

Teelthandleiding koolzaad



Maart 2008
Martin Weusthuis

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING		3
HOOFDSTUK 1	TAXONOMIE VAN DE KOOLZAADPLANT	4
HOOFDSTUK 2	MORFOLOGIE VAN DE KOOLZAADPLANT	6
HOOFDSTUK 3	ONTWIKKELING VAN DE KOOLZAADPLANT	8
HOOFDSTUK 4	HET ZAAD	11
4.1. Geschiedenis		11
4.2. Classificering		11
4.3. Rassenlijst akkerbouw 2008		12
HOOFDSTUK 5	ZAAIZAAD EN ZAAIEN	13
5.1. Zaaizaadontsmetting		13
5.2. Zaaizaadhoeveelheid en standdichtheid		13
5.3. Zaaitijd		13
5.4. Zaaitechniek		14
5.5. Gewasrotatie		14
HOOFDSTUK 6	BODEMBEWERKING	15
6.1. Grondsoort		15
6.2. Grondbewerking		15
6.3. Stro-inbreng		16
6.4. Organische stofgehalte		17
HOOFDSTUK 7	BEMESTING	18
7.1. Algemeen		18
7.2. Macronutriënten		18
7.3. Sporenelementen		23
HOOFDSTUK 8	ZIEKTEN EN PLAGEN	26
8.1. Schimmels		26
8.2. Plagen		30
8.2.1. Insecten		30
8.2.2. Nematoden		36
8.2.3. Slakken		36
HOOFDSTUK 9	OOGST EN BEWARING	37
9.1. Tijdstip van oogsten		37
9.2. Methode van oogsten		37
9.3. Zaaddroging en -bewaring		38
HOOFDSTUK 10	STOPPELBEWERKING	39
HOOFDSTUK 11	SALDOBEREKENING	40
LITERATUUR		41

INLEIDING

Deze teelthandleiding voor koolzaad is tot stand gekomen als studieopdracht binnen de landbouwkundige module van mijn masterstudie aan het Van Hall Larenstein instituut, onderdeel van Wageningen Universiteit en Research.

Deze teelthandleiding heeft vorm gekregen na contact met de Coöperatieve Koolzaadvereniging Oost Nederland Colzaco U.A. Deze coöperatie heeft haar zetel in Deventer en richt zich op regionale teelt, verwerking en afzet van koolzaad(producten).

Deze teelthandleiding is dan ook geschreven voor de teelt van winterkoolzaad op de oostelijke zandgronden van Nederland.

Mijn dank gaat uit naar de voorzitter van Colzaco, de heer A. Kleverkamp, met wie ik steeds in contact heb gestaan voor de toetsing aan en de afstemming met de praktijk van de koolzaadteelt.

Maart 2008

Martin Weusthuis

© Martin Weusthuis
Amersfoort, maart 2008

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

HOOFDSTUK 1 TAXONOMIE VAN DE KOOLZAADPLANT

Koolzaad behoort samen met andere koolsoorten zoals raap, koolraap, mosterdsoorten, radijs, rammenas en tuinkers tot de Brassica soort en die valt weer onder de familie van de kruisbloemigen (cruciferae). Binnen de Cruciferae familie is de Brassica soort de belangrijkste in landbouwkundig opzicht.

De interrelaties tussen de brassica soorten liggen complex. Bovendien is de definiëring van de oliehoudende soorten niet helemaal eenduidig. Er bestaan synoniemen.

De drie primaire soorten zijn:

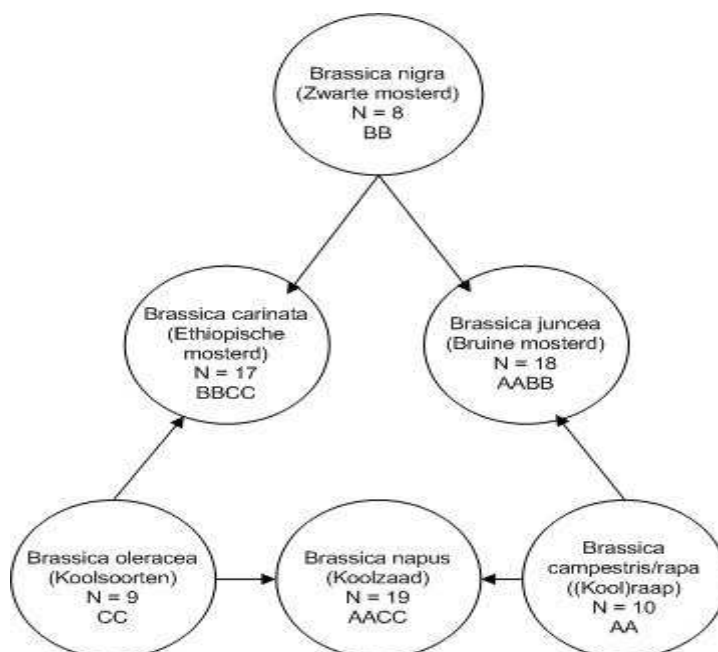
- Brassica nigra;
- Brassica oleracea, en
- Brassica rapa.

Brassica rapa staat ook bekend onder de naam Brassica campestris. Binnen de ISTA (International Seed Testing Association) wordt officieel de naam Brassica rapa gebruikt.

Door kruising van deze drie primaire soorten zijn de volgende drie afgeleide soorten ontstaan:

- Brassica napus;
- Brassica juncea, en
- Brassica carinata.

De genetische relaties tussen de primaire en afgeleide soorten kunnen als volgt worden uitgebeeld:



De drie soorten met de hogere chromosoomgetallen zijn de amphidiploïden, afgeleid van de diploïde soorten met de lagere chromosoomgetallen.

Alhoewel de origine van de verschillende soorten niet helemaal duidelijk is, moet Brassica napus afstammen van een kruising tussen Brassica rapa en Brassica oleracea.

Het ziet er naar uit dat Brassica tot de vroegst gedomesticeerde planten behoorde vanaf het moment dat groentesoorten door mensen werden geteeld. Het telen van Brassica gewassen werd gemeengoed in West Europa in de vroege middeleeuwen. Het is niet duidelijk wanneer Brassica soorten voor het eerst werden ingezet als een bron voor olie.

Een onderzoek uitgevoerd door Schröder-Lembke (1989) op kerkelijke belastingarchieven levert het bewijs dat koolzaad reeds in 1421 werd geteeld in Nederland. Heresbach schrijft in 1570 dat in het Rijnland winterkoolzaad wordt geteeld om in een alternatief te voorzien voor de duurdere olijfolie, en om het te gebruiken als bakolie voor de keuken van de kleine man.

Sindsdien is koolzaad door de tijden heen in kleinere en grotere hoeveelheden geteeld voor verschillende doeleinden. Gedurende de tweede wereldoorlog bijv. werd koolzaadolie bij afwezigheid van alternatieven gebruikt als lampolie. Het werd gewonnen met zelfgemaakte handpersjes. En momenteel wordt koolzaadolie weer veel gebruikt als grondstof voor biodiesel ten behoeve van verbrandingsmotoren.



De wortel

De koolzaadplant heeft een penwortel met zijdelingse vertakkingen. De penwortel kan tot meer dan een meter diep in de grond dringen. Bij verdichte bodemlagen (ploegzool), lagen van nog niet omgezet organisch materiaal, natte bodem en zure grond komt de penwortel niet volledig tot ontwikkeling. De wortel verbuigt, vergroeit en misvormt. Dit komt de ontwikkeling van de bovengrondse plantendelen niet ten goede. Alleen als de wortel goed is ontwikkeld kan de bevroering van bovengrondse plantendelen weinig kwaad doen. In dat geval worden reserveknoppen geregenereerd, waardoor toch nog een goede opbrengst kan worden verwacht.

In de wortel worden de reservestoffen opgeslagen die als voedingsbasis dienen voor de eerste groei in het vroege voorjaar. De koolzaadwortel moet daartoe voor de winterinval zo ver ontwikkeld zijn dat de hals van de wortel minstens 5 mm en liefst 8 tot 10 mm doorsnede heeft. De penwortel moet op dat moment minstens 20 cm lang zijn.

In vergelijking met andere gewassen heeft de koolzaadplant lange wortelharen. Deze maken het de plant mogelijk om water en voedingsstoffen uit nauwe bodemspleten en -poriën op te nemen, zodat koolzaad ook met succes op zware grondsoorten kan worden verbouwd.

De stengel

De koolzaadplant groeit bij voldoende ruimte uit tot een meer dan 2 meter lange rechte stengel met enkele vertakkingen. De lengte kan variëren met het ras, de weersgesteldheid en door ziektes. Bij een gezond gewas is de stengel op het moment van oogsten in het onderste deel bij de grond vaak nog groen.

De bladeren

Koolzaadbladeren zijn blauwgroen en onbehaard. Bladverlies in de winter is geen probleem als de wortel voor de winter maar voldoende ontwikkeld is om een nieuwe bovengrondse plantontwikkeling toe te staan.

In productiepercelen liggen de bladeren in de rijpingsfase in de halfschaduw. De stengel en de hauwen nemen de fotosynthese over. In die fase kunnen de bladeren verdrogen en voor de oogst op de grond vallen. Physiologisch is bepaald dat de bladindex evenals de hauwenindex 3 tot 4:1 moet bedragen voor een maximale productie.

De bloemen

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 generatieve organen van de koolzaadplant leveren een grote bloemaanleg. Daarvan ontwikkelt zich echter maar 5% tot 20% die bevrucht kan worden. En daarvan ontwikkelt zich weer 40 tot 60% tot een hauw.

De bloeiwijze bij koolzaad is trosvormig. Als eerste ontwikkelen zich de bloemen van de hoofdstengel. Op iedere andere tak ontwikkelen zich daarna ook bloemen. De bloemen zijn gelig en produceren nectar. De bloei vindt plaats in de lente in mei.

Door belichting van de lagere plantendelen kunnen knoppen in lager gelegen bladoksels zich gaan ontwikkelen. Hieruit ontwikkelen zich dan nieuwe loten die weer gaan bloeien. Dit leidt vaak tot ongewenste laatbloeiers die veel energie van de plant vergen in een verkeerde fase. Een dergelijke ontwikkeling doet zich voor bij onvoldoende standdichtheid en bij voortijdige legering. Het kan ook een gevolg zijn van een verkeerde stikstofbemesting. Nabloei leidt tot een onregelmatige afrijping en een lagere opbrengst.

De hauwen

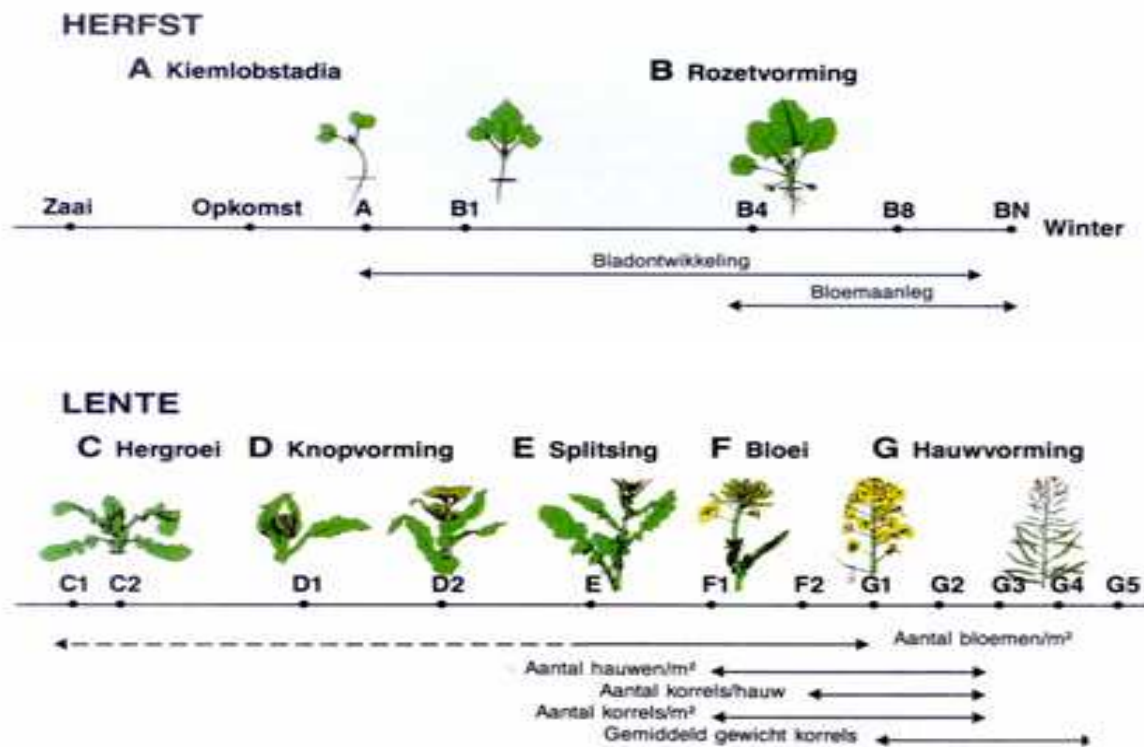
De hauwen bestaan uit twee vruchtbladeren met een scheidingswand tussen de helften. Aan beide zijden van die tussenwand ontwikkelen zich zaden. De hauw is daarmee een tweehokkige meerzadige droge vrucht, die in rijpe toestand met twee kleppen openspringt, echter zo dat de zaden aan het vliezige tussenschot blijven hangen. De kleppen laten het eerst van onder los. De koolzaadhauwen kunnen 5 tot 10 cm lang worden. Gemiddeld ontwikkelen zich zo'n 16 tot 20 zaden per hauw met uitschieters naar 40 zaden.

HOOFDSTUK 3

ONTWIKKELING VAN DE KOOLZAADPLANT

De groei van de winterkoolzaadplant wordt in zeven stadia verdeeld.

1. kiemlobstadium;
2. rozetvorming;
3. hergroei;
4. knopvorming;
5. splitsing;
6. bloei, en
7. houwvorming.



Kieming

Voor winterkoolzaad zijn temperatuur en vochtgehalte in de herfst belangrijke kiemfactoren. De bodemtemperatuur is de belangrijkste factor voor kieming vanaf het moment dat de zaden water hebben opgenomen. De kiemtijd varieert met de temperatuur, van 11 tot 14 dagen bij 2°C tot 1 dag bij 21°C tot 25°C.

