voor- en najaar. Gewassen die vroeg gezaaid en laat geoogst worden zijn minder geschikt voor percelen die op dat moment een lage draagkracht hebben. Dit geldt voor de teelt van voederbieten en MKS.

4.3 Vruchtwisseling

De plaats van een gewas in de vruchtwisseling wordt bepaald door het effect van bodemgebonden ziekten of plagen, het effect op het organische stofgehalte van de bodem, het effect op de bodemstructuur, de hoeveelheid nutriënten die een gewas achterlaat en het tijdstip waarop het gewas het veld ruimt.

Het optreden van bodemgebonden ziekten of plagen is een bepalende factor bij de beslissing of een gewas in de vruchtwisseling opgenomen kan worden en hoe frequent het gewas geteeld kan worden. De meeste gewassen worden éénmaal in de vier jaar geteeld (Tabel 46). Gras kan continu geteeld worden. Herinzaai van grasland vindt alleen plaats vanwege verslechtering van de graszode door vestiging van onkruiden en minder productieve grassoorten. Ook snijmaïs kan wat betreft het optreden van bodemgebonden ziekten en plagen continu geteeld worden. Luzerne en galega zijn meerjarige teelten waarbij minimaal vier jaar tussen opeenvolgende teelten moet zitten.

De teelt van erwten en mergkool is relatief gevoelig voor aantasting door bodemgebonden ziekten. Hierdoor is de geadviseerde teeltfrequentie respectievelijk eens in de vijf jaar en eens in de zes jaar. Voederbieten kunnen op de lichte gronden problemen krijgen met aaltjes. In dat geval neemt de geadviseerde teeltfrequentie af van eens in de vier jaar naar eens in de zes jaar of eens in de acht jaar.

Tabel 46 Gewenste teeltfrequentie van de gewassen

	teeltfrequentie
Ruwvoer	
snijmaïs	1:1
gras	1:1
triticale	1:4
soja	1:4
quinoa	1:4
lupine	1:4
mergkool	1:5
erwten-gerst	1:6
erwten	1:6
luzerne	4:8
galega ¹⁾	7:11
Krachtvoer	
MKS	1:1
voederbieten	1:4
triticale	1:4
lupine	1:4

¹⁾ 7:11 staat voor een zevenjarige teeltduur, waarbij tussen opeenvolgende teelten minimaal vier jaar zit

Het effect van een teelt op de bodemstructuur wordt bepaald door de inbreng van organische stof in de bodem, de bewortelingsintensiteit en -diepte en het risico op structuurbederf tijdens de teelt (Tabel 47). De inbreng van organische stof is vooral groot bij de meerjarige teelten gras, luzerne en galega. Een aanzienlijke inbreng van organische stof treedt op bij de teelt van de krachtvoervangers MKS, triticale en voederbieten indien het stro of blad wordt ondergeploegd. Relatief veel organische stof wordt ook in de bodem gebracht door gewassen die intensief wortelen, zoals triticale en gerst (in erwten-gerst). Erwten, mergkool, maïs en soja hebben een relatief oppervlakkige en weinig intensieve beworteling en brengen hierdoor weinig organische stof in de bodem. Bekend is dat de continue teelt van snijmaïs kan leiden tot een sterke afname van het organische stofgehalte van de bodem, vooral op zandgronden.

Een intensieve en diepe beworteling kan de bodemstructuur verbeteren door vorming van nieuwe (macro) poriën. Galega, triticale en luzerne zijn gewassen met een intensieve beworteling (Tabel 47). Erwten, mergkool, maïs en soja zijn gewassen met de minst intensieve beworteling.

De kans op structuurbederf is vooral afhankelijk van het tijdstip van oogst. MKS en voederbieten zijn teelten met een bovengemiddeld risico op structuurschade omdat ze pas half oktober onder vaak natte omstandigheden geoogst worden. Bij gewassen die in de (voor) zomer worden geoogst is weinig kans op structuurschade. Een middenpositie wordt ingenomen door gewassen die in september geoogst worden.

Tabel 47 Inschatting van het effect van de teelt op de bodemstructuur

	inbreng organische stof (score) ¹⁾	bewortelings- intensiteit (score)	kleine kans op structuurbederf (score)	Eindscore (score)
Ruwvoer				
galega	9	9	7	9
luzerne	9	9	7	9
gras	9	8	7	8
triticale	7	9	8	8
erwten-gerst	7	8	8	7
lupine	6	7	8	7
erwten	5	5	8	6
quinoa	5	7	7	6
mergkool	5	5	7	5
snijmaïs	5	5	5	5
soja	5	5	6	5
Krachtvoer				
triticale (incl. stro)	9	9	9	9
lupine (incl. stro)	9	7	7	8
MKS (incl. stro)	8	5	4	6
voederbieten (incl. blad)	8	7	4	6

¹⁾ De score varieert van 4-9. 4=slecht, 5=onvoldoende, 6=voldoende, 7=ruim voldoende, 8=goed, 9=zeer goed. De eindscore is geen rekenkundig gemiddelde van de voorgaande kolommen maar een gewogen score

Na weging van de bijdrage van de inbreng van organische stof, bewortelingsintensiteit en kans op structuurbederf blijkt dat de teelt van luzerne en galega het meest positieve effect op de bodemstructuur heeft (Tabel 47).

Mergkool, snijmaïs en soja hebben een negatief effect op de bodemstructuur.

Stikstofbindende gewassen kunnen op bedrijven met een lage externe stikstofinput een belangrijke factor zijn in de vruchtwisseling. Stikstofbindende gewassen zijn lupine, galega, luzerne, erwten en soja. Na de teelt van een stikstofbindend gewas kan een aanzienlijk deel van de gebonden stikstof achterblijven in de bodem en ter beschikking komen van volggewassen. Vooral bij meerjarige teelten zoals galega en luzerne kunnen er na de beëindiging van de teelt grote hoeveelheden stikstof vrijkomen. Datzelfde geldt ook voor het niet-stikstofbindende gewas gras.

4.4 Bemesting

Een overzicht van de geadviseerde bemestingsniveaus van N, P en K is gegeven in Tabel 48. Bij sommige gewassen kan een behoorlijke hoeveelheid drijfmest gegeven worden om in de nutriëntenbehoefte te voorzien. Het verdient de voorkeur om bij stikstofbindende gewassen geen (stikstofrijke) drijfmest toe te dienen. De stikstof in de drijfmest is overbodig en kan bij sommige gewassen (lupine) zelfs een negatief effect op de groei en ontwikkeling hebben.

