



Literatuurstudie: Teeltaspecten rond de productie van koolzaad voor biodiesel

Een inventarisatie op basis van literatuuronderzoek

Hans van der Mheen

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van:

Hoofdproductschap Akkerbouw (HPA)

Postbus 29739

2502 LS 's-Gravenhage

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV, sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad

Tel. : 0320 – 29 11 11

Fax : 0320 – 23 04 79

E-mail : info@ppo.dlo.nl

Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

	pagina
SAMENVATTING.....	5
1 AANLEIDING ONDERZOEK EN WERKWIJZE.....	7
2 KOOLZAADTEELT, ALGEMEEN.....	9
3 GANGBARE TEELTSYSTEMEN.....	11
4 VRUCHTWISSELINGSASPECTEN.....	13
5 NEMATOLOGISCHE ASPECTEN.....	15
6 RASSEN.....	17
7 PLANTDICHTHEDEN/RIJENAFSTAND/ZAAITIJD.....	19
8 SLAKKENBESTRIJDING.....	21
9 ONKRUIDBESTRIJDING.....	23
10 BEMESTING.....	25
11 GROEIREGULATIE.....	27
12 ZIEKTEN EN PLAGEN.....	29
13 OOGST.....	31
14 OLIEGEHALTE EN OLIEPRODUCTIE.....	33
15 AANBEVELINGEN VOOR HET TEELTONDERZOEK.....	35
LITERATUUR.....	37

Samenvatting

Vanwege de recente belangstelling, vanuit de Nederlandse akkerbouwsector, voor de productie van biodiesel uit koolzaad is, in opdracht van het Hoofdproductschap voor de Akkerbouw (HPA), een literatuurstudie uitgevoerd waarin diverse teeltaspecten van de koolzaadteelt, voor zover mogelijk vanuit het gezichtspunt van de non-food/biodiesel toepassing, worden behandeld. Bij het, totnogtoe, ontbreken van specifiek omschreven teeltmaatregelen voor de non-food koolzaadproductie is daarbij uitgegaan van algemene koolzaadteeltliteratuur, waarvan zowel oud als nieuw materiaal werd doorgenomen. Uitgangspunt voor 'biodieselskoolzaad' is een zo efficiënt mogelijke, optimale, zaad- en olieproductie tegen lage kosten. Ook de mogelijke inpassing van (winter- en zomer-)koolzaad in een zandgrond bouwplan is, gericht op de te verwachten teeltverbreding binnen de Nederlandse akkerbouw, van belang.

Met betrekking tot de koolzaadteelt op zandgrond wordt aandacht besteed aan de nematologische aspecten daarvan, en de mogelijkheden voor toepassing van organische mest.

Onderzoeksresultaten m.b.t. het, door een juiste combinatie van zaaitijd, zaaizaadhoeveelheid, plantdichtheid, stikstofbemesting en groeiregulatie, verkrijgen van een optimaal productief gewasbestand worden beschreven.

Suggesties worden gedaan voor teeltmaatregelen gericht op een lage kosten ('low-cost') teeltsysteem, waaronder een beperkte (ongedeelde) bemesting, een beperkte gewasbescherming en de zaadoogst direct van stam.

Het projectrapport eindigt met een aantal aanbevelingen voor het, in het kader van het koolzaad/biodiesel-project, uit te voeren teeltonderzoek.

1 Aanleiding onderzoek en werkwijze

Vanuit de primaire sector in een tweetal Nederlandse akkerbouwregio's (Zuid-Oost en Noord-Oost) is er belangstelling ontstaan voor productie van biodiesel uit koolzaad. Externe factoren, zoals de voorgestelde accijnsverlaging voor biodiesel, de maatschappelijke profilering van regionale streekvervoerders (in Groningen en Venlo), de beschikbaarheid van kleinschalige oliewinningsapparatuur en geschikte dieselmotorteknik (middels het bedrijf Solaroilsystems) alsmede de interesse van enkele subsidieverstrekkers, spelen hierbij een stimulerende rol.

Toen in het najaar van 2002, vanuit een groep boeren in het Zuidoosten (Limburg/Oost, Brabant) middels proefboerderij Vredepeel, tegelijk met een onderzoeksvoorstel vanuit de Stichting Voorbeeldbedrijf Oldambt vanuit Noordoost Nederland, dan ook de concrete vraag kwam om de perspectieven voor koolzaadteelt voor de productie van biodiesel te onderzoeken, werd hiervoor door HPA aan PPO onderzoeksgeld ter beschikking gesteld. Naast de uitvoering van veldproeven is in het geformuleerde projectplan voorzien in het, middels onderzoek van relevante literatuur, aangeven van de kennis lacunes (de zgn. 'witte vlekken') m.b.t. de teelt van koolzaad voor biodiesel. Een overweging daarbij was dat aan het gewas koolzaad in het Nederlandse landbouwkundig onderzoek, op grond van het geringe areaal, de laatste jaren weinig aandacht is besteed. Bovendien zouden bij de koolzaadteelt, gericht op de productie van biodiesel, mogelijk nieuwe teeltaspecten aandacht (b.v. gericht op 'lage kosten-productie') moeten krijgen. Ook de introductie van het gewas koolzaad in een regio en bedrijfstype (grond en bouwplan Zuidoosten) waarin deze teelt tot nu toe niet plaatsvond, wierp specifieke (teelt)-vragen op. Daarom moesten bijvoorbeeld vragen rondom de inpassing van (winter- en zomer-)koolzaad in de zandgrondvruchtwisseling, ziekten en plagen (waaronder aaltjes) en bemesting (kunstmest en organisch) belicht worden.

Om de aanpak praktisch gericht te houden werd begonnen met het doornemen van de laatste drie jaargangen (2000-2003) van het Duitse kwartaalvakblad 'Raps'. Dit om een beeld te krijgen van de actuele teeltpraktijk in Duitsland waar het gewas winterkoolzaad (met 1,3 miljoen ha in 2003) een significante plaats heeft. Omdat in het tijdschrift 'Raps' informatie over zomerkoolzaad onbrak, en de informatie over specifieke onderwerpen als teelt voor biodiesel, vruchtwisselings- en nematologische aspecten zeer beperkt was werd middels gerichte zoekopdrachten in literatuurbestanden (Artik, CAB-abstracts, Webspirs en CLC) getracht daarover primaire literatuur (wetenschappelijke artikelen) of populaire artikelen van de laatste tien jaar te bemachtigen. De inhoudelijke opbrengst hiervan bleek, ook na het ter beschikking krijgen (opvragen) van het materiaal, beperkt. **De teelt van winterkoolzaad specifiek voor biodiesel lijkt (nog) geen gedetermineerde teeltrichting binnen de koolzaadteelt (en koolzaadonderzoek) te zijn.** Ook zomerkoolzaad is in de literatuur, vergeleken met winterkoolzaad, zwaar onderbelicht. Voor de oudere literatuur (jaren '70/'80, en volledig beperkt tot winterkoolzaad) kon worden teruggesproken naar het uit die jaren, binnen PAGV/PAV en PPO, opgebouwde koolzaadarchief.

Het resultaat van deze nasporingen vindt haar weerslag in de navolgende hoofdstukjes waarin deelaspecten van de koolzaadteelt belicht worden en (**vetgedrukt**) aandachtspunten, overwegingen en/of suggesties bij de aanpak van een Nederlandse (non-food/biodiesel) koolzaadteelt worden aangegeven.

