

Eerste druk, prijs f 35,00

Meerdere exemplaren zijn verkrijgbaar door storting of overmaking van f 35,00 per exemplaar op postrekening nr 2249700 t.n.v. PAV, postbus 430, 8200 AK Lelystad, onder vermelding van "Teelthandleiding nummer 88"

© 1999 Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt

Issn 0169-5010

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Het PAV stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruikmaking van de gegevens uit deze uitgave.

Reproductie: Drukkerij Belser, Lelystad.

teelt van zetmeelaardappelen

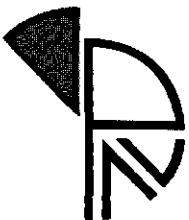
teelthandleiding nr. 88

december 1999

Auteurs: ir. C.D. van Loon, ir. C.B. Bus en ir. A. Veerman (PAV-Lelystad)
dr. ir. A. Mulder en dr. ir. L.J. Turkensteen (H.L. Hilbrandtslaboratorium
voor Bodemziekten, Assen)

Bureauredactie: S. Zwanepol en H. Bosch (PAV-Lelystad).

Voor het kritisch doorlezen van gedeelten van de tekst komt dank toe aan: medewerkers Agro
Business Unit AVEBE, ing. K.H. Wijnholds (PAV-NNO), ir. L.P.G. Molendijk en ing. O. Hart-
sema (PAV- Lelystad).



Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt

Postbus 430

8200 AK Lelystad

telefoon: 0320 29 11 11

telefax: 0320 23 04 79

Inhoud

Inleiding	6
De aardappel in de wereld	6
De aardappel in Nederland	7
Zetmeelaardappelen	7
Morfologie (bouw) van de aardappelplant	9
Loof.....	9
Knollen.....	10
Wortels	11
Bloei en besvorming	11
Factoren die de productiesnelheid beïnvloeden	13
Productie van droge stof.....	13
Factoren die productie van droge stof beïnvloeden.....	13
Hoe komt de knolopbrengst van een gewas tot stand?	17
Groeipatroon.....	17
Factoren die het groeipatroon beïnvloeden.....	19
Dagelijkse productie van droge stof.....	21
Seizoensproductie van droge stof	21
Droge-stofverdeling	22
Droge-stofgehalte van de knollen	22
Potentiële productie	23
Vruchtopvolging	24
Teeltfrequentie	24
Voorvrucht.....	25
Rassenkeuze	27
Pootgoedbehandeling	28
Fysiologie van de knol	28
Factoren die de lengte van de kiemrust bepalen	28
Factoren die de kiemgroei beïnvloeden.....	28
Fysiologische leeftijd van de knol en groeiverloop van het gewas	29
Pootgoedvoorbehandeling	30
Standdichtheid	34
Opbrengst	34
Sortering.....	34
Pootgoedbehoefte per ha	35
Standdichtheid en rijenafstand.....	36
Standdichtheid en knolkwaliteit.....	36
Potermaat en gewasontwikkeling.....	36
Snijden van pootgoed	37

Bemesting	38
Stikstof	38
Fosfaat.....	45
Kali en chloor	46
Magnesium	47
Kalk – pH	48
Zwavel.....	49
Sporenelementen.....	49
Pootbedbereiding en poten	51
Pootbedbereiding	51
Poten	52
Rugopbouw	54
Rugvorm en ruggrootte	54
Tijdstip van rugopbouw.....	54
Wijze van rugopbouw.....	55
Onkruidbestrijding	56
Klassieke systeem	56
Nieuwe systemen	57
Onkruidbestrijding later in het groeiseizoen.....	58
Ziekten en plagen	59
Ziekten veroorzaakt door schimmels, bacteriën en virussen	59
Door schimmels veroorzaakt droogrot	70
Door schimmels veroorzaakt natrot	71
Overige schimmelziekten	73
Bacterieziekten	76
Virusziekten.....	83
Aantastingen door nematoden (aaltjes)	84
Wortelknobbelaaltjes	92
Vrijlevende aaltjes.....	96
Vrijlevende wortelaaltjes, Trichodorus- en Paratrichodorus-soorten	97
Bijzondere verschijnselen	105
Onderzeeërs	105
Holheid.....	105
Groeischeuren	105
Zwarte harten.....	106
Beregening	107
Beregening en opbrengst	107
Beregening en kwaliteit.....	107
Wanneer beregenen?	107
Hoe beregenen?.....	109
Loofvernietiging	110
Loofklappen.....	110
Doodspuiten.....	111

Loofbranden	112
Oogst	113
Rooibeschadiging.....	113
Rooiverlies	115
Moederknollen.....	115
Spuitsporen.....	115
Bewaring	116
Inleiding	116
Drogen van aardappelen.....	117
Wondheling.....	121
Koelen en bewaren.....	121
Bewaring van zetmeel-aardappelen.....	121
Eisen en specificaties voor bewaarinrichtingen van zetmeelaardappelen.....	123
Automatisering	129
Bewaarverliezen.....	130
Optreden van ziekten en gebreken tijdens de bewaring	130
Probleempartijen	131
Kwaliteitseigenschappen	132
Uitwendige eigenschappen en gebreken.....	132
Inwendige eigenschappen en gebreken	133
Pootgoedteelt voor eigen gebruik	137
Pootgoedvoorbehandeling	138
Loofvernietiging en oogst.....	139
Bestrijding bewaarziekten	139
Bewaring	140
Organisatie en economie	141
Saldoberekening.....	141
Literatuur	146
BIJLAGEN	147
Bijlage 1.....	147
Bijlage 2	148

INLEIDING

De aardappel in de wereld

De aardappel stamt uit de gebergten van Zuid-Amerika en is voor de bewoners daar waarschijnlijk al duizenden jaren een belangrijke voedselbron. Rond 1570 is de aardappel in Spanje aan land gebracht. Omstreeks 1600 begon vanuit de Piemonteese Alpen in Noord-Italië de praktijkteelt van de aardappel als voedselgewas in Europa. De plant werd echter in veel Europese landen langere tijd alleen als siergewas en geneeskrachtig kruid geteeld. Het bleek dat aardappelen evenwel makkelijker waren te verbouwen dan graan. De teelt was ook bedrijfszekerder, omdat de oogst minder snel werd verwoest tijdens veldslagen in die tijd. Door het hoge vitamine-C-gehalte van de aardappel werd ook de scheurbuik, waar veel mensen na de winter aan leden, teruggedrongen. De aardappel werd een belangrijk gewas waaraan een aanzienlijk deel van de beschikbare bemesting werd toegediend. Aan de opgang van het gewas kwam een eind door het toeslaan van de schimmelziekte *Phytophthora infestans*. In grote delen van Europa mislukten de oogsten van 1845 en 1846 grotendeels; de hongersnoden en de uittocht van de Ierse bevolking naar Amerika

waren daarvan de bekende gevolgen. Rond 1880 werd ontdekt dat koperverbindingen aantasting van de aardappelplant door de *Phytophthora*-schimmel kunnen voorkomen. De teelt heeft zich mede daardoor kunnen handhaven en ontwikkelen tot haar huidige omvang. Met name oorlogen, ook de twee wereldoorlogen, hebben gezorgd voor pieken in het aardappelareaal. Hieruit blijkt dat de aardappel tijdens deze moeilijke perioden een belangrijke rol heeft gespeeld in de voedselvoorziening.

Door Europese kolonisten en missionarissen is de aardappel verspreid over grote delen van de wereld. De aardappel is thans, wat betreft productieomvang, na rijst, tarwe en maïs het vierde voedselgewas in de wereld. Van de 140 landen waarin de aardappel als voedselgewas wordt verbouwd, liggen er meer dan 100 in tropische en subtropische streken. Het grootste deel van de wereldproductie vindt echter plaats in geïndustrialiseerde landen in gematigde klimaatzones (tabel 1).

In veel ontwikkelingslanden, met name in Azië en Afrika, heeft de aardappelteelt zich uitgebreid, doordat de aardappel in deze landen een belangrijke rol kan vervullen in de voedselvoorziening van de eigen bevolking. Zowel wat betreft de dagelijkse energiepro-

Tabel 1. Totale productie (x miljoen ton) en opbrengst per hectare (ton), (FAO production yearbook 1995).

	productie	opbrengst per hectare
wereld	280,7	15,2
Afrika	7,2	10,8
Azië	85,6	14,7
Centraal-Amerika	25,5	32,0
Zuid-Amerika	12,5	12,7
Europa	80,3	20,9
Nederland	7,2	41,0

ductie als de eiwitproductie per oppervlakte-eenheid overtreft de aardappel belangrijke voedselgewassen zoals maïs en rijst. Bovendien heeft de aardappel een relatief korte groeiperiode, waardoor het voor de boeren daar een aantrekkelijk gewas is.

In grote delen van de wereld maakt de aardappel deel uit van het groentenassortiment. Vergeleken met andere groenten is de aardappel in ontwikkelingslanden voor de energie- en eiwitvoorziening verreweg het goedkoopst voor de consument. Daarnaast is de aardappel ook waardevol door zijn gehaltes aan andere stoffen, zoals vitamine-C. Niet alleen in ontwikkelingslanden speelt de aardappel een positieve rol in het voedselpakket. Ook in de westerse wereld past de aardappel uitstekend in een menu dat streeft naar minder vetconsumptie. De aardappel bevat immers vrijwel geen vet, terwijl de consumentenprijs per eenheid van energie en eiwit kan concurreren met die van brood en rijst.

De aardappel in Nederland

De plantkundige Clusius heeft de aardappel tegen het eind van de 16^e eeuw meegenomen naar Nederland. De plant is ook hier in eerste instantie verbouwd in botanische tuinen, zoals die van Leiden, Groningen en Amsterdam. Tegen het einde van de 17^e eeuw begon de teelt van de aardappel als voedselgewas zich te ontwikkelen. Deze ontwikkeling heeft in een behoorlijk tempo plaatsgevonden: rond 1800 werden door de Hollanders zelfs al behoorlijke hoeveelheden aardappelen uitgevoerd. Op een moment dat de aardappelteelt in Nederland al een forse omvang had bereikt, mislukten net als in de rest van Europa de oogsten van 1845 en 1846 voor een groot deel als gevolg van de *Phytophthora*-epidemieën. De aardappelprijs liep op tot een niveau waar telers tegenwoordig nog altijd tevreden mee kunnen zijn: 30 cent per kilo. Nadat het mogelijk werd om aantasting door *Phytophthora*

te voorkomen, heeft de aardappel zich in de loop van deze eeuw ontwikkeld tot het belangrijkste akkerbouwgewas. Voor deze ontwikkeling zijn echter nog meer factoren van belang geweest. Vanaf het eind van de 19^e eeuw zijn kwekers begonnen met het gericht zoeken naar betere rassen. Geert Veenhuizen en Klaas de Vries waren belangrijke pioniers die al in de beginjaren van het kweekwerk rassen als Eigenheimer, Bintje, Rode Star en Thorbecke hebben gekweekt. Het op gang komen van de ontwikkeling van het landbouwkundig onderzoek en het -onderwijs in dezelfde periode heeft ook in hoge mate bijgedragen aan de ontwikkelingen van de Nederlandse landbouw en de aardappelteelt in het bijzonder. In tegenstelling tot alle andere landen in Noord-Europa heeft het areaal aardappelen zich in Nederland van 1955 tot 1980 nog uitgebreid, namelijk met 10%. In deze periode en ook nog daarna heeft de aardappelverwerkende industrie zich explosief ontwikkeld tot de grootste afnemer van aardappelen.