Opkomst

Winterkoolzaad in Nederland wordt gezaaid in de laatste twee weken van augustus en de eerste week van september. Zo'n twee weken later verschijnt de zaailing boven de grond. De bladvorming is dan al te zien.

Start van de bloeiwijze

Ieder rudimentair blad heeft de potentie om een bloem te vormen. Na de vernalisatieperiode zijn de eerste tekenen van bloemvorming te zien in de swelling van de oksel van de rudimentaire bladeren. Dit worden de bloemen van de hoofdstengel van de plant. Na de vorming van deze bloemknoppen zullen andere lager gelegen knoppen zich ontwikkelen tot de hoofdtakken.

Factoren die bloeiwijze en bloei bepalen

Minimum aantal bladeren

Onderzoeksresultaten geven aan dat een minimum aantal bladeren moet zijn gevormd voordat de ontwikkeling van de bloeiwijze op gang komt. Europees winterkoolzaad kan al volledig gevernaliseerd zijn, maar toch zal de bloeiwijze zich pas ontwikkelen vanaf het moment dat zo'n 12 bladeren zijn gevormd. Soms gebeurt dit pas in de lente bij kleine plantjes waarvan de groei is vertraagd door winterse omstandigheden.

Vernalisatie

Vernalisatie is een actief proces dat energie vergt. Vernalisatie is daarom het meest effectief bij temperaturen van 3 tot 7°C en minder effectief bij lagere temperaturen. De Europese winterkoolzaadrassen beantwoorden aan de regels van vernalisatie onder alle condities van temperatuur en daglengte, zowel als zaaizaad dat vocht heeft opgenomen als in de vorm van reeds ontwikkelde planten. Winterkoolzaad in de lente gezaaid zal heel onregelmatig voor een deel tot bloei komen en een lage opbrengst leveren.

Temperatuur en daglengte

Onderzoeken wijzen uit dat er een relatie ligt tussen de daglengte en de lengte van de strekkingsfase. Een koolzaadplant moet de tijd krijgen om zich vegetatief voldoende te kunnen ontwikkelen, voldoende blad te kunnen vormen om het volle opbrengstpotentieel aan te kunnen spreken. Een langere strekkingsfase van de stengel heeft een omvangrijker bloei tot gevolg en dat heeft weer tot gevolg dat meer hauwen worden gevormd. Lange dagen hebben tot gevolg dat de strekkingsfase snel verloopt waardoor er minder bloemen en hauwen worden gevormd.

De temperatuur heeft effect op de ontwikkeling van bloemknoppen tot bloemen. Bij hoge temperaturen kan dit proces twee keer zo snel verlopen. Hogere temperaturen stimuleren de bloei. De lichtintensiteit heeft ook effect op de bloei. Minder licht betekent een langzamere groei van knop tot bloem.

In het open veld bij daglicht is het moeilijk te bepalen hoe groot de onderscheiden effecten zijn die temperatuur en daglengte hebben op de gewasontwikkeling.

Gewasgroei tot bloei

Winterkoolzaad ontwikkelt zich snel na de kieming in de herfst. Daarna volgt een langzame groei of stilstand in de winter. In winterse omstandigheden kunnen oudere bladeren worden vervangen door nieuwe, waardoor tijdelijk de totale bladomvang verkleint. De planten blijven in de rozetfase totdat zich een snelle stengelstrekking voordoet in het voorjaar.

De eerste ontwikkeling van de bloeiwijze gebeurt bij grote planten die vroeg zijn gezaaid reeds in november, maar kan bij kleine planten die later zijn gezaaid verlaat worden tot laat in de winter of zelfs het vroege voorjaar.

De wortelgroei gebeurt snel na de ontwikkeling van de zaailing. Eerst ontstaat verticaal een penwortel, daarna ontwikkelt zich zijwaartse wortelgroei en wordt er reservevoeding in de penwortel opgeslagen. De wortelgroei is sterk afhankelijk van de dichtheid van de grond. Verdichte grond, grond met een ploegzool, slecht afwaterende gronden, hebben nogal eens tot gevolg dat wortelontwikkeling alleen in de toplaag, in de eerste 30 cm voorkomt. In lossere grond ontwikkelt zich een penwortel tot op een diepte van meer dan een meter met laterale wortelgroei. Een volwassen plant kan tot op een diepte van een meter water opnemen. In het herfst- en winterseizoen functioneert het wortelsysteem als een voedingsstoffenreservoir. Deze reservevoeding wordt in de lente vnl. gebruikt voor de hergroei van de bladeren.

Bloei

De bloeiwijze bij koolzaad is trosvormig. Als eerste ontwikkelen zich de bloemen van de hoofdstengel. Op iedere andere tak ontwikkelen zich daarna ook bloemen. De bloeiperiode van één bloem duurt één dag. In de tros bloeit het koolzaad van beneden naar boven. De bloeiperiode van de hele plant duurt ongeveer 3 tot 5 weken afhankelijk van de weersomstandigheden. Warm weer versnelt de bloeiperiode.

Bestuiving

Koolzaadplanten zijn in staat tot zowel zelfbestuiving als kruisbestuiving. In het open veld zorgt de wind voor de overdracht van stuifmeel op en tussen de bloemen. In gewassen in het open veld ontstaat zo een groot aandeel van zelfbestuiving oplopend tot 70%.

In bloei staande koolzaadvelden zijn als 'drachtveld' interessant voor bijen(houders). Deze bloei zo vroeg in het jaar met verder in de natuur nog weinig bronnen levert in een vroeg stadium stuifmeel op. Een hectare koolzaad levert ongeveer 150 kilo honing op. Hybride rassen zijn minder interessant voor bijen vooral waar het gaat om de mannelijke steriele lijnen. Bij deze hybride zaden zijn bijen en andere insecten nodig voor stuifmeeltransport.

Andersom is het zo dat de bestuiving door bijenvolken ook interessant is voor de koolzaadteler. De bloeiperiode wordt nl. verkort en dat resulteert weer in een kleiner zaadverlies uit de hauwen, dus in een meeropbrengst die tot 10% kan oplopen.

Het weer is van invloed op de activiteit van bijen. Op koude en winderige dagen vliegen ze niet zoveel en dat heeft z'n gevolgen voor vooral de bestuiving van hybride gewassen. Het advies luidt daarom de bijenkorf dichtbij het drachtveld te plaatsen.

Groei van hauwen en zaden

De hauwen gaan groeien een paar dagen na de bestuiving. Op dat moment is het droge stofgehalte van de stengel en takken al bijna op het maximum en het bladgehalte neemt al af. Zaadvorming begint pas zo'n 20 dagen na bestuiving op het moment dat de hauwen hun lengte hebben bereikt. Het zaad heeft zo'n 35% van het finale droge stofgehalte ontwikkeld als de hauwen volledig in lengte en zwaarte zijn uitgegroeid. Het droge stofgehalte van de hauwen wordt niet meer hoger op het moment dat de dehydratie begint, zo'n 50 dagen na de bestuiving.

Het droge stofgehalte van de zaden in de dehydratieperiode ontwikkelt zich wel verder met zo'n 40% vanaf 50 tot 75 dagen na de bestuiving. Het oliegehalte van de zaden ontwikkelt zich gelijk op met het droge stofgehalte van de zaden tot een maximum percentage op ongeveer 60 dagen na de bestuiving. Uitgerijpte zaden bevatten ongeveer 20 zaden, ongeveer 62% van het totale droge stofgehalte van de hauw.

De periode van zaadontwikkeling wordt vnl. bepaald door de temperatuur. Doorgaans in Nederland doet het zaad er zo'n 90 tot 100 dagen over om af te rijpen. De temperatuur is de belangrijkste factor in de ontwikkeling van het oliegehalte. Hoge temperaturen hebben een nadelig effect op het oliegehalte. De temperatuur heeft ook gevolgen voor de verhouding verzadigde/onverzadigde vetzuren. Bij hoge temperaturen neemt het gehalte verzadigde vetzuren toe.

HOOFDSTUK 4 KOOLZAADRASSEN

4.1. Geschiedenis

De oudere koolzaadrassen die werden gebruikt tot 1978 bevatten een hoog gehalte aan erucazuur en glucosinulaten, bijv. Rapol en Marcus. In 1980 verschenen de enkelnul rassen, d.w.z. met een laag erucazuurgehalte, bijv. Jet Neuf. In 1990 kwamen de dubbelnulrassen, d.w.z. met zowel een laag erucazuurgehalte als een laag glucosinolaatgehalte, bijv. Lirajet. Daarna in de midden negentiger jaren verschenen de hybride rassen, bijv. Artus en Panther. Hybride rassen kennen betere kwaliteiten en leveren een hogere opbrengst, maar de tweede generatie kent die kwaliteiten en die hogere opbrengst al niet meer. Telers kunnen dus niet hun eigen zaad kweken en zijn genoodzaakt ieder jaar opnieuw zaad te kopen.

4.2. Classificering

Koolzaad kan op drie manieren worden geclassificeerd:

1. zomer- en winterkoolzaad;
2. lijnen en hybriden;
3. enkel- en dubbelnul rassen.

1. zomer en winter koolzaad

In West Europa wordt over het algemeen winterkoolzaad gezaaid. Winterkoolzaad verschilt fysiologisch van zomerkoolzaad in de wijze van bloeien.

Winterkoolzaad bloeit niet eerder dan na blootgesteld te zijn aan een periode van koude (vernalisation). Winterkoolzaad begint verder te groeien wanneer de dagen lengen en het bloeit eind april, begin mei. Voorafgaand aan de winter moet er voldoende vegetatie zijn ontwikkeld om de winterse omstandigheden zonder schade te doorstaan. Winterkoolzaad wordt grofweg gezaaid in de tweede helft van augustus en de eerste helft van september. De oogst vindt plaats in juli.

Zomerkoolzaad heeft geen vernalisation nodig. Het zaaien gebeurt grofweg in de tweede helft van maart en de eerste helft van april. Oogsten gebeurt in augustus.

Voor één hectare zomerkoolzaad is tussen de 4 en 5 kilo zaai zaad nodig, voor één hectare winterkoolzaad ongeveer 4 kilo. De hoeveelheden verschillen per grondsoort, per zaaitijdstip en per ras. Op klei is meer zaad nodig dan op zandgrond. Van hybride rassen is minder zaad nodig. Op de oostelijke zandgronden is aan hybride zaad voor winterkoolzaad bij een goed geprepareerd zaai bed zo'n 3 kilo nodig. De opbrengst van zomerkoolzaad ligt van 3 tot 3,5 ton per hectare. De opbrengst van winterkoolzaad ligt tussen de 3,5 en 5 ton per hectare.

2. Lijnen en hybriden

Koolzaad is een zelfbestuivend én een kruisbestuivend gewas. In een open vrijstaand gewas treedt veel zelfbestuiving op, tot 70%.

De huidige op de markt zijnde koolzaadrassen zijn óf lijnen óf hybriden.

Lijnen zijn koolzaadrassen gekweekt door zelfbestuiving. Deze rassen zijn fertiel. Vermeerdering gebeurt door vrije bestuiving. Lijnen kennen betere kwaliteiten en een hogere opbrengst.

Hybriden zijn of fertiel of steriel. Hybriden kennen ook betere kwaliteiten en leveren een hogere opbrengst. Om te profiteren van die eigenschappen zijn mannelijke steriele lijnen ontwikkeld. Deze steriele lijnen produceren geen stuifmeel en kunnen zichzelf dan ook niet bestuiven. Geconfronteerd met een bestuiver ontwikkelen zich hybride zaden. Als die bestuiving genen bevat die de fertiliteit herstellen zijn de hybriden fertiel. Deze worden wel gerestaureerde hybriden (HR) genoemd

Als de bestuiving de fertiliteit niet herstelt dan zijn deze hybriden ook weer steriel. Zij produceren geen stuifmeel en kunnen geen zaad produceren door zelfbestuiving. Daarom worden voor de bestuiving zaden gemengd. Deze samenstelling worden samengestelde rassen genoemd (CHL). De samenstelling bestaat vaak uit 70% hybride zaden en 30% zaden voor bestuiving, vaak twee bestuiverlijnen van elk 15%.

De ontwikkelingskosten van hybriden liggen hoger dan die van lijnen. Daar staat tegenover dat er weer minder hybride zaaizaad gebruikt hoeft te worden en dat een hogere opbrengst wordt gegenereerd.

3. enkel- en dubbelnul rassen

De verschillende gebruiksmogelijkheden voor koolzaad zijn de aanleiding geweest voor de ontwikkeling van verschillende rassen. In dat kader worden drie rassen onderscheiden:

1. HEAR koolzaad met een hoog erucazuurgehalte (high erucic oil rapeseed);
2. LEAR koolzaad met een laag erucazuurgehalte (low erucic oil rapeseed);
3. CANOLA Canadees koolzaad met een laag erucazuur- én een laag glucosinolaatgehalte (Canadian oil low acid).

De vetzuursamenstelling van koolzaad is slechts weinig door teeltmaatregelen als bemesting en zaaitijd te beïnvloeden. Belangrijker is hier het ras.

HEAR zaad wordt gebruikt voor industriële toepassingen. Deze olie bevat veel erucazuur. Van het totaal aan vetzuren is het erucazuurgehalte in winterkoolzaad ongeveer 50%. Dat hoge gehalte is bijv. nodig voor gebruik als smeermiddel.

LEAR zaad wordt gebruikt als olie voor menselijke voeding. Het gehalte aan erucazuur ligt hier onder de 2%. Erucazuur wordt in verband gebracht met hart- en vaatziekten.

CANOLA zaad is een variëteit van LEAR zaad met minder dan 2% erucazuur en minder dan 30 $\mu\text{mol g}^{-1}$ glucosinolaten. Daarmee is CANOLA een ras dat geschikt is voor menselijke consumptie.

Een enkelnul ras heeft een laag erucazuurgehalte, d.w.z. minder dan 2% van het totale gehalte aan vetzuren. Een dubbelnul ras heeft zowel een laag erucazuurgehalte als een laag gehalte aan glucosinolaten in de olie én in het schroot.

De glucosinolaten in het schroot dat wordt gebruikt als veevoer zijn glucose-stikstof-zwavelverbindingen. Bij splitsing komen glucose en giftige stikstof-zwavelverbindingen vrij. Dit geeft het voer een bittere smaak en een mosterdgeur. Bij opname kunnen ze de schildkier- en leverwerking van de dieren aantasten. Door veredeling zijn glucosinolaat-arme rassen met minder dan 25 $\mu\text{mol glucosinolaat per gram zaad}$ ontwikkeld. Dit is dan ook geschikt veevoer.