De geadviseerde bemestingsniveau's zijn op basis van behoefte van het gewas. Met name bij de stikstofgift is geen rekening gehouden met optredende verliezen naar het milieu. De werkelijke stikstofgift dient daarvoor te compenseren.

Tabel 48 Bemestingsadvies voor N (kg ha⁻¹), P₂O₅ (kg ha⁻¹) en K₂O (kg ha⁻¹) op basis van behoefte

	N (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Drijfmest (m ³ ha ⁻¹)
Ruwvoer				
erwten	0	60	180	0
erwten-gerst	40	60	180	20
galega	0	80	370	30
gras ¹⁾	300	130	400	60
lupine	0	0	250	0
luzerne	0	85	325	50
mergkool	200	50	250	40
quinoa	150	70	400	40
snijmaïs	180	65	225	40
soja	0	75	80	0
triticale	150	80	80	30
Krachtvoer				
lupine	0	0	60	0
MKS	180	80	300	40
triticale	150	80	300	30
voederbieten	200	80	400	40

¹⁾ alleen maaien

4.5 Zaai

Bij de meeste gewassen is er bij de keuze van een geschikt zaaitijdstip sprake van een dilemma tussen maximalisatie van de opbrengst en minimalisatie van problemen met onkruiden en te trage gewasontwikkeling. Bij te vroeg zaaien kunnen kieming en ontwikkeling traag verlopen. Hierdoor krijgen kiemplantziektes meer kans en kunnen er relatief veel zaailingen uitvallen. Daarnaast geeft een trage ontwikkeling van het gewas een concurrentievoordeel aan onkruiden, die daardoor meer problemen veroorzaken en vaker bestreden dienen te worden. Later zaaien kan opbrengst kosten, maar gaat samen met een snelle opkomst en ontwikkeling, minder uitval van kiemplanten en een sterkere onderdrukking van het onkruid.

Een aantal gewassen (voederbieten, maïs) wordt op eindafstand gezaaid, terwijl dat bij andere gewassen niet het geval is. Bij een aantal van die gewassen zou het voordelig kunnen zijn om ook op eindafstand te zaaien. Niet alleen leidt dat tot kostenbesparingen op het soms dure zaaizaad (lupine, soja, mergkool), maar ook tot geringere concurrentie binnen de rij en mogelijk een hogere opbrengst.

Naast plantafstand in de rij is ook de afstand tussen de rijen een punt van discussie. Een rijenafstand van 50 cm maakt mechanische onkruidbestrijding met bijvoorbeeld een schoffelmachine mogelijk. Uit onderzoek blijkt echter dat bij verkleining van de rijenafstand de opbrengst van de meeste gewassen met 5-15 % kan toenemen. Daarnaast neemt ook het onkruidonderdrukkend vermogen van het gewas toe, waardoor onkruidbestrijding minder snel noodzakelijk is. Bij een snel kiemend gewas kan een kleine rijenafstand onkruidbestrijding praktisch overbodig maken. Dit geldt voor quinoa, erwten-gerst, triticale en mergkool.

Bij vrijwel alle gewassen verdient het aanbeveling om voldoende aandacht aan het zaai-bed te besteden. Het zaai-bed dient bij voorkeur goed bezakt te zijn (minimaal 6 weken) en te bestaan uit een stevig onderlaag met daarop een losse toplaag van enkele cm. De onderlaag zorgt voor voldoende aanvoer van vocht; de losse toplaag voor een goede beluchting. De zaden komen op de onderlaag te liggen. Het aanrollen van het zaai-bed na het zaaien is vaak gunstig.

Keuze van de juiste zaaidiepte is van belang voor een goede opkomst van het gewas. Bij tweezaadlobbigen zoals lupinen, soja en erwten kan beter wat dieper gezaaid worden om vogelvraat te voorkomen. Dieper zaaien is ook aan te raden als de concentratie van schimmelsporen in de toplaag relatief hoog is. Door dieper te zaaien wordt het risico van aantasting door bodemgebonden ziekten lager.

Bij teelt van stikstofbindende gewassen verdient het de voorkeur om altijd te enten met de specifieke bacteriestam. De relatief lage entkosten kunnen gezien worden als een verzekeringspremie voor een geslaagde teelt.

4.6 Gevoeligheid voor onkruiddruk, ziekten en plagen

Een indicatie van de mate waarin een gewas gevoelig is voor onkruiddruk en aantasting door ziekten of plagen is opgenomen in Tabel 49.

Tabel 49 Inschatting van de gevoeligheid voor onkruiddruk, ziekten en plagen

	gevoeligheid onkruiddruk (score) ¹⁾	ziekten (score)	plagen (score)	Eindscore (score)
Ruwvoer				
quinoa	9	9	8	9
galega	7	9	9	8
gras	8	9	8	8
luzerne	7	8	8	8
triticale	9	7	8	8
erwten-gerst	7	7	6	7
mergkool	8	6	6	7
snijmaïs	5	8	7	7
erwten	6	6	4	5
lupine	5	6	4	5
soja	5	6	4	5
Krachtvoer				
triticale	8	5	8	7
MKS	5	7	7	6
voederbieten	6	6	7	6
lupine	4	4	4	4

¹⁾ De score varieert van 4-9. 4=slecht, 5=onvoldoende, 6=voldoende, 7=ruim voldoende, 8=goed, 9=zeer goed. De eindscore is een rekenkundig gemiddelde van de voorgaande kolommen

Bij de beoordeling van de gevoeligheid van een teelt voor onkruiddruk, ziekten en plagen spelen twee aspecten een belangrijke rol: de mate waarin onkruid of ziekten en plagen een probleem zijn (Tabel 49) en de mogelijkheden tot bestrijding. In snijmaïs is onkruid een probleem omdat het gewas lang openblijft. Door het grote scala aan geschikte bestrijdingsmiddelen zijn deze onkruiden in het algemeen echter makkelijk te bestrijden. In luzerne zijn onkruiden minder problematisch als in snijmaïs, maar het aantal middelen dat gebruikt mag worden en het tijdstip waarop gespoten mag worden kent beperkingen. In enkele gewassen is onkruidbestrijding op een perceel met een normale onkruiddruk vrijwel overbodig. Dit betreft gras (na het eerste jaar), triticale, quinoa en mergkool. Ook in een goed ontwikkeld gewas galega is er na de eerste twee jaar geen noodzaak tot onkruidbestrijding meer. In enkele gewassen kan aan het einde van de teelt weer onkruiddruk optreden. Dit geldt voor gras, triticale (korrel), lupine (zaad), luzerne en soms ook suikerbieten.