Zetmeelaardappelen

De industriële verwerking van aardappelen is omstreeks 1800 op gang gekomen. Aardappelen uit met name de Veenkoloniën werden daarbij gebruikt als grondstof voor moutwijn en iets later ook voor stroop. In de tweede helft van de 19^e eeuw heeft W.A. Scholten de stoot gegeven tot grootschalige aardappelverwerking tot zetmeel en daarvan afgeleide producten. Werd omstreeks 1870 jaarlijks circa 50.000 ton zetmeelaardappelen verwerkt, rond 1920 was dit al opgelopen tot 500.000 ton. De laatste jaren verwerkt AVEBE ruim 2,5 miljoen ton.

Vroeger werden alle zetmeelaardappelen vanaf het land naar de fabriek gebracht. Vanwege rendements- en milieu-eisen is het aantal verwerkingslocaties de laatste decennia tot twee gereduceerd. Dit heeft ertoe geleid dat

de verwerkingscampagne tot maart is opge-
rekt. Als gevolg hiervan moet thans ongeveer
75% van de aardappelen voor korte of langere
tijd worden opgeslagen.

Het zetmeel dat uit de zetmeelaardappelen
wordt gewonnen, wordt gedeeltelijk als zoda-

nig afgezet en voor een deel verwerkt tot een
scala van producten, ondermeer ten behoeve
van de papier- en olie-industrie. Ook het in de
aardappelen aanwezige eiwit wordt gewonnen
en met toenemend succes op de markt ge-
bracht.

MORFOLOGIE (BOUW) VAN DE AARDAPPELPLANT

De aardappel maakt, evenals tomaat, aubergine, tabak, Spaanse peper en petunia, deel uit van de Solanaceae-familie. De geslachtsnaam waaronder de aardappel thuishoort, is *Solanum*. Tot dit geslacht behoren ook tomaat en bitterzoet. De volledige soortnaam van de cultuuraardappel is *Solanum tuberosum* L. De

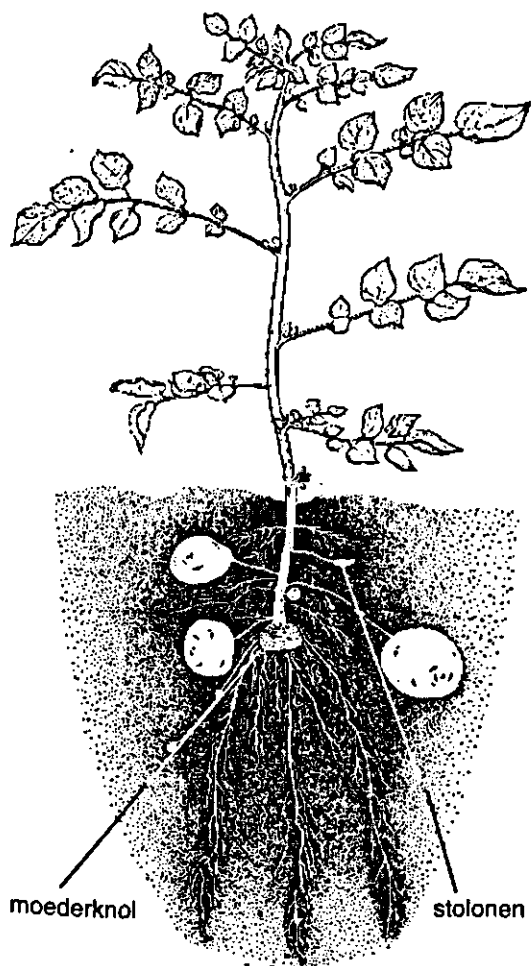
aardappelplant bestaat uit stengels, wortels en knollen (afbeelding 1).

Loof

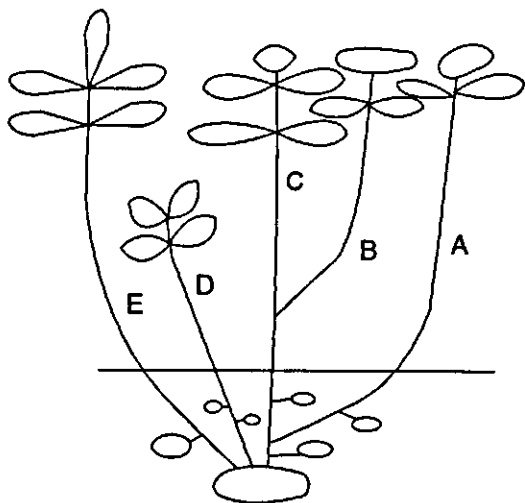
De stengels van de aardappel zijn driekantig en hol, behalve het onderste deel dat rond en massief is. Op elke knoop staat een blad met enkele okselknoppen ingeplant. Een hoofdstengel is een knoldragende stengel die rechtstreeks uit de moederknol is gegroeid of hiervan een ondergrondse zijstengel is (afbeelding 2). Ook uit bovengrondse okselknoppen kunnen zijstengels ontstaan.

De bladeren zijn samengesteld en bestaan uit een bladsteel met daaraan de zijblaadjes en een topblaadje. Tussen de blaadjes worden secundaire en soms tertiaire blaadjes gevormd waarvan de grootte afhankelijk is van het ras. Zowel aan de boven- als onderzijde van de blaadjes zitten huidmondjes. Het overgrote deel zit evenwel aan de onderkant. De huidmondjes dienen voor de uitwisseling van gasen, waarvan kooldioxide en zuurstof de belangrijkste zijn, en van waterdamp.

Nadat een aardappelstengel ongeveer 17 bladeren heeft gevormd, wordt aan de top een bloemtros gevormd. Twee vertakkingen uit de okselknoppen van de bladeren die het dichtst onder de bloem liggen, nemen dan de loofgroei over. Nadat aan de vertakkingen 5 à 8 bladeren zijn gegroeid, wordt ook aan deze vertakkingen een bloeiwijze gevormd. Er kunnen zo meerdere etages worden gevormd (afbeelding 3). Het aantal gevormde etages hangt onder andere af van het ras, de stengeldichtheid, de vochtvoorziening en de stikstofbemesting.



Afbeelding 1. Bouw van een aardappelplant (naar Hardenburg, 1949).



- A, C en E zijn hoofdstengels
- B is een bovengrondse stengel
- D is weliswaar een hoofdstengel, maar wordt overschaduwd; levert geen marktbaar knollen.

Afbeelding 2. Hoofdstengels en zijstengels (Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond).

De bloeiwijze van de aardappel wordt gevormd door een tros van bloemen. De kleur van de bloemen kan variëren van wit tot diep- of roodpaars. Na de bloei kunnen groene bessen met daarin zaden worden gevormd. Zowel de mate van bloei als de mate waarin na de bloei bessen worden gevormd, is sterk afhankelijk van het ras en de omstandigheden.

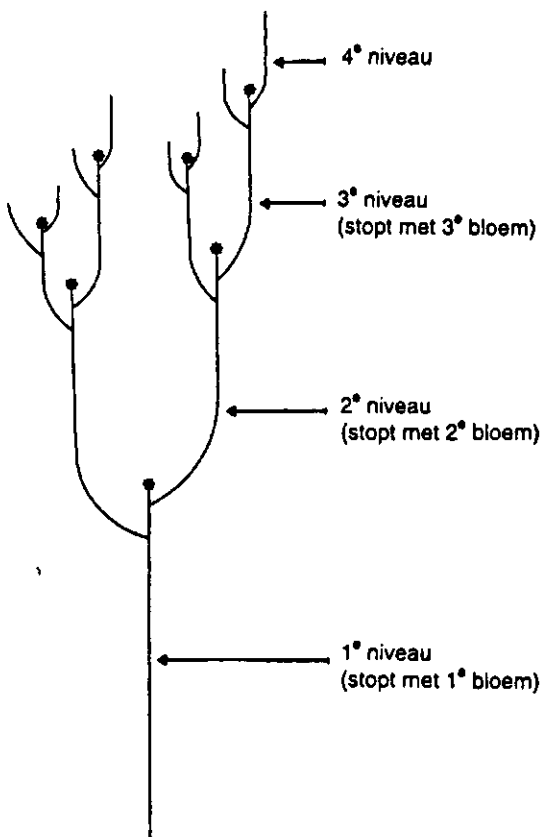
Knollen

Uit de okselknoppen van het ondergrondse deel van de stengels kunnen stolonen groeien. Stolonen zijn stengeldelen die in het donker horizontaal groeien en zich, net als stengels, vertakken.

Aan de uiteinden van de stolonen worden de knollen aangelegd. We spreken van knol-aanleg zodra de zwelling aan het uiteinde van de stolon twee maal zo dik is als de stolon zelf. Het uiteinde van de knol dat is verbonden

met de stolon heet het naveleind, het andere uiteinde met de meeste ogen heet het topeind. Op de knol zijn de onontwikkelde blaadjes en okselknoppen te herkennen als de oogwallen en de ogen. In ieder oog zijn een hoofdknop en twee bijknoppen aanwezig. Voor de gasuitwisseling zitten er lenticellen in de schil, die vergelijkbaar zijn met de huidmondjes van het blad. Met name onder natte omstandigheden zijn de lenticellen goed te zien als witte propjes op de knol.

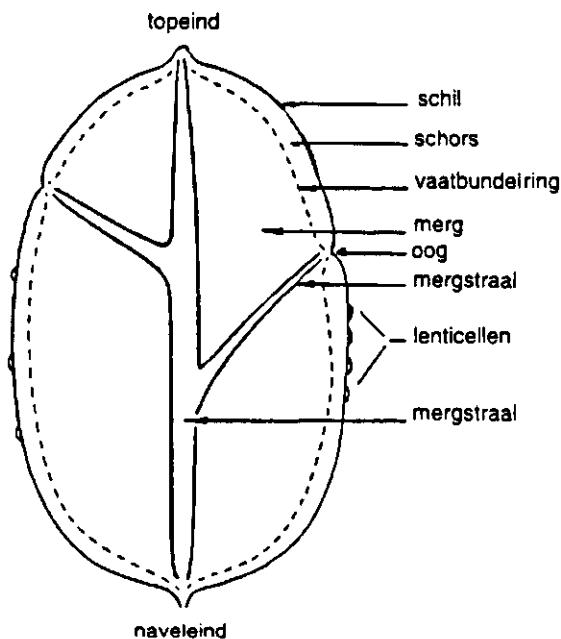
In een dwarsdoorsnede van top naar navel zijn de inwendige onderdelen van de knol te herkennen (afbeelding 4). De buitenste schil



Afbeelding 3. Schematische weergave van een aardappelstengel met vertakkingen en plaatsen van bloeiwijzen.

bestaat uit een aantal lagen verkurkte cellen: het periderm. Deze verkurkte laag bestaat bij een afgerijpte knol uit 5 tot 15 cellagen en beschermt de knol tegen micro-organismen en vochtverlies. Vlak onder de verkurkte zone zit het delingsweefsel dat de verkurkte cellen heeft geproduceerd: het kurkcambium. Onder het kurkcambium ligt de schors en vervolgens de vaatbundelring. Deze ring loopt vanaf het naveleinde door de hele knol en heeft vertakkingen naar alle ogen. Door de ring verloopt het transport van water, mineralen en koolhydraten. Tijdens de groei loopt het transport vanuit de stolon door de knol in, tijdens de kieming loopt het transport in de richting van de kiemen. Binnen de vaatbundelring ligt het merg. In de parenchymcellen van schors en merg wordt het zetmeel opgeslagen.

