



Teelt van Koolzaad

H.L.Bernelot Moens en J.E. Wolfert

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector AGV
mei 2003

© 2003  eningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, 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 B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector AGV

s : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 29 11 11
Fax : 0320 – 23 04 79
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

1 BOTANISCHE GEGEVENS

Koolzaad en raapzaad behoren met diverse kool soorten, knol of raap, koolraap, mosterdsoorten, radijs, rammenas, tuinkers en nog vele andere gewassen tot de familie van de Cruciferae (Kruisbloemigen). Deze familie ontleent haar naam aan het feit dat de vier bloem, kroonbladeren duidelijk in een kruis staan.

Aan de koolzaadbloemen, die altijd in trossen staan, onderscheidt men:

- a. 4 niet met elkaar vergroeide kelkbladen in twee kransen;
- b. 4 vrije kroonbladeren in één krans;
- c. 6 viermachtige meeldraden (2 korte en 4 lange), in twee kransen: de 2 korte buiten, de 4 lange binnen;
- d. 1 stamper, bestaande uit een bovenstandig vruchtbeginsel, stijl en stempel;
- e. op de bloembodem zitten een paar honingkliertjes bij de voet van de 2 korte meeldraden.

De vrucht is een tweehokkige meerzadige droge vrucht, die uit 2 vruchtbladen is ontstaan en in rijpe toestand met 2 kleppen openspringt, echter zó, dat de zaden aan het vliezige tussenschot blijven hangen. De kleppen laten het tussenschot het eerst van onder los; boven blijven ze er dikwijls nog een tijd mee samenhangen.

Zulke vruchten, die specifiek voor de kruisbloemigen zijn, noemt men een hauw wanneer ze meer dan twee maal zo lang als breed zijn (koolzaad) en een hauwtje als ze hoogstens tweemaal zo lang als breed zijn (bv. Herderstasje). De zaden hebben geen kiemwit en bevatten veel olie, voornamelijk in de zaadlobben.

Sommige Cruciferen - zoals radijs - hebben een min of meer afwijkende vruchtopbouw.

De familie der Kruisbloemigen telt vertegenwoordigers over de hele wereld, het meest in Zuid-Europa en Klein-Azië. Men schat het aantal goed omschreven soorten op ruim 1500, waarvan in ons land een goede honderd voorkomen. Vergeleken met bijvoorbeeld de Orchideeën-familie met ruim 25.000 soorten, vormen de Cruciferen dus slechts een vrij kleine familie. Toch zijn ze van groot belang, omdat zowel veel belangrijke productie- en siergewassen, als ook hinderlijke onkruiden ertoe behoren. Voor de land- en tuinbouw is uit deze familie het geslacht *Brassica* het belangrijkste.

Hiertoe behoren alle kool soorten, koolzaad, raapzaad en bruine mosterd.

In het algemeen mag men aannemen dat de kans op kruisbestuiving tussen de soorten vanwege het verschillend aantal chromosomen zo gering is, dat bij de zaadteelt hiervan, geen bepaalde onderlinge afstanden zijn voorgeschreven.

Anders wordt het echter, wanneer het twee variëteiten van éénzelfde soort met een gelijk aantal chromosomen betreft. De kans op kruisbestuiving is dan zo groot, dat bepaalde onderlinge afstanden door de keuringsdiensten moesten worden voorgeschreven. Ter voorkoming van vermenging is voorts nog bepaald, dat verschillende soorten (b.v. sluitkoolzaad en koolzaad) niet aaneensluitend of bijna aaneensluitend mogen worden geteeld; er moet dus een zekere ruimte tussen de gewassen zijn. Immers, bij vermenging zou het onmogelijk zijn de soorten weer van elkaar te scheiden.

Aan de soortnaam *Br. rapa* L. is in ISTA (International Seed Testing Association) verband de voorkeur gegeven boven de naam *Br. campestris* L. Wij sluiten ons hierbij aan. Onder raapzaad verstaan wij het vroeger veel verbouwde oliegewas, dat een onverdikte wortel had. Velen verstaan hieronder ook knolzaad of rapenzaad, dit kan aanleiding geven tot onnodig misverstand.

Van raapzaad en koolzaad bestaan zomer- en wintervormen (*annua* en *biennis*); zomerraapzaad noemt men ook wel boterzaad.

Ter onderscheiding van koolzaad (oliegewas) kan men bij de zaadteelt van kool-soorten (*Br. oleracea*) de naam zaadkool gebruiken.

De soort *Br. oleracea* onderscheidt zich volgens Heukels (Schoolflora) van *Br. rapa* en *Br. napus* doordat de bovenste bladeren niet stengelomvattend zijn; de beide laatstgenoemde soorten hebben stengelomvattende bladen. *Br. rapa* en *Br. napus* kan men van elkaar onderscheiden doordat *Br. rapa* opstijgende hauwen heeft en een hardgroene blad kleur, terwijl de geopende bloemen boven de knoppen staan. *Br. napus* daarentegen heeft afstaande hauwen, meer blauwgroene bladen (waslaagje)

en de geopende bloemen onder de knoppen (losse bloemtros) (Olthoff,1953).

Aangezien zomerkoolzaad, winterraapzaad en zomerraapzaad (boterzaad) voor de teelt in ons land van weinig betekenis zijn, zal in het volgende aan deze drie gewassen geen speciale aandacht meer worden geschonken. In andere landen kunnen ze echter wel van belang zijn.

2 BESCHRIJVING VAN DE TEELT EN OOGST

2.1 Grondsoort

In het algemeen moet voor de koolzaadteelt aan de grond de voorwaarde worden gesteld, dat deze weinig onkruidzaden en wortelonkruiden bevat, een goede waterhuishouding heeft en voldoende vruchtbaar is.

Koolzaad geeft de hoogste opbrengsten op rijke gronden met een goede structuur, zoals jonge zeekleigronden en gescheurd grasland. Daarom voelt koolzaad zich uitstekend thuis op pas ingedijkte zeekleigronden en op de zavelgronden van de IJsselmeerpolders.

Behalve op klei- en zavelgronden, kan koolzaad ook op andere grondsoorten, zoals lössgrond en goed vochthoudende dal- en zandgronden worden geteeld. Het gewas rijpt op deze gronden vaak vroeger af en levert dan iets fijner zaad op. Op zandgrond is er meer kans op Alternaria-aantasting. Gronden die in de herfst of in de winter last hebben van stagnerend water, zijn niet geschikt voor de teelt van koolzaad.

Koolzaad heeft veel voedingsstoffen nodig, vooral stikstof moet in ruime mate aanwezig zijn.

2.2 Vruchtopvolging

Koolzaad stelt door zijn vroege zaaitijd en grote stikstofbehoefte speciale eisen ten aanzien van de voorvrucht.

Als vroeg ruimende gewassen zijn erwten en graszaad daarvoor zeer geschikt. Indien men de beschikking heeft over grasland dat vroeg geploegd kan worden, is dat eveneens een prima voorvrucht, evenals luzerne. De luzerne en het grasland laten namelijk krachtig land na, waarvoor koolzaad zeer dankbaar is. Om de goede eigenschappen van grasland en graszaadpercelen volledig te benutten, is het gewenst de vertering van de zode zo vlug en goed mogelijk te laten verlopen. Het is daarom nodig om vóór het frezen ca. 30 kg N te geven, waardoor vertering van de stukgeslagen zode wordt bevorderd.

Een stikstofbemesting bij het zaaien is gunstig voor de eerste groei die anders nogal eens traag is na grasland en graszaad. Koolzaad kan men eventueel ook zaaien na vlas, vroeg gerooide aardappelen en karwij. Voor karwij geldt evenwel het bezwaar dat het door rattekeutelziekte, (Sclerotinia) kan worden aangetast; koolzaad is hiervoor ook gevoelig. Ook de kans op vretterij door slakken is na karwij niet denkbeeldig. Overigens is het niet gebruikelijk koolzaad na karwij te telen.

Op bedrijven met vrij veel bieten in het bouwplan kan beter geen koolzaad worden verbouwd om uitbreiding van het bietencystenaaltje te voorkomen.

Koolzaad is een waardplant voor dit aaltje. Het kan de populatiedichtheid van de aaltjes aanzienlijk vergroten, zonder er zelf schade van te ondervinden. Men zal dus na koolzaad enige jaren moeten wachten, voordat er weer bieten gezaaid kunnen worden.

Koolzaad is gevoelig voor knolvoet. In Sleswijk-Holstein wordt daarvan hinder ondervonden, wellicht mede als gevolg van het gebruik van koolzaad als groenbemestinggewas

Wintergranen kunnen als voorvrucht worden gebruikt indien de graanoogst vroeg plaatsvindt en op tijd een zaaibed kan worden klaargemaakt. Indien dit door weers- of bedrijfsomstandigheden niet te realiseren is, komt koolzaad niet meer in aanmerking, want een te late zaai (na half september) heeft een sterk nadelige invloed op de zaadopbrengst en verhoogt het risico van uitwintering. Dit nadeel kan voor een deel gecorrigeerd worden door bij het zaaien ca. 30 à 40 kg N te geven.

In de nieuwe polders - IJsselmeerpolders, Groningen, Zeeland - was koolzaadteelt na een eerste

begroeiing met riet of slijkgras (*Spartina maritima*) zeer goed mogelijk.

Koolzaad levert als vroeg ruimend gewas rijk land voor het volggewas omdat de in de zomer gemineraliseerde stikstof in de bodem blijft. Koolzaad is een goede voorvrucht voor grasland, winter- en zomergranen, in mindere mate voor brouwerst. Voor bieten en spinazie(zaad) is koolzaad, zoals reeds vermeld, een ongewenste voorvrucht, daar het de populatiedichtheid van het bietencystenaaltje aanzienlijk kan vergroten. Na koolzaad kan nog een groenvoeder- of groenbemestingsgewas worden verbouwd.

In wintertarwe na koolzaad kan nogal eens slakkenvraat voorkomen. De slakken dienen vrij kort na de zaai van de wintertarwe bestreden te worden, daar anders de kiem van de tarwe wordt weggevreten. De bestrijding kan uitgevoerd worden door slakken korrels te strooien of met de tarwe mee te zaaien. Er wordt onderzoek gedaan naar zaaizaadbehandeling tegen slakken.