Bij het effect van de ziektegevoeligheid van een bepaalde teelt zijn naast de ziektegevoeligheid van het gewas ook het oogsttijdstip en het optreden van bodemgebonden ziekten van belang. Erwten en lupinen zijn allebei relatief ziektegevoelige gewassen, maar door het vroege oogsttijdstip bij de teelt als ruwvoer kan de potentiële schade voor een groot deel beperkt worden. Voederbieten en erwten zijn waardplant voor een groot aantal aaltjes en vereisen daarom meer aandacht bij opname in de vruchtwisseling.

Vraatschade door vogels kan in sommige gewassen een groot probleem zijn. Dit is met name het geval bij erwten, lupine, soja en in mindere mate ook bij maïs. Bestrijding is vaak niet eenvoudig. Mogelijkheden zijn afschrikking via gaskanonnen, dieper of later zaaien of behandeling van het zaad met een afweerstof (methiocarb in snijmaïs).

Bestrijding van ziekten en plagen in voedergewassen is economisch vaak niet interessant en soms ook niet mogelijk. Dit geldt met name voor de ruwvoerteelt. In sommige gewassen is het gebruik van chemische middelen niet of beperkt toegestaan of zijn geen geschikte middelen beschikbaar. In dat geval kunnen onkruiden alleen mechanisch bestreden worden. Zonder goede chemische bestrijdingsmiddelen bestaat ziektebestrijding voornamelijk uit preventie door keuze van het juiste ras en een geschikte vruchtwisseling.

4.7 Inkuilbaarheid

Belangrijke gewaseigenschappen voor een goede inkuilbaarheid zijn een relatief hoog drogestofgehalte (> 30 %), een relatief hoog suikergehalte (> 10 % van ds) en een relatief laag ruw eiwitgehalte (< 15 %). Een waardering van deze factoren en een gewogen eindscore is gegeven in Tabel 50. Gewassen die bij de oogst een voldoende hoog drogestofgehalte hebben zijn in het algemeen goed in te kuilen, ook als het ruw eiwitgehalte hoog is. Bij gewassen met een relatief laag drogestofgehalte (< 25-30 %) kan de fermentatie problemen geven, zeker als ook het ruw eiwitgehalte hoog en het suikergehalte laag is. Enkele probleemgewassen zijn galega, lupine, soja, mergkool en erwten (Tabel 50). Bij quinoa is het drogestofgehalte weliswaar laag (24-26 %), maar vanwege het relatief lage ruw eiwitgehalte en voldoende suikers verloopt de fermentatie meestal goed. Bij gewassen die moeilijker fermenteren is aanwending van een toevoegmiddel of inoculatiemiddel aan te bevelen. Door gebruik van toevoegmiddelen nemen de kosten van inkuilen toe.

Naast een snelle en geslaagde fermentatie (stabiele kuil) zijn ook aspecten als het optreden van perssapverliezen tijdens de conservering en broeigevoeligheid bij het openen van de kuil van belang.

Bij de meeste gewassen met een drogestofgehalte kleiner dan 30 % kunnen behoorlijke perssapverliezen optreden. Risicovolle gewassen zijn met name mergkool, soja, galega en lupine en soms gras (laatste snede). Erwten kunnen in het algemeen redelijk voorgedroogd worden. Perssapverliezen kunnen voorkomen worden door gewassen met een laag drogestofgehalte gemengd in te kuilen met een droge component. Nadelen van gemengd inkuilen zijn een complexere (oogst) planning, een grotere arbeidsbehoefte en extra kosten.

Bij gewassen zoals MKS, triticale-GPS of snijmais bestaat bij een hoog drogestofgehalte een verhoogde kans op broei na het openen van de kuil (Tabel 50).

Tabel 50 Inschatting van de inkuilbaarheid of bewaarbaarheid van de gewassen

	Hoog ds-gehalte (score) ¹⁾	Gering perssap verlies (score)	Lage broeigevoeligheid (score)	Laag ruw eiwit (score)	Voldoende suikers (score)	Eindscore (score)
Ruwvoer						
snijmais	7	7	7	9	7	8
erwten-gerst	6	6	7	7	7	7
gras	8	8	7	4	8	7
quinoa	5	5	9	7	7	7
erwten	6	6	7	4	6	6
luzerne	7	7	7	4	6	6
triticale	8	8	6	9	6	6
galega	6	6	9	4	5	5
lupine	5	5	9	4	6	5
soja	5	5	9	4	6	5
mergkool	4	4	9	5	7	4
Krachtvoer						
lupine	-	-	-	-	-	9
triticale	-	-	-	-	-	9
MKS	9	9	5	9	7	7
voederbieten	-	-	-	-	-	6

¹⁾ De score varieert van 4-9. 4=slecht, 5=onvoldoende, 6=voldoende, 7=ruim voldoende, 8=goed, 9=zeer goed. De eindscore is geen rekenkundig gemiddelde van de voorgaande kolommen maar een gewogen score

De inschatting is dat snijmais en MKS het makkelijkst inkuilen, gevolgd door gras, erwten-gerst en quinoa. Mergkool is het moeilijkst inkuilbare gewas vanwege het bijzonder lage drogestofgehalte (20-22 %) en het relatief hoge ruw eiwitgehalte (16-18 %).

Bij de krachtvoervangers zijn lupine- en triticalezaad makkelijk op te slaan. Daarbij treden nauwelijks verliezen op. De opslag van hele voederbieten vereist de nodige zorgvuldigheid. De temperatuur in de kuil mag niet te hoog (broei), maar ook niet te laag (bevriezing) worden. Een belangrijke beperking van opgeslagen hele voederbieten is dat deze slechts tot het voorjaar houdbaar zijn.