Wanneer een knol wordt beschadigd, wordt op de plaats van de beschadiging een nieuwe kurklaag (wondkurk) gevormd om de bescherming van de knol te herstellen.



Afbeelding 4. Schematische lengtedoorsnede van een aardappelknol.

Een aardappelknol die in licht te kiemen wordt gezet, vormt zogenaamde lichtkiemen. De kiemen zijn het begin van de stengels en bezitten reeds de meeste onderdelen en eigenschappen van een stengel. Zo zijn op een lichtkiem reeds kleine blaadjes met daarin okselknoppen zichtbaar. Aan de basis van de kiem kunnen de wortelprimordia, waaruit de wortels zich ontwikkelen, zichtbaar worden. Lichtkiemen bezitten een aantal per ras kenmerkende eigenschappen. Dit zijn onder andere de kleur, de mate van beharing en de mate waarin knoppen en blaadjes uitgroeien. Aan de hand van de kenmerken van de lichtkiem zijn de knollen van verschillende rassen van elkaar te onderscheiden.

Wortels

Uit de okselknoppen van de ondergrondse delen van de stengels en stolonen ontstaan bijwortels. Alleen een plantje dat uit zaad opgroeit, heeft ook een hoofdwortel.

Het wortelstelsel van de aardappelplant is relatief zwak ontwikkeld. Vaak is de bewortelingsdiepte beperkt tot 40 à 50 cm. De bewortelingsdiepte wordt sterk beperkt door storende lagen of scherpe overgangen in het profiel. Wanneer die lagen en overgangen er niet zijn, kan de aardappel tot tenminste een meter diep wortelen.

Bloei en besvorming

In welke mate een gewas bloeit, verschilt sterk van ras tot ras. Daarnaast wordt de mate van bloei beïnvloed door klimaatsomstandigheden. In de eerste plaats wordt de bloei gestimuleerd door een lange daglengte. Dit betekent dat in Nederland de omstandigheden gunstig zijn voor bloei. Daarnaast speelt de temperatuur een rol: met name wanneer bij hoge temperaturen doorwas optreedt, gaat dit vaak gepaard met een meer dan normale



Afbeelding 5. Bessen met aardappelzaad in de geul.

bloei. Ook rassen die normaal gesproken geen bloemen vormen, kunnen dan uitbundig gaan

bloeien. Naast haar invloed op het optreden van bloei kan de temperatuur een sterke invloed uitoefenen op het afvallen van de bloemen. Enkele dagen met hoge temperaturen ($>25^{\circ}$) tijdens de bloei kunnen er bij sommige rassen voor zorgen dat een groot deel van de bloemen afvalt, waardoor zich dan geen of weinig bessen meer kunnen ontwikkelen.

.Of na de bloei bessen met kiemkrachtig zaad worden gevormd, is eveneens een genetisch bepaalde eigenschap. Zowel voor het optreden van bloei als het vormen van bessen is in de beschrijvende rassenlijst een cijfer vermeld.

Sommige rassen vormen veel bessen (afbeelding 5).

In verband met de problemen die opslag uit zaad kan veroorzaken, wordt in het hoofdstuk 'Ziekten en plagen' verder ingegaan op besvorming en voorkoming daarvan.

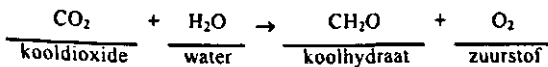
FACTOREN DIE DE PRODUCTIESNELHEID BEÏNVLOEDEN

De droge-stofproductie van een gewas wordt gevormd door de productie per dag maal het aantal groeidagen. Voor de knolopbrengst zijn de snelheid van fotosynthese en ademhaling, de verdeling van de droge stof over loof, wortels en knollen en het droge-stofgehalte van de knollen van belang. In dit hoofdstuk wordt besproken welke factoren van invloed zijn op de productiesnelheid van de aardappelplant.

Productie van droge stof

Fotosynthese (= assimilatie)

Het proces waar - zoals bij alle groene planten - alles om draait, is de fotosynthese of assimilatie. In de bladeren worden koolhydraten (suikers) en zuurstof geproduceerd uit kool-dioxide en water. De drijvende kracht achter het proces is de energie uit (zon)licht. In een vereenvoudigde formule wordt het proces van fotosynthese weergegeven als:



Een deel van de in het loof geproduceerde koolhydraten wordt - hoofdzakelijk in de vorm van de transportsuiker sucrose - naar de knollen getransporteerd om daar voor het grootste deel in zetmeel te worden omgezet.

Ademhaling (= dissimilatie)

De ademhaling is het omgekeerde proces van fotosynthese en vindt - in tegenstelling tot de fotosynthese - plaats in alle plantendelen. In de ademhaling wordt energie vrijgemaakt

door de verbranding van koolhydraten tot kooldioxide en water. Er zijn drie soorten ademhaling. De eerste treedt op tijdens het proces van fotosynthese. De tweede vindt plaats bij de vorming en groei van de verschillende plantendelen en de derde vorm is voor het onderhoud van diezelfde plantendelen. De bij de ademhaling vrijkomende energie is nodig voor de verschillende levensprocessen zoals de opname van nutriënten en de bouw en het onderhoud van de verschillende plantendelen.

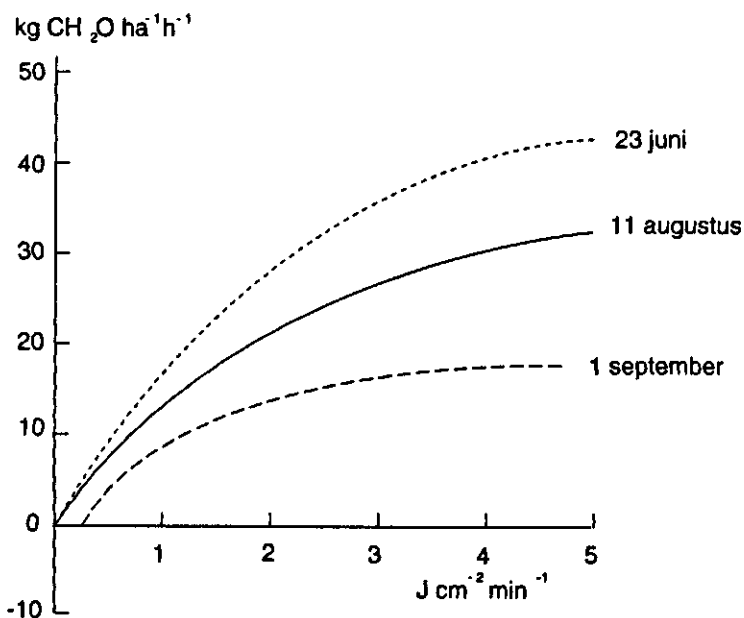
Ademhaling betekent weliswaar een verlies van geproduceerde droge stof, maar dit verlies is onvermijdelijk en noodzakelijk voor de groei, ontwikkeling en instandhouding van de plant.

Factoren die productie van droge stof beïnvloeden

Veel factoren hebben een directe of indirecte invloed op de fotosynthese en ademhaling en de snelheid waarmee deze processen verlopen. In het navolgende wordt besproken op welke manier de belangrijkste factoren hun invloed uitoefenen.

Lichtintensiteit

Het is de energie uit het zonlicht die de fotosynthese mogelijk maakt. Slechts een deel van het spectrum van de zonnestraling (golflengte 400 - 700 nm) kan worden gebruikt voor de fotosynthese. In werkelijkheid wordt maar een klein deel, ongeveer 8%, van de bruikbare straling ook inderdaad voor de fotosynthese benut. Een groot deel van de energie uit de straling wordt gebruikt voor de ver-



Figuur 1. De fotosynthese-snelheid in relatie tot de lichtintensiteit (naar Bodlaender, 1977).

damping van water uit de plant en een ander deel wordt door de bladeren gereflecteerd.

De fotosynthese-snelheid hangt af van de lichtintensiteit, maar het verband is niet recht evenredig (figuur 1). Naarmate de lichtintensiteit toeneemt, is de toename van de fotosynthese-snelheid minder groot (afnemende meeropbrengst).

Dit betekent in ons land dat op een zwaar bewolkte dag in de zomer de fotosynthese-snelheid ongeveer de helft bedraagt van die op een onbewolkte dag, ondanks het feit dat de lichtintensiteit veel minder dan de helft bedraagt.

Water

De beschikbaarheid van voldoende water is van groot belang voor een goede gewasgroei. Water wordt op verschillende manieren door de plant gebruikt.

We hebben in de formule van de fotosynthese

al gezien dat water direct nodig is om dit proces te kunnen laten verlopen. Samen met kooldioxide wordt water door de plant omgezet in koolhydraten, waarvan zetmeel in de knollen het grootste deel vormt.

Daarnaast is water het hoofdbestanddeel van zowel loof als knollen. Het loof bestaat voor ongeveer 90% uit water; voor de knollen is dit 75 à 80%. Een opbrengst van 50 ton aardappelen bevat dus ongeveer 40.000 liter water.

Het is echter de verdamping - ook wel transpiratie genoemd - die verreweg het meeste water vraagt. De verdamping van water heeft verschillende functies. De verdamping van water zorgt er voor dat de temperatuur van de bladeren niet te hoog oploopt en voorkomt daarmee beschadiging van het blad, hetgeen zou leiden tot productieverlies. Daarnaast zorgt de opwaartse stroom van water voor de opname en het transport van de voedingsstoffen die nodig zijn voor de opbouw en het functioneren van de plant.

Op een zonnige, droge dag kan een gewas zonder watergebrek 4 à 5 mm water verdampen, hetgeen neerkomt op 40.000 à 50.000 liter water per hectare. Op één dag kan dus meer water worden verdampt dan er uiteindelijk in een heel seizoen in de knollen wordt opgeslagen!

Wanneer de aanvoer van water door de wortels te gering is om de verdamping te compenseren, worden de huidmondjes (gedeeltelijk) gesloten om uitdroging van de plant te voorkomen. Doordat de huidmondjes sluiten, kan echter minder kooldioxide worden opgenomen, waardoor de assimilatie-snelheid en dus de productie daalt.

Temperatuur

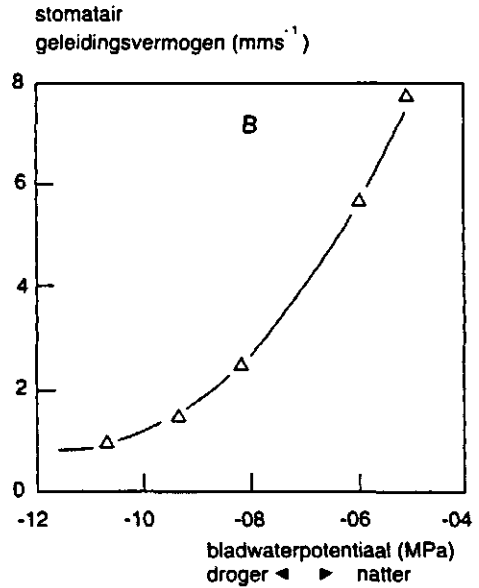
De optimale temperatuur voor de fotosynthese ligt tussen de 20 en 25°C. Het optimum hangt af van de lichtintensiteit: hoe hoger de lichtintensiteit, hoe hoger de optimumtemperatuur. Vooral boven de 30°C neemt de fotosynthese-snelheid sterk af.

De temperatuur heeft ook een grote invloed op de ademhaling. Bij dagtemperaturen van 20 - 25°C en nachttemperaturen van 10 - 12°C wordt al 20 tot 25% van de geproduceerde droge stof in de ademhaling weer verbruikt. Bij hogere temperaturen zijn de ademhalingsverliezen nog aanzienlijk groter.