Intra specifieke bestuiving treedt gemakkelijk op bij koolzaadrassen met eenzelfde aantal chromosomen. Koolzaadrassen met een hoog en een laag erucazuurgehalte kunnen daarom niet in elkaars nabijheid worden geteeld.

4.3. Rassenlijst akkerbouw

De rassé

nlijst akkerbouw 2008 maakt geen vermelding van koolzaadgewassen. De laatste vermelding was in 2003. Daar wordt melding gemaakt van het ras Apex. In Nederland worden verder rassen gezaaid die voorkomen op de Europese rassenlijst.

De ontwikkeling van genetisch gemodificeerd koolzaad is vanwege de ingekruiste herbicide- en ziekte-tolerantie interessant voor de non-food teelt. Echter genetisch gemodificeerd voedsel is op dit moment onderwerp van discussie om ethische redenen, zodat invoering nog op zich laat wachten.

HOOFDSTUK 5

ZAAIZAAD EN ZAAIEN

5.1. Zaaizaadontsmetting

Koolzaad wordt vooral in de jonge plantfase bezocht door ziektes en plagen. Zaaizaadontsmetting door de leverancier is dan een probaat middel om de eerste fase te doorstaan. Vaak blijkt het zaaizaad uitwendig besmet te zijn met schimmels (bijv. Phoma en Alternaria). Tegelijk met de ontsmetting kan het zaad behandeld worden tegen de schade van de larven van de verschillende kevers.

5.2. Zaaizaadhoeveelheid en standdichtheid

De hoeveelheid zaaizaad hangt af van het koolzaadras, het duizendkorrelgewicht, de grondsoort, de kwaliteit van het zaaibed en het tijdstip van zaaien. Er moet worden gestreefd naar 50 tot 80 planten per m². Vroeg zaaien en het gebruik van een hybride ras betekent in beide gevallen minder zaaizaad. Op de oostelijke dekzandgronden met een fijnkrumelig zaaibed is er bij gebruik van een hybride ras ongeveer 3 kg zaaizaad per hectare nodig.

De volgende berekening kan daarbij worden gebruikt:

Aannames:

- korrelaantal per m² is 60
- duizendkorrelgewicht is 4,5
- kiemkracht is 90%
- verwachte zaadopkomst is 85%.

De benodigde hoeveelheid zaaizaad is dan:

*Korrelaantal per m² * duizendkorrelgewicht * 100 * % kiemkracht * % zaadopkomst.*
 $60 * 4,5 * 100 / 90 / 85 = 3,53 \text{ kg/ha.}$

De goede hoeveelheid zaaizaad is belangrijk voor de standdichtheid en de ontwikkeling van onkruid in het voorjaar. Het is niet verstandig om in de lente zomerkoolzaad in te zaaien in een winterkoolzaadgewas waarin gaten zijn gevallen. Zomerkoolzaad rijpt nl. later af dan winterkoolzaad. Daar waar minimale grondbewerking wordt toegepast moet de hoeveelheid zaad met 0,5 tot 1 kg/ha worden verhoogd. Als daarbij hybride zaaizaad wordt toegepast is minder dan 0,5 kg/ha meer nodig.

De rijenafstand is 12,5/13 of 25/26 cm. Een bredere rijenafstand is niet nodig nu onkruidbestrijding chemisch gebeurt. Bij een nauwere rijenafstand groeit het gewas gelijkmatiger met een gelijke stengeldikte waardoor vroegtijdige legering wordt voorkomen. Het gewas bloeit ook gelijkmatiger en het rijpt gelijkmatiger af. Bovendien blijft het gewas bij het zwadmaaien beter op de stoppel liggen waardoor contact met de grond vermeden wordt (besmettingen). Het gewas droogt beter en er treedt ook minder zaadverlies op bij het oprapen. Een nog nauwere rijenafstand moet worden afgeraden omdat in dat geval een vochtig microklimaat wordt geschapen dat gunstig is voor de ontwikkeling van schimmels (o.a. phoma).

5.3. Zaaitijd

Het tijdstip van zaaien is belangrijk voor de ontwikkeling van de plant vóór de winter. De koolzaadplant moet voldoende ontwikkeld zijn om de winterse omstandigheden te doorstaan, maar mag nog niet de neiging hebben om al te gaan schieten. In beide gevallen bestaat gevoeligheid voor uitwinteren. Het minst vorstgevoelig zijn planten die bij het begin van de winter een stevig rozet hebben gevormd met een uitontwikkelde bloeiwijze, waarbij de stengel nog geen lengtegroei vertoont. De ideale hoogte van het gewas in de winter is 15 cm tot 20 cm.

Op de oostelijke dekzandgronden is de tweede helft van augustus en begin september de beste tijd om te zaaien. Meestal gaan de planten dan op een juiste wijze ontwikkeld de winter in.

De vruchtbaarheid van de grond speelt hier wel een rol. Op pas gescheurd grasland en na erwten, klaver of luzerne kan best wat later gezaaid worden dan op minder rijke grond.

Als er laat is gezaaid of bij telen op minder vruchtbare grond kan een extra stikstofgift helpen de plant de juiste ontwikkeling mee te geven voor de winter. Hybride rassen kunnen iets later worden gezaaid omdat de plant zich in het begin snel ontwikkelt. Dit is interessant in relatie tot een laat ruimende voorvrucht.

5.4. Zaaitechniek

Koolzaad is gevoelig voor de diepte van zaaien. In de bovenste bodemlagen kan het te droog zijn en iets dieper weg is er onvoldoende lucht. Op de oostelijke zandgronden is een goed zaai-bed te vormen. Het zaai-bed moet goed zijn voorbereid met een vlakke lichtkruimelige oppervlakte. Als het zaai-bed grover is, is het goed de grond voor het zaaien voor te rollen. In normale omstandigheden moet het kleine koolzaadzaad niet dieper dan 2 á 3 cm gezaaid worden. Op lichte droge grond kan iets dieper worden gezaaid, op natte grond kan iets minder diep worden gezaaid.

5.5. Gewasrotatie

Koolzaad telen past goed in een drie of vier jaars rotatieplan.

In een vier jaars rotatieplan past koolzaad het best na een vroeg ruimend gewas dat vruchtbare grond achterlaat. Erwt, vlas, grasland, klaver, luzerne en vroege aardappelen zijn goede alternatieven.

Door de stikstofbehoefte van het vroege koolzaadgewas zijn erwt, luzerne en grasland goede voorvruchten. Bij gescheurd grasland is het aan te raden vóór het onderbrengen van de kapot geslagen zode eerst een stikstofgift van zo'n 30 kg/ha te doen, om de vertering van de graszode te versnellen.

Koolzaad, spinazie en bieten in één rotatie moet worden afgeraden. Deze planten zijn gastplanten voor dezelfde aaltjespopulatie, het bietencysteaaltje. Koolzaad is een waardplant die de hoeveelheid van deze nematoden kan doen stijgen, maar daar zelf niet de negatieve gevolgen van ondervindt. Na koolzaadteelt moet een aantal jaren worden gewacht voordat bieten kunnen worden gezaaid. Een grondmonster kan uitsluitsel geven over de aaltjesdruk.

In een drie jaars rotatieplan past koolzaad goed met winter- en zomergranen. In wintergraangewassen na koolzaad kan een slakkenprobleem optreden. Beheersing daarvan met behulp van slakkenkorrels is dan nodig omdat anders de zaailingen worden weg gegeten. De graanoogst moet niet te laat zijn om het op tijd bereiden van het zaai-bed voor de koolzaad mogelijk te maken. Wanneer de inzaai toch wat laat is, vanaf medio september, kan nog een extra stikstofgift worden gedaan, maar de hoeveelheid moet niet tot gevolg hebben dat de stengelstrekking voor de winter al op gang komt.

Koolzaad is een vroeg ruimend gewas en laat een rijke bodem na. De stikstof die in de zomer is gemineraliseerd blijft in de bodem en is beschikbaar voor het volggewas. Daarnaast is het zo dat door de diepe en brede worteling van koolzaad de bodemstructuur wordt verbeterd. Dit heeft tot gevolg dat bijv. de opbrengst aan wintergranen direct na de teelt van koolzaad 10% hoger ligt.

HOOFDSTUK 6 BODEMBEWERKING

6.1. Grondsoort

In het algemeen kan gezegd worden dat koolzaad floreert op alle voldoende vruchtbare gronden met weinig onkruidzaden en wortelonkruiden, met een goede waterhuishouding en een goede structuur. Koolzaad kan worden verbouwd op klei, zavel en löss, maar ook op vochthoudende dal- en zandgronden. Bij die laatste gronden moet er geen sprake zijn van waterstagnatie. Op zandgrond rijpt het gewas wat eerder af en het zaad is fijner. De hoogste opbrengsten worden behaald op jonge zeekleigronden en op pas gescheurd grasland.

6.2. Grondbewerking

Het is van belang vooral in het voorjaar alleen bij een werkelijk voldoende droge bodem de grond te bewerken. Er zijn verschillende wijzen van voorbereidende grondbewerking. Ervaringen hebben uitgewezen dat winterkoolzaad met alle grondbewerkingsmethoden goed uit de voeten kan en dat de opbrengsten niet of nauwelijks verschillen.

1. Kerende grondbewerking

Het ploegen op zaaivoor, d.w.z. tot 25 cm diepte is voor de meeste gronden nog de meest voorkomende bodemvoorbereiding. Deze diepte is nodig voor een voldoende wortelgroei. Daarna bewerking met de rotorkoepel en een Cambridgerol om een niet te fijn maar wel kruimelig zaaibed te krijgen. Het zaaibed moet een diepte hebben van 3 tot 6 cm. Een te fijn zaaibed kan leiden tot verslumping. Het kiemplantje kan dan niet door de gesloten bovenlaag breken en sterft af door luchtgebrek. Eventueel kan bij te scheuren grasland de zode eerst ondiep gefreesd en daarna geploegd worden.

Bij het ploegen kan ook gebruik worden gemaakt van een voorschaar. De voorschaar brengt de zode voldoende diep onder, zodat er bij het eggen geen last ontstaat. Bij gebruik van pas gescheurd grasland is het zaak eerst een stikstofgift te doen van 30 á 40 kg/ha op het grasland voorafgaand aan het ploegen. Dit bevordert de vertering van de zode zodat het koolzaad daarvan tijdens de groei kan profiteren.

2. Niet kerende grondbewerking

Niet kerende grondbewerking is een begrip dat meerdere manieren van grondbewerking omvat. Het kan een spitmachine zijn die spit tot een diepte van 25 cm, de grond niet keert en teruglegt op dezelfde plaats. Het kan ook een grondfrees zijn of een rotorkoepel. Het kunnen ook woelers die de grond tot op een diepte van 25 cm of meer omwoelen. Achter deze machines zijn achtereenvolgens een eg en een Cambridgerol gekoppeld, zodat in één werkgang een voldoende fijn, maar toch kruimelig zaaibed wordt neergelegd.

Niet kerende grondbewerking heeft als nadeel dat het onkruid niet op diepte onder in de ploegvoor verdwijnt, maar in de bovenste toplaag wordt gemengd en voor een deel bovenop de akker blijft liggen. Ervaringen wijzen uit dat er daarom niet zozeer meer, maar andere onkruiden verschijnen. Goed management hoeft niet tot gevolg te hebben dat er meer herbiciden moeten worden gebruikt, wel andere.

Niet kerende grondbewerking krijgt hand over hand meer toepassing in Nederland. Kostenbesparing en structuurverbetering van de grond zijn wel de belangrijkste redenen. Erosiegevoelige gronden en zwaardere (klei)gronden worden steeds meer met niet kerende grondbewerking voorbereid. Voorwaarde is dan wel dat de vochthuishouding goed is met een voldoende waterafvoer.

Niet kerende grondbewerking heeft wel vaak een slakkenprobleem tot gevolg. Ook sommige ziektes vanuit de grond, de stoppel of het stro krijgen bij deze bewerking meer kans hun werking te doen.

Het is zaak in het bouwplan hiermee rekening te houden. Dat wil zeggen dat de rotatie misschien moet worden verruimd en dat bestrijdingsschema's en bestrijdingsmiddelen (fungiciden en insecticiden) moeten worden aangepast.

Ervaringen op de Nederlandse proefboerderij Wijnandsrade in 2004 tot 2006 leren dat niet kerende grondbewerking in samenhang met groenbemesters leidt tot prima oogsten en opbrengsten die niet onderdoen voor gewassen op geploegde percelen.

3. Geen grondbewerking

Het zaaizaad wordt zonder enige vorm van voorafgaande grondbewerking gezaaid tussen de stoppels van de vorige oogst. Er zijn machines ontwikkeld die het zaad voldoende diep in de grond afzetten. Alleen de rijen wordt gewied. Ook hier geldt het probleem van het niet ondergeploegde onkruid. Ook hier ontstaat een iets ander onkruidbeeld dan bij het wegploegen. Het is echter niet zo dat er meer onkruid groeit, het is wel deels ander onkruid. De onkruidbestrijding zal daar op moeten worden afgestemd. Ook hier het probleem met een toenemende slakkenpopulatie.

In het Oldambt in Groningen en in Oostelijk Flevoland zijn in de jaren zestig en zeventig van de vorige eeuw proeven gedaan met zaaien zonder voorafgaande bodembewerking en met zaaien vanuit een vliegtuig. In het Oldambt was dat vanwege de tijds-klem na de oogst van wintertarwe en in Flevoland vanwege de problemen om op zware zee- en klei een goed zaaibed te realiseren. De opbrengst lag 0,5 ton lager dan met voorbereidende bodembewerking. In beide gevallen kwam men toen tot de conclusie dat voorafgaande grondbewerking economisch verantwoord zou zijn.

Latere ervaringen met direct zaaien in Duitsland geven aan dat vooral in rotatie-teelt met granen en groenbemesters goede oogsten kunnen worden gehaald met dezelfde opbrengsten als bij ploegen. In rotatie met korrelmais moeten de maïs-stengels wel van het land worden gehaald omdat anders de zaaimachine niet goed kan functioneren.

In alle gevallen van grondbewerking kan het verstandig zijn om de eventueel verdichte ondergrond van drogere gronden met een vaste tand te woelen. De groei van de lange penwortel van de koolzaadplant wordt dan niet gestuit.