In de tekst wordt met (gearceerd tussen haakjes geplaatste) volgnummers verwezen naar de geraadpleegde informatiebron, die te vinden is in de genummerde literatuurlijst aan het eind van het projectrapport.

2 Koolzaadteelt, algemeen

De Nederlandse koolzaadteelt stelt de laatste jaren weinig meer voor. In 1975 bedroeg het areaal nog 15.000 ha, voornamelijk ook omdat het als ontginningsgewas door de Rijksdienst IJsselmeer Polders (RIJP) grootschalig werd verbouwd. De oppervlakte is de laatste decennia jaarlijks teruggelopen en dit seizoen (2003) wordt er slechts 700 ha geoogst, een oppervlakte die geconcentreerd is in het Noord-Oostelijke kleigebied (Oldambt). De Nederlandse teelt is niets in vergelijking met Frankrijk en Duitsland waar de oppervlakte koolzaad elk rond de 1,2 miljoen hectare ligt. In Duitsland wordt daarvan 310.000 ha ($\pm 30\%$) voor de winning van biodiesel geteeld.

Koolzaad bevat $\pm 42\%$ olie en in het, na de oliewinning overblijvende, schroot zit $\pm 35\%$ eiwit. Door de ontwikkeling in de zeventiger jaren van zgn. "dubbel-nul (00) rassen", met een laag erucazuurgehalte ($\leq 2\%$) in de olie en een laag glucosinolaatgehalte (max. 30 $\mu\text{mol/g}$) in het olievrije schroot, heeft koolzaadolie een uitgebreidere toepassing gekregen in humane voedingsmiddelen (o.a. margarine, spijsolie) en kon, zonder gezondheidsschade voor het vee, meer koolzaadschroot aan het diervoeder worden bijgemengd. Koolzaadolie heeft altijd al toepassing gevonden als technische grondstof (in coatings, smeermiddelen, wasmiddelen). Door de huidige ontwikkeling van het gewas als biodieselproducent is dit natuurlijk nadrukkelijk het geval.

Met koolzaad wordt in de Nederlands/Duitse klimaatzone van Europa eigenlijk automatisch winterkoolzaad bedoeld. Alleen in gebieden met zeer koude winters (Canada en Scandinavië), wanneer zeer vroeg in het voorjaar kan worden gezaaid (b.v. Zuid-Duitsland, Frankrijk en delen van Engeland), of als 'noodgewas' (bijvoorbeeld wanneer winterkoolzaad uitwintert) wordt zomerkoolzaad geteeld. **De zaadopbrengst van koolzaad ligt gemiddeld op slechts 60% van die van winterkoolzaad. Omdat de teeltkosten van zomerkoolzaad wat lager zijn en het gewas eenvoudiger (ook m.b.t. de aanwending van dierlijke mest) in een zandgrondbouwplan in te passen is, valt deze teelt voor een 'low cost' productie van biodiesel wellicht toch te overwegen.** Overigens wordt koolzaad bij voorkeur geteeld op gronden met een pH vanaf 6,5 (1). Ook vanwege de gevoeligheid voor knolvoet is een goede kalktoestand van de bodem noodzakelijk. **De pH en kalktoestand vormen mogelijk een beperking voor de teelt van koolzaad op zandgronden.**

3 Gangbare teeltsystemen

Na het doornemen van drie jaargangen Raps, en met name het uitgebreide artikel 'Anbaumanagement von Winterraps' (twee delen in jaargang 2000) wordt een goed beeld verkregen van de gangbare teelt van winterkoolzaad in Duitsland(2,3). Zonder de nodige nuanceringen, die hierna voor de verschillende teeltaspecten in aparte hoofdstukjes zullen worden gemaakt, komt de teelt grofweg op het volgende neer: Winterkoolzaad kan uitstekend, tot een max. van een 1 op 3, in een graanbouwplan (wintertarwe/wintergerst) worden ingepast. Na een keurige grondbewerking die het stro van de voorvrucht goed verdeeld en onderwerkt wordt winterkoolzaad tijdig, in de tweede helft van augustus, gezaaid. Er worden voornamelijk vrijbestoven rassen ('Open-Pollinated', dubbel-0) gebruikt. Van de hybride rassen die vanaf 1995 op de markt zijn is het areaalsaandeel (met 10% in Duitsland) nog zeer bescheiden. De zaaitijd en zaaidichtheid is er op gericht om voor de winter een plantbestand van 40-50 goed ontwikkelde planten per m² te krijgen, met een wortelhalsdiameter van 8-12 mm en 10-12 bladeren. Dit kan worden verkregen door ca. 50 zaden per m² uit te zaaien (afhankelijk van dkg-gewicht komt dit neer op 5-6 kg zz/ha). Voor een goede gewasontwikkeling en opbrengst heeft winterkoolzaad ongeveer 200 kg/ha stikstof nodig. Met de najaarsgift moet voorzichtig worden omgegaan, omdat een te zware gewasontwikkeling voor de winter tot een grotere wegval als gevolg van vorstschade kan leiden. Afhankelijk van de mineralisatie (en de hoeveelheid ingewerkt stro) wordt in de herfst 40-50 kg N/ha gegeven. Na de winter worden verschillende bemestingsstrategieën gemeld en is er geen eenduidig advies. De stikstof kan in één gift, direct na de winter worden verstrekt. Maar ook teeltsystemen met gedeelde giften, een kleine hoeveelheid van de stikstofgift (60 kg N/ha) bij het begin van de hergroei en de rest (tot 100 kg N/ha) bij het 'doorschieten', worden toegepast.

De onkruidbestrijding vindt met een aantal chemische middelen plaats waarvan er ook voor gebruik in de Nederlandse teelt toegelaten zijn (mn. Butisan S). Omdat koolzaad door verschillende schimmelziekten wordt belaagd (mn. Phoma, Sclerotinia en Alternaria) is de inzet van fungiciden onontkoombaar. Meestal wordt (zowel in het najaar als het voorjaar) het middel Folicur (tebuconazol) ingezet omdat deze naast een brede fungicide werking ook een groeiregulerende werking heeft.

Als plagen kunnen slakken, en aardvlooien bij de kieming en beginontwikkeling een bestrijding nodig maken. De aanwezigheid van de koolzaadglanskever (waarvan de larven bij de knopvorming schade doen) en de koolzaadsnuitkever vanaf de bloei, moet, voor het tijdig uitvoeren van bestrijding met een insecticiden (pyretroiden), goed worden gecontroleerd. Als alles goed gaat kan er in juni/juli worden geoogst. In Duitsland wordt met de maaidorser, direct van stam, gedorst. Als zaadopbrengst wordt in de teeltpraktijk meestal uitgegaan van 4 ton/ha. Per seizoen en perceel/regio doen zich echter grote opbrengstverschillen voor. Ook in de literatuur beschreven proeven laten grote opbrengstspredingen zien waarvan de gemiddelden eerder beneden (3-3½) dan boven de 4 ton/ha liggen.

De teelt van winterkoolzaad in Groningen is sterk op de Duitse methode geënt. De stikstof bemestingsstrategie is niet eenduidig. Op grond van verschillen in toelatingen kan een beperkter aantal pesticiden worden ingezet. Op de zware klei van het Oldambt vormen slakken een nadrukkelijk probleem. Bij de oogst in Nederland wordt het gewas meestal in het zwad gemaaid en na een korte periode van narijping en droging gedorst.