Kooldioxide

Bij een hoger kooldioxide-gehalte van de lucht neemt de assimilatie-snelheid van aardappelplanten toe. Het is in een open teelt echter niet mogelijk dit gehalte te verhogen, zoals in kas-teelten wel gebeurt. De concentratie van kooldioxide in de bladeren wordt echter ook beïnvloed door een aantal andere factoren. De plant moet kooldioxide opnemen door haar huidmondjes. De opening van de huidmondjes wordt in hoofdzaak bepaald door de watervoorziening en de lichtintensiteit.

Wanneer de watervoorziening van een gewas onvoldoende is, of wanneer de transpiratie zo hoog wordt dat de wortels niet voldoende water kunnen aanvoeren, worden de huidmondjes (gedeeltelijk) gesloten. Dit leidt tot een afname van het stomataire geleidingsvermogen (figuur 2). Dit betekent dat de aanvoer van kooldioxide geremd wordt en dat de



Figuur 2. Het stomatair geleidingsvermogen in relatie tot de bladwaterpotentiaal (naar Vos en Oyarzun, 1987).

productiesnelheid van het gewas afneemt. Daarnaast zijn bij een hogere lichtintensiteit de huidmondjes verder geopend dan bij een lagere.

Leeftijd van het blad

De oudere, dus lager gelegen, bladeren van de plant hebben een lagere maximale fotosynthese-snelheid dan de jonge bladeren bovenin de plant. De maximale fotosynthese-snelheid wordt door oudere bladeren bereikt bij een lagere lichtintensiteit dan bij jongere bladeren.

Voor een maximale productie van een gewas

factoren: temperatuur, daglengte, vochtvoorziening, lichtintensiteit, stikstofvoorziening, fysiologische leeftijd van de moederknol en plantdichtheid. De reactie op de verschillende factoren verschilt bovendien per ras.

De factoren die het groeipatroon van een aardappelgewas beïnvloeden, zijn in belangrijke mate bepalend voor opbrengstverschillen tussen percelen en regio's. Niet alle opbrengstverschillen kunnen namelijk worden verklaard uit verschillen in (netto) fotosynthese en de lengte van het groeiseizoen. Zo investeert bijvoorbeeld het ene ras een groter aandeel van de geproduceerde droge stof in de knollen dan het andere.

Periode tussen poten en opkomst

De vorming van kiemen, gevolgd door die van wortels en stengels gebeurt met behulp van de droge-stofreserve van de moederknol. Bij een ongekiemde poter wordt eerst de kiem gevormd, daarna de wortels en vervolgens de stengel. Voor het uitgroeien van de kiem en de vorming van wortels is vocht nodig en moet de bodemtemperatuur minimaal 7 à 8°C zijn.

Door het pootgoed voor te kiemen, vindt een deel van de ontwikkeling van de stengels en wortels al voor het poten plaats. Na het poten kunnen dan de kiemen doorgroeien, maar kunnen ook de wortels meteen beginnen te groeien. De opkomst wordt hierdoor versneld.

Periode van loof- en knolgroei

Na de opkomst groeien zowel loof als wortels in een min of meer vaste verhouding. Afhankelijk van het ras en de omstandigheden begint twee tot vier weken na de opkomst de aanleg van de knollen, die vanaf dat moment ook een deel van de geproduceerde droge stof

opeisen. Na een langzame start blijft de groeisnelheid van de knollen lange tijd constant (figuur 3). Op groeizame dagen kan de groeisnelheid van de knollen meer dan 1000 kg per hectare bedragen.

We onderscheiden twee gewastypen, een vroeg en een laat type. Bij een vroeg type gewas neemt de groeisnelheid van de knollen na de knolaanleg al snel sterk toe en blijft de loofontwikkeling beperkt. Dit betekent dat al vroeg een groot aandeel van de droge stof die door het loof wordt geproduceerd naar de knollen gaat. De maximale loofontwikkeling wordt eerder bereikt dan bij een laat type gewas en bovendien sterft het loof eerder af. Bij het late type gewas komt de knolgroei langzamer op gang en wordt in het eerste deel van het groeiseizoen een groter deel van de droge stof in het loof geïnvesteerd. Bij het late type gewas wordt in totaal meer loof gevormd dan bij het vroege type, bovendien gaat het late type langer door met het vormen van loof. Dit alles heeft tot gevolg dat het vroege type gewas al vroeg in het groeiseizoen een relatief hoge - hoger dan het late gewas - knolopbrengst heeft. Doordat het late gewas echter een langer groeiseizoen kan volmaken, kan dit gewas uiteindelijk een hogere knolopbrengst bereiken dan het vroege gewas. In figuur 3 is weergegeven hoe de loof- en knolgroei van een vroeg en een laat type gewas zich in de loop van het groeiseizoen ontwikkelen.

Welk gewas de voorkeur heeft, hangt af van de bestemming (voormalers, lange bewaring) en de lengte van het groeiseizoen die het gewas maximaal tot haar beschikking heeft. Deze maximale lengte van het groeiseizoen kan door diverse factoren worden beperkt: vroegheid/laatheid van de grond, eventueel volg-gewas en optreden van droogteperioden of ziektedruk.

Factoren die het groeipatroon beïnvloeden

Periode tussen poten en opkomst

Hoge bodemtemperaturen en de beschikbaarheid van voldoende vocht zorgen voor een snelle opkomst. Een vochtige grond verhoogt ook de kans dat aanwezige kiemen inderdaad uitgroeien tot stengel. Dit laatste speelt vooral een rol in samenhang met de structuur van de grond. Wanneer de rug bestaat uit goed verkrumelde grond die de kiemen goed omsluit, kunnen de kiemen wortels vormen en uitgroeien. In een grofkluiterige, droge grond is de aansluiting van de grond op de kiemen minder goed en is de kans groot dat een aantal kiemen niet uitgroeit, met een lager aantal stengels tot gevolg.

Periode van loof- en knolgroei

Daglengthe en temperatuur

Het groeipatroon van loof en knollen wordt in belangrijke mate beïnvloed door de daglengthe en de temperatuur. Deze twee factoren worden samen behandeld, omdat ze een gecombineerd effect hebben op de groei van de aardappelplant.

Bij een korte daglengthe wordt relatief weinig loof gevormd en worden knollen al snel na opkomst van het gewas aangelegd. Bij een lange daglengthe vindt de knolaanleg later plaats en wordt meer loof gevormd. Onder welke condities een ras het best gedijt, hangt af van de gevoeligheid van dat ras voor daglengthe. Ieder ras heeft een kritische daglengthe. Dit betekent dat een ras alleen knollen gaat vormen wanneer de daglengthe korter of gelijk is aan die kritische daglengthe. Late rassen die in ons land (lange dag) worden geteeld, hebben een kortere kritische daglengthe dan de vroegere rassen. Naarmate latere rassen bij kortere daglengthe worden geteeld, gaan ze

zich meer gedragen als vroege rassen. Sommige late rassen met een erg korte kritische daglengthe vormen onder lange-dagcondities helemaal geen knollen.

Zoals gezegd speelt de temperatuur in het bovenstaande ook een belangrijke rol en bepaalt mede hoe het effect van een bepaalde daglengthe er uitziet. In het algemeen vervroegen lage temperaturen, vooral lage nachttemperaturen, en een korte daglengthe de knolaanleg. Omgekeerd vertragen een lange daglengthe en hoge temperaturen de knolaanleg. Dit zorgde er bijvoorbeeld voor dat in de warme zomer van 1976 het ras Irene begin juli nog altijd geen knollen had gevormd. Dit effect wordt nog versterkt door een groot stikstofaanbod (afbeelding 6).

Het vervroegende effect van een kortere daglengthe is bij lage en gematigde temperaturen (tot 20°C) bij late rassen sterker dan bij vroege rassen.

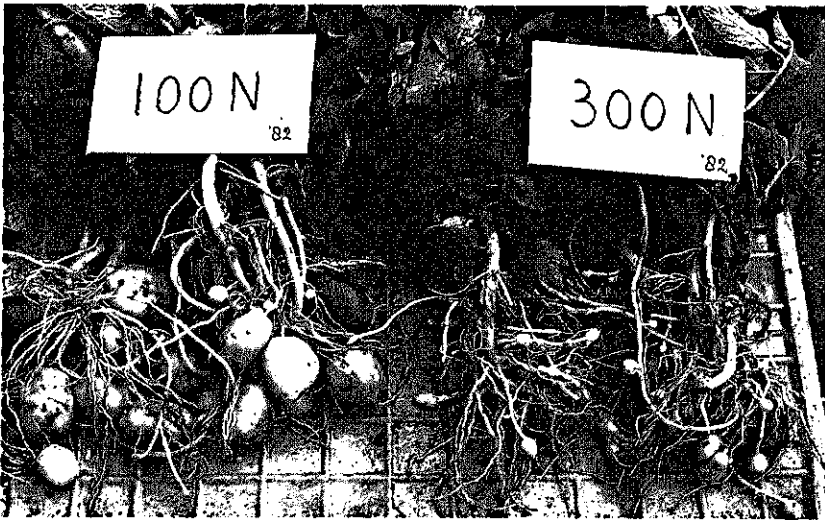
Wanneer de knollen eenmaal zijn gevormd, zijn de effecten van daglengthe en temperatuur op het groeipatroon van het gewas minder groot. Extreem hoge temperaturen kunnen echter - vooral in combinatie met een niet-optimale vochtvoorziening - leiden tot vervroegd afsterven van het gewas.

Ras

Zoals hierboven is aangegeven, spelen de eigenschappen van een ras in combinatie met andere factoren een belangrijke rol. Bij rassen die bij een korte daglengthe knollen vormen, wordt bij een lange dag de knolaanleg vertraagd of zelfs voorkomen. Rassen die zijn aangepast aan een lange-daglengthe gedragen zich bij korte dagen als vroegere rassen.

Lichtintensiteit

Hoge lichtintensiteit zorgt voor relatief minder loofgroei en bevordert de knolaanleg. Dit werkt in de richting van een vroeg gewastype. De verhouding tussen de droge stof die in het loof en de knollen wordt geïnvesteerd, verschuift in de richting van de knollen.



Afbeelding 6. Stikstof remt het op gang komen van de knolgroei.

Fysiologische ouderdom van de moederknol

Naarmate knollen worden gepoot die fysiologisch ouder zijn, wordt een vroeger type gewas gevormd. Wanneer echter poters worden gebruikt die sterk zijn verouderd, zijn opkomst en beginontwikkeling vertraagd.

Onder ongunstige bodem- en weersomstandigheden kan de opkomst zelfs geheel achterwege blijven en worden er aan de kiemen direct nieuwe knolletjes gevormd, zogenaamde onderzeeërs. Onder korte-dagcondities, kan fysiologisch oud pootgoed aanleiding geven tot een te beperkte loofontwikkeling.

Stikstof

Wanneer een gewas royaal met stikstof is bemest, wordt er meer loof gevormd. Dit heeft als regel tot gevolg dat de groei van de knollen trager op gang komt. Dit komt doordat er in verhouding meer droge stof naar het loof gaat en er dus minder over blijft voor de knollen (afbeelding 6).