4.8 Opbrengst en verliezen

Een overzicht van de geschatte (PV) opbrengst, de geschatte gemiddelde bruto-opbrengst (excl. veld- en conserveringsverliezen) en de geschatte gemiddelde netto-opbrengst (incl. veld- en conserveringsverliezen) is gegeven in Tabel 51. De jaaropbrengst is erg variabel en er kan dan ook niet meer dan een globale schatting worden gegeven. Van enkele gewassen zoals galega, lupine, soja en quinoa is de drogestofopbrengst relatief laag. Aan de ene kant wordt dit veroorzaakt door specifieke gewaseigenschappen. Aan de andere kant zullen investeringen in ontwikkeling van geschikte rassen en optimalisering van de teelt de opbrengst en samenstelling naar alle waarschijnlijkheid kunnen verbeteren. Een voorbeeld is soja, waarvan de opbrengsten voor ruwvoerproductie sterk kunnen stijgen door de inzet van speciale ruwvoercultivars. Vanwege deze verschillen in mate van rasontwikkeling en teeltoptimalisatie is vergelijking van de gewassen niet altijd zuiver.

Tabel 51 Schatting (PV) van de bruto-opbrengst (ton ds ha⁻¹), gemiddelde bruto-opbrengst (ton ds ha⁻¹), gemiddelde netto-opbrengst (ton ds ha⁻¹), netto VEM-opbrengst (x1000) en netto DVE-opbrengst (kg) per gewas

	Bruto-opbrengst (ton ds ha ⁻¹)		Netto-opbrengst (ton ds ha ⁻¹)	Netto VEM-opbrengst (x 1000)	Netto DVE-opbrengst (kg)
	range	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde	gemiddelde
Ruwvoer					
gras ¹⁾	9-15	13	11,1	9647	818
snijmaïs	10-18	14	13,0	11991	625
luzerne	9-15	12	10,2	7201	428
triticale	8-13	11	9,9	7772	347
erwten-gerst	6,5-10,5	8,5	7,7	6158	344
lupine	5-8,5	7	5,6	4760	336
galega	7-11	9	7,7	5401	321
soja	4-8,5	7	5,6	4782	314
mergkool	7-10	9	6,8	5940	304
erwten	5-8,5	7,5	6,4	5355	287
quinoa	7-10	8,5	7,2	4761	173
Krachtvoer					
voederbieten	12-20	14	12,6	13016	945
triticale	5-7,5	6,5	6,3	7509	574
MKS	6-11	9	8,6	9747	556
lupine	3-4	3,5	3,4	4322	543

¹⁾ alleen maaien

Bij gewassen met een laag drogestofgehalte kan een belangrijk deel van de bruto opbrengst verloren gaan via perssapperliezen. De netto opbrengst kan daardoor soms fors lager uitvallen. Dit geldt met name voor mergkool, soja, lupine en quinoa (Tabel 51).

Wat betreft netto VEM-opbrengst en netto DVE-opbrengst zijn voederbieten superieur aan alle andere gewassen (Tabel 51). Gras is na voederbieten het gewas met de hoogste DVE-opbrengst, gevolgd door snijmaïs. Snijmaïs is na voederbieten het gewas met de hoogste VEM-opbrengst, gevolgd door gras, MKS en triticale (ruwvoer).

4.9 Waarde in het rantsoen van melkvee

De waarde van het ingekuilde gewas of opgeslagen product in het rantsoen van melkvee wordt met name bepaald door het drogestofgehalte, de VEM, DVE, OEB en de structuurwaarde (Tabel 52). Daarnaast is ook smakelijkheid een belangrijke eigenschap.

Tabel 52 Samenstelling van het ingekuilde of opgeslagen product

	DS (g kg ⁻¹ vers)	VEM (kg ⁻¹ ds)	DVE (g kg ⁻¹ ds)	OEB (g kg ⁻¹ ds)	SW -
Ruwvoer					
gras ²⁾	463	873	74	53	1,4
soja ³⁾	267	850	60	110	-
lupine ³⁾	275	850	60	110	-
snijmaïs ²⁾	332	953	48	-31	1,5
mergkool ³⁾	160	880	45	75	1,4
erwten-gerst ³⁾	320	805	45	35	2,7
erwten ³⁾	300	840	45	70	-
luzerne ¹⁾	390	706	42	75	3,4
galega ⁴⁾	300	706	42	75	3,4
triticale ²⁾	373	785	35	0	2,7
quinoa ³⁾	240	659	24	36	2,8
Krachtvoer					
lupine ⁵⁾	882	1123	141	184	0,3
triticale ⁵⁾	867	1033	80	-13	-0,1
voederbieten ¹⁾	145	1033	75	-52	1,1
MKS ¹⁾	540	1140	65	-28	0,8

¹⁾ CVB, 2002; ²⁾ Blgg (2002); ³⁾ PV; ⁴⁾ gegevens van luzerne; ⁵⁾ per kg product (CVB, 2002)

Van de ruwvoergewassen hebben snijmaïs, mergkool en gras de hoogste VEM-waarde en quinoa, luzerne (galega) en triticale de laagste.

Bekend is dat de berekende voederwaarde af kan wijken van de werkelijke voederwaarde voor het dier. Bij luzerne en triticale kan de werkelijke voederwaarde met 10-15 % onderschat worden (Boxem et al., 1999; Philipsen et al., 2001). Dit zou voor meer gewassen kunnen gelden. Vanwege deze mogelijke onderschatting is het lastig om de verschillende gewassen goed te vergelijken.

Van de ruwvoergewassen hebben mergkool, gras en lupine de hoogste DVE-waarden en quinoa, triticale en luzerne de laagste. Hoge OEB-waarden worden aangetroffen bij de stikstofbindende gewassen lupine, luzerne en erwten. Snijmaïs heeft een negatieve OEB.

Bij de krachtvoervangers hebben triticale en MKS de hoogste VEM-waarden. Lupine heeft een sterk hogere DVE-waarde dan de andere krachtvoervangers. Daarnaast is ook de OEB van lupine opvallend hoog. Opvallend bij voederbieten is de sterk negatieve OEB.

Welk gewas qua samenstelling interessant is voor een veehouder hangt niet alleen af van van de voederwaarde maar ook van eigenschappen als de structuurwaarde, smakelijkheid, zetmeelgehalte, suikergehalte en bestendigheid van zetmeel en eiwit. Om structuur aan te brengen zijn de ruwvoergewassen quinoa, luzerne, galega, erwten-gerst en triticale zeer geschikt, zeker als aanvulling op rantsoenen met (veel) jong gras en snijmaïs.

Gewassen die bekend staan om hun smakelijkheid en vlot opgenomen worden zijn met name gras (voorjaarsgras), mergkool, luzerne, lupine, quinoa en voederbieten.