Koolzaadopslag kan na jaren nog een zeer hinderlijk onkruid zijn. Steeds zal ernaar gestreefd moeten worden deze opslag tot een minimum te beperken door ervoor te zorgen dat de opslag planten geen zaad vormen.

2.3 Grondbewerking en zaaibed

Koolzaad wordt in de tweede helft van augustus tot begin september uitgezaaid. Hiervoor wordt het perceel in de zomer op zaaivoor geploegd, dat wil zeggen op ca. 15 cm diepte, wat nodig is om een goede wortelontwikkeling te krijgen. Om een met te fijn doch vooral kruimelig zaaibed te krijgen, wordt daarna een bewerking met een rotorkoepel uitgevoerd. Na vrij laat het veld ruimende granen wordt in Groningen om tijd te winnen in vele gevallen de stoppel in één keer op zaaivoor geploegd en met een rotorkoepel bewerkt. Vervolgens wordt er gezaaid. Koolzaad moet ondiep worden gezaaid, zodat de gehele bovenlaag niet te diep mag worden losgemaakt om diep wegvallen van het zaad te voorkomen. Het zaaibed hoeft niet zo fijn te zijn als voor de overige fijne zaden en op slempgevoelige gronden moet een fijn zaaibed zelfs worden afgeraden. Bij te scheuren grasland en na graszaad zijn goede resultaten te bereiken door de zode eerst ondiep te frezen en daarna te ploegen. Ook kan bij het ploegen gewerkt worden met een voorschaar, die bij een goede afstelling eveneens zeer bruikbaar is. Hierdoor wordt de graszode voldoende diep ondergebracht en heeft men er bij het eggen geen last van. Een stikstofgift van 30 à 40 kg N/ha, gegeven vóór het bewerken van het grasland of de graszaadstoppel, komt de vertering van de zode ten goede. Het koolzaad kan tijdens zijn groeiperiode hiervan profiteren. Als er een kans is op uitdroging van het zaaibed, doet men er goed aan met een cambridgerol voor of na het zaaien te rollen. Op zwaardere kluitige gronden wordt na het zaaien gerold om slakken schade te beperken.

3 Zaad en zaaien

3.1 Rassenkeuze

De oude rassen tot ca 1978 (Rapol en Marcus) bevatten zowel erucazuur als glucosinolaat. In 1979 kwam er een omschakeling van rassen van gewone rassen naar enkelnulrassen (Jet Neuf) en in 1990 kwam de omschakeling naar dubbelnulrassen (bv. Lirajet) en in 1997 kwamen er hybride rassen (Artus, Panther) in beproeving.

Rassen die een laag erucazuurgehalte in het zaad hebben, worden enkelnurrassen genoemd. Rassen die zowel erucazuur-arm als glucosinolaat-arm zijn, worden dubbelnurrassen genoemd. Op de Nederlandse rassenlijst 2003 staat slechts één ras vermeld, dit is het ras Apex. In de praktijk worden rassen gezaaid die op de Europese rassenlijst vermeld worden. Rassenonderzoek wordt alleen door de St. Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw uitgevoerd. (Flood, proefveldverslag 2002 voor de klei-akkerbouw in Groningen en Friesland)

3.2 Zaaizaadontsmetting en zaadbehandeling

Daar het zaaizaad van koolzaad vaak uitwendig is besmet met sporen van parasitaire schimmels (bv. *Phoma* en *Alternaria* spp.) is het noodzakelijk dit zaad te ontsmetten. Tegelijk met deze ontsmetting dient een behandeling van het zaad ter voorkoming van schade, die larven van de koolzaadaardvlo kunnen aanrichten. Bovendien worden de overigens minder schadelijke larven van de galboorsnuitkever en stengelboorsnuitkever, op deze wijze effectief bestreden.

3.3 Zaaizaadhoeveelheid en standdichtheid

Er dient naar gestreefd te worden ca. 50 à 80 planten per m² te krijgen. In de praktijk is gebleken dat om een voldoende dichte stand te bereiken - afhankelijk van de kwaliteit van het zaaibed en het duizendkorrelgewicht is een hoeveelheid zaaizaad per ha nodig is variërend van 5 kg/ha op zavelgrond tot 8 kg/ha op zware kleigrond. Bij zaai in augustus kan iets minder zaaizaad worden gebruikt dan in september. In verband met mechanische onkruidbestrijding werd vroeger de voorkeur gegeven aan een ruime rijenafstand. Nu de onkruidbestrijding praktisch geheel met chemische middelen plaatsvindt, kan beter op een nauwere rijenafstand (12,5 of 25 cm) gezaaid worden, omdat het gewas dan gelijkmatiger bloeit en afrijpt. Bovendien blijft bij het in het zwad maaien het zwad beter op de stoppel liggen, waardoor het ook beter droogt en er bij het oprapen minder verliezen optreden. Een nog nauwere rijenafstand kan een vochtig microklimaat scheppen dat gunstig is voor schimmels (vnl. *Phoma lingam*). Hybride koolzaadrassen zouden met minder zaaizaad een goede opbrengst kunnen geven. Hiernaar is op de in de jaren 1999/2001 onderzoek verricht met 2, 4, 6 en 8 kg/ha zaaizaad (Flood, 2001)

3.4 Zaaitijd

De zaaitijd is bij koolzaad belangrijk. Wordt koolzaad te vroeg gezaaid, dan kan zich voor de winter nog een gewas ontwikkelen, dat reeds neiging tot schieten vertoont. Zo'n gewas is gevoelig voor strenge vorst. Aan de andere kant kan koolzaad ook te laat worden gezaaid, zodat de planten te klein de winter ingaan. Het minst vorstgevoelig zijn planten die bij het begin van de winter een stevig rozet hebben gevormd en waarbij de stengel nog geen lengtegroei vertoont. Niet alleen de zaaitijd, maar ook de vruchtbaarheid van de grond speelt hierbij een rol. Op pas gescheurd grasland of na erwten, klaver of luzerne zal men best wat later kunnen zaaien dan op minder rijke grond. Meestal blijkt dat de tweede helft van augustus tot begin september de beste zaaitijd is voor koolzaad. Dan bestaat de meeste kans dat de planten in een optimale toestand de winter ingaan. Veel hangt er echter vanaf of de planten nog voldoende sterk ontwikkeld de winter kunnen ingaan. Als laat wordt gezaaid, kan een stikstofgift bij het zaaien van 30-40 kg/ha een gunstige werking hebben op de ontwikkeling voor de winter. Rasverschillen wat geschiktheid voor laat zaaien betreft, lijken niet groot. Zeker nu wintertarwe vaak

wordt gebruikt als voorvrucht, is er wel behoefte aan rassen die later zaaien beter kunnen verdragen. De thans in Nederland in beproeving zijnde hybride rassen verdragen, in verband met een snellere begingroei, vermoedelijk een iets latere zaai. De wintervastheid van deze rassen is nog niet veel bekend.

3.5 Zaaitechniek

Koolzaad mag niet dieper dan ca. 2 cm gezaaid worden.

Bij erg losliggende grond verdient het aanbeveling voor te rollen. Bij grove ligging op zwaardere grond is narollen aan te bevelen.

3.6 Zaaien zonder grondbewerking

In Oostelijk Flevoland zijn in verband met moeilijkheden om op zware grond een goed zaaibed te krijgen en uit arbeidsbesparende overwegingen, op grote schaal proeven genomen met koolzaadteelt zonder grondbewerking.

In de nazomer van 1965 heeft men dat in deze polder op een vrij grote oppervlakte gedaan. Wel is het riet goed bestreden. De resultaten waren zo veelbelovend, dat men in de natte nazomer van 1966 besloot enige honderden hectaren met het vliegtuig te zaaien. De opbrengst van deze percelen bedroeg 2,5 ton/ha tegen 3,0 ton/ha van alle percelen in beheer bij de Rijksdienst.

Men kwam bij deze Dienst tot de conclusie dat deze zaaimethode beperkt zal moeten blijven tot die gevallen waar een normale zaaimethode niet kan worden uitgevoerd (Duijm, 1969).

Ook in het Oldambt heeft men in 1971 en 1972 ervaring opgedaan met het zaaien van koolzaad per vliegtuig, evenals met het zaaien zonder grondbewerking. In dat gebied wordt koolzaad vaak na wintertarwe geteeld. Als de tarweoogst wat laat uitvalt, komt men in moeilijkheden met het op tijd uitzaaien van koolzaad (Romp, 1972). Men heeft daarom met elkaar vergeleken: zaaien in de tarwe per vliegtuig enige dagen voor de tarweoogst en rijenzaai na normale grondbewerking na de oogst. De resultaten waren toch niet zodanig dat men snel tot het systeem zonder grondbewerking zal overgaan. Ridder (1973) die dit onderzoek heeft begeleid, trok uit deze proeven de conclusie dat een goede grondbewerking een grotere rol speelde dan het tijdstip van zaaien.

4 Bemesting

4.1 Algemeen

Het doel van de bemesting van koolzaad is een aanvulling aan de bodemvoorraad te geven, zodat het gewas steeds over voldoende voedingsstoffen kan beschikken en zo een ongestoorde groei kan geven. Een richtlijn voor de behoefte van het gewas aan bepaalde voedingselementen is de hoeveelheid die bij de oogst door het gewas is opgenomen.

Bij een opbrengst van 3000 kg zaad per ha is de opname ongeveer 80 kg P_2O_5 en 135 kg K_2O bij oogsten van het stro. Bij niet oogsten van het stro is de opname resp. 55 en 30 kg/ha. Per 1000 kg meer of minder is de onttrekking 18,3 kg P_2O_5 en 10 kg K_2O . Aan stikstof neemt het gewas 250-300 kg N per ha op.

De bemesting moet afgestemd zijn op de behoefte van het gewas en de voorraad in de bodem. De voorraad in de bodem kan door grondonderzoek worden bepaald. Met behulp van deze gegevens en de bemestingsadviezen die zijn ontwikkeld voor de verschillende voedingselementen, kan een optimale bemesting worden uitgevoerd.