Het betekent dat de maximale groeisnelheid

van de knollen later wordt bereikt en dat de achterstand in knolopbrengst die het gewas in het begin van het groeiseizoen oploopt, blijft bestaan totdat de productie van een matiger bemest gewas begint terug te lopen en het zwaar bemeste gewas de achterstand kan inhalen. Soms is er geen gelegenheid om de achterstand in te halen, omdat het loof met het oog op een tijdige oogst moet worden vernietigd. Vooral bij laatrijpende rassen is daarom een gematigde stikstofbemesting van belang. In de eerste plaats kan een hoge stikstofbemesting opbrengst kosten, in de tweede plaats moet een onrijp gewas worden gedood (dikwijls doodgespoten met behulp van veel actieve stof) hetgeen nadelig is voor de kwaliteit van de te oogsten aardappelen.

Bij het streven naar een matige stikstofbemesting kan deling van de stikstofgift in combinatie met het gebruik van de 'bladsteeltesmethode' of het NBS-systeem een goed hulpmiddel zijn. Deze methoden worden beschreven in het hoofdstuk 'Bemesting'.

Water

Naarmate water gemakkelijker opneembaar is, is de loofgroei uitbundiger. Dit is één van de redenen waarom er op beregende en vochthoudende zand- en dalgrond vaak meer loof wordt gevormd dan op kleigronden. Hierin speelt echter ook stikstof een rol. Door de aanwezigheid van veel water is ook de aanwezige stikstof makkelijk opneembaar. Zoals hiervoor reeds is vermeld, zorgt ook stikstof voor de vorming van meer loof.

Plantdichtheid

Een hogere plantdichtheid en dus een hogere dichtheid van stengels stuurt in de richting van een vroeger gewas. Het gewas heeft de grond wat eerder volledig bedekt, de knolgroei komt sneller op gang en het gewas sterft ook iets eerder af. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat er per stengel wat minder stikstof beschikbaar is. Vandaar ook dat de stikstofbemesting - zonder nadelige gevolgen - iets hoger kan zijn op gewassen met een hogere stengel- of plantdichtheid.

Dagelijkse productie van droge stof

Voor een hoge dagelijkse droge-stofproductie is het in de eerste plaats noodzakelijk dat een zo groot mogelijk deel van het ingestraalde zonlicht wordt benut. Een volledige bedekking van de bodem met groen loof zorgt ervoor dat alle straling door het loof wordt onderschept. Om het loof de onderschepte straling zo goed mogelijk te laten benutten, moet de verzorging met water en nutriënten in orde zijn. Wanneer er bijvoorbeeld tekort aan water is, worden de huidmondjes gesloten. Hierdoor daalt de productie per dag. Het onderschepte licht kan dan niet maximaal worden benut. Naast water- en nutriëntenvoorziening moeten ook andere factoren, zoals de temperatuur, zich in de nabijheid van hun op-

timum bevinden. Alleen dan kan het gewas een productie bereiken die in de buurt komt van de productie die op een dag maximaal mogelijk is.

Seizoensproductie van droge stof

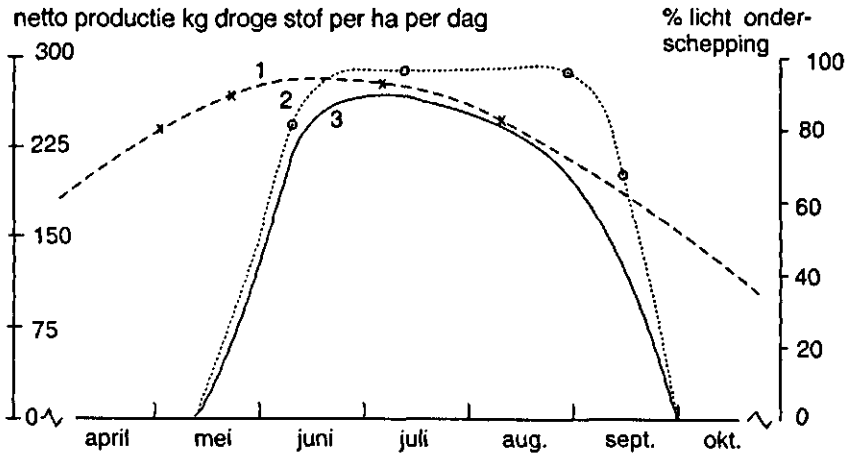
De mate van grondbedekking en de duur van de periode waarin de grond bedekt is met groen loof, bepaalt de hoeveelheid straling die in een seizoen kan worden opgevangen (figuur 4). De uiteindelijke opbrengst van een gewas blijkt een sterk verband te vertonen met deze totale hoeveelheid onderschepte straling.

Voor een hoge seizoensproductie is het daarom nodig dat de bodem zo lang mogelijk volledig met loof wordt bedekt. Dit vraagt een snelle beginontwikkeling en lang groen blijven van het gewas.

Er zijn verschillende mogelijkheden om het groeiseizoen van een aardappelgewas te verlengen. Dit kan zowel aan het begin als aan het eind van het seizoen.

Een vroege start en een snelle beginontwikkeling kunnen worden bereikt door vroeg te poten en door het pootgoed voor te kiemen. Vroeg poten kan echter worden belemmerd door eigenschappen van ras en bodem en door de temperatuur. Sommige rassen verdragen het slecht om in een koude grond te worden gepoot. Wanneer een ras na voorkiemen niet meer in staat is om lang genoeg groen te blijven, gaat het voordeel van voorkiemen aan het eind van het seizoen weer verloren. Voor kiemen biedt ook de mogelijkheid om laatrijpende rassen eerder voldoende afgerijpt te oogsten. Bij voorkeur moet op het moment van loofdoding de grondbedekking met groen loof niet meer dan circa 40% bedragen. Dit komt de kwaliteit en ook de bewaarbaarheid ten goede.

Voor een voldoende lang groeiseizoen is het



- 1= x - x potentiële productie bij 100% lichtonderschepping
- 2= o.....o lichtonderschepping door het gewas aardappelen
- 3= — droge-stofproductie gewas aardappelen

Figuur 4. De droge-stofproductie van het gewas aardappelen in relatie tot de lichtonderschepping (naar Sibma, 1977).

verder van belang dat de voorziening met nutriënten, in het bijzonder stikstof, en water toereikend is. Wanneer er aan één van de twee of beide een tekort ontstaat, kan de groeiperiode van het gewas ernstig worden bekort. De groeiperiode van een ras kan echter niet onbepaald met stikstof worden verlengd. De rijptijd van het ras kan met extra stikstof één à twee weken worden verlengd.

Droge-stofverdeling

Voor een hoge knolopbrengst is het gunstig dat een groot deel van de geproduceerde droge stof in de knollen wordt geïnvesteerd. De verhouding tussen de hoeveelheid droge stof die uiteindelijk in de knollen wordt opgeslagen en de totale hoeveelheid droge stof in de hele plant wordt de oogstindex genoemd. Men zou kunnen zeggen dat het gewas efficiënter produceert naarmate de oogstindex hoger is. Wanneer meer droge stof in het loof

wordt geïnvesteerd dan nodig is, gaat dat onnodig ten koste van de knolopbrengst en neemt de oogstindex af.

In het vorige hoofdstuk werd besproken welke factoren (de verhouding tussen) loof- en knolgroei beïnvloeden.

Droge-stofgehalte van de knollen

Het droge-stofgehalte (onderwatergewicht) van de knollen verschilt per ras, per locatie en per jaar en wordt ook door (stikstof- en kali)bemesting beïnvloed. Wanneer bij dezelfde hoeveelheid droge stof per hectare het droge-stofgehalte in de knollen lager is, dan zal de opbrengst hoger zijn, doordat de oogst meer water bevat. De invloed van teeltmaatregelen op het droge-stofgehalte en de consequenties daarvan worden uitgebreider besproken in het hoofdstuk over kwaliteitseigenschappen.

Potentiële productie

Om te bepalen of een zeker opbrengstniveau van een gewas aardappelen relatief goed of slecht is, moet bekend zijn wat de theoretisch maximaal haalbare productie in een bepaald gebied is.

Een definitie van de potentiële opbrengst is 'de opbrengst van een gewas dat dankzij een goede voorziening met water en nutriënten ongestoord kan produceren, dat niet is aangetast door ziekten en plagen en dat de beschikbare groeiperiode ten volle benut'. Hiervoor is het nodig dat het gewas de bodem zo lang mogelijk volledig bedekt, zodat al het invallende zonlicht kan worden opgevangen. Daarnaast moet het aanwezige loof ongestoord kunnen functioneren.

Een gewas dat in ons land begin mei bovenkomt en tot eind september ongestoord kan produceren, is in staat om 22 ton droge stof in de knollen op te slaan. Omgerekend naar uitbetalingsgewicht betekent dit een knolopbrengst van ongeveer 100 ton. Om na te gaan in hoeverre het in het zetmeelaardappelteeltgebied mogelijk zou zijn om het niveau van de potentiële productie te halen, zijn omstreeks 1980 de zogenaamde 100-tons-proe-

ven uitgevoerd. Dit is gebeurd op de proefboerderij Kooyenburg en de toenmalige proefboerderijen te Borgercompagnie en Emmercompasuum. Op de laatstgenoemde proefboerderijen lukte het om met het ras Astarte op een perceeltje van een halve hectare een opbrengst (uitbetalingsgewicht) te halen van 85 à 90 ton per ha. Deze proeven hebben laten zien, dat de potentiële productie dicht kan worden benaderd bij toepassing van de juiste teeltmaatregelen en voldoende regen.

Er zijn verschillende redenen waarom de potentiële productie meestal niet wordt gehaald. Om te beginnen kan het voorkomen dat het maximaal aantal groeidagen niet kan worden bereikt, bijvoorbeeld door laat poten of een trage beginontwikkeling. Het loof moet gedurende de gehele periode gezond en onbeschadigd blijven. Door slecht pootgoed, gebrek aan nutriënten en door ziekten en plagen kan de oppervlakte en/of het functioneren van het loof verminderen, waardoor eveneens de hoeveelheid onderschepde en/of benutte straling afneemt. Een zeer belangrijke factor is de vochtvoorziening. Wanneer de hoeveelheid bodemvocht beperkt is, sluit de plant tegen uitdroging haar huidmondjes. Hierdoor neemt echter ook de productiesnelheid af, waardoor de maximale dagproductie niet wordt gehaald.

VRUCHTOPVOLGING

De van nature zure zand- en veenkoloniale gronden van Noordoost-Nederland zijn zeer geschikt gebleken voor de teelt van aardappelen. Bij de traditionele inrichting van het bouwplan, waarbij aardappelen worden afgewisseld met granen en/of suikerbieten is de teeltfrequentie van aardappelen niet van invloed gebleken op vruchtbaarheid en structuur van de bodem en heeft ze geen of althans geen meetbaar effect op opbrengst en kwaliteit van het geoogste product (Mulder e.a., 1990). Dit is echter niet het geval als andere gewassen in het bouwplan worden opgenomen, zoals bleek na de introductie in het gebied van erwten, slabonen, veldbonen, peen en andere grove groenten- en sierteeltgewassen.