4.10 MINAS

MINAS is een mineralenboekhouding met als doel de stikstofaanvoer van buiten het bedrijfssysteem te beperken. Deze stikstofaanvoer is nodig om stikstofverliezen in het bedrijfssysteem te compenseren. Gunstig voor MINAS zijn voornamelijk de stikstofbindende gewassen en in mindere mate ook gewassen met een hoge stikstofgebruiksefficiëntie.

Stikstofbindende gewassen zijn gunstig omdat de gebonden stikstof slechts gedeeltelijk of helemaal niet als aanvoerpost geregistreerd dient worden. Door opname van stikstofbindende (krachtvoer) gewassen in het bouwplan wordt een eventueel stikstofoverschot op bedrijfsniveau kleiner. Uit het oogpunt van MINAS is de teelt van galega het meest gunstig, gevolgd door lupine, luzerne en soja (Tabel 53). Bij deze gewassen is de bruto-aanvoer van ongeregistreerde stikstof het grootst. De bruto-aanvoer van stikstof wordt gedefinieerd als de hoeveelheid stikstofbinding minus de stikstofaanvoerpost in MINAS. Het minst gunstig is de teelt van erwten en erwten-gerst. Bij erwten-gerst dient voor de gerst een startgift van 40 kg stikstof gegeven te worden. Inclusief de N-aanvoerpost voor erwten van 21 kg ha⁻¹ (bij een teeltduur van vijf maanden) is de bruto-aanvoer van

ongeregistreerde stikstof klein. Bij de bruto-aanvoer wordt geen rekening gehouden met de verliezen van stikstof naar de lucht of de bodem.

Bij een hoge stikstofgebruiksefficiëntie van een gewas zijn de stikstofverliezen op perceelsniveau kleiner en hoeft er minder externe stikstof aangevoerd te worden. Ook hierdoor kan een eventueel stikstofoverschot op bedrijfsniveau afnemen. De stikstofgebruiksefficiëntie is afhankelijk van een aantal factoren, zoals bemestingsniveau en opbrengstniveau. Hierdoor kan deze parameter nogal variëren en is het moeilijk om de gewassen onderling te vergelijken. Vooral triticale (graan), quinoa en voederbieten staan bekend als gewassen die stikstof efficiënt gebruiken.

Tabel 53 Stikstofbinding (kg ha⁻¹), N-aanvoerpost in MINAS (kg ha⁻¹) en bruto aanvoer van stikstof in het bedrijfssysteem (kg ha⁻¹) van de stikstofbindende gewassen

	N-binding (kg ha ⁻¹)	N-aanvoerpost (kg ha ⁻¹)	Bruto aanvoer (kg ha ⁻¹)
galega	450	0	450
lupine	300	0	300
soja	300	0	300
luzerne	450	160	290
erwten	200	50 * (5/12)	185
erwten-gerst	100	61	39

4.11 Saldoberekening

De saldoberekeningen zijn bedoeld om een indruk te geven van de kosten en opbrengsten van een teelt. De kosten van grond, kosten voor reiniging en opslag en voerkosten zijn buiten beschouwing gelaten. Kosten voor reiniging spelen met name een rol bij voederbieten. Bedacht dient te worden dat de kosten kunnen dalen als bepaalde bewerkingen in eigen beheer in plaats van in loonwerk uitgevoerd worden.

Voor het berekenen van de economische betekenis van een voedergewas hebben berekeningen in bedrijfsverband de voorkeur boven saldoberekeningen. Berekeningen in bedrijfsverband geven een meer volledig beeld van de werkelijke waarde van een voedergewas.

Uit de saldoberekeningen blijkt dat een klein aantal factoren bepalend zijn voor het uiteindelijke saldo. Aan de kostenkant zijn dat voornamelijk de oogstkosten. Aan de opbrengstenkant zijn dat de hoogte van de netto-opbrengst (na veld- en conserveringsverliezen), de voederwaarde van het ingekuilde product en de beschikbaarheid van een McSharry-premie,

De oogstkosten zijn van cruciaal belang voor de totale kosten. Uit de berekeningen blijkt hoe negatief het effect van het maaien van meerdere sneden is. Bij alleen maaien (vijf sneden) verliest de teelt van gras een belangrijk deel van zijn aantrekkelijkheid. Deze aantrekkelijkheid ligt vooral in een combinatie van maaien en weiden (Van den Pol et al., 2002). Bij weiden daalt weliswaar de netto-opbrengst, maar de oogstkosten nemen sterker af. Daarnaast hoeft beweide grasland minder vaak opnieuw ingezaaid te worden, wat de kosten verder verlaagd. Extra kosten voor afrastering e.d. wegen niet op tegen de behaalde voordelen. In Nederland wordt alleen gras beweide. In het buitenland wordt ook gewassen als mergkool, luzerne en galega beweide. Beweiding zou sommige alternatieve voedergewassen mogelijk aantrekkelijker kunnen maken.

Aan de opbrengstenkant zijn met name de netto-opbrengst en voederwaarde van het ingekuilde product van belang. Bij een aantal gewassen, o.a. mergkool, gaat veel van de bruto voederwaarde-opbrengst verloren door hoge conserveringsverliezen.

Optimalisering van de teelt en optimalisering van de conservering kan leiden tot hogere netto voederwaarde-opbrengsten. Bij een aantal gewassen is ruimte voor teeltoptimalisering, o.a. wat betreft rassenkeuze, bemesting en bepaling van het juiste oogsttijdstip.

Om in aanmerking te komen voor een McSharry-premie dient de teelt aan een aantal eisen te voldoen. In de eerste plaats dient het gewas als 'steunwaardig' aangemerkt te zijn. Daarnaast gelden een aantal voorwaarden voor het perceel waarop de gewassen verbouwd worden. Er worden ook eisen gesteld aan de minimale hoeveelheid zaaizaad en het tijdstip van oogst. Een precieze omschrijving is voor het jaar 2002 opgenomen in de 'Brochure Aanvraag oppervlakten 2002' (McSharry, 2002). De hoogte van de McSharry-premie kan variëren tussen jaren. Dit is afhankelijk van het nationale oppervlak waarvoor subsidie aangevraagd wordt. Als dit oppervlak het 'nationale basisareaal' overstijgt wordt de subsidie evenredig gekort.