4.2 Fosfaat en kali

De fosfaat- en kalibehoeft van koolzaad is niet bijzonder groot en komt ongeveer overeen met die van de granen. Dit betekent dat bij een normale fosfaat- en kali-toestand van de grond 30-60 kg P_2O_5 en 40-80 kg K_2O per ha moet worden gegeven.

De bemesting kan het best in de herfst worden gegeven.

4.3 Stikstof

Zeer dankbaar is koolzaad echter voor een flinke stikstofbemesting.

De vraagpunten bij de stikstofbemesting van koolzaad zijn vooral:

- is een herfstbemesting gunstig;
- wanneer kan het best een voorjaarsbemesting gegeven worden en is deling of overbemesting gunstig;
- is een optimale voorjaarsbemesting te benaderen wanneer rekening gehouden wordt met de minerale stikstofvoorraad in de grond na de winter.

Bij voldoende beschikbaarheid neemt een koolzaadgewas bij een normale ontwikkeling tot aan de winter circa 60 kg N op. Zeer vroeg gezaaide en fors ontwikkelde gewassen kunnen wel het dubbele opnemen en laat gezaaide gewassen minder.

In het voorjaar kan koolzaad onder gunstige omstandigheden snel en veel stikstof opnemen. Bij het eind van de bloei bevat het gewas circa 250-300 kg N in de bovengrondse delen.

De stikstofbehoefte in de herfst is slechts 25-50 kg N, maar na de start van de groei in het voorjaar neemt de plant tot volle bloei circa 200 kg N op, daarna daalt de opname. (EH 189-1977)

Een verdeling van de stikstof over een herfst en voorjaar heeft als neven voordeel dat de oogstzekerheid toeneemt. De stikstofbehoefte in de herfst kan in veel gevallen wel uit de

bodemvoorraad gedekt worden. Toch is uit proeven te concluderen, dat ondanks een hoge stikstofvoorraad een stikstofgift van 30-60 kg per ha bij de zaai, nuttig kan zijn om het gewas krachtiger de winter in te laten gaan, vooral omdat meestal granen als voorvrucht aanwezig zijn. Deze gift mag echter niet in mindering worden gebracht op de in het voorjaar te geven bemesting.

In een uitgebreide reeks proeven in West-Duitsland blijkt dat bij een juiste voorjaarsbemesting, een herfst gift van 40 N de zaadopbrengst gemiddeld met enkele procenten wordt verhoogd.

Soms blijft een gewas te licht, bijvoorbeeld door voorvrucht effecten of na een strenge winter. In zo'n geval is een bijbemesting mogelijk.

Uit de opbrengstgegevens blijkt dat vooral bij stikstofgebrek een overbemesting van 30 of 60 N per ha de opbrengst gunstig beïnvloedt.

Uit ander onderzoek naar het tijdstip van bijbemesten blijkt dat de hoogste zaadopbrengst wordt bereikt met een eenmalige vroege hoge stikstofgift. Alleen bij stikstofgebrek heeft een overbemesting een positief effect op de zaadopbrengst. De gift moet dan bij het begin van de bloei gegeven worden, anders is er kans op een latere en onregelmatiger afrijping.

In het voorjaar wordt de stikstof gegeven zodra het gewas weer gaat groeien. Uit onderzoek is gebleken, dat als de hoeveelheid stikstof die het gewas moet hebben, goed kan worden geschat, men het beste alle stikstof vroeg in het voorjaar kan geven. Soms kan men echter niet een goede schatting maken van de optimale stikstofgift, bv. na gescheurd grasland e.d. Het is gebleken dat men dan goede resultaten kan bereiken met een vroege basisbemesting en voor de bloei - beter nog voor het schieten - nog een aanvullende bemesting te geven. Deze laatste kan men op dat tijdstip geheel laten afhangen van de ontwikkeling van het gewas. Van Roon (1959) heeft echter wel duidelijk aangetoond dat deling van de bemesting op zichzelf geen voordeel bracht, evenmin een late extra overbemesting (tabel 3). Een te late overbemesting kan de afrijping vertragen, waardoor de oogsttijd naar een later tijdstip wordt verschoven, wat veelal ongunstig is. Bovendien geven extra zware en laat afrijpende gewassen vaak moeilijkheden bij de oogst.

Samenvattend advies stikstofbemesting:

advies najaar 45 N

voorjaar 200-Nmin 0-100 cm

4.4 Overige mineralen

Kalk, mangaan, magnesium en zwavel moeten voor een ongestoorde groei van koolzaad in redelijke hoeveelheden beschikbaar zijn; van de resterende sporenelementen is de behoefte gering, maar essentieel.

Zwavel

De sterke afname van de uitstoot van zwavel door de industrie heeft de zwavelvoorziening van landbouwgronden verminderd. In Duitsland en Engeland is zwavelgebrek een alom voorkomend verschijnsel en maakt zwavel onderdeel uit van het bemestingsplan. Ook in Nederland komt zwavelgebrek in toenemende mate voor, vooral in koolzaad.

Hoe zit het met de zwavelaanvoer?

In het verleden kwam door de uitstoot van de industrie per hectare 30 à 40 kg zwavel (notatie: S) op het land terecht. Dit was ruim voldoende om de gewassen van zwavel te voorzien. Zwavel werd dan ook niet opgenomen in het onderzoek naar de minerale behoefte van bouwland en grasland. Zodoende bestaat er geen goede onderzoeksmethode en is er geen bemestingsadvies voor zwavel voorhanden. Door zuivering is de zwaveluitstoot heden ten dage teruggebracht tot minder dan 10 kg S per ha. En

dat is te weinig om te voorzien in de zwavelbehoefte van de gewassen. Wintertarwe verlangt ongeveer 20 kg S per ha; aardappelen en suikerbieten ongeveer 30 kg S per ha, maar koolgewassen 60-80 kg S per ha.

In de grond is zwavel grotendeels in organische vorm (o.a. humus) vastgelegd. Een deel komt als sulfaat (chemisch: SO_4) opgelost in het bodemvocht voor en is voor de plant opneembaar. In deze vorm komt zwavel ook voor in meststoffen als bitterzout en kieseriet. Sulfaat is (net als nitraat) gevoelig voor uitspoeling, vooral op zand- en lichte zavelgronden. Op deze gronden mogen de eerste tekorten aan zwavel worden verwacht. Dit geldt zeker in gebieden met weinig industriële uitstoot. Daar kan zelfs op zware kleigrond de grote zwavelvoorziening van koolgewassen tekort schieten.

Wat gebeurt er met zwavel in de plant?

In de plant vervult de zwavel een essentiële functie bij de fotosynthese. Zwaveltekorten remmen de groei en verminderen de opbrengst.

Net als stikstof wordt ook zwavel grotendeels tijdens de strekkingsfase en de bloei opgenomen. Een tekort aan zwavel zal zich vooral in die periode voordoen en bij de bloei manifesteren. De bladeren verliezen hun donkergroene kleur en het gewas kleurt licht. De symptomen zijn niet of nauwelijks te onderscheiden van stikstofgebrek. Het stellen van de juiste diagnose is dan moeilijk. Een zwavelgebrek wordt vaak aangezien voor stikstofgebrek en wordt dus niet door een aanvullende N-gift bestreden.

Hoe voorzien in de zwavelbehoefte?

Zoals gezegd bestaat er geen advies voor de zwavelbemesting. Wel wordt momenteel door het Blgg te Oosterbeek een bemestingsadvies voor zwavel op basis van grondonderzoek voorbereid. In principe kan een zwaveltekort gemakkelijk door een bemesting of nog beter door een bespuiting met een sulfaatmeststof worden bestreden. Zo'n behandeling moet wel direct na het onderkennen van het gebrek worden uitgevoerd. Maar een juiste diagnose van het gebreksymptoom (is het zwavel- of is het stikstofgebrek?) bemoeilijkt een tijdige en adequate gewasbehandeling. Bovengenoemde problemen zijn te voorkomen door het gewas tijdig te voorzien van voldoende zwavel. De noodzaak en de hoogte van zo'n bemesting kan nog niet door grondonderzoek worden aangegeven. Wel kan met bodemonderzoek een indicatie over een mogelijk zwavelgebrek worden verkregen. Daartoe laat men tegelijk met de minerale stikstof een zwavelbepaling uitvoeren. Voor de zwaveltoestand zijn nog andere factoren van belang, zoals de gevoeligheid voor uitspoeling en S-depositie in het gebied. Een zwavelbemesting is daarom een preventieve maatregel om een mogelijk tekort aan zwavel te voorkomen. Omstandigheden, waarbij als eerste problemen met de zwavelvoorziening mogen worden verwacht zijn lichte, uitspoelingsgevoelige gronden in regio's met weinig chemische industrie.

5 Onkruidbestrijding

Vooraf in een jong gewas koolzaad doen onkruiden schade. In het voorjaar worden kleine onkruiden gemakkelijk door het snel groeiende gewas onderdrukt. Bestrijding van de onkruiden moet daarom plaatsvinden in de herfst. Hiervoor zijn verschillende chemische middelen toegelaten die zowel kort na zaaien als na opkomst van het gewas kunnen worden toegepast.

Tweezaadlobbige wortelonkruiden kunnen dan ook in koolzaad chemisch niet worden bestreden.

Eenjarige grassen en graanopslag kunnen in het algemeen goed worden bestreden.

Eénjarige dicotyle onkruiden worden bestreden door een bespuiting vlak na de zaai en/of in het tweblad stadium.

6 Bestrijding ziekten en plagen

Er zijn veel organismen die koolzaad in meer of mindere mate kunnen beschadigen en daardoor de zaadopbrengst in ongunstige zin kunnen beïnvloeden. In het onderstaande wordt een opsomming met een korte beschrijving van de meest voorkomende beschadigers gegeven, terwijl van de belangrijkste tevens de bestrijdingswijze zal worden aangegeven.