Teeltfrequentie

Uit vruchtwisselingsonderzoek in de Veenkoloniën is gebleken dat, bij eenzelfde niveau van aardappelmoeheidsbesmetting de teeltfrequentie geen invloed heeft op de opbrengst (uitbetalingsgewicht) van zetmeelaardappelen. Bij het onderzoek op het langjarige vruchtwisselingsproefveld (AGM 600) op de A.G. Mulderhoeve te Emmercompasuum gaf alleen het object 1 op 1 aardappelen een duidelijk lager uitbetalingsgewicht (tabel 2). Het

besmettingsniveau met aardappelcystealtjes was op dit object echter twee maal zo hoog als op de objecten met een ruimere teeltfrequentie. Ook bij het Bedrijfssystemenonderzoek op "Borgerswold" bij Veendam was geen relatie tussen teeltfrequentie en opbrengstniveau aantoonbaar. Wel is het zo dat de kans op het optreden van sommige andere specifiek op de aardappel gerichte bodemziekten groter wordt naarmate de teeltfrequentie van aardappelen hoger is. Zo werd op het proefveld AGM 600 waargenomen dat, vooral bij een hoge stikstofgift, bij een toenemende teeltintensiteit stengelaantasting door *Rhizoctonia* toenam. Op langjarige vruchtwisselingsproefvelden van het HLB op de Geert Veenhuizenhoeve, Kooijenburg en op de A.G. Mulderhoeve met de voor het zetmeelaardappelgebied traditionele akkerbouwgewassen aardappelen, suikerbieten en granen werd geen verband gevonden tussen een intensievere aardappelteelt en de mate van aantasting door *Rhizoctonia* (tabel 3). Ook was op deze langjarige proefvelden geen verband aantoonbaar voor de mate van aantasting van het aardappelgewas door de verwelkingsziekte (*Verticillium dahliae*) en de intensiteit van de aardappelteelt. Er bleek geen verschil in aantasting tussen de 1:4-, de 1:3- en de 1:2-aardappelteelt; alleen bij de continueelten met aardappelen bleek het gewas

Tabel 2. Effect van de teeltfrequentie op het uitbetalingsgewicht van zetmeelaardappelen van het ras Elles, geteeld op dalgrond (vruchtwisselingsproefveld AGM 600, periode 1987-1989).

teeltfrequentie	ton per ha	relatief
1 : 4	69,3	100
1 : 3	71,3	103
1 : 2	72,0	104
1 : 1	67,7	98

Tabel 3. Effect van de rotatie en het stikstofniveau op de stengelaantasting (index 0-100) door *Rhizoctonia*, gemiddeld over twee organische-stofniveaus in 1988 en 1989 (vruchtwisselingsproefveld AGM 600, Emmercompascuum).

rotatie	vruchtopvolging	teeltfrequentie	stikstof	
			N1	N2
A	aardappelen-tarwe-bieten-haver	1:4	18 a*	14 a
C	aardappelen-bieten-tarwe	1:3	23 a	27 b
D	aardappelen-bieten-aardappelen-tarwe	1:2	36 b	48 c
H	aardappelen (continuecult)	1:1	41 b	60 d

* Indices in dezelfde kolom met dezelfde letter erachter verschillen niet significant van elkaar ($P=0,05$).

zwaarder aangetast.

Naarmate een bodembehandeling met nematociden minder vaak mag worden uitgevoerd zal de maximale teeltfrequentie meer en meer worden bepaald door de beschikbaarheid van rassen met een adequate resistentie tegen het dan overheersende type aardappelcysteaaltje.

Voorvrucht

In het voor dit gebied traditionele bouwplan spelen bieten bij het tegengaan van aaltjeschade in aardappelen een cruciale rol. Deze plant is een zeer slechte waard voor zowel het noordelijk wortelknobbelaaltje als voor het wortellesie-aaltje, waardoor na de bietenoogst zeer lage, voor aardappelen niet schadelijke populaties van deze aaltjes in de grond achterblijven. Ook kruisbloemige gewassen als koolzaad, diverse koolsoorten en bladrammenas behoren tot de slechte waardgewassen voor deze aaltjes en passen goed in een bouwplan met aardappelen.

Uit een oogpunt van aaltjesbeheersing zijn vrijwel alle andere gewassen als voorvrucht voor aardappelen minder geschikt dan bieten. Onder granen en grassen neemt de populatie van het noordelijk wortelknobbelaaltje weliswaar sterk af, maar het zijn alle meer of minder goede waardgewassen voor wortellesie-aaltjes en voor de vrijlevende wortelaaltjes van de familie der Trichodoridae, de overbrengers van het tabaksratelvirus dat, af-

hankelijk van het aardappelras en de stam van het virus stengelbont en/of kringerigheid kan veroorzaken. Met name op maïs en Italiaans raagrass kunnen deze aaltjessoorten zich zeer sterk vermeerderen.

Alle vlinderbloemige gewassen, met name droge peulvruchten (erwten en veldbonen) en rode en witte klaver zijn zeer goede waardplanten voor zowel het noordelijke wortelknobbelaaltje als het wortellesie-aaltje; aaltjes die afzonderlijk matig, maar gezamenlijk voor aardappelen zeer schadelijk kunnen zijn. Bovendien vermeerderd de schimmel *Verticillium dahliae* sterk op deze gewassen. In combinatie met het wortellesie-aaltje als wegbe-reider is deze schimmel zeer schadelijk voor de voor deze vaatbundelziekte gevoelige middenvroeg tot middenlate aardappelras-sen. Vooral in warme zomers sterven deze rassen daardoor veel te vroeg af, wat een negatief effect heeft ten aanzien van de haalbare opbrengst. Wat betreft de beheersing van vooral vrijlevende aaltjes en een aantal schimmelziekten (met name *Verticillium* en gewone schurft) blijkt er voor de lichte gronden geen ideaal vruchtwisselingsstelsel te bestaan.

Hoewel oud grasland, kunstweiden en graszaadgewassen in het algemeen bekend staan als goede voorvruchten voor aardappelen be-invloeden ze wel het optreden van gewone schurft en poederschurft. Grasachtigen (granen en grassen) staan bekend als waardplan-ten van *Streptomyces scabies* en bouwen de

populatie van dit organisme in de grond sterk op. Op gescheurd grasland worden soms onverwacht hoge knolaantastingen door poederschurft aangetroffen. Dit hangt mede samen met de levenswijze van *Spongospora subterranea*, die zich in stand kan houden op de wortelharen van onder andere grasachtigen en onkruiden zonder daarbij de karakteristieke

wratjes met sporenballen te kunnen vormen.

Om overdracht van besmetting van het gras naar het aardappelgewas te voorkomen, verdient het aanbeveling een voldoende lange periode (circa vijf maanden) aan te houden tussen het poten en het scheuren van de grasmat (dus voor de winter).

RASSENKEUZE

Belangrijke criteria voor rassenkeuze van zetmeelaardappelen zijn:

AM-situatie: Het meest bepalend voor de rassenkeuze van zetmeelaardappelen is de aardappelmoehedssituatie: de mate van besmetting van het perceel en het type populatie van het aardappelcysteaaaltje. Het te kiezen ras zal bij voorkeur voldoende resistent moeten zijn tegen de op het perceel aanwezige populatie, zodat -zo mogelijk- geen verdere vermeerdering optreedt. Verder zal het te kiezen ras, met name bij zwaardere AM-besmettingen, voldoende tolerant moeten zijn. Dit betekent dat het ras ook bij een zware AM-besmetting een goede opbrengst kan geven.

Wratziekte-situatie: In bufferzones, rondom besmette percelen, is uitsluitend de teelt van resistente rassen toegestaan. Om de wratziekte in het zetmeelaardappelteeltgebied te kunnen beheersen, wordt geadviseerd om alleen resistente- of matig tot hoog veldresistente (resistentiecijfer 7 t/m 9) aardappelrassen te telen.

Grondsoort: Sommige zetmeelrassen leveren op dalgrond een hoger uitbetalingsgewicht dan op zandgrond en omgekeerd. Zo gedijen Elkana en Karida het beste op dalgrond, terwijl Seresta op zandgrond de hoogste zetmeelopbrengst geeft.

pH van de grond: Recent onderzoek heeft aangetoond, dat de pH van de grond bij be-

paalde rassen in belangrijke mate bepaalt hoe groot de opbrengstschade bij een bepaalde aaltjesdichtheid is. Naarmate de pH hoger is, bleek de opbrengstschade doorgaans groter te zijn. Daarom speelt ook de pH van de grond een rol bij de rassenkeuze voor een bepaald perceel.

Gewenste rijptijd van het gewas: Voor aflevering als voormalers zijn uitsluitend vroeg(er) rijpende rassen met een vroege knolzetting geschikt.

Laat rijpende rassen geven in de periode half augustus tot half september niet alleen een te lage opbrengst, maar voldoen ook kwalitatief minder goed. Dit geldt bijvoorbeeld voor de kwaliteit van het zetmeel: te kleine korrels en verontreiniging vanwege een grotere kans op beschadiging en daardoor vuilinsluiting.

Bewaarbaarheid: Lang niet alle rassen zijn geschikt voor langdurige bewaring. Dit kan worden veroorzaakt door te grote zetmeelverliezen of de vatbaarheid voor bewaarziekten zoals Fusariumdroogrot tijdens de bewaarperiode.

Erg laat rijpende rassen zijn in principe ook minder geschikt voor bewaring. Ze zijn eind september meestal nog onvoldoende afgerijpt om vóór half oktober met een goed afgeharde schil te kunnen worden gerooid. Rassen met een (vrij) goede bewaarbaarheid zijn ondermeer: Karida en Karnico.

POOTGOEDBEHANDELING

Fysiologie van de knol

Behalve onder extreme omstandigheden zal een pootaardappel direct na de oogst niet kiemen, ook niet onder voor kieming ideale omstandigheden. De knol is dan in kiemrust. Na de kiemrust, waarvan de lengte van ras tot ras sterk kan verschillen, treedt onder gunstige omstandigheden wel kieming op.

Eerst wordt slechts één kiem gevormd, de zogenaamde topspruit; daarna volgt een periode waarin meerdere kiemen uitgroeien. Bij oude knollen gaan de kiemen vertakken en tussloten vormen zich kleine knolletjes aan de kiemen. De knol is dan 'versleten' en kan geen plant meer leveren. Dit verschijnsel kan zich ook in de grond voordoen. Na het poten groeien de kiemen dan niet uit, maar worden er knolletjes gevormd. We noemen dit verschijnsel 'onderzeeërvorming'.

Vanaf het tijdstip van knolaanleg tot onderzeeërvorming maakt de knol dus verschillende ontwikkelingsstadia door.

Dit verschijnsel noemen we fysiologische veroudering. Het groeivermogen van een pootaardappel, gedefinieerd als het vermogen om onder gunstige omstandigheden te kiemen en een plant te produceren, wordt bepaald door de fysiologische leeftijd van de knol.

Factoren die de lengte van de kiemrust bepalen

De lengte van de kiemrust wordt ondermeer bepaald door de volgende factoren; de weersomstandigheden tijdens het groeiseizoen inclusief de periode vanaf loofvernietiging tot oogst, de rijpheid van de knollen, de aanwe-

zigheid van beschadigingen, de bewaartemperatuur en de bewaaratmosfeer. De kiemrustduur is bovendien rasafhankelijk. Zo kiemen rassen als Karida en Seresta veel sneller dan bijvoorbeeld Elles en Karnico. Na een warme zomer zijn aardappelen doorgaans kiemlustiger dan na een koel groeiseizoen. Rijpe of beschadigde (gesneden) knollen kiemen eerder dan onrijpe of onbeschadigde knollen.

Hoge temperaturen tijdens de bewaring stimuleren de kieming. Wisselende temperaturen tijdens de bewaring hebben bij rassen met een kortere kiemrustduur geen effect of verlengen de kiemrust. Bij rassen met een lange kiemrustduur kunnen temperatuurvariaties tot een geringe verkorting van de kiemrust leiden.