De McSharry-premie is voor de meeste teelten van groot belang voor het saldo (Tabel 54). Voor een aantal teelten betekent een lage McSharry-premie of het ontbreken van een McSharry-premie dat de teelt een stuk minder interessant is.

Tabel 54 Kosten (€ ha⁻¹), opbrengsten (€ ha⁻¹), McSharry-premie (€ ha⁻¹) en saldo van de gewassen (€ ha⁻¹) bij een geschatte, gemiddelde opbrengst (Tabel 51)

	Kosten (€ ha ⁻¹)	Opbrengsten (€ ha ⁻¹)	McSharry-premie (€ ha ⁻¹)	Saldo (€ ha ⁻¹)	
				incl. McSharry	excl. McSharry
Ruwvoer					
snijmaïs	1258	1344	420	506	86
triticale	933	828	310	205	-105
erwten-gerst	817	707	310	201	-109
gras	1377	1312	-	-65	-65
erwten	1051	606	357	-88	-445
quinoa	913	479	310	-124	-434
lupine	1095	598	357	-140	-497
soja	1157	583	310	-264	-574
galega	953	635	-	-318	-318
luzerne	1180	846	-	-334	-334
mergkool	1276	662	-	-614	-614
Krachtvoer					
MKS	1160	1128	420	388	-32
triticale	939	975	310	346	36
voederbieten	1330	1654	-	324	324
lupine	871	717	357	203	-154

Van de ruwvoergewassen hebben snijmaïs, erwten-gerst en triticale de hoogste saldo's. Snijmaïs is het enige gewas dat exclusief een McSharry-premie nog een positief saldo heeft. Ruwvoergewassen die ook inclusief een McSharry-premie een sterk negatief saldo hebben zijn mergkool, luzerne, galega en soja.

De krachtvoervangers hebben inclusief de McSharry-premie allemaal een positief saldo. Vooral triticale en MKS komen gunstig naar voren. Op het saldo van voederbieten dienen in principe nog extra kosten voor reiniging in mindering gebracht te worden.

4.12 Perspectieven alternatieve voedergewassen

Het perspectief van alternatieve voedergewassen kan op verschillende manieren gedefinieerd worden, namelijk als het perspectief op grond van de huidige stand van zaken of op grond van het perspectief na investeringen in veredeling en teeltoptimalisatie.

Uitgaande van de laatste definitie hangt het perspectief van een alternatief voedergewas voor een groot deel af van de onderzoeks- en ontwikkelingsinspanningen die erin gestoken worden. Vaak is er sprake van knelpunten in de teelt en toepassing. Door het oplossen van deze knelpunten kan het gewas een stuk aantrekkelijker worden. Een aantal knelpunten zijn de hoogte van de opbrengst, de voederwaarde en de conservering.

De opbrengsten van alternatieve voedergewassen zijn in een aantal gevallen laag omdat er weinig ervaring is met de teelt als ruwvoer. Dit geldt bijvoorbeeld voor lupine, mergkool, quinoa en soja. Daarnaast zijn gewassen als soja en galega niet aangepast aan de gematigde teeltzone. Door de ontwikkeling van nieuwe rassen en verbeteringen in de teeltmethodiek zouden de opbrengst en voederwaarde van deze gewassen in de toekomst kunnen toenemen.

Het succes van snijmaïs is een bewijs voor deze stelling. In de jaren zestig was de algemene opvatting dat het gewas weinig perspectief had. Het Nederlandse klimaat was te koud en de opbrengsten te laag. Als gevolg van veredeling en teeltoptimalisering is snijmaïs nu qua areaal het tweede voedergewas in Nederland.

Achtereenvolgens wordt nu het perspectief van de besproken gewassen kort aangegeven aan de hand van de huidige stand van zaken. Een aantal gewassen zijn alleen in specifieke situaties aantrekkelijk. Hierdoor kan een gewas wat betreft algemeen perspectief laag ingeschat worden, terwijl het in een bepaalde situatie toch een meer perspectief kan hebben. Wat dat betreft is de keuze voor een alternatief voedergewas een kwestie van maatwerk.

4.12.1 Quinoa

Quinoa is een gewas waarvan de jaaropbrengst en voederwaarde laag zijn. Het gewas heeft de laagste DVE-opbrengst en één van de laagste VEM-opbrengsten van de vergeleken gewassen. Qua saldo neemt het gewas een middenpositie in. De voornaamste positieve eigenschappen van quinoa zijn de relatief hoge opbrengst in

korte tijd, de lage droogtegevoeligheid, de lage ziektegevoeligheid, de hoge stikstofefficiëntie en de goede smakelijkheid en structuur van het ingekuilde product. In sommige situaties kan het gewas aantrekkelijk zijn om in te zetten bij graslandvernieuwing, maar zolang de voederwaarde-opbrengst niet verbetert biedt het gewas weinig perspectief.

4.12.2 Mergkool

Mergkool heeft als overeenkomst met quinoa dat het gewas in korte tijd een hoge opbrengst kan leveren maar dat de jaaropbrengst relatief laag is. Mergkool scoort aanzienlijk gunstiger dan quinoa op VEM-opbrengst en DVE-opbrengst. Het saldo is echter sterk negatief en het laagst van alle vergeleken gewassen. De voornaamste oorzaken hiervan zijn de hoge conserveringsverliezen en het ontbreken van een McSharry-premie. Aangezien mergkool vergeleken met andere gewassen nauwelijks of geen toegevoegde waarde heeft wat betreft aspecten als droogtegevoeligheid, bodemstructuur, gevoeligheid voor ziekten en plagen etc. heeft het gewas geen perspectief.

4.12.3 Lupine en soja (ruwvoer)

Twee gewassen met eveneens een relatief lage jaaropbrengst zijn lupine en soja. Deze gewassen lijken sterk op elkaar qua teeltwijze, opbrengst en samenstelling. De relatief lage opbrengst wordt deels veroorzaakt door gebrek aan teeltveraring. Soja is daarnaast momenteel minder geschikt voor het Nederlandse klimaat. Lupine en soja hebben als gedeelde positieve eigenschappen de hoogwaardige samenstelling van het gewas en de stikstofbinding. Lupine is daarnaast wat meer droogtetolerant (bij diep doorwortelbare bodem), gaat efficiënt met mineralen om en heeft een positief effect op de bodemstructuur. De teelt van soja daarentegen heeft een (licht) negatief effect op de bodemstructuur. De conservering kan bij beide gewassen lastig zijn vanwege het lage drogestofgehalte, het hoge ruw eiwitgehalte en het hoge vetgehalte.