6.3. Stro-inbreng

Het koolzaadstro of het graanstro kan worden afgevoerd, maar het kan ook in de bodem worden gewerkt. Dat heeft een positief effect op het organisch stofgehalte van de grond. Het stro bevat echter veel koolstof en dat heeft weer een negatief effect op het C/N-quotiënt van de grond. Dat laatste is misschien geen probleem, maar in bodems waar de C/N-ratio al aan de hoge kant is, is inwerken van het stro misschien geen goede gedachte. Per hectare gaat het al gauw om 3 tot 4 ton stro. Het organisch stofgehalte zal daar op een andere manier op peil moeten worden gehouden.

Als stro in de grond wordt gewerkt moet het allereerst in hele kleine stukjes van 2 cm tot 2,5 cm worden gehakseld. Dat kan meteen bij het maaidorsen gebeuren waarbij het ook meteen gelijkmatig over het perceel wordt verdeeld. Er mogen geen stronsten van onverteerd stro in de bodem ontstaan. De vertering van het stro in de bodem bindt veel stikstof. Het is verstandig voorafgaand aan het onderwerken van het stro een stikstofgift te doen zodat het stro beter verteert. Een vuistregel voor de hoeveelheid is 1 kg N per 100 kg stro. Bij een stro-oogst van 3 ton dus 30 kg N. Op hele droge grond ware het beter het stro af te voeren omdat het daarin slecht verteert.

6.4. Organische stofgehalte

In de praktijk wordt voor de bemesting van koolzaadvelden vaak varkensdrijfmest gebruikt vanwege de goede verhouding tussen de hoeveelheden stikstof en fosfaat.

Berekeningen wijzen uit dat bij gebruik van varkensdrijfmest het moeilijk is om binnen de mineralen gebruiksnormen het organische stofgehalte van de bodem op peil te houden, laat staan dat er van een verbetering sprake is.

Alternatieven zijn het inwerken van stro, de teelt van een groenbemester en het gebruik van andere soorten dierlijke mest zoals runderdrijfmest of dunne kippenmest dat twee keer zo veel organische stof bevat als varkensdrijfmest.

Het organische stofgehalte is een grootte die de laatste tijd volop in de belangstelling staat. Echter de uitwerking in samenhang met de activiteit van het bodemleven, het kleihumus complex en de C/N-ratio is vaak niet duidelijk. Duidelijk is wel dat het organische stofgehalte vooral op zandgronden op peil moet worden gehouden om goede oogsten te hebben en houden. Hoe echter een en ander samenhangt in de kosten- en opbrengstensfeer is vooralsnog niet te kwantificeren.

HOOFDSTUK 7 BEMESTING

7.1. Algemeen

De bemesting moet in overeenstemming zijn met de gewasbehoefte en de bodemvoorraad. Om te weten te komen hoeveel van de verschillende nutriënten het gewas in totaal nodig heeft kan gekeken worden naar de hoeveelheden die het gewas heeft opgenomen op het oogsttijdstip. De hoeveelheid nutriënten aanwezig in de bodemvoorraad wordt door grondonderzoek bepaald.

Er zijn nog twee factoren die de bemesting bepalen: de afvoer van voedingsstoffen bij de oogst of het achterblijven op het land en de uitspoeling van voedingsstoffen. De afvoer van nutriënten bij de oogst is door onderzoek vastgelegd in kengetallen per gewas. De uitspoeling ligt ingewikkelder. Die is door onvoorspelbare weersomstandigheden en door bedrijfsmanagement verschillend.

Uit de combinatie van gewasbehoefte, bodemvoorraad en afvoer bij de oogst volgt een bemestingsadvies.

Het winterkoolzaad gewas kent bij een zaadoogst van 4000 kg/ha een stikstofopname tussen de 200 en 250 kg/ha. De fosfaatopname P_2O_5 is ongeveer 80 kg/ha en de kaliumopname K_2O is zo'n 135 kg/ha als ook het stro wordt geoogst. Als het stro op het land blijft zijn de opnames resp. 55 kg/ha en 30 kg/ha. Voor iedere ton meeropbrengst is de opname 18 kg P_2O_5 en 10 kg K_2O meer.

7.2. Macronutriënten

Stikstof (N)

Stikstof zorgt voor een goede vegetatieve ontwikkeling van de plant, zowel voor de uitstoeling, de groei in de hoogte als voor de bladvorming en ontwikkeling van de bloemen. Stikstof is een belangrijk eiwitbestanddeel. Nitraatstikstof en ammoniumstikstof worden door de koolzaadplant allereerst omgezet in eiwit en protoplasma. Dit bevordert de celgrootte en de bladgrootte en daardoor wordt de fotosynthese weer bevorderd. De hauwen spelen een belangrijke rol in de fotosynthese-activiteit die verantwoordelijk is voor de droge stofproductie in de zaden. Kortom, de stikstofgift staat in een directe relatie tot de opbrengst.

Echter een te hoge stikstofgift werkt averechts uit. Daardoor kan de eiwitvorming dusdanig worden bevorderd dat er een tekort aan koolhydraten gaat optreden. In het koolzaadgewas heeft dat tot gevolg dat het oliegehalte daalt. Bovendien kunnen bij een te hoge stikstofbemesting de gebruiksnormen overschreden worden. De totale gebruiksnorm voor stikstof op zandgrond in 2008 en 2009 is 195 kg/ha, waarvan ten hoogste 150 kg/ha ná 31 december.

Koolzaad floreert hoe dan ook bij een behoorlijke hoeveelheid stikstofbemesting. Een goede timing van de bemesting en bepaling van de hoeveelheid is belangrijk. Het gewas neemt ongeveer 60 kg/ha op tot aan de winter bij een normale ontwikkeling. De bodemvoorraad is in veel omstandigheden wel voldoende voor de herfstbehoefte. Toch is een najaarsgift aan te bevelen. Vroeg gezaaide gewassen kunnen wel tot 2 keer meer opnemen, laat gezaaide minder. Na de start van de hergroei in het voorjaar neemt de plant tot aan de volle bloei nog eens 200 kg/ha aan stikstof op.

Dierlijke mest gegeven vóór het zaaien dekt in veel gevallen de behoefte aan stikstof vóór de winter. Dat geldt ook voor de behoefte aan fosfor en kalium. Als er geen dierlijke mest wordt gegeven dan moet spoedig na het zaaien kunstmest wordt gegeven omdat de plant zich ook in de herfst snel ontwikkelt.

In Nederlandse klimaatomstandigheden kan in de herfst 30 tot 50 kg/ha N worden gegeven. Met graan als voorvrucht kan iets meer worden gegeven, tot 60 kg/ha. De gift moet voldoende zijn om de plant krachtig genoeg de winter in te laten gaan, maar moet niet leiden tot groei met stengelstrekking want dat geeft kans op uitwintering.

Een te lage N-gift echter heeft tot gevolg dat de plant niet goed is ontwikkeld voordat de stengelstrekking op gang komt en dat betekent weer een lagere opbrengst.

Een gesplitste gift kent voor- en nadelen. Een voordeel is dat op die manier op het juiste tijdstip de juiste hoeveelheid minerale stikstof bij de plant wordt gebracht. Dat kan i.v.m. de weersomstandigheden, het seizoen en de beperkende mineralenwetgeving soms zelfs noodzaak zijn. Een ander voordeel is dat de nitraatuitspoeling op zandgronden wordt verminderd. Onderzoek geeft echter aan dat de hogere kosten die gepaard gaan met gesplitste toediening niet altijd worden terugverdiend met hogere opbrengsten.

Het is aan te bevelen de stikstofgift 50/50 te verdelen in ammoniumstikstof en nitraatstikstof. De nitraatstikstof kan meteen worden opgenomen door de koolzaadplant (of het spoelt weg), terwijl de ammoniumstikstof dat zich kan binden aan het klei-humus complex in een later stadium voorradig komt.

Koolzaad begint in de late winter weer te groeien bij lage temperaturen als de mineralisatie van de bodemstikstof nog onvoldoende is. Op dat moment als het bodemleven nog niet op gang is gekomen is een stikstofgift aan te bevelen. Een gift op het juiste tijdstip bevordert de zaadopbrengst. Een te vroege gift loopt de kans de plant niet te bereiken door late vorst en afspoeling van het land. Een te late gift heeft tot gevolg dat het rijpingsproces vertraagt en dat het oogsttijdstip opschuift. Het juiste tijdstip ligt ergens van midden februari tot eind maart. Het beste is dan de volle gift van 200 kg/ha in één keer te geven. Een deel van de stikstofbemesting zal uit nitraatstikstof moeten bestaan omdat in het vroege voorjaar de mineralisatie nog niet op gang is gekomen en de plant toch om opneembare stikstof vraagt. Als het moeilijk is de optimale gift te bepalen, bijv. bij gescheurd grasland, kan men het beste de vroege basisbemesting geven en dan afhankelijk van de ontwikkeling van het gewas nog een tweede gift doen, nog voor het schieten.

Aan het eind van het seizoen is er 250 tot 300 N kg/ha opgeslagen in de bovengrondse delen van de volgroeide planten. De stikstofafvoer bij de oogst is ongeveer 100 kg/ha bij een oogst van 3 ton zaad per ha. In het stro zit niet zoveel stikstof. De afvoer van 3 ton/ha stro betekent een afname van ongeveer 25 N kg/ha. Afvoer is ook mogelijk door uitspoeling. Vooral nitraatstikstof spoelt gemakkelijk uit. Een regenbui van 5 mm is voldoende om een pas gezaaide nitraatstikstofgift volledig mee te spoelen de grond in.

Stikstoftekort kan het eerst worden gezien als een lichtgroene verkleuring van de bladeren en stengels. Bladeren worden bleek met een paarse verkleuring en de oudere bladeren verwelken. De planten groeien slecht met korte dunne stengels en weinig vertakkingen en het gewas blijft dun en open. Het aantal hawen is beperkt en de bloei is zeer beperkt in tijd. De beste methode is een stikstofgift toe te passen waarna binnen 10 dagen herstel te zien moet zijn. Als dat niet gebeurt is er iets anders aan de hand.

Fosfor (P)

Fosfor speelt een rol in vele chemische processen die zich in de plant afspelen. Fosfor speelt een rol in de ademhaling en in het energietransport. Het is een belangrijk onderdeel van eiwit. Het is een mobiel nutriënt dat meereist van oudere naar jongere plantendelen tijdens de groei van de plant.

De opname van fosfor is veel kleiner dan die van stikstof. Voor winterkoolzaad gaat het in totaal om zo'n 30 tot 55 kg/ha. In teeltwisseling met granen is er vaak geen sprake van een tekort aan fosfor.

Het effect van bemesting hangt sterk samen met de nutriënten die reeds in de bodemvoorraad aanwezig zijn. Omdat de meeste dekzandgronden in Oost Nederland voldoende opneembaar fosfor bevatten heeft fosfaatbemesting niet dezelfde sterke effecten als bijv. stikstofbemesting.

De gebruiksnorm voor fosfaat voor bouwland in 2008 is 85 kg/ha.

De plant begint in de herfst met de opname tot 10 kg/ha. Het is daarom zaak om meteen in de herfst te bemesten. Dat gebeurt meestal d.m.v. dierlijke mest. Zo niet, dan moet er onmiddellijk na het zaaien kunstmest worden gezaaid.

In de volwassen plant zit het fosfor vnl. in de hawen en in het zaad. Het stro bevat weinig fosfor. De fosforafvoer is ongeveer 7 kg per ton zaad. Fosfor is gebonden aan de grond en spoelt niet gemakkelijk uit in de bodem. Het fosforverlies aan de bodem is dan ook klein.

Een fosfortekort beperkt de groei van de wortels en de plant, ook de haw- en zaadvorming. Fosfortekort is te zien aan een donkerblauw/groene verkleuring van de bladeren, vaak met een zweem van paars.

Kalium (K)

Kalium in de koolzaadplant heeft verschillende functies: het regelen van de vochthuishouding door bijv. het openen en sluiten van de stomata, de groei van bladgroen die de fotosynthese beïnvloedt, de stofwisseling van koolhydraten en stikstof.

De dekzandgronden in Oost Nederland bevatten in het algemeen te weinig kalium voor de koolzaadbehoefte. De kaliumgift is vergelijkbaar met die van granen. De eerste gift moet in de herfst plaatsvinden en bedraagt zo'n 40 tot 80 kg/ha. Dat gebeurt meestal d.m.v. dierlijke mest. Zo niet, dan moet er onmiddellijk na het zaaien kunstmest worden gezaaid. In teeltwisseling met granen is er meestal geen tekort aan kalium.

Koolzaad neemt behoorlijk wat kalium op. De maximum opname is gerelateerd aan het droge stofgehalte, dat op zijn beurt weer gestimuleerd wordt door de hoeveelheid stikstoftoediening. Winterkoolzaad neemt in de herfst al tussen de 40 en 50 kg/ha op. Vanaf de hergroei in de vroege lente wordt weer kalium opgenomen tot wel 8 kg/ha per dag. Het kan dan raadzaam zijn nog een gift te doen. Het kaliumgehalte in het gewas is het hoogst in de bloeiperiode, tot wel 300 kg/ha. Daarna valt het gehalte snel weg tot een derde en zelfs een zesde van de herfstwaarden. Een gewas dat weinig stikstof heeft gekregen heeft ook een lager kaliumgehalte.

De afvoer van kalium is relatief laag vergeleken bij de hoeveelheid die door de plant wordt opgenomen. Bij een oogst van 3 ton zaad per ha wordt er slechts 30 kg kalium afgevoerd. Dat is 10% van de totale hoeveelheid kalium in de plant in de bloeiperiode. De afvoer van kalium via het stro is ook niet groot vanwege de snelle terugval van het kaliumgehalte na de bloeiperiode. Kalium spoelt op de oostelijke dekzandgronden wel gemakkelijk uit in de bodem.

Een kaliumtekort leidt tot dunne en tot slappe en gebroken stengels. Het toedienen van kalium echter op het moment dat de symptomen zichtbaar worden leidt niet tot een dikkere en sterkere stengel. Het tekort aan kalium leidt ook tot een verminderde weerbaarheid tegen ziekteverwekkers. Ook hier is geen verbetering merkbaar na kaliumtoediening.

Zwavel (S)

Zwavel bevordert de eiwitproductie en verhoogt daarmee, net als bij stikstof, de uiteindelijke opbrengst. Koolzaadeiwitten bevatten een hoog gehalte aan zwavelhoudende aminozuren. Zwavel heeft daarmee een belangrijke rol in de fotosynthese. Koolzaad heeft ook zwavel nodig voor de samenstelling van de glucosinolaten die zelf ook behoorlijk veel zwavel bevatten.