Factoren die de kiemgroei beïnvloeden

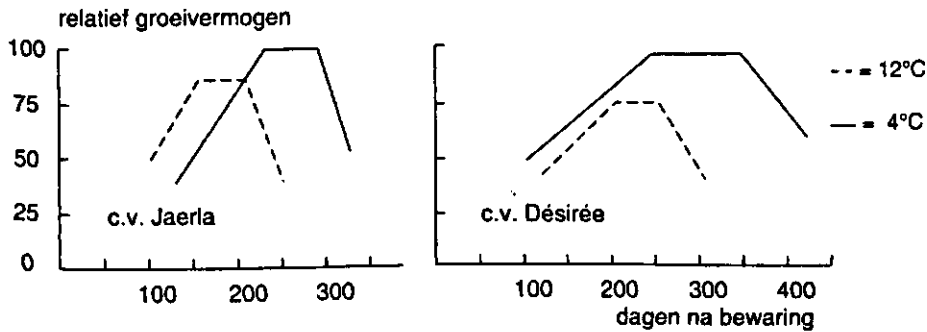
Het aantal kiemen dat zich op een knol ontwikkelt, is afhankelijk van de knolgrootte, maar ook van de fysiologische leeftijd van de knol op het moment dat de kiemgroei begint.

Direct na de kiemrust ontwikkelt zich meestal slechts één kiem per knol, de zogenaamde topspruit. Als deze kiem wordt afgebroken, gaan zich meer kiemen ontwikkelen.

Als de kieming pas op gang komt na een aantal maanden bewaring bij lage temperaturen, bijvoorbeeld 3 - 4°C, dan wordt de 'topspruitperiode' overgeslagen en ontwikkelen zich direct meerdere kiemen per knol.

De groeisnelheid van kiemen wordt ondermeer bepaald door:

- de fysiologische leeftijd; fysiologisch erg jonge en erg oude knollen kiemen langzamer dan knollen in tussenliggende stadia;



Figuur 5. Relatie tussen de chronologische ouderdom van pootgoed, in dagen na 18 augustus en het relatieve groeivermogen van pootaardappelen (naar Van der Zaag en Van Loon, 1987).

- (diffuus) licht; dit remt de kiemgroei;
- afkiemen; bij afkiemen in een jong stadium groeien de volgende kiemen sneller. Na herhaald afkiemen neemt de groeisnelheid van de kiemen echter weer af;
- de temperatuur; beneden 3 - 4°C treedt geen kiemgroei op. De optimum-temperatuur voor kiemgroei ligt rond de 20°C.

Fysiologische leeftijd van de knol en groeiverloop van het gewas

Het groeivermogen van een poter in relatie tot zijn fysiologische leeftijd is in figuur 5 aangegeven. Aanvankelijk is het groeivermogen afwezig, de knol is in kiemrust; daarna volgt een langzame toename tot een maximum is bereikt, waarna het groeivermogen weer afneemt tot nul. Het blijkt dat de lengte van de periode met maximale groeikracht zowel ras- als temperatuurafhankelijk is.

Planten uit fysiologisch oud pootgoed kenmerken zich meestal door een snellere opkomst en beginontwikkeling, meer stengels,

een vroegere knolaanleg, een matige loofontwikkeling en een eerdere afrijping in vergelijking met planten uit fysiologisch jong pootgoed.

Bij fysiologisch erg oud pootgoed kan het aantal stengels en knollen per plant weer afnemen. Bij dergelijk pootgoed kan ook zogenaamde onderzeeërvorming optreden (afbeelding 7). Er ontwikkelen zich dan geen stengels maar direct op de knol of aan de kiemen worden kleine knolletjes gevormd.

Dergelijk pootgoed wordt wel 'versleten' genoemd. Bij sommige rassen kiemen de onderzeeërknotjes soms na enkele dagen en kunnen alsnog een plant leveren. Onderzeeërvorming treedt bij fysiologisch oud pootgoed vooral op bij koud, nat weer na het poten of wanneer bijvoorbeeld direct na vroeg poten een volledige rug is gevormd. Daarom moet fysiologisch oud pootgoed van onderzeeërgewoelige rassen, zoals Astarte, Florijn en Seresta, bij voorkeur niet te vroeg worden gepoot.

Het ideale fysiologische ontwikkelingsstadium van een pootaardappel hangt vooral af van de lengte van het voor de teelt beschikbare



Afbeelding 7. Onderzeer.

groeiseizoen. Zo is voor zetmeelaardappelen, die volledig kunnen uitgroeien, fysiologisch jonger pootgoed gewenst dan voor pootgoed-

productie van hetzelfde ras. Men kan ook zeggen: naarmate een bepaald gewas vroeger wordt geoogst moet het pootgoed - binnen de periode met maximaal groeivermogen - fysiologisch ouder zijn.

Verreweg de meeste in ons land gebruikte rassen bevinden zich - zelfs na koude bewaring - in april in het fysiologisch stadium van maximaal groeivermogen. Alleen rassen met een korte kiemrust, die bovendien fysiologisch snel verouderen of met een normale kiemrust maar een zeer snelle fysiologische veroudering, zoals Astarte, kunnen fysiologisch te oud zijn, zeker als pas laat kan worden gepoot. Dit kan bij ongunstige groeiomstandigheden tot onderzeeërvorming leiden.

Enkele rassen met een erg lange kiemrust zoals Elles en Karnico hebben na een koude bewaring vaak hun maximale groeivermogen bij het poten nog niet bereikt. Dit uit zich in een trage opkomst en langzame beginontwikkeling. Dergelijke rassen moeten bij 5 à 6°C worden bewaard in plaats van bij 3 à 4°C.

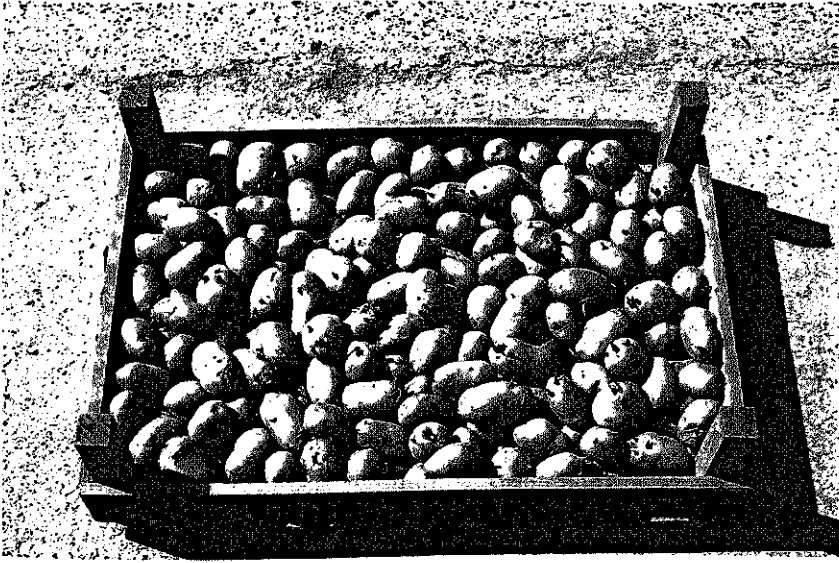
Pootgoedvoorbehandeling

Goed of beperkt voorkiemen?

De voorbehandeling van pootgoed moet in principe gericht zijn op een vlotte opkomst en

Tabel 4. Effect van al dan niet voorkiemen op het uitbetalingsgewicht, in relatieve cijfers van een viertal rassen met een verschillende rijptijd bij drie verschillende oogsttijden (gemiddelde van de jaren 1989-1991) op de proefboerderijen 't Kompas en Kooijenburg (v.k. = voorkiemen, w.p. = witte puntjes).

ras	oogsttijd					
	half augustus		half september		half oktober	
	v.k.	w.p.	v.k.	w.p.	v.k.	w.p.
Belita	95	89	110	110	111	110
Astarte	90	76	116	106	126	119
Elles	84	72	114	104	125	121
Karnico	58	52	103	90	117	113



Afbeelding 8. Goed voorgekiemd pootgoed levert ten opzichte van 'witte puntjes' een gewasvervroeging van 7-10 dagen.

een snelle begingroei van het gewas na poten. Dit kan het best worden bereikt door pootgoed zodanig voor te kiemen, dat bij het poten afgeharde kiemen, met een lengte van 1 à 2 cm en voorzien van wortelprimordia, aanwezig zijn. Afharden van de kiemen is nodig om kiembreuk en kiembeschadiging bij het poten zoveel mogelijk te beperken. Dergelijk pootgoed komt 7 - 10 dagen eerder op dan pootgoed dat bij het poten nog slechts heel korte kiempjes heeft van 1 - 2 mm lengte, de zogenaamde witte puntjes. Voorkiemen is vooral van belang om de afrijping van late en zeer late rassen te vervroegen.

Toch blijkt goed voorgekiemd pootgoed bij de teelt van zetmeelaardappelen niet altijd de hoogste opbrengst te leveren. Dit hangt af van ras, grondsoort en groei-omstandigheden.

Vooral middenvroeg rijpende rassen sterven vaak te vroeg af als voorgekiemd pootgoed is gebruikt. Met pootgoed dat in het 'witte-puntjesstadium' wordt gepoot, worden in dergelijke gevallen dikwijls minstens zo goede resultaten bereikt.

In het algemeen geldt, dat voorkiemen van pootgoed voor de teelt van zetmeelaardappelen eerder zinvol is naarmate:

- het groeiseizoen korter is en derhalve onrijper moet worden geoogst (pootgoed, voormalers) (tabel 4);
- rassen van nature later afrijpen;
- late rassen worden geteeld, die geruime tijd moeten worden bewaard; het voorkiemen leidt dan tot een beter afgerijpt gewas op het moment van loofdoding;
- het pootgoed op het tijdstip van poten zwakker is, bijvoorbeeld bij onderzeeërgevoelige rassen die één keer of vaker zijn afgekiemd.

Bij laatrijpende rassen kan voorkiemen de opbrengst gunstig beïnvloeden (tabel 4). Voorkiemen kan bij deze rassen vooral ook een positieve invloed hebben op de kwaliteit, vanwege een betere afrijping op het tijdstip van loofvernietiging. Dit geldt ondermeer voor kwaliteitseigenschappen als drogestofgehalte, suikergehalte en mate van vuilinsluiting in beschadigingen. Ook zal de be-

waarbaarheid beter zijn. Een snelle beginontwikkeling van het gewas heeft verder het voordeel dat de grond in relatief korte tijd volledig is bedekt. Hierdoor krijgt het onkruid minder kans.

Bij het poten moet het pootgoed in elk geval 'wakker' zijn, dat wil zeggen er moeten kleine kiempjes ('witte puntjes') zichtbaar zijn. Is dit niet het geval, dan bestaat - vooral onder ongunstige groei-omstandigheden - het risico dat de periode tussen poten en opkomst erg lang wordt. Daardoor krijgen ziekten als Fusarium en Rhizoctonia meer kans om poter en kiemen aan te tasten. Dit kan leiden tot een holle, onregelmatige stand van het gewas.

Hoe voorbehandelen?

In de praktijk wordt nog niet altijd voldoende aandacht besteed aan de bewaring en de voorbehandeling van het pootgoed. Dit kan zich uiten in te lange kiemen en daardoor overmatig vochtverlies, in bevroren knollen of in het optreden van bewaarziekten zoals Fusarium en zilverschuift.

Pootgoed bestemd voor de teelt van zetmeel-aardappelen kan zowel in een met buitenlucht als in een mechanisch gekoelde ruimte worden bewaard. Mechanische koeling maakt een bewaring bij 3 - 4°C mogelijk, waarbij kieming kan worden voorkomen. Bij vlot kiemende rassen zoals Karida en Producent, betekent buitenluchtkoeling dat men soms in maart of april het pootgoed één of meer keren moet omstorten vanwege een te uitbundige kiemgroei.