Wat betreft VEM-opbrengst, DVE-opbrengst en saldo horen beide gewassen tot de middenklasse van de vergeleken gewassen. De teelt van lupine is wat betreft saldo wat gunstiger.

Bij de keuze tussen lupine of soja lijkt lupine de beste kansen te hebben. Vergeleken met de andere gewassen zijn beide gewassen echter minder interessant, zeker gezien het goede alternatief dat luzerne biedt voor de teelt van hoogwaardig eiwit. Lupine als ruwvoer zou in sommige situaties wel enig perspectief kunnen hebben. De teelt vereist echter de nodige zorg. Omdat soja nog slecht aangepast is aan het Nederlandse klimaat is het perspectief voorlopig gering.

4.12.4 Luzerne

Van de vergeleken ruwvoergewassen scoort luzerne beter dan gemiddeld op VEM-opbrengst en DVE-opbrengst. Wat betreft het saldo pakt de teelt minder gunstig uit. Voornaamste oorzaken zijn de hoge oogstkosten (vier sneden) en het ontbreken van een McSharry-premie.

Van luzerne is bekend dat het gewas, zeker op de drogere gronden, een redelijk alternatief voor de grasteelt kan zijn (Boxem et al., 1999). De teelt is weinig droogtegevoelig en heeft een gunstig effect op de bodemstructuur. Daarnaast heeft het ingekuilde product een goede smakelijkheid en hoge structuurwaarde. Op de onderdelen onkruidbeheersing en conservering is de teelt van luzerne echter lastiger dan de teelt van gras. Voornamelijk vanwege de droogtetolerantie en de goede DVE-opbrengst heeft luzerne een redelijk perspectief op droogtegevoelige gronden.

4.12.5 Galega

De teelt van galega vertoont sterke overeenkomsten met de teelt van luzerne. Beide gewassen hebben een meerjarige teeltduur, die bij galega kan oplopen tot zeven jaar. Qua samenstelling en conservering zijn beide gewassen vergelijkbaar. De VEM- en DVE-opbrengst van galega is lager dan die van luzerne, maar dat lijkt deels te wijten aan gebrek aan teeltovername en geringe veredelingsinspanningen tot nu toe. Qua saldo is galega vergelijkbaar met luzerne en scoort daarmee relatief ongunstig.

In de eerste twee jaar heeft galega vaak problemen met de vestiging van het gewas en kan daardoor relatief veel last van onkruid hebben. Eenmaal gevestigd onderdrukt het gewas onkruid sterk. Door de lange teeltduur, de intensieve beworteling en de inbreng van grote hoeveelheden organische stof is galega een gewas dat de bodemstructuur duidelijk kan verbeteren. In combinatie met de stikstofbinding zou galega een interessant gewas voor de biologische teelt kunnen zijn. Luzerne biedt echter een goed alternatief. Hierdoor heeft de teelt van galega voorlopig weinig perspectief in Nederland.

4.12.6 Erwten en erwten-gerst

De teelt van een mengsel erwten-gerst heeft een aantal voordelen boven de teelt van erwten alleen. Bij erwten-gerst is de opbrengst hoger, de onkruidonderdrukking beter en de ziektegevoeligheid minder. Daarnaast heeft het ingekuilde product een meer gebalanceerde samenstelling, met zowel een relatief hoog eiwitgehalte als voldoende structuur. De conservering is daarnaast ook makkelijker aangezien erwten-gerst meer suikers bevat en een hoger drogestofgehalte heeft dan erwten alleen. Vergeleken met erwten-gerst is de teelt van alleen erwten feitelijk geen alternatief. Wat betreft VEM-opbrengst en DVE-opbrengst bevindt erwten-gerst zich aan de bovenkant van de middenklasse van de vergeleken gewassen. Wat betreft saldo scoort het gewas gunstig en laat alleen snijmaïs voorgaan. Gezien de diverse positieve aspecten van erwten-gerst kan het een aantrekkelijk gewas zijn in het kader van graslandvernieuwing. Het blijkt dat dit gegeven ook door de praktijk wordt opgepakt. In 2002 bedroeg het geschatte areaal 1500-2000 hectare. Alhoewel erwten-gerst ook in andere landen regelmatig verbouwd wordt is de hoeveelheid beschikbare objectieve kennis over teelt, conservering en voeding beperkt. Voor optimalisatie van de teelt en toepassing is objectief nader onderzoek gewenst.

Een potentieel nog interessanter mengsel dan erwten-gerst lijkt een mengsel erwten-gras. Bij erwten-gras is het DVE hoger en blijft er na de oogst blijvend grasland achter. Op dit moment is er nog weinig ervaring met deze mengvorm. Zowel de teelt van erwten-gerst als erwten-gras lijkt perspectief te hebben, waarbij met name erwten-gras de grootste kansen lijkt te bieden. Onderzoek zal vast moeten stellen of de verwachtingen ook waargemaakt kunnen worden.

4.12.7 Triticale (ruwvoer)

De teelt van triticale of ander graan als ruwvoer blijkt het goed te doen vergeleken met snijmaïs. De VEM- en DVE-opbrengst liggen weliswaar aanzienlijk lager, maar inclusief de opbrengst van de nateelt (gras) wordt het verschil aanzienlijk kleiner. Het saldo van triticale is lager dan het saldo van snijmaïs maar hoger dan het saldo van alle andere vergeleken ruwvoergewassen.

De voordelen van triticale boven snijmaïs zijn het onkruidonderdrukkende effect, de lagere droogtegevoeligheid (bij diep doorwortelbare bodem), de betere mineralenbenutting en een sterk positief effect op de bodemstructuur (organische stofgehalte). Daarnaast biedt triticale ook meer structuur in het rantsoen. Een probleem bij de teelt

van triticale is het juiste oogsttijdstip. Het gewas rijpt veel sneller af dan snijmaïs. Hierdoor kan ook de conservering problemen geven vanwege een te hoog drogestofgehalte. Een punt waarop nog duidelijk winst behaald kan worden is de voederwaarde van gebruikte rassen. Deze is momenteel onbekend, omdat er geen speciale ruwvoerrassen beschikbaar zijn en geen cultuur- en gebruikswaarde-onderzoek uitgevoerd wordt. Triticale is met name positief in het kader van graslandvernieuwing en in vruchtwisseling met snijmaïs. Het huidige areaal van graan als ruwvoer is klein (1600 ha in 2001). Als de knelpunten rondom voederwaarde, oogsttijdstip en conservering opgelost kunnen worden, zou het areaal van graan-GPS, gezien de duidelijk positieve eigenschappen vergeleken met snijmaïs, waarschijnlijk verder kunnen toenemen.