4 Vruchtwisselingsaspecten

In de gangbare teelt wordt winterkoolzaad in Duitsland, tot een max. van een 1 op 3, in graanbouwplannen (wintertarwe/wintergerst) ingepast. Doordat de aantastingsdruk van een aantal graanschimmelziekten (*Gaeumomyces*, *Fusarium*) alsmede graancystenaaltjes een jaar wordt doorbroken, en het vroegruimende koolzaadgewas een goede doorworteling/structuur en rijkbemeste bodem achterlaat, wordt de voorvruchtwaarde van koolzaad in een graanbouwplan hoog ingeschat. Een graangewas na koolzaad zou 10% meer opbrengen in vergelijking met een continue teelt graan (4,5).

Koolzaad zelf heeft behoefte aan een tijdig ruimende voorvrucht die liefst een rijke bodem achterlaat. Erwt, graszaad, klaver en lucerne worden als betere voorvruchten beschreven dan wintergranen. Ook vroege aardappels vormen een vrij goede voorvrucht. **Koolzaad in een vruchtwisseling met suikerbieten en spinaziezaad valt af te raden** (4,6) (zie ook 5; nematologische aspecten).

In combinatie met wintergranen is er in de Groningse praktijk, vanwege de vroegheid, een geringe voorkeur voor wintergerst als voorvrucht boven wintertarwe.

Vanwege de schimmelziekte *Phoma lignam* moet de koolzaad gewaspauze niet te krap genomen worden. Uit Oost-Duits onderzoek blijkt dat in een graanbouwplan de koolzaadopbrengst tot een vierjarige teelpauze toeneemt (7). Ander onderzoek bevestigt dat de koolzaadopbrengst, vergeleken met monocultuur, in rotaties met een aandeel vanaf 50% koolzaad, betrouwbaar toeneemt (8). Wordt het koolzaad na erwten geteeld dan kan de teeltintensiteit naar 50% toe, met opbrengsten die vergelijkbaar zijn met een ruimere teelpauze. Erwt blijkt dus een goede voorvrucht te zijn. Dit biedt perspectief voor de koolzaadteelt op een zandlocatie met erwten.

Met het oog op de vermeerdering van *Verticillium dahliae* door rode klaver wordt, op *Verticillium*-gevoelige gronden, de teelt van rode klaver en koolzaad in een bouwplan afgeraden (9).

Onvermijdelijke zaadverliezen die zich bij de afrijping en de oogst van koolzaad voordoen kunnen nog jaren nadien zorgen voor koolzaad opslagplanten in volggewassen. De bestrijdingsmogelijkheden van koolzaadopslag in graanbouwplannen zijn eenvoudiger dan in rotaties met een groter aandeel dicotyle gewassen. **Over koolzaad opslagproblemen in zandgrond bouwplannen is nog weinig bekend, dit zou een beperking voor de teelt kunnen betekenen.**

5 Nematologische aspecten

In de beperkte informatie over de nematologische aspecten van koolzaad krijgt de vermeerdering van het bietencystenaaltje (*Heterodera schachtii*) de meeste aandacht. Koolzaad is zowel waardplant voor het witte (*H. schachtii*) als gele bietencystenaaltje (*H. trifolii* f. *betae*) (10).

Op z'n minst drie cystenaaltjes (*Heterodera cruciferae*, *Heterodera schachtii* en *Heterodera trifolii*) zijn in staat op koolzaad te parasiteren (11). Koolzaad vermeerdert met name het koolcystenaaltje (*Heterodera cruciferae*), en ondervindt daarvan ook de meeste schade, terwijl het de populatie bietencystenaaltjes (*Heterodera schachtii*) minimaal in stand houdt (soms licht vermeerdert) maar daar zelf weinig last van heeft (11,12). Schade als gevolg van *Heterodera* cystenaaltjes is het grootst in de herfst wanneer, als gevolg van de hoge bodemtemperaturen, de nematoden zeer actief zijn. In het voorjaar is de schade (groeiremming) beperkt (12).

Vanwege de kans op aanzienlijke schade in de teelt van suikerbieten of spinaziezaad is een combinatie van deze gewassen met koolzaad in een bouwplan sterk af te raden. Er is tot nu toe geen indicatie dat in het *Brassica napus* materiaal een grote genetische variatie in waardplantgeschiktheid voor het bietencystenaaltje voorkomt, zodat de mogelijkheden voor de veredeling van resistente cultivars klein is (13). **Dit gegeven vormt een beperking bij de mogelijke teeltintroductie van koolzaad in een (zand)bouwplan met bieten.**

In Engels onderzoek is de gevoeligheid van koolzaad voor zes wortellesie-aaltjes (*Pratylenchus* spp.) geïnventariseerd (14). Tussen de geteste koolzaad cultivars bleek variatie te bestaan in de gevoeligheid voor de diverse *Pratylenchus* aaltjes. Hoewel *P. penetrans* aanzienlijke schade liet zien in alle beproefde koolzaadrasen bleek dit voor *P. crenatus* veel minder het geval en waren er over de overige vier beproefde *Pratylenchus* spp. (vanwege een sterke interactie tussen cultivar en nematode-spp.) geen consistente uitspraken te doen (*P. fallax* hoorde daar ook bij). Uit ander onderzoek (15) blijkt de waardplant positie van koolzaad voor *P. fallax* onzeker. Alleen bij hoge aaltjesdichtheden was sprake van enige vermeerdering. **Ten aanzien van de koolzaadteelt op zandgrond is de gevoeligheid voor specifieke *Pratylenchus* aaltjessoorten een serieus punt van zorg.**

Over de mate van gevoeligheid voor en/of vermeerdering van andere aaltjessoorten kon uit de geraadpleegde literatuur geen inzicht worden verkregen.

6 Rassen

In Nederland staan slechts twee winterkoolzaadrassen, in de aanbevelende rassenlijst 2002. Het zijn de vrijbestoven dubbel-0 rassen Apex en Lirajet. In de rassenlijst 2003 is alleen het ras Apex nog beschreven (16). Duitsland daarentegen kent een indrukwekkende lijst van twintig door het 'Sortenwesen' beschreven en, zowel i.k.v. de Duitse als EU rassenlijst, beproefde rassen (17/18). In Duitsland worden er met name door 'Rapool', een samenwerkingsverband van vier veredelingsbedrijven, voortdurend nieuwe koolzaadrassen veredeld en op de markt gebracht. Het zijn allemaal dubbel-0 rassen met een goed oliegehalte (rond 42%) en laag glucosinolaatgehalte. Het grootste deel bestaat uit vrij bestoven rassen ('Open-Pollinated' ofwel OP's). De laatste jaren komen er hybriderassen bij, maar het aandeel op het totaal aantal rassen is met 25% nog beperkt. Uit de proeven blijken de verschillen tussen de rassen, voor wat betreft zaadopbrengst, oliegehalte en olieopbrengst zeer beperkt. Van de vergeleken eigenschappen laat alleen de gevoeligheid voor Phoma enige rasverschillen zien.