6.1 Kiem en bodemschimmels

Aantasting door *Phoma lingam* uit zich in het afsterven van kiemplanten en bij oudere planten in het voorkomen van zwartachtige vlekken op de stengel op de grens van lucht - grond. Bladeren en stengels vertonen ook wel vlekken met kleine zwarte stipjes (pyknidiën). Preventieve maatregelen dienen te worden genomen tegen Phoma door ontsmetting van het zaaizaad. Door middel van een ruime vruchtwisseling en opruimen van het aangetaste stro kan deze ziekte worden tegengegaan; dit geldt ook voor Sclerotienrot of de rattekeutelziekte (*Sclerotinia sclerotiorum*). Er dient in ieder geval voor te worden gewaakt, dat de planten - bv. door schoffelen niet worden beschadigd, omdat deze ziekten vooral optreden bij beschadigde planten. De nog in onderzoek zijnde rassen lijken bij de beproeving tot nu toe een redelijke resistentie tegen Phoma te bezitten. aamde stengel kanker – worden aangetroffen.

6.2 Insecten

De belangrijkste insecten die in koolzaad schade doen zijn: de koolzaadaardvlo, de koolzaadglanskever en de koolzaadsnuitkever. Bij de koolzaadaardvlo en de koolzaadsnuitkever zijn het vooral de larven die schade veroorzaken, maar de bestrijding moet toch gericht zijn op kevers. De koolzaadaardvlo (*Psylliodes chrysocephala*), 4 mm lang, kan als larve door vraat het koolzaad bij en kort na opkomst en in het vroege voorjaar min of meer ernstig beschadigen. De kever legt haar eieren in de grond in de buurt van koolzaadplanten. De larven boren zich in de bladstelen. In de herfst worden deze bladstelen uitgevreten, waardoor de bladeren geel kleuren, verwelken en afvallen. In het voorjaar kruipen de larven naar de stengels en kunnen dan ook het groeipunt aantasten. In ernstige gevallen kan de plant dan afsterven. Minder zwaar aangetaste planten vertakken zich sterk, waardoor de bloei van het gewas onregelmatig wordt. De bestrijding moet plaats vinden in de herfst. Deze is vooral op de kevers gericht, omdat de larven moeilijk te bereiken zijn. In de meeste gevallen wordt er een zaadbehandeling uitgevoerd. Ongeveer twee weken na opkomst van het koolzaad voert men dan vaak ook nog een bespuiting uit met een insecticide.

Bestuiving van het koolzaad

Op de vraag of glanskevers een rol van betekenis spelen bij de kruisbestuiving moet een ontkennend antwoord worden gegeven. Er blijkt geen aanleiding te bestaan de bestrijding van glanskevers terwille van de bestuiving na te laten. Over de reële betekenis van bijen voor de bestuiving zijn de meningen verdeeld. Dat een voldoende bestuiving tijdens de bloei van koolzaad van belang is voor de opbrengst spreekt voor zichzelf. In de praktijk vindt bij koolzaad gemiddeld 2/3 kruisbestuiving en 1/3 zelfbestuiving plaats. Er zijn echter aanzienlijke rasverschillen. Bij de koolzaadplant, die wat bouw aangaat ogenschijnlijk op insecten(kruis)bestuiving is ingericht, is de wind voor de bestuiving mogelijk belangrijker dan insecten. Zelfbestuiving komt relatief veel voor. Significante bevruchtingsverschillen tussen bestuiving door stuifmeel uit dezelfde bloem, uit bloemen van dezelfde plant en die van verschillende planten werden niet gevonden.

koolaardvlooiën (*Phyllotreta*-soorten),

De koolaardvlooiën (*Phyllotreta*-soorten), 3 mm lang, veroorzaken meestal slechts geringe schade aan de bladeren van jonge koolzaadplanten.

Geringe schade kan ook worden aangericht door de 2-3 mm lange stengelboorsnuitkever (*Ceuthorrhynchus quadridens*), waarvan de larve de stengels van binnen uitholt en, zelfs bij massaal voorkomen, ook door de galboorsnuitkever (*Ceuthorrhynchus pleurostigma*), zwart en 3 mm lang, waarvan de larve een gal aan de koolzaadwortel vlak onder grond vormt.

Deze insecten kunnen bestreden worden door een zaaizaadbehandeling. Werkingsduur 2 à 3 weken. Eventueel kan ook bij opkomst een insecticide gespoten worden.

koolzaadaardvlo (*Psylliodes chrysocephala*)

De koolzaadaardvlo (*Psylliodes chrysocephala*), 4 mm lang, kan als larve door vraat het koolzaad bij en kort na opkomst en in het vroege voorjaar ernstig beschadigen.

De bestrijding moet plaatsvinden in de herfst. Deze is vooral op de kevers gericht, omdat de larven moeilijk te bereiken zijn. De bestrijding wordt ongeveer twee weken na opkomst uitgevoerd met 2 l/ha Condor. Bij het optreden van vraatschade wordt de behandeling herhaald.

Bij onvoldoende bestrijding van de volwassen insecten, kunnen later in de herfst en in het vroege voorjaar de larven van de aardvlo ernstige schade aanrichten door vraat in de bladstelen en stengels.

De aangevreten planten zijn zeer gevoelig schimmelinfecties en winteren gemakkelijk uit.

koolzaadglanskever (*Meligethes aeneus*)

De koolzaadglanskever (*Meligethes aeneus*), 2 mm lang, eivormig, donker metaalglanzend, doet alleen schade wanneer hij erg vroeg massaal optreedt en de bloemknoppen vernietigt vóórdat zij opengaan.

Kleine bloemknoppen worden geheel of gedeeltelijk weggevreten. In de grotere bloemknoppen vreten de kevers zich naar binnen en vernietigen de meeldraden en de stamper. Wanneer de bloemen eenmaal open zijn, doen de kevers geen schade meer. Ze vreten dan alleen maar wat stuifmeel en dat is meer dan voldoende aanwezig. De schade zal dus vooral optreden wanneer de bloei een traag verloop heeft. De mate van schade is echter afhankelijk van het aantal kevers.

Een bestrijding zal in het algemeen slechts nodig zijn wanneer het koolzaad nog in het knopstadium is en er ca 5 kevers per plant aanwezig zijn. Ook het weer speelt een rol. Bij warm zonnig weer zijn de kevers actiever en doen meer schade dan bij koud weer. Wanneer bestrijding noodzakelijk is, moet deze bij voorkeur bij zonnig warm weer plaatsvinden.

koolzaadsnuitkever (*Ceuthorrhynchus assimilis*)

De koolzaadsnuitkever (*Ceuthorrhynchus assimilis*), 2-3 mm lang, zwartgrijs snuitkevertje boort met zijn snuit een gaatje in de jonge koolzaadhauwen legt daar een eitje in. Doorgaans komt één larve per hauw voor. Het gaatje groeit spoedig dicht. De larven vreten aan de zaden, boren een gaatje in de hauwwand en verpoppen in de grond. In juli-augustus verschijnen de kevers, die overwinteren onder ruigte (bv. langs wegen). Van eind maart tot mei komen de kevers uit hun winterkwartier te voorschijn en begeven zich naar koolzaadvelden, vooral bij warm weer (temperatuur boven 16° C) en zeer weinig wind. Samen met de koolzaadsnuitkever kunnen de kleine witte maden van de **koolzaadgalmug** (*Dasyneura brassicae*) schade in de hauwen veroorzaken. Dit mugje heeft niet het vermogen om zelf de hauw te doorboren en haar eieren aan de binnenkant af te zetten. Daarom worden vooral de beschadigde hauwen aangetast. Vaak worden de eieren gelegd door het gaatje dat gemaakt is door de koolzaadsnuitkever. Door de koolzaadsnuitkever te bestrijden wordt meestal ook een groot deel van de schade door de koolzaadgalmug voorkomen. De koolzaadsnuitkevers moeten worden bestreden vóór ze eieren hebben kunnen leggen, dus tijdens de bloei van het gewas. Het verdient dus sterk de voorkeur een middel te gebruiken dat ongevaarlijk is voor bijen.

Bestrijding van de koolzaad snuitkever is gewenst wanneer er meer dan 1 à 2 kevers per plant aanwezig zijn. De weersomstandigheden hebben echter veel invloed op de mate van aantasting. Bij koud weer zijn de kevers niet actief. De kever voelt zich het best bij temperaturen van 15° C en hoger.

Bestrijding dus uitvoeren bij zonnig warm weer!

De koolzaadglanskever moet dus bestreden worden vóór de bloei en de koolzaadsnuitkever tijdens de bloei!

Wanneer de insectenbestrijding vóór de bloei moet worden uitgevoerd, richt een sproeimachine vrijwel geen schade aan het gewas aan. Tijdens de bloei kan een bespuiting vanuit een vliegtuig de voorkeur hebben.

6.3 Schimmels

Phoma (*Phoma lingam*)

Phoma is ook wel bekend als vallers. Een kiemplant die aangetast is valt om en sterft af. Later vormt zich op de bladeren een geelachtige tot beige grijze, onregelmatig gevormde cirkelvormige vlekken

Cylindrosporium (*Cylindrosporium concentricum*)

Cylindrosporium, geeft cirkelvormige (ca 0,5 – 1 cm grote) bladvlekken met wit puntige vlekken aan de boven en onderkant van het blad.

Valse meeldauw (*Peronospora parasitica*)

Valse meeldauw komt bij jonge koolzaadplanten vrij algemeen voor, doch is meestal van weinig betekenis. Op de bovenzijde van de bladeren ontstaan bleke, later geelwitte vlekken: aan de onderzijde ie op deze vlekken een grauw wit schimmelpluis, bestaande uit sporendragers en sporen, zichtbaar.

Spikkelziekte of verslag (*Alternaria brassicae* en *Alternaria brassicicola*). Op de bladeren ontstaan eerst bruine, ronde vlekken met een enigszins gele tot rode ring. Op hauwen, bloemstelen en stengels komen later kleine zwartbruine, eerst ronde, later meer onregelmatige tot streepvormige vlekken voor. De aantasting is afhankelijk van de weersomstandigheden: warm zonnig weer en afwisselend regen bevorderen deze ziekte. Het gewas reageert zeer snel op gewijzigde weersomstandigheden. De aantasting treedt meestal eind juni – begin juli op. Indien de ziekte vroeg optreedt verschrompelen de zaden in de hauwen en het gewas wordt noodrijp.