Enkele decennia geleden kon in z'n algemeenheid worden gesteld dat de gronden in geïndustrialiseerde gebieden voldoende zwavel bevatten. Dat was een gevolg van de zure regen, de uitstoot bij verbranding van fossiele brandstoffen door auto's en industrie. Er was jaarlijks een depositie van zo'n 30 tot 40 S kg/ha. In die jaren is de kunstmest ook zwavelarm geworden. Zwavelbemesting was toen niet nodig.

Door milieumaatregelen is de zwaveldepositie de laatste jaren niet meer dan zo'n 10 S kg/ha. Zwavelbemesting is nu wel nodig. Doordat er altijd voldoende zwavel in de bodemvoorraad aanwezig was, zijn er weinig bemestingsonderzoeken gedaan en zijn er ook weinig data voor een bemestingsadvies voorhanden. Het zwavelgehalte op de oostelijke zandgronden zal door de gevoeligheid voor uitspoeling en de relatief lagere depositie (mate van industrialisatie en aanwezigheid chemische industrie) waarschijnlijk aan de lage kant zijn.

De zwavelopname door de koolzaadplant is laag in de herfst, neemt snel toe in april en mei en is op z'n hoogst in juni. De zwavel wordt dus voornamelijk in de strekkingsfase en de bloeifase opgenomen. Bij een oogst van 3 ton zaad neemt het koolzaadgewas tussen de 45 en 60 kg/ha aan zwavel op, bij een 4 ton oogst tussen 60 en 80 kg/ha.

De koolzaadplant neemt zwavel alleen op in organische vorm. Zwavel is in de bodem aanwezig in organische vorm zoals humus. Het sulfaat opgelost in het bodemvocht is opneembaar voor de plant.

Ondanks de meting van de beschikbare zwavel en het S-leverend vermogen van de grond is het moeilijk een zwavelbemestingsadvies te geven. De mineralisatie is nl. even slecht te voorspellen als de mate van uitspoeling. Grondonderzoek kan dus nog niet een zwavelbemestingsadvies leveren. Het kan wel een indicatie aangeven van een mogelijk zwavelgebrek.

Om de zwavelbemesting enigszins te onderbouwen hier de volgende cijfers. Bij een 4 ton oogst neemt koolzaad tussen de 60 tot 80 kg/ha zwavel op. De afvoer aan zwavel in het zaad is ongeveer 11 kg per ton zaad. De depositie in Oost Nederland zal zo'n 10 kg/ha per jaar zijn. Daar waar geen bemestingsadvies voorhanden is is het raadzaam minimaal de afvoer te geven. Op de uitspoelingsgevoelige zandgronden in Oost Nederland kom je zo tot een bemestingsadvies dat bij een zaadoogst van 4 ton op zo'n 40 kg/ha ligt.

Zwaveltekort is te herkennen aan bleekgroene verkleuringen van het blad terwijl de nerven groen blijven. Later worden de bladeren roodachtig en broos. Zwaveltekort vermindert de samenstelling van eiwit waardoor er minder zwavelhoudende amino-zuren worden aangemaakt. Hierdoor daalt de voedingswaarde van de koolzaadkoek.

Een zwaveltekort is gemakkelijk te verhelpen met bemesting of ook d.m.v. een bespuiting met een sulfaatmeststof. Bemesting vindt normaliter plaats in het voorjaar in de vorm van een sulfaathoudende stikstofmeststof. Bemesting kan plaatsvinden vanaf het moment dat het rozet is volgroeid tot kort voor de bloei.

Ook nadat de symptomen zich voordoen is zo'n bemesting nog zinvol. Omdat een zwaveltekort niet gemakkelijk te herkennen is, het lijkt erg veel op de symptomen van een stikstoftekort, is het raadzaam om preventief te bemesten. Meer stikstof helpt niet.

Bij een acuut zwavelgebrek aan het eind van de winter vlak voor de hergroei, kan een bladbehandeling worden gegeven van 8 S kg/ha.

Een teveel aan zwavelbemesting is echter weer niet goed, want dat heeft tot gevolg dat de koolzaadplant de sporenelementen slecht benut.

Magnesium (Mg)

Magnesium speelt een rol bij de vorming van bladgroen (fotosynthese) en bij verschillende enzymatische processen.

De opname van magnesium door winterkoolzaad ligt maximaal zo tussen de 30 en 40 kg/ha. De opnamehoeveelheid loopt gelijk op met de opbouw van het droge stofgehalte met een piek tijdens en net na de bloei. Kleine hoeveelheden magnesium worden afgevoerd met het zaad. De hoogste schattingen gaan daarbij uit van minder dan 10 kg verlies bij een oogst van 2,5 ton/ha.

Een magnesiumtekort komt niet zo snel voor. Er is ook nooit bemestingsonderzoek naar gedaan in relatie tot koolzaad. Een magnesiumtekort is zichtbaar als bleke plekken op de bladeren die zich vergroten tot dooraderde vlekken en dan oranje of rood kunnen worden. De oudere bladeren worden het eerst aangetast en de aandoening verspreidt zich dan naar de jongere bladeren.

Een magnesiumtekort kan zich wel voordoen op lichtere zure gronden. Het calciumgehalte beïnvloedt de opneembaarheid van magnesium. In het geval van bemesting met calcium moet de calcium/magnesium verhouding op het goede niveau worden gehouden.

Het is moeilijk een bemestingsadvies te geven gezien de onbekendheid met de materie. In dat geval is het raadzaam om minimaal de afvoer te geven. Dat ligt bij een opbrengst van zo'n 4 ton maximaal op 20 kg/ha.

Calcium (Ca)

Calcium vervult een functie in de koolzaadplant in de vorm van de doorgankelijkheid van de celmembranen. Een tekort aan calcium leidt tot beschadiging van het celmembraan en uiteindelijk tot de dood van de cel. Het disfunctioneren begint in het groeiweefsel waardoor de groeipunten deformereren of sterven. Daarnaast is calcium belangrijk voor de kalkwaarde en het op peil blijven van de zuurtegraad van de grond.

De opname van calcium door de koolzaadplant is bijna even groot als die van stikstof en kalium. De opneembare bodemvoorraad is normaliter op een voldoende peil. Calcium wordt ook nog eens vrij gemakkelijk opgenomen door de koolzaadplant.

In de herfst kan er bij een vroeg gezaaid gewas al 60 Ca kg/ha worden opgenomen. De opname vanaf de hergroei tot en tijdens de bloei is weer fors. De maximale opname wordt bereikt na de bloei en ligt zo rond de 200 kg/ha. Het meeste calcium bevindt zich in de bladeren. Weinig calcium bevindt zich in het zaad, ongeveer 4 kg per ton zaad. De afvoer van het zaad heeft dus weinig invloed op de calciumvoorraad in de bodem.

Afvoer van het stro en uitspoeling zijn belangrijker factoren voor verlies van calcium van de bodemvoorraad, vooral op de lichtere zandgronden in Oost Nederland. Bij afvoer van het stro, in samenhang met uitspoeling, is het mogelijk dat een calciumtekort ontstaat. Dat kan een grondanalyse aantonen. In dat geval is het zaak over te gaan tot calciumbemesting.

Het koolzaadgewas is gevoelig voor de zuurtegraad van de bodem. Een zuurtegraad op de oostelijke zandgronden van 5,5 pH tot 6 pH wordt aangeraden. Onderzoeken wijzen uit dat een calciumbemesting van 5000 CaO kg/ha op grond met een zuurtegraad van 5,2 leidde tot een opbrengstvermeerdering van 25%.

Calcium is verder van belang voor de bodemstructuur, omdat calcium van invloed is op het CEC-complex. Calcium zorgt ervoor dat de kleiplaatjes op een goede afstand van elkaar worden gehouden en dat betekent dat de grond niet teveel verdicht

7.3. Sporenelementen

Borium (B)

Borium beïnvloedt het transport van de fotosynthese producten en de vorming van de vruchten; de hawen en het zaad. Een boriumtekort heeft dus direct gevolgen voor de opbrengst.

Brassica-soorten zijn gevoelig voor een boriumtekort. De oostelijke zandgronden hebben echter doorgaans weinig last van een tekort aan sporenelementen, zo ook borium. Een tekort treedt een enkele keer op bij lichte zandgronden met een boriumdeficiëntie. Podzolgronden (uitgespoelde oplosbare boriumdeeltjes) en gronden met een hoge pH waarde (overbekalking die het borium immobiel maakt) komen hier voor in aanmerking.

Een groot boriumtekort vanaf het begin van de groei is te zien aan het klein blijven van de plant en het oprollen en kreukelen van de bladeren. De bladeren zijn vaak smal, donkergroen en de groeipunt sterft af. De zaadvorming is beperkt. De penwortel en de wortelkraag vertonen hierbij een verdikking. Het wortelsysteem is slecht ontwikkeld. In minder ernstige situaties blijft de plant niet klein, maar is er sprake van een mindere ontwikkeling van de bloemknoppen. De bladeren zijn aan de randen gerold en de zaadvorming is nog steeds beperkt.

De koolzaadplant neemt vijf tot acht keer meer borium op dan granen, zo'n 250 tot 500 gram borium per hectare. De opname van borium wordt gehinderd door een droge bodem en ook door een hogere pH graad vanaf 7, ook al is de bodemvoorraad voldoende.

Boriumtekort heeft gevolgen voor de opbrengst en kan gemakkelijk verholpen worden met een kleine gift. Een enkel onderzoek naar winterkoolzaad in Polen levert het gegeven dat bij een boriumtekort een gift van 0,4 kg/ha een opbrengstvermeerdering van 0,5 ton/ha tot gevolg had. Bij een te grote gift treedt boriumvergiftiging op.

Alleen bij een ernstig boriumtekort is een herfstgift aan te raden. In de winter is de kans op uitspoeling zo groot dat het gewas er in de vroege lente niet zo veel aan heeft. Het is beter in het vroege voorjaar op het moment dat de rijen zich sluiten bij de hergroei een bladbespuiting te doen met oplosbare borium. Omdat borium in dezelfde groeifasen wordt opgenomen als stikstof ligt gelijktijdige bemesting voor de hand.

Bladbespuiting is ook beter voor navruchten die in hun opbrengst gevoelig zijn voor hoge boriumconcentraties, zoals mais en gerst. Op lichte zandgronden ligt die grens voor granen al bij 1,2 ppm.

Bij een sterk boriumtekort op lichte zandgrond (ppm < 0,3) is een bladbespuiting met 1 liter borium/ha aan te raden. Bij een licht tekort (ppm 0,6 tot 1,2) is een bladbespuiting met 0,2 liter/ha voldoende.

Mangaan (Mn)

Een tekort aan mangaan wordt zichtbaar door verminderde groei en vertakking en in ernstige gevallen wordt het bloeien onderdrukt. Nieuwe bladeren worden het eerst aangetast door bleke plekken tussen de nerven die uiteindelijk uitgroeien tot vergeelde bladeren waarbij alleen de nerven groen blijven. De symptomen verplaatsen zich later ook naar de oudere bladeren.

De opname aan mangaan ligt voor koolzaad tussen de 1.300 en 2.500 gram/ha.

Een mangaantekort heeft tot gevolg dat de zaadopbrengst en ook de olieopbrengst wordt verminderd. Een tekort aan mangaan komt voor bij droogte en bij een te hoge pH waarde. Daarom is een noodzakelijke behandeling, vast te stellen door een bodemanalyse of een plantenanalyse, het best meteen te doen d.m.v. een bladbespuiting met mangaansulfaat.

Koper (Cu)

Van een kopertekort bij het koolzaadgewas is niet snel sprake. Het komt voor op lichte humusrijke gronden. Er is dan ook weinig informatie over kopertekort en -bemesting in relatie tot koolzaad.

Bodemanalyse geeft een indicatie van het kopergehalte, maar de interpretatie is moeilijk vanwege de rol die de organische stof in de bodem speelt t.a.v. de opneembaarheid van het koper door het koolzaadgewas.

Het kopergehalte in de hele plant ligt op zo'n 4 á 6 ppm, met de hoogste concentratie in de hawen en het zaad.

Een tekort kan worden bestreden door een bladbespuiting met kopersulfaat vroeg in het groeizeizoen, in de herfst, als de rozetten een dwarsdoorsnede hebben van zo'n 10 cm.

Zink (Zn)

Koolzaadgewas kent een hoog zinkgehalte in vergelijking met de andere sporenelementen. Het gaat om zo'n 100 ppm waarvan het meeste is opgenomen in de bloemen en de bladeren. Het zaad bevat 70 ppm.

Een zinktekort komt tot uiting door een slechte groei met een onderdrukte bloei. Het is ook goed te zien aan de bladeren. Die worden klein, dikker, chlorotisch en in extreme gevallen compleet bleek.

Zinktekort is te bestrijden door bladbehandeling met een zinksulfaat op het moment dat het gewas zo'n 25% van de grond bedekt.

Molybdeen (Mo)

Een molybdeentekort doet zich niet zo snel voor. Als het voorkomt dan op zure lichtere humusrijke zandgronden. Een tekort is zichtbaar aan nekrotische vlekken op de onderste oudere bladeren. Het blad rolt zich op vanaf de rand of wordt lepelvormig. De bloei is beperkt en de bloemen zijn vergroeid.

Het koolzaadgewas neemt tussen de 12 en 25 gram/ha aan molybdeen op.

In tegenstelling tot andere sporenelementen wordt molybdeen mobieler en daardoor gemakkelijker opneembaar voor de plant als de pH-waarde stijgt. Een gelijke hoeveelheid molybdeen in de bodemvoorraad is dus bij een lage pH-waarde (<6) slechter opneembaar dan bij een hogere pH-waarde (>6). De molybdeenhoeveelheid in de bodem moet dus binnen de sporenelementen altijd specifiek in samenhang worden gezien met de zuurtegraad van die bodem.

Bekalking heeft daarmee meestal voldoende invloed op de opneembare molybdeenhoeveelheid. Fosfaatbemesting bevordert ook de opneembaarheid van molybdeen.

Alleen bij een tekort bepaald door een grondonderzoek is behandeling aan te bevelen. De marge tussen teveel en te weinig molybdeen is heel klein. Bij een teveel is er meteen negatieve invloed op de opbrengst. In het algemeen zijn de benodigde kleine hoeveelheden molybdeen opgenomen in de sporenbemestingsstoffen voldoende om de behoefte te dekken. Is er toch behoefte aan molybdeenbemesting dan is een bladbehandeling met 100 gram/ha voldoende.