Hybride rassen benodigen, met name ten aanzien van zaaizaadhoeveelheid, plantaantal en bemesting een wat andere teeltaanpak. Het voordeel van deze, qua zaadgoed in vergelijking met OP's duurdere rassen, is, zeker op de gemiddelde akkerbouwgronden, nog onvoldoende aangetoond (19). In het Oldambt zijn op proefboerderij Ebelsheerd in het recente verleden ook de gangbare Duitse koolzaadrassen vergeleken (20). **Het ligt voor de hand om in de Nederlandse koolzaadteelt gebruik te maken van de goede Duitse winterkoolzaad rassen.**

Bij de winterkoolzaadrassen wordt, op dit moment, geen verschil gemaakt naar gebruiksdoel (food/nonfood). In de industriële oliemarkt is een vraag naar erucazuur rijke oliën (21). **Het is de vraag of een andere vetzuursamenstelling van de olie, met name de aanwezigheid van erucazuur, het oliegehalte zou kunnen verhogen.** In het kader van een non-food toepassing als biodiesel zou dat bekeken kunnen worden. Ook de ontwikkeling van rassen met hogere glucosinolaatgehalten valt te overwegen omdat de hierdoor veronderstelde natuurlijke afweer tegen plagen (waaronder slakken) zou worden vergroot (zie ook 8; Slakkenbestrijding). Ondanks dat dit de afzet van het schroot kan bemoeilijken, kan dit voor een low-input biodieselteelt interessant zijn.

Zelfs de ontwikkeling van GMO's, met ingekruiste herbicide- en ziekte toleranties, kan voor een non-food teelt mogelijk interessant zijn. Het probleem is dat e.e.a. alleen door veredelingsbedrijven wordt opgepakt als er werkelijk een belangwekkend areaal, en dus afzet, met dit soort rassen te bedienen valt. In Australië mag sinds kort een GMO koolzaadras, van een Duits zaadbedrijf, worden verbouwd (22).

Over Noord-Europese zomerkoolzaadrassen kon in de literatuur niets worden opgespoord. Wel werd er informatie gevonden over Canadese zomerkoolzaadrassen. Opmerkelijk daar, is de lancering van nieuwe olie- en erucazuurrijke zomerkoolzaadrassen met canola-kwaliteit schroot (laag glucosinolaatgehalte geschikt voor diervoeder). Het oliegehalte van deze soorten ligt met 45-47% aanmerkelijk hoger dan de Duitse winterkoolzaadrassen (23,24,25). De zaad- en olieopbrengst van deze zomerkoolzaadrassen ligt echter aanzienlijk (50%) lager. **Als er in een Nederlands bouwplan, uit vruchtwisselingstechnische of plaag-/ziektekundige overwegingen, aanleiding bestaat om te kiezen voor zomerkoolzaad, valt te overwegen deze Canadese rassen hier te beproeven.**

7 Plantdichtheden/Rijenafstand/Zaaitijd

Niets lijkt moeilijker vast te stellen dan een eenduidig verband tussen het aantal koolzaadplanten na zaai, het overwinterde aantal daarvan in het voorjaar, en de uiteindelijke zaadopbrengst. Het is duidelijk dat de plantdichtheid en plantverdeling in de herfst, naast de (winter)weersomstandigheden, bepalend zijn voor de gewasstructuur en opbrengstvorming. Hierbij zijn uiteindelijk het aantal gevormde (zij)stengels, bloemen en hauwen per stengel en aantal zaden per hauw en het zaadgewicht bepalend. De gewasontwikkeling van koolzaad is een balans tussen opbouwende (vormende) en, als gevolg van onderlinge concurrentie, reducerende processen. Koolzaad heeft als geen ander gewas enorme compenserende vermogens (26). De opbrengstvorming en -structuur vertoont een grote variabiliteit waaraan een combinatie van plantaantal, plantverdeling, standplaats en seizoen ten grondslag ligt. Het voorliggend onderzoek komt niet verder dan dat de zaaitijd en zaaidichtheid er op gericht is om voor de winter een plantbestand van 40-60 goed ontwikkelde planten per m² te krijgen, met een wortelhalsdiameter van 8-12 mm en 10-12 bladeren. Dit kan worden verkregen door ca. 60 zaden per m² uit te zaaien (afhankelijk van dkg-gewicht komt dit neer op 4 kg zz/ha). Van de hybriderassen, die een wat krachtiger begingroei vertonen wordt een lager plantaantal, van 45 pl/m² geadviseerd (2,3). De plantdichtheidsrange waarbinnen vergelijkbare opbrengsten worden verkregen blijkt echter groot. In Nederlandse proeven bleken de opbrengsten van 3-15 kg zaaizaad per ha en bijbehorende plantdichtheden bij de oogst van 4 tot 150 pl/m² niet te resulteren in opbrengstverschillen (27).

Uit Duits onderzoek blijkt dat bij een vergroting van het plantaantal, van 40 naar 80 pl/m² en een verruiming van de rijenafstand (van 14-41 cm) tot procentueel hogere plantuitvallen in de winter leidt (in een range van 8-40%). De zaadopbrengst per plant neemt, bij een verruiming van de rijenafstand en gelijke plantdichtheden per m², toe. De opbrengstinstabiliteit is bij lage plantaantallen en een ruime rijenafstand het grootst.

Het lijkt er op dat, naast een redelijk plantaantal, een goede plantverdeling van het grootste belang is. Voor het bereiken van hoge, redelijk stabiele, gewasopbrengsten zou, volgens dit onderzoek dan ook rustig uitgegaan kunnen worden van 80 pl/m² en een rijenafstand van 14-31 cm (28).

In een Engels artikel worden ruimere rijenafstanden (van 25 tot zelfs 50 cm) gepropageerd in combinatie met een zaaidichtheid van 90 zaden/m². Gesteld wordt dat er, bij een gunstige plantontwikkeling, zelfdunning plaatsvindt, en er uiteindelijk altijd een voldoende en mooi verdeeld plantbestand voor een goede stabiele productie overblijft. Verruiming van de rijenafstand heeft als voordeel dat de licht- en luchtdoordringing beter is met een gunstige invloed op de productie en het beperken van schimmelziekten. Bovendien is een gewas met ruime rijenafstanden beter met een maaidorser direct van stam te dorsen.

M.b.t. het gewenste plantaantal en plantverdeling zijn slechts globale tendensen aan te geven. Voor stabiele opbrengsten lijkt het geadviseerde plantaantal iets te kunnen worden verhoogd en kan de rijenafstand verruimd worden.