Sclerotinia sclerotiorum (rattenkeutelziekte)

Bij een aantasting door de rattenkeutelziekte komen verspreid over het perceel gele planten voor. In de stengel bevindt zich grijs schimmelweefsel en er komen zwarte vruchtlichamen (de zgn. rattenkeutels) in voor. Aan de buitenkant zijn de stengels dan ter plaatse wit. De kans op aantasting is vooral aanwezig bij beschadigde planten en onder vochtige weersomstandigheden. Omdat de ziekte enigszins is gebonden aan het bouwplan (zowel gewassen als intensiteit), zal de aantasting vaak op dezelfde bedrijven terugkeren. een aanwijzing dat de ziekte aanwezig is, is het vinden van paddestoeltjes. Op percelen waar de ziekte te verwachten is, is een bespuiting uit te voeren op het moment dat de eerste bloemen zichtbaar worden.

Spikkelziekte of verslag (*Alternaria brassicae* en *Alternaria brassicicola*)

Op de bladeren ontstaan eerst bruine, ronde vlekken met een enigszins gel tot rode ring. Op de hauwen, bloemstelen en stengels komen kleine zwartbruine, eerst ronde later meer onregelmatige tot streepvormige vlekken voor.

De aantasting is afhankelijk van de weersomstandigheden: warm zonnig weer en afwisselen regen bevorderen deze ziekte. Het gewas reageert snel op de gewijzigde weersomstandigheden. De aantasting treedt meestal eind juni – begin juli op. Indien de ziekte vroeg optreedt verschrompelen de zaden in de hauwen en het gewas wordt noodrijp.

Een bestrijding kan uitgevoerd worden tegen het einde van de bloei.

6.4 Slakken

Om slakken schade tegen te gaan kan een kluitig zaaibed gerold worden
Bestrijding van slakken is nodig zodra schade wordt waargenomen, door slakkenkorrels te strooien.

6.5 Aaltjes

Behalve bieten worden ook kruisbloemige gewassen aangetast door het bietencystenaaltje (*Heterodera schachtii*). Bij koolzaad vindt men reeds aantasting en vorming van cysten in het najaar. Behoudens enkele gevallen ontstaat geen opvallende schade aan het koolzaad; wel is er een belangrijke vermeerdering van het aantal aaltjes en dit is van belang met het oog op de bietenteelt in latere jaren.

7 Oogst en bewaring

In de praktijk wordt winterkoolzaad voor het grootste gedeelte eerst gezwadmaaid en na een velddroogperiode uit het zwad gedorst. Daarnaast wordt ook van stam gedorst.

De oogsttijd, de oogstmethode en de droging en bewaring van het zaad hebben grote invloed op opbrengst en kwaliteit van koolzaad.

7.1 Oogsttijdstip

De bepaling van het juiste oogsttijdstip van koolzaad is niet eenvoudig in verband met het niet gelijktijdig rijpen van het zaad. De bloemen bloeien aan de tros van beneden naar boven en daardoor rijpen ook de hauwen van beneden naar boven. Daar de hauwen bij volledige rijpheid van nature openspringen, is de kans op zaadverlies bij maaien van het volledig rijpe gewas zo groot dat men genoodzaakt is iets vóór het volledig afrijpen der hauwen of zaden te maaidorsen.

Zweeds onderzoek heeft aangetoond dat de drogestof in de zaden toeneemt, totdat de zaden volledig rijp zijn. In Nederland vindt de oogst van koolzaad doorgaans plaats in de eerste helft van juli. Per ras treden wel kleine oogsttijdverschillen op.

Het oliegehalte bleek eveneens met het rijpen van de zaden toe te nemen, echter niet tot de volledige rijpheid. In dat laatste stadium vertoonde het oliegehalte een lichte daling. De totale olieopbrengst liet in dat stadium nog geen daling zien als gevolg van een nog steeds toenemend drogestofgehalte.

Voor een normaal gewas is als maatstaf voor oogstrijpheid een maximaal vochtgehalte van de zaden van 20%. Hierbij is dan niet meegerekend het vocht afkomstig van regen, dauw of vochtige lucht. Bij een onregelmatig gewas en bij verlate afrijping zou het chlorophylgehalte van de zaden (max. 25 p.p.m.) een betere maatstaf zijn, daar hieraan te zien is of de olie geschikt is voor consumptie.

Chlorophyl - afkomstig uit de kiem van het zaad - geeft de koolzaadolie namelijk een groene kleur, die bij verwerking voor consumptieve doeleinden hoogst ongewenst is. Bij normale gewassen is maaidorsen mogelijk bij 12-20% vocht van het zaad. Het chlorophylgehalte is dan al enige tijd laag genoeg. Te vroeg maaidorsen geeft een lagere opbrengst en kan op diverse wijzen resulteren in schade aan kwaliteit van het zaad en in extra kosten:

1. beschadiging van het zaad,
2. te hoog chlorophylgehalte,
3. te hoog gehalte aan ongewenste vrije vetzuren, mits het zaad niet direct na het dorsen gedroogd wordt en
4. hoge kosten voor drogen van het zaad.

Bij te vroeg maaien, gevolgd door narijpen in het zwad komen hier nog verademingsverliezen bij, waardoor de zaden kleiner worden en een lager oliegehalte krijgen dan bij afrijping op stam.

Bij dorsen van een te droog gewas, korrels 6-12% vocht, is er - hoewel dit niet vaak zal voorkomen - kans op zaadbeschadiging in de vorm van gebroken korrels. In Nederland wordt aangenomen dat het oliegehalte van het zaad "evenredig is" met het aantal donkerverkleurde zaden in de hauwen. Daarom zal men, ter wille van de olieopbrengst en ter besparing van droogkosten, zo laat mogelijk maaien of maaidorsen. Opbrengst en oliegehalte zijn het hoogst als bijna alle hauwen geel en vrijwel alle zaden donkergekleurd zijn. De kans op zaadverlies door de maai- of maaidorsbewerking, waarbij door draaiende verdelers op de apparatuur het in elkaar hakende gewas moet worden gescheiden, is in dat stadium echter zeer groot.

7.2 Oogstmethoden

Zwadmaaien

De meest gebruikelijke oogstmethode is het zwadmaaien, 7 à 14 dagen later gevolgd door opraapdorsen.

Het in het zwad maaien gebeurt op het moment dat de midde1ste hauwen geel tot grijsbeige van kleur zijn, de zaden zijn dan niet meer groen, maar rood tot bruin. Dit werk gebeurt meestal met een zelfrijdende zwad maaier. Deze levert uitstekend werk. Gemiddeld ligt de capaciteit op 1 ha of meer per uur. Er wordt gemaaid op een lange stoppel van ca. 20-25 cm om het zwad vrij van de grond te laten liggen. Hierdoor wordt het gelijkmatig drogen en afrijpen sterk bevorderd en op deze manier wordt ook voorkomen, dat er hauwen op de grond liggen, die bij de oogst verloren kunnen gaan.

Na ca. 10 dagen wordt het zwad gedorst. Hiervoor wordt een maaidorser gebruikt, die voorzien is van een opraapinrichting om zaadverlies tijdens het oprapen zoveel mogelijk te voorkomen.

Het opraapdorsen kan ook geschieden door met het mes onder het zwad door te gaan.

Maaidorsen

De methode van het rechtstreeks van stam maaidorsen vindt meer ingang. Het maaidorsen dat ca. 2 weken later plaatsvindt dan het zwadmaaien, heeft het voordeel dat het zaad beter uitgerijpt en kwalitatief beter is. Het nadeel kan zaaduitval zijn.

Deze methode van "van stam" maaidorsen kan alleen toegepast worden bij een voldoende zwaar gewas. Anders is de kans op zaadverlies te groot. De maaidorser moet in elk geval aan de rechter voorzijde zijn voorzien van een verticale maaibalk van ca. 1,25 m lang. Hiermee wordt gemakkelijk een goede scheiding tot stand gebracht tussen de strook die wordt gemaaidorst en de rest. Alleen op deze wijze ontstaan geen ontoelaatbare verliezen.

Afstelling van de maaidorser

Bij het afstellen van de maaidorser wordt - afhankelijk van de diameter van de dorstrommel - met een toerental van de dorstrommel van 500-650 omwentelingen per minuut (resp. voor een grote en een kleine 0) begonnen. Bij een zwaar gewas dat zich moeilijk laat dorsen, kan het toerental opgevoerd worden tot resp. 700 en 10 omw. per min. De ruimte tussen dorstrommel en mantel moet niet te nauw worden genomen, omdat de hauwen dan vermalen worden.

Nat zaad dient snel gedroogd en indien nodig geschoond te worden, omdat anders betrekkelijk snel broei optreedt, waardoor de kwaliteit sterk terugloopt.

Zaadverlies

Aanzienlijk risico voor zaadverlies ontstaat door keveraantasting of besmetting door *Alternaria*.

Bij de methode zwadmaaien-opraapdorsen kunnen er verliezen optreden bij het maaien. Deze zijn meestal zeer gering. Indien het zwad te lang op het veld blijft liggen kan er ook wat verlies optreden door het openspringen van de hauwen aan de bovenzijde van het zwad. Ernstig zaadverlies treedt op wanneer tijdens het in het zwad liggen een langere periode van slecht weer optreedt. Onweersbuien kunnen veel schade aanrichten.

Eveneens een bron van zaadverlies kan zijn het te snel of te langzaam lopen van de opraper bij het opraapdorsen.

Bij maaidorsen kunnen er verliezen optreden, als het gewas te lang op het veld moet staan omdat er op het juiste moment van rijpheid door omstandigheden niet geoogst kan worden.

Tijdens het maaidorsen treden verliezen op als het lange koolzaadgewas moeilijk door de vijzel wordt gepakt. De haspel behoort het gewas neer te drukken, omdat het anders rechtop voor de vijzel staat. De haspel latten moeten even snel achterwaarts bewegen als de machine vooruit rijdt en de tanden moeten verticaal staan. De haspel raakt het gewas dan net na het afmaaien.