HOOFDSTUK 8 ZIEKTEN EN PLAGEN

8.1. Schimmels

Phoma (Phoma lingam)

Phoma veroorzaakt stengelkanker, ook zwartbeen of vellers genoemd. Phoma is een ziekte die voorkomt uit de stoppel, maar kan ook een gevolg zijn van geïnfecteerd zaad. Meestal wordt de ziekte verspreid door besmette sporen afkomstig van op het veld achtergebleven gewasresten die in contact zijn met de grond. Besmette sporen kunnen door de wind worden verspreid en tot 8 km in de omtrek phoma veroorzaken. De eerste infectie gebeurt in de herfst.



Phoma heeft tot gevolg dat jonge planten sterven en omvallen. In het rozetstadium verschijnen aan de wortelhals droge kurkachtige scheuren. Oudere planten krijgen witte vlekken met daarin zwarte plekjes met daarin de schimmelsporen (pykniëden) op de stengel op de grens van grond en lucht. Ook verder op de stengel en op de bladeren verschijnen de witte vlekken met daarin de kleine zwarte plekken.

Phoma wordt bestreden door een goede akkerhygiëne in samenhang met een fungicide. Op het moment dat de nieuwe plantjes bladeren beginnen te ontwikkelen moeten stoppelresten en stro van de vorige oogst onder de grond zijn gewerkt. Als de stoppels blijven staan en eventueel het stro blijft liggen, zijn ca drie weken na de oogst de sporen zo ver ontwikkeld dat zij door de wind meegevoerd jonge planten kunnen aantasten. Zo'n 210 dagen later zijn dan de eerste vellers te zien.

In de herfst kan al de besmetting in de vorm van kleine zwarte plekken op de bladeren worden gezien. Bij toenemende ziektedruk (temperatuur en vochtigheid) is het raadzaam preventief met een fungicide te reageren.

Verder wordt phoma bestreden door:

- een keuze voor resistente rassen;
- ontsmetting van het zaaizaad;
- een snelle opruiming/onderwerken van stro en gewasresten;
- een ruime gewasrotatie;
- niet te schoffelen; infectie treedt nl. vooral op bij beschadigde planten;
- het gebruik van fungiciden in de late herfst en het vroege voorjaar.

Cylindrosporium concentricum

Besmetting komt van koolzaad gewasresten of van schimmelsporen die door de regenval worden verspreid, en ook door geïnfecteerd zaad. Sporenbesmetting d.m.v. de wind en dus met een potentieel grote actieradius is de belangrijkste besmettingsbron. De besmetting komt het meest voor in de herfst en heeft normaliter een incubatietijd van 20 tot 30 dagen.



De symptomen treden in de herfst eerst op aan boven- en onderkant van het blad als kleine (1 mm) ronde witte vlekken die later groter worden en dan in elkaar overvloeien zodat er een witte later vaalbruine film ontstaat.

In de lente verandert het ziektebeeld en zien we bladvervorming, bruine afgestorven bladeren die aan de stengel blijven hangen, en besmette stengels vertonen oppervlakkige lichtbruine barsten en scheuren met zwarte stippen langs de randen.

De schimmel overleeft in plantenresten, achtergebleven koolzaad op het land en wilde planten uit de familie van de kruisbloemigen (waardplant) van waaruit het koolzaadgewas d.m.v. wind en regen wordt besmet. De schimmel overleeft tijdens milde winters ook in het koolzaadgewas zelf.

Cylindrosporium concentricum wordt bestreden door:

- de keuze voor een resistent ras;
- zorgvuldig en tijdig onderwerken van gewasresten en achtergebleven zaad;
- goed ontwikkelde planten en een niet te grote standdichtheid;
- ruimte teeltrotatie zodat gewasresten verteerd kunnen worden;
- opvolgende arealen koolzaad niet te dicht bij elkaar;
- bestrijding van kruisbloemigen en overwinterende onkruiden met een gewasbeschermingsmiddel of een fungicide.

Spikkelziekte (Alternaria brassicae)

Alternaria brassicae komt veel voor maar meestal niet in ernstige vorm. Koolzaad is redelijk resistent alhoewel warm nat weer in de herfst kan leiden tot epidemieën.

Alternaria brassicae is een ziekte die vnl. voortkomt uit infectie vanuit de stoppel maar ook vanuit het zaad. De ziekte overleeft op dode plantenresten en kan een jaar later een kilometer verderop een infectie veroorzaken. De kieming van de sporen op koolzaadplanten gebeurt het best bij temperaturen van 20°C tot 25°C in vochtige omstandigheden. De schimmel infecteert direct door de stomata.

Zaadinfectie treedt waarschijnlijk op tijdens de oogst. Zaadinfectie kan goed worden bestreden door het zaad enkele maanden op kamertemperatuur te bewaren.

De infectie blijft betrekkelijk tot de bloei in juni. Jonge planten zijn meer resistent dan oudere planten. De infectie begint bij de onderste bladeren en gaat van daaruit naar boven. De infectie breidt zich snel uit op het moment dat de hauwen rijpen.

Daarna ontwikkelen zich secundaire sporen (conidiosporen) in scheurtjes in de bladeren en de stengel. Deze sporen komen vrij bij stijgende temperaturen en een lagere relatieve vochtigheid en worden door de wind en regen verspreid voor een secundaire aantasting.



Symptomen kunnen op alle plantdelen worden gevonden. Op de bladeren zijn concentrische plekken zichtbaar, bruin en zwart en vaak omringd door heldere en donkere kringen. De plekken op de stengel zijn langwerpig en zwart.

Op de hauwen zijn de plekken zwart en cirkelvormig. Soms ontwikkelen ze zich in bruin-zwarte vlekken met een verzonken middendeel. Ernstige aantastingen leiden tot het openspringen van de hauwtjes waarbij het zaad wordt verloren.

Alternaria brassicae wordt bestreden door:

- de keuze voor een resistent ras;
- een ruime teeltrotatie;
- een ruime afstand tussen opvolgende gewassen;
- zorgvuldig en tijdig onderwerken van gewasresten en achtergebleven zaad;
- zorgvuldige zaadbehandeling met eventueel een fungicide;
- toepassing van een fungicide op het moment dat de bladeren vallen bij het eind van de bloei.

Rattenkeutelziekte (Sclerotinia sclerotium)

De rattenkeutelziekte wordt veroorzaakt door de schimmel *sclerotinia sclerotiorum*. *Sclerotinia sclerotiorum* overleeft meerdere jaren (7-10 jaar) in de grond in de vorm van sclerotia. Sclerotia in de 3 tot 5 cm bovenlaag ontkiemen in het voorjaar en vormen schimmellichamen/paddestoelen (apothecia) in die bovenlaag. Bij plotselinge verschillen in relatieve vochtigheid komen daaruit tot in juli sporen vrij die door de wind worden verspreid. Die sporen dalen dan neer op bijv. de bloemblaadjes.



Op het moment dat die bloemblaadjes afsterven vallen ze op (en in de oksels van) de bladeren aan de stengel. De schimmel gebruikt de bladeren als voeding en uiteindelijk wordt de stengel gekoloniseerd.

De schimmel produceert enzymen die de celwanden aantasten. De stengel wordt grijs en wit op de geïnfecteerde plaatsen waar onderhuids grijs schimmelweefsel en sclerotia worden gevormd. Sclerotia zijn zwarte vruchtlichamen die lijken op rattenkeutels, vandaar de naam.



Deze sclerotia komen vrij tijdens de oogst en blijven op het veld of gaan mee met het zaad dat ze vervolgens infecteren. De ziekte hangt samen met het bouwplan en komt vaak terug op dezelfde bedrijven. Een indicatie voor de ziekte is de aanwezigheid van kleine paddestoelen.

Aantasting van *Sclerotinia sclerotiorum* hangt sterk samen met de weersomstandigheden. *Sclerotinia sclerotiorum* is een probleem dat voorkomt in die jaren waarin de weersomstandigheden zo zijn dat de sporenlucht, de bloei en weersomstandigheden samenvallen. Warm weer met wisselende vochtigheidsgraden voor en tijdens de bloei is gunstig voor de ontwikkeling. Langdurig droog weer, maar ook langdurig vochtig weer is niet bevorderlijk voor de verspreiding van de ziekte, omdat de sporen zich niet kunnen verspreiden.

Sclerotinia sclerotiorum wordt bestreden door:

- de keuze voor een resistent ras;
- een goed afgestemd bouwplan;
- een ruime teeltrotatie;
- een ruime afstand tussen opvolgende gewassen;
- zorgvuldig en tijdig onderwerken van gewasresten en achtergebleven zaad;
- eventueel tijdige opruiming van het stro;
- zorgvuldige zaadbehandeling met eventueel een fungicide;
- bestijding met een fungicide indien noodzakelijk.

Bestrijding met een fungicide is afhankelijk van de ernst van de aantasting en hoeft afhankelijk van de weersomstandigheden niet alle jaren te gebeuren. Om te bepalen wanneer bestrijding wel noodzakelijk is, is een puntensysteem opgezet om de ernst van de aantasting in kaart te brengen. Boven een aantal punten is behandeling nodig.

Knolvoet (*Plasmodiophora brassicae*)

De ziekte komt voor in vochtige omstandigheden. Deze ziekte brengt de afzet van galformaties op de wortels van kruisbloemigen (wilde en gecultiveerde) met zich mee. De planten sterven niet af, maar het wortelsysteem komt niet tot wasdom. Dit heeft tot gevolg dat de plant onvoldoende groeit en dat al bij lichte waterstress sprake is van onvoldoende vochtaanvoer en verwelkingsverschijnselen.

De zichtbare verschijnselen zijn kleinere planten en planten met verdrogingsverschijnselen op een warme zonnige dag. Deze planten zijn te vinden in de lager gelegen nattere delen van het perceel. De planten komen weer bij als de zon ondergaat en de temperaturen dalen. Als de ziekte voortwoekert worden de bladeren geel en sterven uiteindelijk af.

Op een opgegraven wortel zijn in het begin galvormige balletjes te zien. Bij een verdere infectie ontwikkelen zich lange knotsvormige afzettingen op de wortels.



Plasmodiophora brassicae is een obligate parasiet, d.w.z. kan niet groeien en zich niet vermenigvuldigen zonder een levende waardplant. *Plasmodiophora brassicae* is een ziekteverwekker die zonder een waardplant als cyste in de bodem kan overleven tot wel 10 jaar. Kieming ontstaat door de aanwezigheid van de uitscheiding van de wortels van een waardplant.

De sporen die bij die kieming vrijkomen besmetten de wortelharen door cystes te vormen op de wortel, en door in de wortel naar binnen te dringen. In de wortelharen worden secundaire sporen gevormd die in de grond worden afgezet. Deze secundaire sporen infecteren gezonde delen van de waardplant of nabijgelegen planten. Zij dringen de plant ook binnen via de wortelharen en hebben tot gevolg dat hormonen worden ontwikkeld die de wortelcellen tot 20 keer de normale grootte laten groeien. Clusters van deze cellen vormen knollen in de wortel die de zgn. 'Krankheitsherd' worden genoemd.

Sclerotinia sclerotiorum wordt bestreden door:

- de keuze voor een resistent ras;
- een ruime teeltrotatie;
- een ruime afstand tussen opvolgende gewassen;
- bemesting met kalk zodat de pH-waarde stijgt;
- het aanleggen van drainage.

Meeldauw (*Peronospora parasitica*)

Gematigde temperaturen rond de 15°C en een hoge luchtvochtigheid na bijv. langdurige regenval, langere dauwperioden en bij mist zijn gunstig voor de ontwikkeling van meeldauw. Het best ontwikkelt meeldauw zich bij druppelend water en als de atmosfeer verzadigd is met vocht.



Bij jonge en oudere planten verschijnen aan de bovenkant van het blad gelige tot roodbruine, onregelmatig hoekige, verzonken vlekken. Aan de bladonderzijde ontwikkelen zich grijs-witte schimmellichamen.

Door het aan elkaar groeien van die vlekken kunnen al aan het eind van de herfst de eerste bladeren afsterven. Door het afsterven van die bladeren wordt de groei van de planten geremd of ze sterven zelfs helemaal af. De schimmellichamen produceren sporen die de plant besmetten.

Bestrijding van meeldauw is meestal niet nodig in Nederlandse omstandigheden. Ontwikkelde grotere planten hebben weinig last van meeldauw. Bij een zware besmetting in een vroeg stadium kan een behandeling volgen met een fungicide. Als meeldauw een probleem is ligt ook een zaadbehandeling voor de hand met een fungicide met metalaxyl.

8.2. Plagen

8.2.1. Insecten

Aardvlo (Phyllotreta species)

De aardvlo is een zwart-metallisch-blauw kevertje van 3 tot 5 mm groot. De naam van het insect komt van de wijze waarop het opspringt als een vlo op het moment dat het wordt verstoord.



Volwassen aardvlooiën eten jonge koolzaadplantjes. Deze aardvlooiën overwinteren in een bosachtige omgeving en komen naar de koolzaadvelden toe als de temperaturen stijgen. Nadat ze een tijdje gegeten hebben leggen ze eitjes aan de voet van het plantje vlakbij de stengel. De larven eten de wortels van de plant. Verpopping gebeurt in de bodem en de nieuwe generatie verschijnt in de late zomer. De nieuwe volwassen aardvlooiën eten de volwassen zomerkoolzaadplant en gaan ook over naar winterkoolzaadgewassen als die er op tijd zijn. De vraat van de aardvlo levert weinig schade op aan het gewas.

Bestrijding kan gebeuren door een zaadbehandeling die twee tot drie weken werkt. In noodgevallen kan een insecticide gebruikt worden.

Stengelboorsnuitkever (Ceutorhynchus quadridens)

De stengelboorsnuitkever is een 2,5 tot 3,5 mm lange asgrauwe kever met een zijwaarts gebogen zuigspriet. Hij heeft rood/gele tot roestbruine voeten en een lichte cirkelvormige vlek op het voorste rugdeel. De larven zijn wittig zonder poten met een bruine kop en tussen de 4 en 5 mm lang.



De stengelboorsnuitkever overwintert als volwassene en verschijnt in het vroege voorjaar wanneer op minstens twee opeenvolgende dagen een temperatuur wordt gehaald van 15°C. Vervolgens begint de kever aan de planten te vreten. Daarna worden de eieren gelegd in de bladstengels en de hoofdstengel en aan de voet van de plant vlakbij de stengel. De larven vreten hun weg in de stengel, het blad en de stelen. De verpopping vindt plaats rond het moment van oogsten. Na de rijpingsvraat wordt al gauw een overwinterplek opgezocht.