De najaarsontwikkeling heeft een grote invloed op de overwintering. Dit wordt bepaald door een samenspel van zaaitijd, plantaantal en bemesting. Koolzaad kan zich in een groeizaam najaar, op (de door mineralisatie en temperatuur vaak) voedselrijke grond snel te fors ontwikkelen. Hierbij wordt te veel bovengrondse gewasmasse gevormd en blijft de wortelgroei achter. Hybrides hebben daar extra last van en moeten daarom niet te vroeg gezaaid worden (29). **Duidelijk is dat het koolzaadgewas niet te fors ontwikkeld (dus beter enigszins 'schraal') de winter in kan gaan. De zaaitijd kan dan ook, met name in Zuid-Nederland, naar de eerste decade van september worden uitgesteld.**

8 Slakkenbestrijding

Alom wordt aangenomen dat de glucosinolaatarme (dubbel-0) koolzaadrassen de aantrekkelijkheid van koolzaad kiemplantjes en kiemend zaad als voedsel voor slakken hebben vergroot. Bovendien hebben de slakkenpopulaties zich door de introductie van extensiveringsmaatregelen (minimum tillage, groenbemesting en set-aside regelingen) zich goed kunnen ontwikkelen (30). Resultaat is dat slakkenschade in de teelt van winterkoolzaad een serieus probleem is geworden. Dit speelt nog extra op de zware Groningse kleigronden, waar moeilijk een fijn zaaibed kan worden verkregen en de slakken zich eenvoudig in de grond kunnen verschuilen. Er wordt zelfs gesuggereerd dat, vanwege de slakkenschade in winterkoolzaad het misschien goed zou zijn om in dat gebied op zomerkoolzaad over te gaan. Voordat zo'n drastisch besluit (met een enorm verlies aan opbrengstpotentie) wordt genomen, lijkt het beter **om te werken aan de beheersbaarheid van het slakkenprobleem**. Daarbij moet bedacht worden dat het probleem per perceel, jaar en voorvrucht sterk verschilt en dat een juiste monitoring, en voorspelling van de kans op schade niet eenvoudig is (31).

In de literatuur(30) wordt benadrukt dat slakkenbestrijding in de voorvrucht (m.n. in het afrijpende graangewas) van het grootste belang is. Dit kan met slakkenkorrels, die in dat stadium een betere werking hebben dan na de oogst van het graan wanneer de slakken zich onder het strozwad kunnen vermeerderen en verschuilen. Ook wordt er melding gemaakt van het stimuleren/introduceren van een natuurlijke vijand, de loopkever *Pterostichus melanarius*, die van juni tot september actief is en zich voor een belangrijk deel met slakken voeden. Slakkenkorrels op basis van methaldehyde zijn toepasbaar zonder deze loopkever te schaden

De mogelijkheden van de inzet van natuurlijke vijanden alsmede het gebruik van slakkenkorrels in de voorvrucht valt te overwegen. In Nederland is het middel Mesurol (methiocarb) in de koolzaadteelt niet meer toegelaten. Slakkenkorrels op basis van methaldehyde nog wel. Met een slakkenbestrijding door middel van parasitaire aaltjes (*Nemaslug*) zijn in proeven met groentegewassen hoopvolle resultaten bereikt. Het is de vraag of deze methode ook voor een grootschalige low-cost, akkerbouwmatige, koolzaadteelt perspectiefvol is. De teelt moet altijd worden begonnen met een goede grondbewerking (evt. ploegen en fijn klaarleggen). **Op probleempercelen kan het effect van een latere inzaai (begin september bij gemiddeld lagere temperaturen) en eventuele compensatie met meer zaaizaad worden beproefd. Wellicht zijn er perspectieven voor een zaadbehandeling en misschien moet er gedacht worden aan het (opnieuw) introduceren van rassen met een hoger glucosinolaatgehalte.** Ter relativering moet gesteld worden dat bij de teelt van winterkoolzaad op lichtere klei en zandgronden het slakkenprobleem veel minder groot is dan bij teelt op de zware klei van het Oldambt.

9 Onkruidbestrijding

Voor de onkruidbestrijding staat de koolzaadteler in Duitsland een uitgebreid middelenpakket ter beschikking. In Nederland is, naast een aantal grassenbestrijders, voor de bestrijding van breedbladige onkruiden alleen het herbicide metazachloor (Butisan S), als na-opkomst middel, toegelaten. **Hoewel de telers zich met Butisan S redelijk kunnen redden is het een wat smalle basis en wordt inmiddels gewerkt aan uitbreiding van dit pakket.**

Gesteld moet worden dat de teeltcyclus van winterkoolzaad de onkruiden beheersbaar maakt. In het najaar, als de koolzaad nog weinig concurrentiekracht heeft is de onkruidontwikkeling meestal ook beperkt. In het voorjaar gaat de groei zo vroeg en concurrentiekrachtig van start dat onkruiden maar zeer beperkt kans krijgen. **Voor een low-input teelt kan overwogen worden om, in combinatie met een verruiming van de rijenafstand, het onkruid mechanisch te bestrijden.**

10 Bemesting

Naar de stikstofbemesting en stikstofopname van winterkoolzaad heeft het nodige onderzoek plaatsgehad. Algemeen wordt aangenomen dat een stikstofbemesting van 180-200 kg N/ha voldoende is.

In het najaar is, zeker bij tijdige zaai en goede temperaturen, een stikstofgift niet nodig. Alleen bij wat latere uitzaai (in september) en kouder weer, kan een startgift van 30 tot 60 kg N/ha gegeven worden. Omdat koolzaad de stikstof gemakkelijk opneemt moet opgepast worden voor een te zware gewasontwikkeling voor de winter wat het gewas gevoeliger maakt voor uitwintering. De N-min in het voorjaar zal veelal laag zijn omdat het koolzaadgewas alles reeds heeft opgenomen. In het voorjaar, vanaf het begin van de hergroei en stengelstrekking is een gift van 150-180 kg N/ha voldoende voor een maximale gewasopbrengst. Proeven met een opsplitsing van de N-gift, waarbij $\frac{1}{4}$ van de voorjaarsgift bij het begin van de bloei werd verstrekt leidden niet tot een opbrengstrespons (32,33).

Naarmate meer stikstof wordt gegeven daalt het oliegehalte van het zaad enigszins. **Daarom is een gift van 150-180 kg N in het voorjaar (max. 200 kg N/ha voor de totale teelt) voldoende.**

Koolzaad maakt efficiënter gebruik van kunstmeststikstof (35%) dan van stikstof uit drijfmest. Drijfmest toepassing in de herfst, voor het ploegen/grondbewerken leidt tot stikstofverliezen; er komt maar weinig (5-15%) van ten goede aan de zaadopbrengst. In het voorjaar kan zonder verbrandingsschade rustig 15 m³ runderdrijfmest (75-80 kg N) gegeven worden waarvan 24-28% voor de zaadvorming zou worden benut (34,35,36). De toepassingsmethode dient daarbij echter te worden aangepast aan de Nederlandse regelgeving (emissiearm, sleufkoutersysteem), wat waarschijnlijk consequenties heeft voor gewasbeschadiging. Voor zomerkoolzaad is een bemesting van 100 kg N/ha voldoende, wat eenvoudig (voor de inzaai) in de vorm van organische mest kan worden toegediend.

Beheerste toepassing van drijfmest valt in een low-cost productie op zandgronden, in zowel in zomer- als winterkoolzaad, te overwegen.

Het gevaar voor een te weelderige ontwikkeling als gevolg van overbemesting is bij het gewas koolzaad groot. Een doorgroeïend gewas realiseert meestal een te hoge Green Area Index (GAI van 5 tot 6), terwijl met een 'suboptimaal' gewas met een GAI van 3 een betere harvest-index en zaadopbrengst kan worden bereikt. Dit komt vooral omdat een te zwaar en dicht gewas de lichtinstraling (en daardoor assimilatie door) de groene hawen belemmert, terwijl die een grote bijdrage aan de zaadvorming en vulling leveren. Een artikel meldt in dat verband het grote belang van 'Canopy' management door een terughoudende stikstofbemesting (37).