Door hoog stoppelen en door het toerental van de haspel juist af te stellen, kan het zaadverlies beperkt worden.

Legering kan veel doorwas tot gevolg hebben. De groene delen van deze doorwas kunnen de zeven

verstopen, waardoor het zaad niet goed wordt uitgedorst en er verliezen optreden. Verstoppingen van de zeven kunnen ook voorkomen als er laag gesneden wordt, zodat groene stengdelen in de zeven komen. Door beide oorzaken wordt het vochtgehalte van het zaad sterk verhoogd, hetgeen ongewenst is.

7.3 Zaaddroging en -bewaring

Een belangrijk aspect - vooral bij langdurige bewaring - is namelijk dat het koolzaad een zo hoog mogelijke kiemkracht heeft. Een lage kiemkracht kan als oorzaken hebben, het in de partij aanwezig zijn van veel gebroken of beschadigde zaden. Dit kan een gevolg zijn van te vroeg dorsen of dorsen van een te droog gewas en ook wel door onjuiste afstelling van de dorsmachine. Onvoorzichtig drogen (bv. te snelle opvoering van de temperatuur van de droge lucht) kan doding van het zaad ten gevolge hebben.

Al deze oorzaken van een lage kiemkracht resulteren ook in een toeneming van het percentage ongewenste vrije vetzuren en de vorming van oxidatieproducten, die de olie ranzig maken en daardoor de smaak en dus de kwaliteit ongunstig beïnvloeden.

Langdurige bewaring van koolzaad kan slechts veilig geschieden wanneer het zaad na de oogst kunstmatig is gedroogd tot een vochtgehalte van ca. 7%.

In Nederland heeft koolzaad na het dorsen doorgaans een vochtgehalte dat ligt tussen 10 en 23%, veelal tussen 14 en 18%.

Ook voor een bewaring van kortere duur zal het zaad vrijwel steeds eerst gedroogd dienen te worden. Om een juiste droging te kunnen uitvoeren moet een vochtbepaling zo snel mogelijk na het dorsen hieraan voorafgaan. Droging kan geschieden met koude of verwarmde droge buitenlucht. Bij droging met verwarmde lucht dient men - vooral bij een hoog vochtgehalte - met een niet te hoge temperatuur te beginnen, b.v. 20 à 30° C.

Bij een vochtgehalte van 9-11% is tijdelijke opslag mogelijk, maar ventileren om bederf tegen te gaan is aan te bevelen.

Bij een vochtgehalte van 11-16% is ventileren en drogen noodzakelijk om bederf tegen te gaan. Bij een hoger vochtgehalte is drogen met warme lucht nodig.

Wanneer het vochtgehalte voldoende is gedaald, mag de temperatuur voorzichtig worden opgevoerd.

Droging van vochtig zaad bij een hogere temperatuur dan 40° C kan het zaad doden, en een lage kiemkracht veroorzaken, hetgeen een ongunstige invloed heeft bij de zaadbewaring.

Koolzaad wordt veelal op het eigen bedrijf gedroogd, indien drogingsapparatuur aanwezig is voor graan drogen. Veelal zijn dit schachtdrogers of droogvloeren. De capaciteit van de ventilator is, in verband met de luchthoeveelheid, daarbij van groot belang. Bij het gebruik van droogvloeren wordt gewoonlijk met verwarmde lucht gewerkt, waarbij de opwarming van de lucht met eenvoudige verhitters tot stand komt.

In de meeste gevallen wordt het koolzaad vóór het begin van de graanoogst naar de handel afgevoerd, zodat drogers en silo's dan weer beschikbaar zijn voor het graan. Een klein gedeelte wordt al rechtstreeks na de oogst afgevoerd naar de handel, waarna eerst wordt gedroogd voordat de partij wordt opgeslagen.

7.4 Stoppelbewerking

De stoppel bewerking moet erop gericht zijn het uitgevallen zaad zoveel mogelijk de kans te geven om te kiemen, zodat in het volggewas geen koolzaadopslag voorkomt.

Het koolzaad kiemt het snelst bij een lichte grondbedekking die echter niet meer dan 2 cm mag zijn.

Na de oogst kan men daarom het beste een lichte grondbewerking uitvoeren met een zware eg of met een rotorkoepel als de stoppel kort is, of met een cultivator die ondiep werkt. Meestal is de stoppel lang, vanwege het zwadmaaien en komt dan alleen het cultivateren in aanmerking.

Het stro kan worden opgeperst en afgevoerd of worden verhakseld.

Als het stro wordt verhakseld komt hierdoor meer organische stof in de grond terecht. In het volggewas neemt dan echter de kans op slakkenvraat toe. Men zal het cultivateren dikwijls moeten herhalen. Op deze wijze kan men een groot deel van de opslagplanten vernietigen, wat voor de volgende gewassen van belang is. Wanneer direct na de oogst het perceel met de stoppelploeg wordt behandeld, valt het zaad diep weg en komt eerst in de loop van volgende jaren tot kieming, hetgeen zeer hinderlijk kan zijn. Een koolzaadstoppel biedt de mogelijkheid om wortelonkruiden en grasachtigen goed te bestrijden. Percelen waar deze onkruiden voorkomen, moeten niet worden bewerkt, maar met een chemisch middel worden bespoten.

8 WINNING EN GEBRUIK VAN KOOLZAADOLIE EN BIJPRODUKTEN

8.1 Oliewinning uit koolzaad

Koolzaad wordt geteeld om de in de zaden voorkomende olie (40-45%) en om het na winning van de olie achterblijvende eiwitrijke meel of schroot. Dit meel kan, afhankelijk van de marktprijzen voor olie en meel, 20 tot 40% van de totale geldswaarde vertegenwoordigen.

De olie kan op verschillende manieren worden gewonnen. Een oude methode is persen met een hydraulische pers. Later ging men over op schroefvormige wringers, waarmee continu gewerkt kan worden. Ondanks de toepassing van zeer hoge druk gelukt het toch niet de olie geheel te verwijderen; er blijft 5 tot 9% achter.

Het residu (niet het afvalproduct!) noemt men raapzaadschilfers.

De modernste methode is extractie van het geplette zaad met een oplosmiddel voor vetten. Daarvoor wordt een lichte benzinefractie gebruikt. Voor koolzaad wordt echter nagenoeg overal een combinatie van de bovengenoemde methoden gebruikt. Eerst wordt geperst tot een restoliegehalte van ca. 18% en daarna wordt geëxtraheerd tot ca. 2%. Het geëxtraheerde zaad wordt schroot genoemd.

8.2 Menselijke consumptie

De gezuiverde (geraffineerde) olie wordt in Europa voor het grootste deel gebruikt als grondstof voor margarine. Verder wordt het gebruikt als bakolie en als spijsolie.

Het grootste deel van de jaarlijkse wereldproductie van raapolie (ca 7 miljoen ton) is voor menselijke consumptie. Abusievelijk wordt hier wel eens anders over gedacht, maar men moet niet vergeten dat vrijwel de gehele productie van landen als China, India en Pakistan als spijsolie wordt gebruikt. Het procentuele aandeel van koolzaadolie in de totale consumptie van plantaardige vetten kan zeer hoog zijn. In Canada is dit bijvoorbeeld reeds opgelopen tot 40%.

8.3 Dierlijke consumptie

Het kool- en raapzaad schroot en de schilfers zijn voor de veehouderij van belang; zij worden verwerkt in mengvoeders.

Uiteraard bezitten raapschilfers een andere samenstelling dan het raapschroot hieruit is immers het vet vollediger verwijderd.

Tegenover het nadeel van een lager vetgehalte bij schroot staat dus het voordeel van een hoger eiwitgehalte. In Zweden staat al een proeffabriek waar eiwitproducten uit koolzaad gemaakt worden voor gebruik in menselijke voeding (Unilever Res.).

Sommige veevoederdeskundigen zijn van mening, dat de raapolie het vetgehalte van de melk enigszins doet dalen, wat in dat geval vooral de schilfers als een nadeel zou moeten worden aangerekend.

Indien bij de fabricage de grondstoffen te sterk worden verwarmd, dan kan de verteerbaarheid van het eiwit soms aanmerkelijk teruglopen. Bij een normale behandeling bestaat daarvoor echter geen gevaar. De verkregen producten worden weinig als zodanig door het vee genuttigd. Eensdeels zijn ze vaak

zeer hard, anderdeels zijn ze minder smakelijk. Dit laatste kan nog verergerd worden door aanlengen met water, althans wanneer het zaad onvoldoende is verwarmd om een in het zaad voorkomend enzym (myrosinase) te inactiveren. Dit enzym vormt giftige en bittere verbindingen ("mosterdolie") uit de eveneens in het zaad voorkomende glucosinolaten.

Raapzaadschroot wordt hoofdzakelijk gebruikt in mengvoeders.

8.4 Technisch en industrieel gebruik van uit raapzaad afkomstige olie, vetzuren en hun derivaten

Hoewel de totale in dit vlak verbruikte hoeveelheid raapolie in vergelijking met die van de menselijke consumptie niet groot is, is het aantal verwerkingsmogelijkheden van raapolie, de verschillende vetzuren (vooral erucazuur) uit raapolie en hun derivaten zeer veelzijdig. De verschillende gebruiksmogelijkheden van raapolie berusten voornamelijk op het gehalte aan moleculen met lange ketens met dubbele koolstofbindingen.

Voor technisch gebruik wordt raapolie gewoonlijk onder verhitting geaëreerd om de viscositeit te verhogen.

Een behandeling van de industriële mogelijkheden van raapzaad zou buiten het bestek van deze publicatie vallen, doch om een indruk hiervan te geven volgt een beknopte opsomming (Appelqvist, 1972):

Raapolie

Fabricage van toeslag en vulstof in rubber, lakken, vernis en linoleum, kleefstoffen, smeerolie voor speciale doeleinden (gemengd met minerale olie), oliekoeling;

Plastic-industrie;

Lederbehandeling na het looien;

Semi-drogende olie in vernis en lak en in bepaalde soorten drukinkt;

Textielindustrie gebruikt op raapolie gebaseerde chemicaliën voor het ontvetten van wol, het wassen van textiel voor en na het bedrukken en het soepel houden van stoffen bij het verven. Hierbij is vooral erucazuur, één van de componenten van raapolie, van belang.