De eerste zichtbare schade beperkt zich tot de insteekgaatjes voor de eiafzet. De gaatjes in het onderste stengeldeel zijn toegangspoorten voor secundaire infecties zoals phoma. Bij een grote plaag wordt de groei geremd en kunnen stengels omknikken.

Normaliter is de schade door stengelboorsnuitkevers niet groot. Als er toch veel schade is is een behandeling met insecticide te overwegen die moet gebeuren 10 dagen nadat de kevers zijn ingevlogen. Bestrijding is noodzakelijk indien de geelschaal 10 kevers in drie dagen aangeeft.

Koolzaadglanskever (Meligethes aeneus)

De koolzaadglanskever is 1,5 tot 2,5 mm lang, ovaal gevormd, zwart met een groenblauwe glanzende rug. De larven zijn gelig wit, ongeveer 3,5 tot 4 mm lang met een bruinzwarte kop, op ieder lichaamsdeel aan de bovenkant 2 of drie donkere plekken, en drie paar korte zwarte poten.



Bij een bodemtemperatuur van 10°C verlaat de koolzaadglanskever zijn winterstek en vliegt bij een luchttemperatuur van 15°C naar de koolzaadvelden. Daar bezet hij eerst de randen van het perceel. Bij verdere zonneshijn en warmte wordt het hele perceel bezocht. De kever leeft van stuifmeel. Vóór de bloei kan hij alleen aan die voeding komen door de kelk- en bloembladeren door te bijten. Daarbij wordt een deel van knoppen kapot gemaakt omdat meeldraden en stamper vernietigd worden. Nadat de bloei is begonnen ontstaat geen schade meer omdat het stuifmeel dan voldoende voorradig is.

Het wijfje legt de eieren in goed ontwikkelde knoppen vlakbij het stuifmeel. Eerst doet ze dat in winterkoolzaadplanten en daarna in zomerkoolzaadplanten. Na drie tot vier weken verschijnen de larven die ook van stuifmeel leven. De larven vallen op de grond en verpoppen daar. De nieuwe generatie kevers verschijnt vanaf medio juli tot in augustus. Deze kevers leven op stuifmeel van planten die in de herfst bloeien voordat ze naar hun overwinterplekken gaan.

De zichtbare schade zijn de onregelmatig verdeelde vraatgaatjes in de knoppen. Kleine knoppen worden daardoor vernietigd, de grotere vertonen vraat. Beschadigde knoppen vergelen, drogen in en vallen later af. Een onregelmatige bloei en hawenontwikkeling en een lagere opbrengst zijn het gevolg. De koolzaadplant verliest bij een normale ontwikkeling zonder insectenvraat al de helft van zijn knoppen, dus een niet al te grote vraat van de koolzaadglanskever levert geen probleem op.

Bestrijding is afhankelijk van het aantal kevers in het seizoen.

- vroeg in de lente vanaf 2 kevers per plant;
- twee weken voor de bloei vanaf 4 kevers per plant;
- vlak voor de bloei vanaf 6 kevers per plant.

Koolzaadaardvlo (Phylliodes chrysocephala)

De koolzaadaardvlo is een 3 tot 4 mm grote, glanzend blauwzwarte, ovale kever. Sommige individuen hebben lichtbruine vleugelpantseers. Bij verstoring springt de koolzaadaardvlo direct op en ver weg. De larven zijn zo'n 7 mm lang, vuilwit met een donkerbruine kop en drie paar poten.



De koolzaadaardvlo verschijnt vanaf eind juli en vreet aan hauwen en stengels. Daarna verdwijnt hij voor de zomerrust naar koelere, schaduwrijke en vochtige plekken. Begin september verlaat de aardvlo zijn zomerrustgebied en komt af op de jonge winterkoolzaadplanten. Zo'n 10 tot 15 dagen later begint het wijfje met het leggen van de eieren in de bodem vlak bij de stengel. Dit duurt afhankelijk van de weersomstandigheden de hele winter voort. De larven boren zich in de bladstelen van de onderste bladeren en vreten daar. In een zacht jaar zijn de eerste larven al in de herfst uitgegroeid. De eerste uitgegroeide larven begeven zich al in de herfst in de bodem om daar te verpoppen. De laatste uitgegroeide larven gaan pas in mei/juni in de bodem voor verpopping. De nieuwe generatie verschijnt in de late lente en vroege zomer.

De koolzaadaardvlo vreet kleine ronde gaatjes in de kiembladeren en loofbladeren van de winterkoolzaadplant waarbij de bovenste en onderste blad huid behouden blijft (venstervraat). De echte schade ontstaat door de larvenvraat. De larven dringen in de bladstelen en vreten eerst het binnenste weg. Later, meestal in het voorjaar, verhuizen ze naar de stengel en vreten daar ook het binnenste weg tot aan de groeipunt. De plant raakt gevoelig voor schimmelinfecties zoals phoma. In ernstige gevallen kan de plant uitwintren. In minder ernstige gevallen kan de bloei van het gewas onregelmatig worden.

Bestrijding moet plaatsvinden in de herfst en is gericht op de kevers. Indien de vraatschade zo ver is dat op vier verschillende plaatsen in het perceel de standdichtheid met 10% is verminderd, is bestrijding met een insecticide aan te bevelen. Twee kevers per meter is ook de drempel. Spuiten moet worden gedaan twee weken na opkomst van de koolzaadplant.

Koolzaadsnuitkever (Ceuthorhynchus assimilis)

De koolzaadsnuitkever is 2,5 tot 3 mm lang, zwart, maar lijkt door de beharing grijs, heeft een gedrongen lichaam, een naar binnen gebogen kop met een zuigspriet en zwarte voeten. De larven zijn 4 tot 5 mm groot, witgeel van kleur met een zwarte kleur bovenop de kop en ze hebben geen poten.



De koolzaadsnuitkever verlaat in het voorjaar zijn overwinterplaats en vliegt bij temperaturen vanaf 13°C vóór de bloei reeds op het koolzaadgewas af.

Na vraat aan ook de hauwen legt het wijfje in de jonge hauwen meestal maar 1 eitje. Na 8 tot 9 dagen kruipt de larve uit het ei en voedt zich met de zaadkorrels. Na een vraattijd van 4 tot 5 weken verlaat de larve de hauw, valt op de grond en verpopt zich op een bodemdiepte van 5 tot 10 cm. Vlak daarna verlaat de jonge kever de grond en vreet vooral bloeiende, wilde en gecultiveerde kruisbloemigen aan. In augustus zoekt hij een rustplaats tot het volgend voorjaar.

De schade is pas zichtbaar wanneer de larven de hauwtjes hebben verlaten door een ca 1 mm groot boorgaatje. In de hauw zijn ongeveer 3 tot 5 zaadkorrels aan- en opgevreten. De beschadigde hauw blijft wel gesloten.

De directe schade van de koolzaadsnuitkever is in het algemeen gering. Als wegbereider voor de koolzaadgalmug die de boorgaatjes van de kever gebruikt om eitjes in de hauw af te zetten, kan hij wel een indirecte grotere schade veroorzaken. Bovendien kan water de hauw door de boorgaatjes binnendringen waardoor rotting kan ontstaan.

Bestrijding moet gebeuren voordat de schade wordt veroorzaakt, dus voordat de kever eieren kan leggen. Meestal is dat net voor of gedurende de bloei. De drempel voordat wordt overgegaan tot insecticidegebruik is:

- voor de bloei 1 kever per plant;
- tijdens en na de bloei bij een lage druk van de koolzaadgalmug 1 kever per plant;
- tijdens en na de bloei bij een sterke druk van de koolzaadgalmug 1 kever per 2 planten.

Koolzaadgalmug (*Dasineura brassicae*)

De koolzaadgalmug is een 1,2 tot 1,5 grote mug met een bruinzwarte kleur, het achterlijf roodachtig met bruine strepen, lange benen en sprieten. De larven zijn ca 1,5 mm lang eerst glazig dan wit, later geelwit zonder poten.



De koolzaadgalmug komt in het voorjaar na verpopping uit de bodem van koolzaadvelden van het vorig jaar. Dat gebeurt bij temperaturen van 12°C tot 15°C. De mug vliegt dan over korte afstanden (niet verder dan 500 meter) naar nieuwe koolzaadvelden. De vlucht start aan het begin van de bloeitijd met een hoogtepunt tijdens de volle bloei.

De wijfjes leggen de eitjes in jonge en oudere hauwen waarbij de geboorde gaatjes van de koolzaadsnuitkever worden gebruikt. De mug leeft in volwassen toestand slechts enkele dagen en voedt zich dan niet.

De larve zuigt aan de binnenkant van de hauw en scheidt een gif uit dat de hauw doet opzwellen, voortijdig vergelen en openbreken. Na de vraat valt de larve op de grond om daarin te verpoppen. De ene helft van de larven blijft in de cocon in rust tot het volgend voorjaar. De andere helft ontpopt nog in hetzelfde seizoen zodat een tweede generatie in hetzelfde jaar kan worden gevormd. Eitjes worden weer afgezet in de hauwen van winterkoolzaad, maar ook in andere kruisbloemigen.

Het komt ook voor dat zich drie generaties in één jaar ontwikkelen. De muggen van de eerste generatie dringen maar zo'n 50 meter diep het perceel in. De muggen van de tweede generatie dringen dieper door.

De schade veroorzaakt door de koolzaadgalmug wordt alleen van belang op het moment dat hij voor het leggen van de eitjes gebruik kan maken van de boorgaatjes in de hauwen van de koolzaadsnuitkever.

Bestrijding van de koolzaadgalmug gebeurt aan het begin van de bloeitijd. Bestrijding van de koolzaadgalmug wordt ook indirect gedaan als gevolg van bestrijding van de koolzaadsnuitkever. Insecticidegebruik kent de volgende drempel:

- bij het begin van de bloei bij een lage druk van de koolzaadsnuitkever 1 mug per plant;
- bij het begin van de bloei bij een sterke druk van de koolzaadsnuitkever 1 mug per 3 tot 4 planten;

Koolvlieg (Delia radicum/brassicae)

De volwassen koolvlieg lijkt veel op de net iets grotere huisvlieg en is grijs met drie donkere strepen op de thorax. Ze zijn 6 mm lang en leven van het nectar van bloeiende planten. De vliegen zijn behoorlijk mobiel en kunnen op hun zoektocht naar nectar vele kilometers afleggen. De maden zijn gelig wit, tot 9 mm lang en hebben geen poten.



De koolvlieg overwintert als pop in de bodem. Bij een bodemtemperatuur van ongeveer 15° C op 5 tot 8 centimeter diepte ontpopt de eerste generatie vliegen. De eiafzetting begint circa 4 dagen na het begin van de verschijning in de grond rond de wortelkraag en gaat drie tot vijf weken door. Bij de tweede en derde vlucht is de legperiode langer (eind juni – begin oktober) maar worden minder eitjes afgezet. De laatste generatie verschijnt eind augustus op het moment dat het winterkoolzaad gezaaid wordt. Er zijn altijd twee of meer generaties van de vlieg. Gewoonlijk overlappen de generaties elkaar. De larven van de laatste generatie verlaten de wortels om als een pop in bovenste laag van de grond te overwinteren.

De larven verschijnen 8 dagen na het leggen van de eieren. De made vreet eerst alle zijwortels af en dringt dan in de hoofdwortel, met rotting tot gevolg. Een lichte verkleuring van de bladeren tot een totale verwelking en omvallen van de planten is het gevolg. Als de plant in leven blijft, kunnen enkele nieuwe wortels vanuit de basis gevormd worden.

Minder ernstige aantastingen leiden tot groeivertragingen. Vooral na een strenge winter is de schade groter. In het voorjaar zijn dan bevroren wortels en wortels met vraatplekken te vinden.

Het aantastingsbeeld varieert van een lichte verkleuring van de bladeren, tot een totale verwelking en omvallen van de planten. Deze verschijnselen treden vooral op in droge perioden en op gronden die snel uitdrogen. Vooral op humeuze, lichte zavel en zandgronden kan ernstige schade optreden. Bij voldoende regen herstellen de planten vaak omdat ze dan nieuwe wortels kunnen vormen, vaak boven de aangetaste plek.

Deze nieuwe wortels kunnen de plant in leven houden, maar zijn niet effectief genoeg om de plant in moeilijke omstandigheden (droogte) tot volwaardige productie te laten komen.

In de praktijk blijkt dat vroeg gezaaide gewassen en krachtige gewassen meer worden aangetast dan later gezaaide planten en minder ontwikkelde gewassen. Het is zaak om kruisbloemigen (o.a. rammenas) niet te gebruiken als groenbemesting. Ook deze planten worden door de koolvlieg gebruikt voor de eiafzet.

8.2.2. Nematoden / aaltjes

Alle kruisbloemigen worden aangetast door dezelfde aaltjesfamilie. De belangrijkste parasiet is het bietencystenaaltje (*herterodera schachtii*). Koolzaad is een waardplant voor deze nematoden net als bijv. bieten en spinazie. Bij winterkoolzaad is aantasting en cystenvorming in het najaar al mogelijk. Koolzaad kan de aaltjespopulatie vermeerderen zonder daar zelf de schadelijke effecten van te ondergaan. Een bietengewas daarna kan echter ernstige hinder ondervinden.

Nadat koolzaad is geoogst moet om die reden enige jaren worden gewacht voordat een andere kruisbloemige kan worden geteeld. Als in het bouwplan kruisbloemigen voorkomen op hetzelfde perceel moet een ruime rotatie in acht worden genomen en grondmonsters moeten aangeven hoe de aaltjespopulatie zich ontwikkelt.

8.2.3. Slakken

Glucosinolaat is een natuurlijk afweermiddel tegen slakken. De huidige dubbelnul gewassen hebben daardoor meer te lijden van slakkenvraat dan de vroegere koolzaadvelden.

Slakken houden van vochtige omstandigheden die al gauw worden gevonden in het koolzaadgewas, speciaal in de plantenresten die na de oogst achterblijven op het land.

In de herfst kunnen slakken het koolzaadgewas al aantasten, vooral daar waar het zaaibed heel fijn is gerold. Beter ware het het zaaibed licht kluitiger achter te laten. Ook bij minder grondbewerking of bij geen grondbewerking en bij de toepassing van een groenbemester treedt meer slakkenvraatschade op.