Vanwege de teruggedrongen zwavelemissies wordt er de laatste jaren veel aandacht besteed aan dit element waaraan koolzaad voor een goede ontwikkeling behoefte heeft. Dikwijls wordt in het voorjaar 40 tot 60 kg S/ha bijgemest (in sulfaathoudende stikstofmeststof), vooral wanneer de koolzaad op lichtere gronden wordt geteeld (2,3). De resultaten van veldproeven waarin de bemesting van zwavel wordt getoetst laten, afhankelijk van grondsoort en seizoen, slechts een beperkte opbrengstrespons zien. Canadese onderzoekers vonden in zomerkoolzaad een opbrengsteffect bij toepassing van 15-30 kg S/ha bij de inzaai (in vergelijking met toepassingen vanaf het doorschieten). Er werd geen invloed op het olie- en eiwitgehalte vastgesteld (38). Overigens heeft zwavel een positieve invloed op het glucosinolaatgehalte. Een zwavelbemesting van 40 S kg/ha verhoogde in een onderzoek het glucosinolaatgehalte met 3-8 μmol (afhankelijk van de S-status van de bodem/het gewas) (39). **Het is de vraag of bij een Nederlandse 'low-cost' koolzaadproductie voor biodiesel een zwavelbemesting noodzakelijk is.**

Naast stikstof heeft winterkoolzaad een significante behoefte aan kali, fosfaat en calcium. Per ton zaad wordt 25-35 kg fosfaat, 40-60 kg kali en 40-70 kg CAO onttrokken. Bij vier ton zaad per hectare komt dit overeen met 100-140 kg P2O5/ha, 160-240 kg K2O /ha en 160-280 kg CaO/ha (40). Deze waarden vereisen een goede bodemvruchtbaarheid (en kalkrijke grond) en/of een stevige bouwplanbemesting waarin deze mineralen worden verstrekt. **Vooral op lichtere (zand)gronden heeft bij de koolzaadteelt de kali-, fosfaat-, en kalkvoorziening aandacht.**

11 Groeiregulatie

In Noord-Duitsland wordt door een aantal telers reeds in het najaar triazolhoudende groeiregulatoren Folicur (tebuconazol) of Caramba (metconazol) toegepast. De middelen hebben naast een fungicide werking op blad en stengelziektes een invloed op de plantstructuur. Bij een vroege najaarstoepassing, wanneer de temperaturen nog redelijk zijn, veroorzaken ze een compactere plant met een stevigere/zwaardere wortel waardoor de overwintering en de begingroei in het voorjaar verbeterd. Voor een verkorting van de uiteindelijke plantgroei, en beperking van de legering, is een voorjaarsbehandeling noodzakelijk. De effecten verschillen sterk per seizoen en zijn niet eenduidig. **Caramba laat een sterkere groeiregulatie zien dan Folicur en er zijn opbrengstverbeteringen aangetoond** (41). Of er een invloed vanuit gaat op het oliegehalte is onduidelijk. De toepassing in Duitsland is overigens lang niet algemeen gebruikelijk. In de combinatie van fungicide- en groeiregulerende werking ligt mogelijk een meerwaarde. In Nederland is (nog) geen van beide middelen toegelaten. **Bekeken moet worden of groeiregulatie past in een Nederlandse 'low-cost' koolzaadproductie voor biodiesel.**

12 Ziekten en plagen

Met betrekking tot de koolzaadteelt is een groot aantal ziekten en plagen beschreven. Deels zijn ze door een ruime cruciferen-vruchtwisseling te voorkomen. Naast de slakken zijn de belangrijkste plaagorganismen; de koolzaadaardvlo, de koolzaadglanskever, de koolzaadsnuitkever en de koolzaadhauwalmug. De aardvlo kan na opkomst tot in het zesblad stadium schade veroorzaken, de andere drie insecten komen in chronologische volgorde voor tijdens de bloei (glanskever) en tijdens de vorming en het volgroeien van de hauwen (snuitkever en hauwalmug). Met een goede bestrijding van de glanskever wordt ook de snuitkever meegenomen. Belangrijk is een goede gewascontrole en, voor de inzet van insecticiden, het hanteren van duidelijke schadedrempels (42). Voor de bestrijding zijn in Nederland wel insecticiden toegelaten. **Deze schadedrempels zijn voor de Duitse situatie in een aantal gevallen wel beschreven maar moeten, speciaal voor een 'low-cost/non-food' teelt, in Nederland worden ontwikkeld of aangepast.**

Van de schimmelziekten moeten Phoma, Sclerotinia en Botrytis worden genoemd (43). Vruchtwisseling en bedrijfshygiëne spelen een rol. Er zijn geringe verschillen in de gevoeligheid van de rassen. Een aantasting van Phoma kan zich al in het kiembladstadium voordoen maar ook vanaf de stengelstrekking in het voorjaar de wortelhals en stengel aanpakken. De onder 11. beschreven triazolen/groeieregulatoren kunnen de schade beperken. Sclerotinia kan na milde winters al vroeg vanuit vruchtlichamen in de grond de stengelbasis infecteren. Na de bloei leidt de vorming van sclerotiën in de stengel een verstopping van de vaten en het afsnijden van de nutriëntenstroom. In Duitsland wordt melding gemaakt van een granulaat (Contans-WS) op basis van een natuurlijke antagonist wat voor en/of na de teelt in de bodem ingewerkt moet worden. Een herfsttoepassing met tebuconazol zou een bestrijdend effect hebben. Omzettingsproducten van kalkstikstof, toegepast in het voorjaar, hebben een werking tegen de kieming van Sclerotinia-sclerotiën. Botrytis (grauwschimmel) treedt tijdens vochtige weersperiodes op tijdens de bloei, wanneer afgevallen bloemblaadjes de stengel kunnen doen verschimmelen. **Voor de aanpak van deze schimmelziekten zijn er in Nederland wel middelen inzetbaar (iprodion, carbendazim), maar echte duidelijke bestrijdingsstrategieën ontbreken. De toelating van azolen zou in het licht van hun fungicide nevenwerkingen moeten worden bekeken.**

13 Oogst

In Nederland is de meest gebruikelijke oogstmethode het zwadmaaien, 7-14 dagen later gevolgd door opraapdorsen, terwijl koolzaad in Duitsland met de maaidorser direct van stam geoogst wordt.

Bij zwadmaaien is de bepaling van het juiste tijdstip van belang. Wordt te vroeg gemaaid dan komt het zaad onvoldoende op kleur en kan chlorofyll de extractie van het zaad en raffinage van de olie bemoeilijken.

Bij zwadmaaien moet de rijenafstand beperkt zijn, zodat het zwad goed op de stoppel kan worden gelegd (betere droging). In een zwad is de zaaduitval ten gevolge van harde wind beperkt, wel moet rekening worden gehouden met verademingsverliezen. Onder natte omstandigheden kunnen de zaadverliezen en de zaadkwaliteit in een zwad snel teruglopen. Nederlands onderzoek liet, in een driejarige vergelijking geen opbrengstverschillen tussen opraapdorsen en van stam dorsen zien (44).