Wasmiddelenfabricage: van raapolie en van erucazuur afgeleide chemicaliën worden gebruikt voor de fabricage van schuimremmers. Dit is momenteel één van de belangrijkste toepassingen.

Vetzuren uit raapolie

Hiervan worden bepaalde soorten gebruikt voor vervaardiging van:

- zeep - kaarsen

- smeermiddelen - glans- en polijstmiddelen

- kunstharsen

Erucazuur

Bepaalde producten uit erucazuur zijn waterafstotend en worden gebruikt in schoensmeer en boenwas. Amiden van erucazuur en andere vetzuren uit raapolie zijn goede zachtmakers van vinylchloride-harsen.

Erucazuur, behandeld met ozon, levert twee zuren op: pelargonium- en brassicazuur. Deze beide zuren worden door de industrie veel gevraagd en bieden een breed spectrum van gebruiksmogelijkheden: brassicazuur o.a. in de nylonindustrie.

9 KWALITEIT VAN KOOLZAADOLIE

Koolzaad stond vroeger niet zo hoog aangeschreven als grondstof voor margarine, daar de smaakstabiliteit veel te wensen overliet. Bij de moderne margarinefabricage is dit bezwaar echter grotendeels ondervangen en tegenwoordig is koolzaadolie een zeer bruikbare grondstof voor bepaalde margarinesoorten en bakkersvetten.

In het onderstaande zal een overzicht worden gegeven van de samenstelling van de olie in relatie tot de kwaliteit.

9.1 Vetzuurpatroon van koolzaadolie

In tabel 7 wordt de gemiddelde vetzuursamenstelling van koolzaadolie weergegeven, in vergelijking met die van katoen-, zonnebloem-, soja-, maïs-, olijf- en arachide (aardnoten)-olie. Zoals men ziet, is koolzaadolie volledig afwijkend van de andere spijsoliën voor wat de vetzuursamenstelling betreft (Van Hee, 1973).

Tabel 7: Voornaamste vetzuren in enkele plantaardige oliën, uitgedrukt in procenten van het totaal vetzuurgehalte (Van Hee, 1973).

Benaming tuur *)	Struc- tuur *)	Katoen bloem	Zonne- bloem	Soja	Mais	Olijf chide	Ara- koolzaad	Winter- koolzaad
myristinezuur	14:0	2	-	1	2	2	-	-
palmitinezuur	16:0	20	5	7	12	15	6	3,5
palmitoleinezuur		16:0	-	-	-	1	2	-
stearinezuur	18:0	2	3	5	3	2	4	1
oliezuur	18:1	30	35	25	48	71	60	10
linolzuur	18:2	45	57	54	34	8	20	13
linoleenzuur	18:3	-	-	7	-	-	-	9
arachinezuur	20:0	1	-	1	-	-	3	-
eicoseenzuur	20:1	-	-	-	-	-	-	8
beheenzuur	22:0	-	-	-	-	-	3	-
erucazuur	22:1	-	-	-	-	-	-	51
lignocerinezuur	24:0	-	-	-	-	-	2	-

*) Het eerste cijfer duidt het aantal koolstofatomen aan, terwijl het cijfer na het deelteken het aantal dubbele koolstofbindingen vermeldt en dus een maat is voor de onverzadigdheid van dit vetzuur.

Erucazuur 22 : 1

Dit vetzuur wordt in de natuur slechts aangetroffen in de zaadolie van Cruciferen en Tropaeolaceën. In winterkoolzaad is het gehalte 50-55% van het totaal aan vetzuren. Doordat erucazuur een hoog smeltpunt heeft, wordt koolzaadolie reeds gedeeltelijk vast bij een temperatuur, waarbij andere plantaardige oliën nog vloeibaar zijn. Olie met erucavetzuur is daarom niet geschikt als grondstof voor de moderne zachte koelkastmargarines.

Vanuit voedingsfysiologisch standpunt zijn eveneens bezwaren tegen erucazuur naar voren gebracht: het zou te langzaam en onvoldoende door het lichaam worden verteerd. Bij proeven op dieren, hoofdzakelijk ratten, zijn orgaanafwijkingen en -beschadigingen geconstateerd. Hoewel deze

symptomen bij menselijke consumptie van erucavetzuur niet zijn gevonden - de mens consumeert naar verhouding veel geringere hoeveelheden dan bij de dierproeven werden toegepast is het gebruik van raapolie met een hoog erucazuurgehalte toch minder gewenst.

Dit was voor de industrie voldoende aanleiding om het gebruik van erucazuur drastisch te beperken. Bij voortgezet onderzoek is echter gebleken dat erucazuur waarschijnlijk niet alléén aansprakelijk gesteld mag worden voor deze beschadigingen (Andéol, 1974).

Een hoog gehalte aan erucazuur is slechts gunstig, wanneer de raapolie als grondstof voor technische doeleinden wordt gebruikt.

Linolzuur 18: 2

Tabel 11 toont dat het linolzuurgehalte van raapolie (13%) laag is, vergeleken met het gehalte in andere plantaardige oliën. Dit vetzuur, van groot belang voor de menselijke voeding, wordt niet door het menselijk lichaam gesynthetiseerd, hoewel het hiervoor een essentieel vetzuur is. Uit linolzuur wordt het prostaglandine gevormd, dat talrijke stofwisselingsprocessen in het lichaam regelt. Bovendien heeft het als meervoudig onverzadigd vetzuur een antagonistische werking tegenover cholesterol. Wegens het hoge linolgehalte wordt de sojaolie hoog gewaardeerd door de margarine-industrie.

Tegenwoordig worden er speciale margarines met een hoog gehalte aan linolzuur gemaakt.

Zonnebloemolie is hiervoor een zeer geschikte grondstof, omdat deze tot 73% linolzuur bevat. Een bijkomend voordeel is, dat onverzadigde bindingen het smeltpunt verlagen (koelkastmargarine).

Linoleenzuur 18: 3

Hoewel linoleenzuur in de voeding het linolzuur bijna geheel zou kunnen vervangen, is het toch een ongewenst bestanddeel van raapolie.

Het is een drievoudig onverzadigd vetzuur, dat bij verwerking in ongezouten margarine of olie instabiel is en spoedig oxydeert tot afbraakprodukten met een onaangename smaak.

In Zweden wordt in tegenstelling tot ons land hoofdzakelijk gezouten margarine met een hoger linoleenzuurgehalte verkocht.

Koolzaadolie wordt in verband met deze instabiliteit meestal gehard, dat wil zeggen de onverzadigde bindingen worden verzadigd gemaakt. Het resultaat is een vet met veel betere smaakstabiliteit, maar ook een hoger smeltpunt. Een hoog smeltpunt is overigens voor balk- en braadvetten juist gewenst.

Oliezuur 18: 1

Oliezuur komt in alle plantaardige oliën en vetten voor. Het is een voortrap bij de biosynthese van zowel eicoseen- en erucazuur als van linol- en linoleenzuur. Het is sterk negatief gecorreleerd met de som van eicoseen- en erucazuur en dientengevolge is in erucazuurvrij koolzaad het oliezuurgehalte zeer hoog.

Tegen oliezuur bestaan geen bezwaren, indien het gebruikt wordt als aanvulling bij andere gewenste vetzuren. Het heeft een goede smaakstabiliteit.

Palmitinezuur 16: 0 en stearinezuur 18: 0

Het gehalte aan verzadigde vetzuren is in koolzaadolie zeer laag. Een zeker percentage verzadigde vetten is echter noodzakelijk in de voeding (Van Hee, 1973).

9.2 Selectie op vetzuursamenstelling

Uit het bovenstaande volgt dat de kwaliteit van raapolie, waar het gaat om menselijke consumptie daarvan, ten aanzien van de samenstelling verbetering behoeft.

Nu is de vetzuursamenstelling slechts weinig door teeltmaatregelen als bemesting en zaaitijd te beïnvloeden. Iets meer perspectief bieden klimaatsverschillen. De temperatuur kan een grote verschuiving in de verhouding verzadigd/onverzadigd veroorzaken.

De belangrijkste factor is echter het genotype en dit betekent dat ingrijpende en permanente veranderingen alleen maar te bereiken zijn d.m.v. selectie en veredeling.

Het eerste resultaat werd in 1960 in Canada bereikt, waar Stefansson, Hougen en Downey hun aandacht vooral richtten op een mogelijke verlaging van het erucazuurgehalte. Zij vonden namelijk bij de zomerkoolzaadvariëteit "Liho" (LimburgerHof, West-Duitsland) een grote variabiliteit in vetzuursamenstelling en verkregen hieruit tenslotte erucazuurvrije planten. De gemiddelde vetzuursamenstelling hiervan was 60% oliezuur, 24% linolzuur, 9% linoleenzuur en 3,5% palmitinezuur en vrijwel geen eicoseenzuur (Van Hee, 1973).

De landbouwkundige waarde (opbrengst) was echter te laag. Daarom werden kruisingen gemaakt om het kenmerk "erucazuurvrij" te introduceren in de bestaande goed opbrengende rassen. Naar Canadees voorbeeld is daarna ook in Zweden, West-Duitsland, Polen en Frankrijk de veredeling van winterkoolzaad begonnen om te komen tot rassen met een lager gehalte aan erucazuur. Het algemene veredelingsdoel wordt weergegeven in tabel 8 (Teuteberg, 1974).

Erucazuurvrije planten bevatten tevens weinig (< 2%) eicoseenzuur. Volgens Krzymanski en Downey zou het mogelijk zijn om het erucazuurgehalte in koolzaad olie op iedere gewenste hoogte van 0-60% van het totaal aan vetzuren door veredeling te fixeren. Downey, Craig en Youngs vermeldden dat op dezelfde wijze ook het gehalte aan palmitinezuur is te variëren tussen 2,8 en 10%, dat van oliezuur tussen 7,8 en 78% en van linolzuur tussen 9,3 en 35,5%, terwijl het linoleenzuurgehalte beneden 4% is te houden (Van Hee, 1973).