De schade is te zien aan een glanzend slijmspoor. De slakken vreten het pas gezaaide zaaizaad dat in de grond ligt. Daarna wordt de zaailing opgevreten, en weer later worden de bladranden en alle delen van de plant, ook de knoppen en hauwen, aangevreten.

Normaliter treedt vraatschade door verschillende slakkensoorten versterkt in twee periodes op: in april en mei en van augustus tot in oktober. De grootste schade wordt in de herfst aangericht aan de jonge koolzaadplantjes.

Slakkenbestrijding in het voorgewas is aan te bevelen. Dit kan met slakkenkorrels.

HOOFDSTUK 9 OOGST EN BEWARING

9.1. Tijdstip van oogsten

Het bepalen van het juiste oogsttijdstip is niet gemakkelijk omdat de zaden niet gelijktijdig afrijpen. Het bloeien van de plant in de tros gebeurt volgtijdelijk van beneden naar boven en op dezelfde manier geldt dat voor het rijpen van de zaden. Als de zaden zijn afgerijpt openen de hauwen automatisch. Als er dus geoogst wordt op het moment dat alle zaden rijp zijn heeft er al zaadverlies plaatsgevonden en ook het maaidorsen zelf brengt dan verlies met zich mee. Het juiste oogsttijdstip ligt dus vóór volledige rijping.

Technisch gezien is het gewas rijp als alle zaden zwart zijn en het vochtgehalte lager ligt dan 15%. Oogsten bij een vochtgehalte vanaf 11% betekent dat het zaad gedroogd moet worden totdat minimaal 7% is gehaald. Dat is het vochtgehalte dat nodig is bij de opslag. Als kunstmatig drogen niet tot de mogelijkheden behoort zal het zaad op het veld verder moeten afrijpen tot het gewenste vochtgehalte. Wanneer geoogst wordt bij een vochtgehalte vanaf 15% zullen de (verwarmde) droogkosten stijgen en zal ook het chlorofylgehalte stijgen. Chlorofyl geeft de koolzaadolie een groene kleur die bij gebruik voor menselijke consumptie ongewenst is.

Onder normale omstandigheden is oogsten mogelijk wanneer het vochtgehalte van het zaad tussen de 10% en de 20% ligt (excl. vocht van dauw, regen e.d.). Bij dat vochtgehalte ligt het chlorofylgehalte nog op een goed niveau. Bij een onregelmatig en bij een laat rijpend gewas kan het vochtgehalte stijgen, maar meer dan 20% is niet goed. In deze situaties is het chlorofylgehalte van het zaad een beter criterium voor het juiste moment van oogst. Het chlorofylgehalte mag niet hoger liggen dan 25 p.p.m.

Een vroege oogst brengt de volgende nadelen met zich:

1. de opbrengst is lager;
2. het zaad raakt beschadigd (gebroken korrels);
3. het chlorofylgehalte ligt te hoog;
4. het gehalte aan vrije vetzuren ligt te hoog;
5. hoge droogkosten;
6. wanneer na zwadmaaien het gewas op het stoppelveld blijft liggen om te drogen vermindert de opbrengst door ademhalingsverliezen (kleinere zaden en een lagere olieinhoud).

Een late oogst bij een laag vochtgehalte, 6% tot 8%, levert zaadschade op door gebroken zaden. Laat maaien heeft ook tot gevolg dat er door het droge gewas en de droge zaden gauw zaadverlies optreedt door de maai- en dorsbewegingen. Het juiste moment ligt op het moment dat alle hauwen geel zijn en de zaden donker gekleurd. Op dat moment nl. zijn opbrengst én oliegehalte optimaal.

9.2. Methode van oogsten

Er bestaan twee methoden om het koolzaadgewas te oogsten:

1. zwadmaaien;
2. maaidorsen.

Zwadmaaien

Het zwadmaaien bestaat uit twee werkgangen waarbij de eerste keer het gewas wordt gemaaid waarna het op de stoppel blijft liggen. Na één tot twee weken volgt het oprapdorsen.

Het maaien gebeurt op het moment dat de middelste hauwen geel tot grijs-beige zijn. De zaden zijn dan niet meer groen, maar rood tot bruin. Het maaien in Nederland gebeurt meestal in de eerste twee weken van juli. Het maaien gebeurt op een lange stoppel, van 25 cm tot 30 cm.

De lange stoppel zorgt ervoor dat het gewas geen contact met de grond heeft, waardoor het gelijkmatig drogen en afrijpen wordt bevorderd. Bovendien worden op deze manier bij het opraapdorsen alle hauwen meegenomen.

Het opraapdorsen gebeurt door een maaidorser met een opraapinrichting die erop gebouwd is zo weinig mogelijk zaadverlies te veroorzaken. Er moet niet te lang gewacht worden met het opraapdorsen omdat anders zaadverlies optreedt door het openspringen van de droge hauwen die bovenop liggen. Het gevaar van zwadmaaien is ook dat gedurende de veldperiode een onweersbui kan losbreken die het openliggende gewas geselt, waardoor hauwen openspringen.



Maaidorsen

Het maaidorsen betekent direct van stam maaien en dorsen in één werkgang. Maaidorsen gebeurt zo'n twee weken later dan het zwadmaaien. Het voordeel daarvan is dat het zaad beter afgerijpt is. Maaidorsen heeft weer als nadeel dat gewacht wordt op droog weer voordat geoogst kan worden. Hier kan zaadverlies optreden omdat het rijpe gewas soms te lang moet staan, wachtend op betere weersomstandigheden.

Maaidorsen is mogelijk wanneer het gewas zich gelijkmatig heeft ontwikkeld met een gelijktijdige afrijping. Van stam dorsen vraagt ook om een goed ontwikkeld, voldoende zwaar gewas. Anders is er te veel kans op zaadverlies.

9.3. Zaaddroging- en bewaring

Na de oogst wordt het zaad vaak opgeslagen in bewaarplaatsen die ook voor opslag van granen worden gebruikt. Koolzaad wordt dan ook op vaak dezelfde wijze als granen behandeld, terwijl het toch een andere behandeling moet krijgen. Het belangrijkste gegeven bij langdurige bewaring is dat het zaad een zo hoog mogelijke kiemkracht houdt.

1. Door het hogere oliegehalte bevat koolzaad de helft van het vocht van granen. Het vochtgehalte moet op 7% á 8% worden gebracht door direct te drogen na het oogsten. Onder de 7% wordt het zaad broos en beneden de 6% wordt het zaad niet aangenomen door de oliemolens. Broos zaad breekt gemakkelijk en in gebroken zaad stijgt het gehalte aan vrije verzuren. Dit is een belangrijk gegeven omdat de vrije vetzuren de kwaliteit van de olie aantasten. Het drogen van de zaden moet voorzichtig gebeuren. Een te snelle droging bij te hoge temperaturen (boven de 40°C) heeft ook weer een stijging van het gehalte aan vrije verzuren tot gevolg en de vorming van oxidatieproducten, waardoor de olie ranzig en onsmakelijk wordt. Bovendien beïnvloedt een te snelle droging de kiemkracht van de zaden negatief.

2. Koolzaad is minder vatbaar voor insectenplagen dan granen. Maar met een vochtgehalte boven de 8% zijn mijten, insecten en schimmels een potentieel gevaar.

Er is dus maar een kleine marge tussen het minimaal en maximaal aanvaardbare vochtgehalte voor langdurige opslag. Goede opslag betekent zorgvuldig drogen en droog houden door een regelmatige meting van het vochtpercentage en een nauwkeurige vochthuishouding.

3. Koolzaadzaden zijn kleiner dan graanzaden. Koolzaden vloeien daarom heel gemakkelijk. Dit leidt gemakkelijk tot lekken in containers en opstoppingen in luchtopeningen waardoor drogende en koelende lucht wordt geblokkeerd. Door de dichtheid van de koolzaadmassa is het ook moeilijker om opgeslagen koolzaadzaden te drogen. De omvang van de opslag moet worden gehalveerd en/of de ventilatorcapaciteit moet worden verhoogd als gewone graanopslagruimtes worden gebruikt.

Om een juiste droging te laten plaatsvinden moet het zaad direct na de oogst op vochtgehalte gemeten worden. Op de oostelijke zandgronden ligt het vochtgehalte van pas geoogst zaad gemiddeld tussen de 8% en 13%, vaak zo rond de 9% tot 11%.

Bij een vochtgehalte van 7% tot 9% is droging bij tijdelijke opslag niet nodig, ventilatie is dan voldoende. Bij een vochtgehalte van 9% tot 15% is drogen wel noodzakelijk. Bij een vochtgehalte boven de 15% is drogen met verwarmde lucht noodzakelijk. Bij droging met verwarmde lucht moet de temperatuur met het dalen van het vochtgehalte langzaam worden opgevoerd vanaf 20°C en mag de 40°C niet te boven gaan.

Uiteindelijk kan veilig langdurig opslaan van koolzaadzaad slechts goed gebeuren bij een vochtgehalte van ca 7%.

HOOFDSTUK 10 STOPPELBEWERKING

Bij het oogsten ontstaat zaadverlies en de stoppelp bewerking wordt gedaan om zoveel mogelijk van dat zaad de kans te geven te ontkiemen voordat het volggewas wordt gezaaid, zodat in het volggewas zo weinig mogelijk koolzaadopslag voorkomt. Koolzaadopslag kan zelfs na jaren nog een vervelend onkruidgewas zijn.

Het werken met een stoppelploeg of de grond diep bewerken moet worden ontraden. Daarbij valt het zaad diep weg en komt eerst in volgende jaren tot kieming. Het koolzaad kiemt het snelst op een diepte van 2 cm á 3 cm. Beter is het daarom om een lichte grondbewerking uit te voeren met een cultivator of een zware eg. Een ondiep afgestelde cultivator werkt het best bij een lange stoppel. Dat cultivateren moet wel meerdere keren herhaald worden om alle opslagplanten te vernietigen.

Het koolzaadstro kan worden afgevoerd of in de grond worden gebracht. Als het in de grond wordt gebracht zorgt dat voor een verhoging van het organische stofgehalte en het koolstofgehalte en dus een verhoging van de C/N-verhouding in de bodem. Een bijwerking is wel dat de slakkenvraat in het volggewas zal toenemen.

Het koolzaadstro moet niet te lang op het land blijven liggen om ziektes geen kans te geven zich te ontwikkelen en zich te verspreiden door bijv. verspreiding van sporen door de wind. Als geen voorbereidende grondbewerking wordt toegepast is het zaak een fungicide te gebruiken.

Uiteindelijk biedt de koolzaadstoppel ook de gelegenheid om (wortel)onkruiden en grasachtigen te bestrijden. De percelen waarop deze onkruiden en grassen voorkomen moeten niet worden bewerkt, maar worden bespoten met een chemisch middel.

De diepe penwortel en de wortelharen van de koolzaadplant laten een verbeterde bodemstructuur achter waar het volggewas van kan profiteren. Er zijn tot 10% meeropbrengsten gerealiseerd in een wintergranenoogst na koolzaad.

HOOFDSTUK 11 SALDOBEREKENING

Saldoberekening winterkoolzaad op zandgrond

Situatie per hectare per maart 2008

Opbrengsten	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs per eenheid in €	Bedrag in €
Hoofdprodukt zaad	4.000,00	kg	0,35	1.400,00
Bijprodukt stro	2.000,00	kg	0,07	140,00
Toeslagrechten				Pm
Bruto opbrengst	6.000,00	0,00	0,42	1.540,00
Kosten				
<u>Zaaizaad</u>	3,00	kg	20,00	60
<u>Meststoffen</u>				
Kemistar (koolzaadmeststof)	600,00	kg	0,28	168
K-60	100,00	kg	0,28	28
<u>Gewasbescherming onkruiden</u>				
Butisan	2,00	lt	42,50	85
<u>Gewasbescherming ziekten en plagen</u>				
Horizon (fungicide)	1,00	lt	40,00	40
Splendid (insecticide)	0,20	lt	40,00	8
<u>Arbeid- en materieelkosten</u>				
Grondbewerking				75
Zaaien				45
Spuiten				40
Loonwerk maaidorsen				180
Transport naar oliemolen				40
Totaal kosten				769
Saldo				771,00

Literatuur

Boeken

1. Scarisbrick D.H. and Daniels R.W. Edited by, *Oilseed Rape*, Collins Professional and Technical Books, London 1986
2. Holmes M.R.J., *Nutrition of the oilseed rape crop*, Applied science publishers LTD London, 1980
3. Kimber D. and McGregor D.I. Edited by, *Brassica Oilseeds, Production and Utilization*; CAB International, 1995
4. Cramer Dr. Nils, *RAPS, Züchtung-Anbau und Vermarktung von Körenerraps*; Ulmer Verlag, 1990
5. Bernelot Moens H.L. en Wolfert J.E., *Teelt van Koolzaad*, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV, Wageningen UR Sector AVG, mei 2003
6. Lamont Ir. Jean Luc en Lambrechts Yvan, *Koolzaad, het nieuwe goud?*, Ministerie van de Vlaamse gemeenschap Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie, juni 2005
7. Lamont Ir. Jean Luc en Lambrechts Yvan, *Koolzaad van zaad tot olie*, Ministerie van de Vlaamse gemeenschap, Beleidsdomein Landbouw en Visserij, 2005
8. Estler M., Knittel H., Zeltner E., *Bodenbearbeitung aktuell*, DLG-Verlags GmbH, 1984
9. Buchner W., Köller K., *Integrierte Bodenbearbeitung*, Verlag Eugen Ulmer, 1990
10. Titi Abdel. El., *Soil tillage in Agroecosystems*, CRC Press LLC, 2003

Artikelen

1. *Akkerbouwberichten Koolzaad*; Landbouwcentrum Granen Vlaanderen, 2007
2. *Wer traut sich an die Directsaat? Tips und Erfahrungen aus erster Hand*; Tijdschrift: Agrar-übersicht: Das actieve Magazin für aktive Landwirte; 1989/7
3. *Die Bedeutung von Stroh im Saatbett bei konservierender Bodenbearbeitung*; Tijdschrift: RAPS: Fachzeitschrift für Öl und Eiweisspflanzen, 1994/2

Internet-sites

- Colzaco.nl
- Dsv-saaten.de/Raps & andere Ölfrüchte
- Kennisakker; teelthandleiding koolzaad
- Vlaanderen.be/landbouw
- nk.com/be/koolzaad/teelthandleiding
- gaiabodem.nl
- Blgg.nl
- eurolab.nl
- nmi-agro.nl