Bij van stam dorsen kan het gewas iets langer doorrijpen en mogelijk een hoger oliegehalte bereiken. Om zware gewassen met veel groene massa sneller te laten afrijpen/drogen wordt soms een lichte dosering Reglone gespoten. Bij overrijpheid, veel wind en een ondeugdelijk uitgevoerde maaidorser (zonder 'kantmessen') kunnen bij van stam dorsen ook grote verliezen ontstaan. Bij van stam dorsen kan een ruimere rijenafstand aangehouden worden (wat past in het streven naar de gewenste plantdichtheden/gewasstructuur beschreven in hfdst. 7). Oogsten in één werkgang past ook beter in een 'low-cost' teelt voor biodiesel. **Er zou goed moeten worden nagegaan of de methode 'direct van stam dorsen' ook in de Nederlandse koolzaadteelt te introduceren valt.**

14 Oliegehalte en olieproductie

Doel van de biodieselproductie uit koolzaad is uiteindelijk een zo hoog mogelijke olieopbrengst per hectare. De olieopbrengst is een resultante van de zaadopbrengst en het oliegehalte daarvan. en kan grofweg variëren van 1290 tot 1720 kg olie/ha (resp. 3 ton en 4 T zaad/ha x 43% olie). Er is in de literatuur weinig concrete informatie te vinden over de invloed van teeltmaatregelen op oliegehalte en kwaliteit. Een overzichtje gebaseerd op proefgegevens van de RIJP en het RIVRO geven de navolgende tendensen (45).

- Een latere zaaidatum (tot 15 september) verhoogt het oliegehalte (in verhoudingscijfers van 98 naar 102)
- Een toenemende stikstofgift (van 0-200) verlaagt het oliegehalte (van 50,1 naar 47,1)
- Een verlating van het zwadmaaitijdstip (met 10 dgn.) verhoogt het oliegehalte (van 48,0 naar 48,6)
- Chemische bestrijding van schimmelziekten (m.n. Sclerotinia) verhoogt het oliegehalte (van 43,3 naar 44,9)

Hoewel in theorie interessant moeten, voor de uiteindelijke olieopbrengst, deze gehaltegegevens worden gekoppeld aan de zaadopbrengst. Daarbij blijkt dan dat een hoog oliegehalte meestal negatief met een hoge zaadopbrengst correleert. **Binnen de beperkte variatie van oliegehalten, zijn teeltmaatregelen die de opbrengst optimaliseren van doorslaggevende invloed op de olieopbrengst.**

Wat natuurlijk het allerbelangrijkst is voor een goed rendement is een efficiënte winning van de olie.

Met het voornemen (in één van de biodiesel keteninitiatieven) om via zgn. 'koude persing' de zgn. 'PPO' (Pure Plantaardige Olie) uit het zaad te winnen (waarbij slechts een rendement van 35% wordt behaald!), heeft het streven naar de hoogste oliegehalten in het zaad weinig zin. Er zou veel meer rendement te behalen zijn middels een efficiëntere extractie methode (KME, met organische oplosmiddelen en verestering).

15 Aanbevelingen voor het teeltonderzoek

De initiatieven voor de teelt van koolzaad voor biodiesel productie leveren grofweg twee aandachtspunten voor het teeltonderzoek op;

1. Hoe kan de koolzaadteelt, naast de teelt in gangbare koolzaadgebieden, in een zandgrondbouwplan worden ingepast.
2. Hoe kan, in de gangbare en 'nieuwe' teeltlocaties, een zo efficiënt mogelijke 'low-cost' productie, met een verhoudingsgewijs optimale opbrengst, worden gerealiseerd.

Omdat er (nog) geen op de productie van biodiesel gerichte, gedetermineerde, koolzaadteelt is ontwikkeld moet voorlopig uitgegaan worden van het beschikbare Duitse dubbel-0 (erucazuur- en glucosinolaatarm, en niet genetisch gemodificeerde) winterkoolzaad rassensortiment, wat ook voor de teelt voor 'food'-doeleinden wordt ingezet.

Omdat, vanwege de bietencystenaaltjes, koolzaad in een rotatie met bieten beter vermeden kan worden, en ook de vermeerdering van vrijlevende (*Pratylenchus*) aaltjes door koolzaad mogelijk is, moeten de nematologische aspecten van koolzaadteelt in een zandgrondbouwplan (en op basis daarvan de mogelijke teeltbeperkingen) nadrukkelijk in kaart worden gebracht.

Vanwege de hogere zaad- en olieproductie moet, ook op zandgronden, gestreefd worden naar de teelt van winterkoolzaad. De perspectieven voor de teelt van zomerkoolzaad zullen evenwel, vanuit een oogpunt van het eenvoudiger gebruik van dierlijk mest (zandgrond), de kleinere kans op slakkenschade (Oldambtster klei), en de wat lagere teeltkosten (in vergelijking met winterkoolzaad), in kaart worden gebracht.

Verschillende zomerkoolzaadrassen (ook nieuwe Canadese) zullen daarbij worden beproefd.

Bij de teelt van winterkoolzaad op zandgrond zal bekeken worden of, door een latere inzaai, overontwikkeling van het gewas voor de winter kan worden voorkomen. In het voorjaar moet de toepassing (en de toepassingsmethode) van organische mest in het gewas worden beproefd.

Aandacht zal worden besteed aan het, door een samenspel van zaaitijd, zaaidichtheid, rijenafstand, de inzet van groeiregulators en een terughoudende (bij voorkeur ongedeelde) vroege voorjaarsbemesting, verkrijgen van een zo optimaal mogelijke gewasstructuur en gezonde gewassen.

Om de afhankelijkheid van slechts één herbicide te doorbreken zal een aantal in Duitsland gangbare middelen ook in Nederland in koolzaad worden beproefd, met het doel te komen tot uitbreiding van het aantal toelatingen.

In combinatie met een ruimere rijenafstand zal de mogelijkheid om koolzaad direct van stam te dorsen, vanuit een low-cost benadering en een mogelijk betere afrijping (hoger oliegehalte), worden beproefd.

Van belang is tenslotte om, ook als teeltonderzoekers, gedachten te ontwikkelen over de meest efficiënte productie en verwerking, en mogelijke nieuwe toepassingsmogelijkheden, van koolzaadolie en hoe daarvoor een specifiek non-food productiesysteem te ontwikkelen valt.