De selectie op linolzuur en linoleenzuur is het moeilijkste en volgens Thies zou er weinig hoop bestaan om ooit volledig linoleenzuurvrije koolzaadplanten te verkrijgen. Toch werden door Aakow reeds planten geselecteerd, waarvan de olie erucazuurvrij is en die bovendien een hoog linolzuur- en een laag linoleenzuurgehalte bevat (naar Van Hee, 1973).

9.3 Glucosinolaten

Eerder werd reeds vermeld dat koolzaad een aantal schadelijke stoffen in de vorm van glucosinolaten bevatten. Hiervan zijn er reeds 11 in de koolzaadplant bekend, waarvan hoofdzakelijk 3 in het zaad. Na de extractie van de olie uit het zaad blijven deze zwavelhoudende stoffen in hoofdzaak achter in de perskoek, waar ze in aanwezigheid van vocht en onder inwerking van het in koolzaad voorkomende enzym myrosinase giftige en bittere hydrolyseproducten vormen, de zgn. "mosterdolie".

Deze giftige hydrolyseproducten in het veevoeder verstoren de schildklierfunctie en de jodiumopname van de dieren, terwijl de glucosinolaten bovendien een onaangename smaak aan de perskoek geven. Tegenwoordig wordt er naar gestreefd dit myrosinase reeds voor het persen te inactiveren, waardoor de giftige hydrolyse-producten niet meer gevormd kunnen worden (de glucosinolaten als zodanig zijn niet giftig). Hoewel hiermee een grote kwaliteitsverbetering wordt bereikt, kunnen sommige darmbacteriën ook myrosinase bevatten, waardoor er in het spijsverteringskanaal toch weer hydrolyse kan optreden.

Technisch kunnen de glucosinolaten verwijderd worden, doch dit proces is vrij kostbaar (Van Hee, 1973).

9.4 Selectie op glucosinolaten

De waarde van koolzaad is mede afhankelijk van de kwaliteit van het schroot en de schilfers. Daarom is er ook geselecteerd op glucosinolaat-arme planten. Hierbij is een Poolse zomerkoolzaadvariëteit "Bronowski" gevonden, die glucosinolaat-arm bleek te zijn en een laag erucazuurgehalte (7-10%)

vertoonde, terwijl beide eigenschappen onafhankelijk van elkaar bleken over te erven.

10 NIEUWE ONTWIKKELINGEN

Plantaardige olie als vervanging van minerale olie bij gewasbeschermingsmiddelen. Minerale olie werd als bijmenging bij gewasbeschermingsmiddelen gebruikt, maar gaf milieu technisch wat problemen. Nu wordt daarvoor plantaardige olie ingezet.

Biologisch afbreekbare smeermiddelen.

Vooraf in de bosbouw en watersport komt steeds meer vraag naar milieu vriendelijke smeermiddelen.

Brandstof uit koolzaad voor de toekomst

Zuivere, koudgeperste plantaardige olie, als vervangende brandstof voor dieselmotoren.

Toen Rudolf Diesel zijn "eerste" dieselmotor ontwierp gebruikte hij als brandstof plantaardige (noten) olie. Bij zijn octrooi aanvraag in 1912 erkende hij het belang van opgeslagen zonne-energie, welke o.a. in de vorm van zuivere plantaardige olie, een constante en hernieuwbare grondstof vormt.

Het aspect van dreigende tekorten aan minerale oliën de voortdurende stijgende prijzen voor energie, vanwege het steeds maar toenemende verbruik, gekoppeld aan de milieu problemen heeft ertoe geleid dat alternatieve energiedragers worden geïntroduceerd.

Plantaardige olie maakt deel uit van een natuurlijke cyclus. Bij gebruik als motorbrandstof ontstaat slechts zoveel CO₂ (kooldioxide), dat die hoeveelheid tijdens de groei van de plant volledig wordt teruggenomen waarbij het teruggaat in de natuurlijke kringloop en als voeding dient voor opgroeiende planten. Het natuurlijke evenwicht blijft hierdoor gehandhaafd. Tevens is het bij verbranding zwavelvrij, dit betekent geen emissies waardoor "zure regen" ontstaat.

Brandstof uit koolzaad

De mogelijkheid om brandstof te winnen uit plantaardige producten is alleen aantrekkelijk als er een vrijstelling van accijns gegeven wordt.

Het ministerie van Financiën heeft voor een proefproject met 300 tot 350 voertuigen in de periode 2002 tot 2010 een beperkte accijns gegeven voor pure plantaardigeolie. Ook de Europese Unie heeft Pure Plantaardige Olie officieel erkend als hernieuwbare (bio) brandstof met een kooldioxide-neutraal effect. Koolzaad kan als non-food gewas op braakpercelen geteeld worden, waarbij dan de MacSharry premie ontvangen wordt.

Biodiesel

Biodiesel is een plantaardige brandstof die is gemaakt van koolzaadolie (van de koolzaadplant, Brassica napus). De koolzaad wordt warm geperst en na filteren veresterd. Veresteren wil zeggen de glycerine moet verwijderd worden uit de plantaardige olie, dit chemisch proces van veresteren met behulp van methanol en een katalysator geeft een restproduct: Glycerine. Deze stof heeft weinig waarde. In biodiesel zijn dus de dikmakende vetten als glycerine uit de olie gehaald en ontbrandingsstoffen toegevoegd om het octaangehalte te verhogen (dan brandt het beter; men zegt: de viscositeit is niet zo temperatuurafhankelijk). De ontbrandingseigenschappen zijn vergelijkbaar met die van minerale diesel. Een nadeel is de hogere zuurgraad. Daarnaast kost de productie van biodiesel meer energie dan die van zuiver plantaardige olie, waardoor biodiesel in zijn totaliteit minder vriendelijk voor het milieu is dan zuiver plantaardige olie.

Koolzaadolie (Pure Plantaardige Olie)

Koolzaadolie is de koudgeperste olie uit de zaden van Brassica napus. Een probleem met koolzaadolie is dat het dikker van consistentie is dan diesel. Daardoor loopt, gebruikt in een verbrandingsmotor, de druk op en vloeit de brandstof maar moeizaam vanuit de tank naar de motor. En eenmaal in de motor aanbeland, laat de dikke olie zich lastig vernevelen in de cilinders.

Door de olie te verhitten met energie die uit een warmtewisselaar uit het koelsysteem van de motor wordt gehaald, benadert de stroperigheid van de koolzaadolie de stroperigheid van diesel. Wanneer een motor

geschikt is gemaakt voor deze brandstof, rijdt hij er prima op, maar kan ook nog op gewone dieselolie rijden. Auto's met dergelijke aangepaste motoren trekken uitstekend op, er zit geen zwavel in de uitlaatgassen, er zitten geen zware metalen in en de uitstoot van roet is gehalveerd.

Voor de productie van koolzaadolie zijn geen grote hightech-installaties nodig en een boer die een paar hectare grond heeft braak liggen, kan zo koolzaad gaan telen en verkopen. Maar koolzaadolie zal niet zo gauw een hoge vlucht nemen. Om een vrachtwagen een jaar te laten rijden, zijn ongeveer 20 hectaren koolzaad nodig. Een hectare levert 4500 kilogram koolzaad, waaruit ongeveer 1500 liter olie geperst kan worden. Daar rijdt één vrachtwagen ongeveer 1500 kilometer mee.

Door de techniek van het koud persen te gebruiken blijft er een hoogwaardig restproduct over: de perskoek. De perskoek heeft een hoge voedingswaarde als krachtvoer voor het vee. Voor krachtvoer is een VEM-waarde van 900 tot 1000 nodig. Het restproduct van de koolzaadolie winning heeft een VEM-waarde van 1260 en 33 procent ruw eiwit. Koolzaad kan in dit geval soja vervangen.

11 SALDO BEREKENING

In tabel 12 is per gebied een saldoberekening gegeven van koolzaad. Deze saldoberekening geeft slechts een algemeen beeld van de rendabiliteit. Het is noodzakelijk om bij het gebruik steeds de individuele bedrijfsomstandigheden in acht te nemen. Daar waar de afwijkingen kunnen worden gemotiveerd moeten de gegevens worden aangepast aan de betrokken situatie. Dit geldt in het bijzonder voor het niveau van de bruto-opbrengst.

Het saldo is berekend bij eigen mechanisatie. De eventuele kosten van werk door derden zijn dus niet in de toegerekende kosten opgenomen. Ook is geen rekening gehouden met extra kosten als gevolg van het uitwinteren van koolzaad.

Tabel 12. Saldoberekening per ha koolzaad, food gewas
Kwantitatieve informatie 2000/2001 pg 205

	koolzaad	bedrag	wintertarwe	bedrag	
hoofdproduct	3300 kg	693	8400 kg	1092	
stro	-	4400 kg	220		
EU-toeslag		<u>578</u>	<u>415</u>		
BRUTO-GELDOPBRENGST (a)				1271	1727
Zaaizaad	6 kg	47	175 kg	79	
Bemesting N		100		113	
Onkruidbestrijding			144	95	
Bestr. ziekten en plagen			107	154	
Energie	46	31			
productgebonden kosten			<u>126</u>	<u>51</u>	
TOEGEREKENDE KOSTEN (b)				570	523
SALDO EIGEN MECHANISATIE (a-b=c)				701	1204
Loonwerk		<u>80</u>	<u>94</u>		
SALDO LOONWERK (c-d=e)			621		1110
Arbeidsbehoefte					
grondbewerking			5,5 uur	4,5 uur	
zaaien	1,1		0,9		
gewasverzorging			2,3	2,9	
oogst en verwerking			<u>2,6</u>	<u>2,4</u>	
Totaal	<u>11,5</u>		<u>10,7 uur</u>		

Hiermede kan ook een vergelijking van het saldo bij eigen mechanisatie tussen koolzaad en wintertarwe gemaakt worden.

Bij de aangehouden uitgangspunten ligt het saldo van koolzaad nu lager dan het saldo van wintertarwe.