4.12.8 Triticale (krachtvoer)

De teelt van graan als krachtvoer is relatief bewerkelijk wat betreft de benodigde kennis voor bestrijding van ziekten en onkruiden en het vervoederen. Het saldo is duidelijk positief. Vanwege de bewerkelijkheid lijkt het perspectief van deze teelt niet groot.

4.12.9 MKS (krachtvoer)

De teelt van MKS verschilt weinig van de teelt van snijmaïs. Alleen de VEM-opbrengst, DVE-opbrengst en het saldo vallen wat lager uit. MKS past daarnaast als krachtvoer niet goed in een rantsoen met veel snijmaïs. De teelt van MKS biedt geen duidelijke voordelen vergeleken met snijmaïs, maar gezien de grote overeenkomsten heeft de teelt wel enig perspectief.

4.12.10 Lupine (krachtvoer)

De teelt van lupine is in Nederland vrijwel onbekend. Uit omringende landen blijkt echter dat er behoorlijke opbrengsten behaald kunnen worden. Lupinezaad is een 'echt' krachtvoer, en met name de relatief hoge DVE-opbrengst is interessant. De VEM-opbrengst blijft echter sterk achter bij de andere vergeleken krachtvoervervangers. Het saldo is duidelijk positief.

Wat betreft teeltaspecten heeft lupine enkele duidelijk positieve kanten, zoals een relatief goede droogtetolerantie, stikstofbinding, een efficiënt mineralengebruik en een positief effect op de bodemstructuur. Nadelen van de teelt zijn de relatief hoge onkruid- en ziektedruk. Hierdoor is lupine evenals triticale een bewerkelijk gewas. Of lupine voor de krachtvoerteelt in Nederland interessant zou zijn verdient nader onderzoek. Met het huidige gebrek aan kennis en teeltovereenkomst met lupine onder Nederlandse omstandigheden lijkt het perspectief in het algemeen onvoldoende. Nader onderzoek zou echter meer inzicht kunnen geven in de teelt en toepassing en zo een aantal knelpunten kunnen verminderen of oplossen.

4.12.11 Voederbieten

Voederbieten zijn ten opzichte van alle vergeleken krachtvoer- en ruwvoergewassen superieur wat betreft VEM-opbrengst en DVE-opbrengst. Ook het saldo is relatief hoog, maar hierbij zijn de kosten voor reiniging en opslag niet inbegrepen. Voederbieten bieden behalve een relatief goede droogtetolerantie en een efficiënte mineralenbenutting weinig extra teeltvoordelen. Een minpunt is het risico van structuurbederf. Ondanks de zeer gunstige VEM- en DVE-opbrengst blijft het perspectief van voederbieten in het algemeen beperkt. Dit heeft voornamelijk te maken met de grote arbeidsbehoefte en de extra kosten voor opslag en voeren.

4.12.12 *Perspectieven van de gewassen: overzicht*

Het perspectief van de vergeleken gewassen is samengevat in Tabel 55.

Tabel 55 Inschatting van het perspectief van de voedergewassen

	Beoordeling (score) ¹⁾
Ruwvoer	
snijmaïs	9
gras	9
triticale	7
erwten-gerst	6
luzerne	6
lupine	5
galega	5
soja	5
erwten	5
quinoa	5
mergkool	4
Krachtvoer	
triticale	5,5
MKS	6
voederbieten	6
lupine	5

¹⁾ De score varieert van 4-9. 4=slecht, 5=onvoldoende, 6=voldoende, 7=ruim voldoende, 8=goed, 9=zeer goed

Snijmaïs en gras blijven de twee gewassen met het meeste perspectief. Sommige alternatieve gewassen kunnen in specifieke situaties een redelijk alternatief zijn. Door onderzoek en ontwikkeling zou het perspectief van enkele alternatieve voedergewassen kunnen verbeteren. De keuze voor een alternatief voedergewas is een kwestie van maatwerk.

4.13 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

4.13.1 *Algemeen*

- mogelijkheden voor beweiding van alternatieve voedergewassen in Nederland (bv. luzerne en mergkool)

4.13.2 *Erwten-gerst en erwten-gras*

- bepaling optimale zaadverhouding erwten-graan of erwten-gras (afhankelijk van teeltdoel)
- wanneer welk graan/welke grassoort mengen met erwten?
- optimalisering van de conservering
- inpassing erwten-gerst en erwten-gras in het rantsoen, voederproeven

4.13.3 *Triticale/granen (ruwvoer)*

- voederwaarde-onderzoek van graanrassen, welk ras heeft de hoogste voederwaarde-opbrengst?
- onderzoek naar positieve vruchtwisselingseffecten van graan-GPS vergeleken met snijmaïs, kwantificering.
- aanvullend onderzoek naar problemen met conservering

4.13.4 *Lupine (krachtvoer)*

- ervaring opdoen met teelt in Nederland
- bepaling van opbrengstniveau en voederwaarde bij teelt in Nederland

4.14 Referenties

Boxem, T., Meijer, R.G.M., Philipsen, A.P., Van der Schans, D., Schreuder, R., Van Walbeek, M., 1999. Luzerne als voedergras. Handboek Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad: 48 pp.

Philipsen, B., Janssen, J., Martens, L., Vandenbosch, T., Huybrechts, M., Wera, G., Van den Pol- van Dasselaar, A., 2001. Geheleplantensilage. Triticale als voedergras. Provincie Noord-Brabant, s'Hertogenbosch: 48 pp.

Van den Pol-van Dasselaar, A., Corré, W., Hopster, H., Van Laarhoven, G.C.P.M., Rougoor, C.W., 2002. Belang van weidegang. Praktijkrapport Rundvee 14, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad: 82 pp.

Van der Schans, D.A., Stienezen, M.W.J., 1998. Opbrengstvariabiliteit van voedergrassen op droogtegevoelige grond. In: Ruwvoederproductie bij droogte, kies voor zekerheid! Themaboekje 21, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, Lelystad: 61 pp.