Literatuur

1. Dawkins, dr. T.C.K., 1983. Some factors in successful cropping; 2. Oilseed rape. Span, 26-3-1983, p. 116-117.
2. Dennert, Prof. em .dr. J. und Dr. h.c. G. Fischbeck, 2000. Anbaumanagement von Winterraps; teil 1. Raps, 18. jg. (2) 2000, p. 106-110.
3. Dennert, Prof.em.dr. J. und Dr. h.c. G. Fischbeck, 2000. Anbaumanagement von Winterraps; teil 2. Raps, 18. jg. (3) 2000, p. 122-131.
4. Christen, Olaf, Eric Evans, Christer Nielsson and Christian Haldrup. Oilseed rape cropping systems in NW Europe. Abstract, 5 p.
5. Honermeier, Prof. dr. Bernd, dr. Lothar Behle-Schalk und dr. Michael Gaudchau, 2002. Besondere Ernte-erhebungen (BEE). Raps, 3/2002 (20. Jg.), p. 110.
6. Bernelot Moens, ir. H.L. en ing. J.E. Wolfert, 1975. Winterkoolzaad; statistische gegevens teelt, verwerking, gebruik. Proefstation voor de Akkerbouw, Lelystad. Publicatie nr. 16, februari 1975, 65 p.
7. George, Witold, Wolfgang Heidel und volker Meitzner, 1985. Zum Auftreten der Halsnekrose des Rapses im Bezirk Neubrandenburg unter besonderer Berücksichtigung der Fruchtfolge. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR, 12/1985, Jahrgang 39, p. 237-239.
8. Christen, Olaf and Klaus Sieling. Yield and yield components of oilseed rape grown after different preceding crops and in different crop rotations. Abstract, 10 p.
9. Lüth, Peter und Heike Pfeffer. Gehört Rotklee in eine Rapsfruchtfolge? Anmerkungen zur Fruchtfolgegestaltung unter dem Gesichtspunkt des Auftretens von *Verticillium dahliae* Kleb. p. 246-247.
10. Stermerding, S., 1980. De teelt van koolzaad en het bietecystenaaltje, *Heterodera schachtii*. Plantenziektenkundige Dienst, Afd. Nematologie, mei 1980.
11. Evans, K. & M.D. Russel, 1993. The population dynamics in microplots of brassica and beet cyst nematodes in rotations which include oilseed rape. Nematologica 39 (1993), p. 411-414.
12. Evans, K. and R.M. Webb, 1989. Nematode problems in oilseed rape. Aspects of Applied Biology 23, 1989, p. 303-310.
13. Lelivelt, Cilia L., 1994. Attempted selection for partial resistance to the sugar beet cyst nematode, *Heterodera schachtii*, in *Brassica napus* L. Fundam. appl. Nematol., 1995, 18 (1), p. 11-15.
14. Webb, Robin M., 1996. *In vitro* studies of six species of *Pratylenchus* (nematoda: *Pratylenchidae*) on four cultivars of oilseed rape (*Brassica Napus* var. *Oleifera*). Nematologica 42 (1996), p. 89-95.
15. Webb, Robin M., 1990. Effects of the nematode *Pratylenchus Fallax* on roots of oilseed rape (*Brassica Napus* Var. *Oleifera*). Revue Nématol. 13 (1) (1990), p. 115-117.
16. 78^e Rassenlijst Landbouwgewassen, 2003, onderdeel Winterkoolzaad, p.73.

17. Sauermann, Dr. W., 1999. Diese Rapsorten werden jetzt empfohlen; Schleswig-Holstein: Frühreife, bewährte Sorten bevorzugen. Top agrar 7/99, p. 60-62.
18. Sauermann, Dr. W., 2002. Bundes- und EU-Sortenversuch Winterraps 2002, Raps 2/2003, p.85-89.
19. Ruland, Dr. Waltraut, Rapsanbau jetzt planen, Landwirtschaftliches Wochenblatt, 28/2003, p.22-24
20. Froot, ing. H.W.G., 1998. Winterkoolzaad. In: Proefveldverslag 1998 voor de klei-akkerbouw in Groningen en Friesland, SPNA, 1998, p. 42.
21. Buzza, G.C. Breeding for Quality, uit: Brassica Oilseeds, Production and Utilisation, uitgave CAB International.
22. Anoniem. Transgeen koolzaad mag in Australië, Agrarisch Dagblad 8/8/2003.
23. McVetty, P.B.E., R. Scarth, S.R. Rimmer and C.G.J. van den Berg, 1995. Venus high erucic acid, low glucosinolate summer rape. Canadian Journal of Plant Science, 15 November 1995, p. 341-342.
24. McVetty, P.B.E., S.R. Rimmer, R. Scarth and C.G.J. van den Berg, 1995. Neptune high erucic acid, low glucosinolate summer rape. Canadian Journal of Plant Science, 15 November 1995, p. 343-344.
25. Stringam, G.R., D.F. Degenhardt, M.R. Thiagarajah and V.K. Bansal, 2000. Hi-Q summer rape. Canadian Journal of Plant Science, 26 May 2000, p. 835-836.
26. Grosse, dipl.-ing. agr. F., Dr. W. Diepenbrock und Prof. dr. G. Geisler, 1987. Ertragsbildung bei Winterraps. Raps, 5^e jg. (3) 1987, p. 125-130.
27. Vreeke, S., Invloed van standdichtheid op gewasstructuur en opbrengst bij koolzaad. PAGV-Jaarboek 1990-1991, p 72-73.
28. Oilseeds varieties grows better on wide rows, 1999. Arable Farming, July 10th 1999, p. 14.
29. Hybridraps nicht zu früh säen! 1999. Top agrar 8/99, p. 50-53.
30. Glen, David M. Biologie und Kontrolle von Schnecken im Raps.
31. Büchs, PD dr. habil. Wolfgang und Susanne Kämpfer, 2001. Monitoring von Schadschnecken auf Ackerflächen; Was erschwert die Entwicklung praxisgerechter Methoden? Raps, 19 Jg. (4) 2001, p. 190-194.
32. Vreeke, S. en ir. W.J.M. Meijer, 1981. Koolzaadteelt en stikstofbemesting. Bedrijfsontwikkeling jaargang 12 (1981) 7/8 (juli/augustus), p. 729-732
33. Vreeke, S., De Invloed van teeltmaatregelen bij winterkoolzaad op de zaadproductie in Noord-Nederland, PAGV-verslag nr.63, 1987, onderdeel Stikstofbemesting p.12-22.
34. Sieling, Klaus and Olaf Christen. Yield, N uptake and N-use efficiency of and N leaching after oilseed rape grown in different crop management systems in northern Germany. 5 p.
35. Sieling, K., H. Schröder and H. Hanus, 1998. Mineral and slurry nitrogen effects on yield, N uptake, and apparent N-use efficiency of oilseed rape (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Science, Cambridge (1998), 130, p. 165-172.
36. Schultz, H. Stickstoffdüngung und Gülle zu Raps. Landpost, 18 Februar 1978, p. 707-711.

37. McWilliam, SC. et al, Yield improvement through canopy management, Abstract Int. Rapeseed Congress 1999
38. Malhi, S.S. and K.S. Gill, 2002. Effectiveness of sulphate-S fertilization at different growth stages for yield, seed quality and S uptake of canola. Canadian journal of plant science, 17 May 2002, p. 665-674.
39. Haneklaus, S. et al, 1999 (?), Influence of Sulfur Fertilization on Yield and Quality of Oilseed Rape and Mustard (5 p.)
40. Raps: Düngplanung jetzt festlegen. dlz 9/99, p. 42-43.
41. Paul, prof. dr. V.H., Dr. P. Dapprich, Y. Liu und F. Schulze-Wietis, 2001. Einsatz von Wachstumsregulatoren; Möglichkeiten zur Verbesserung von Rapsanbauverfahren mit Triazolwirkstoffen. Raps, 19. Jg (4) 2001, p. 184-189.
42. König, K., 1983. Auch Insekten lieben Raps. Pflanzenschutz-Praxis 2/1983, p. 15-18.
43. Pflanzenschutz; Rapskrankheiten im Überblick, 2002. Raps 2/2002 (20 Jg.) p. 6263
44. Froot, ing. H.W.G., Oogstmethode van winterkoolzaad, PAGV-Jaarboek 1986, p.112-113.
45. Remmelzwaal, A.J. en A. Habekotté, 1985, RIJP-rapport, Enkele factoren die het oliegehalte van winterkoolzaad beïnvloeden.