Voor gezonde partijen, waarin geen rotte knollen voorkomen, is dit - behalve soms voor onderzeeërgevoelige rassen - geen bezwaar. Een ras als Karida verdraagt afkiemen echter slecht en kan daarom beter wat koeler worden bewaard, zodat afkiemen niet nodig is.

Voorkiemen

Als het pootgoed moet worden voorgekiemd, wordt het - na het zonodig verwijderen van de topspruit - eind januari (late rassen) of half februari (vroeg rassen) in kiembakken of kiemzakken gedaan. Als op dat moment verder nog geen kiemen aanwezig zijn, wordt meestal een 'warmtestoot' gegeven. Bij een warmtestoot wordt meestal gedurende enkele dagen een temperatuur van 15 - 20°C aangehouden in de bewaar ruimte totdat de kiemen een lengte hebben van ongeveer een halve cm. Daarna wordt het pootgoed in (diffuus) licht geplaatst om de kiemen te laten afharden. In plaats van een warmtestoot kan men het pootgoed ook bij een temperatuur van 8 - 10°C plaatsen. Uit PAV-onderzoek is gebleken dat er dan niet minder kiemen worden gevormd dan bij 15 - 20°C. Wel duurt het langer voordat de kiemen een lengte hebben van 0,5 cm.

Het afharden van kiemen kan binnen gebeuren bij kunst- of daglicht of buiten. Buiten worden doorgaans steviger kiemen verkregen, zeker ten opzichte van bewaring bij kunstlicht. Vooral als het poten langdurig moet worden uitgesteld, kan de kieming buiten beter in de hand worden gehouden. Voorwaarde is dan wel dat de pootaardappelen op de wind staan. Hierdoor wordt voorkomen dat de kiemen te lang worden en wortels gaan vormen.

'Witte puntjes'

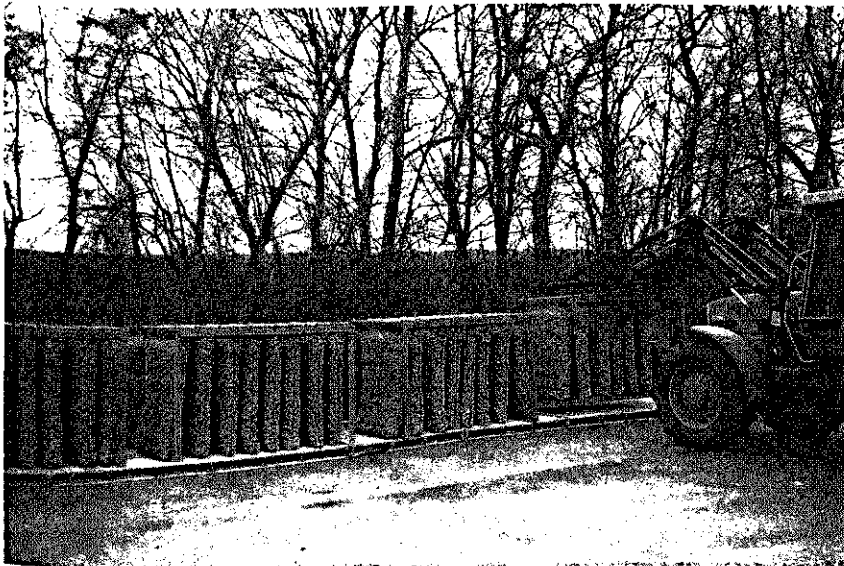
Als in een met buitenlucht gekoelde bewaarplaats wordt bewaard en niet wordt voorgekiemd, zal het pootgoed een week voor het poten vaak kortere of langere kiemen hebben. Zeker als er sprake is van topspruiten dient er te worden afgekiemd. Door dan nog circa een week bij de omgevingstemperatuur te bewaren, ontwikkelen zich nieuwe kiempjes ('witte puntjes'). In een erg laat voorjaar kan men het afkiemen bij onderzeeërgevoelige rassen als Astarte en Karida echter beter achterwege laten.

Voorkiemen in bakjes, zakken of kisten

Het voorkiemen van pootaardappelen wordt nog veelvuldig uitgevoerd in kiembakjes met een inhoud van circa 10 kg. Een nadeel van voorkiemen in kiembakjes is de bewerkelijkheid van deze methode. Dit leidt bijvoorbeeld tot vertraging bij het poten. Een mogelijkheid om de arbeidsbehoefte bij het voorkiemen aanzienlijk terug te dringen, biedt de voorkiemzak die een inhoud heeft van 125 kg. Deze methode, die een vergelijkbare investering vraagt als voorkiembakjes, voldoet goed in de praktijk. Het vullen van de pootmachine aat aanmerkelijk sneller uit voorkiemzakken dan uit kiembakjes. Op beperkte schaal wor-

den ook stapelbare voorkiembakken gebruikt met een inhoud van circa 600 kg (Systeem Germs).

Steeds vaker worden bij de opslag van pootgoed voor de teelt van zetmeelaardappelen tons - en kuubs-kisten ingezet. Door de kisten tijdens de bewaarperiode enkele keren om te storten, blijven uiteindelijk enkele tamelijk stevige kiemen op de knol intact. PAV-onderzoek heeft aangetoond, dat begin augustus een opbrengstniveau met deze voorbehandelingsmethode kan worden bereikt dat ligt tussen dat van goed voorgekiemd pootgoed en van pootgoed met witte puntjes. Voorwaarde voor de toepassing van deze methode is, dat de partij geen rotte knollen bevat.



Afbeelding 9. Voorkiemzakken (foto Joppe).

STANDDICHTHEID

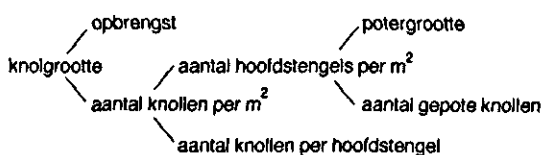
De standdichtheid van een gewas kan beter worden uitgedrukt in het aantal hoofdstengels dan in het aantal planten per m². Het maakt immers nogal wat uit of men planten heeft met gemiddeld zes of met slechts drie hoofdstengels. Hoofdstengels zijn stengels die knollen dragen. Daarnaast kunnen we soms boven- en ondergrondse zijstengels onderscheiden (afbeelding 2). De standdichtheid van een gewas is in tweeërlei opzicht belangrijk. Ze is medebepalend voor zowel de opbrengst als de knol kwaliteit, in het bijzonder van de knolgrootte.

Opbrengst

Als de standdichtheid onvoldoende is als gevolg van te wijd poten, dan zal pas laat of zelfs helemaal geen volledige grondbedekking met groen loof worden bereikt. Een gewas produceert pas maximaal bij een volledige grondbedekking. Een te laat sluitend gewas kost daarom opbrengst. Bovendien kan zich bij een laat sluitend gewas meer onkruid ontwikkelen, waarvoor nog een extra bespuiting nodig is, wat tot extra opbrengstderving kan leiden. Tenslotte is in een laat sluitend gewas de kans op het optreden van doorwas groter.

Sortering

De standdichtheid bepaalt in hoge mate de sortering van de oogst, maar heeft ook invloed op het optreden van doorwas, knolmisvorming en holle harten.



Naarmate bij een bepaald opbrengstniveau meer knollen per m² worden geoogst, zal de sortering fijner zijn. Het aantal knollen per m² hangt af van de standdichtheid (aantal hoofdstengels per m²) en van het aantal knollen per hoofdstengel. Het aantal hoofdstengels per m² tenslotte is afhankelijk van de potergrootte en van het aantal gepote knollen (zie bovenstaand schema). Al deze relaties komen duidelijk naar voren in tabel 5.

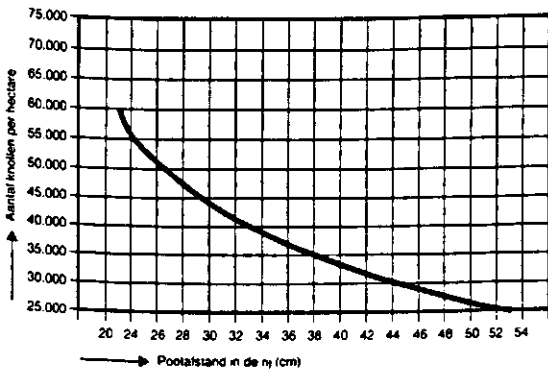
Een groter aantal planten per m² leidt tot meer hoofdstengels per m², maar tot minder hoofdstengels per plant. Ook het aantal knollen per hoofdstengel neemt af bij toenemende standdichtheid; het aantal knollen per m²

Tabel 5. Het effect van standdichtheid op de opbrengst en het aantal stengels en knollen per m² bij het ras Alpha, potermaat 35/45 mm (naar gegevens van Reestman en Schepers, niet gepubliceerd).

planten per ha	knollen per m ²	hoofdstengels		knollen per		opbrengst gram per plant
		per plant	per m ²	hoofdstengel	ton per ha	
40.000	65	4,4	18	3,6	41,8	1045
60.000	79	3,6	21	3,7	46,5	775
80.000	88	3,4	27	3,3	47,3	590
100.000	90	2,8	28	3,2	44,0	440

neemt echter toe. Aanvankelijk stijgt de opbrengst naarmate dichter is gepoot en neemt het knolgewicht per plant af.

Het aantal hoofdstengels per poter kan bij een bepaalde potergrootte variëren, afhankelijk van ras, bodemomstandigheden, pootgoedvoorbereiding en wijze van poten. Het aantal knollen per hoofdstengel hangt ook af van de vochttoestand van de grond tijdens de periode dat stolonen en knollen worden aangelegd. Bij een droge grond is het aantal aangelegde knollen geringer, met als gevolg een grovere sortering dan in een vochtige grond. De belangrijkste instrumenten om de sortering te beïnvloeden, zijn plantafstand en potergrootte. Zo wordt om een fijne sortering te bereiken wel gebruik gemaakt van grote potten, bijvoorbeeld van de maat 50/60 mm. Dit heeft echter alleen effect als eenzelfde plantafstand wordt aangehouden als bij kleinere potten. Als gevolg van een groter aantal stengels per m² bij de grote potten zal dan de sortering fijner worden.



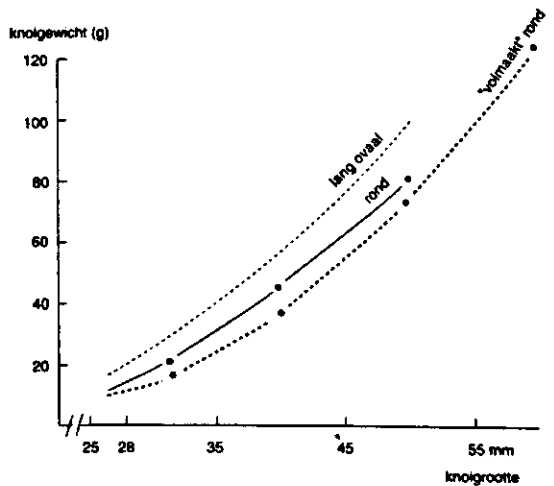
Figuur 6a. Pootafstand in de rij bij een rijenafstand van 75 cm en bij verschillende aantallen pootaardappelen per ha.

Het gewenste aantal hoofdstengels per m² hangt af van het ras en van de gewenste sortering. Voor de pootgoedteelt zijn 25 - 35 stengels per m² gewenst.

Bij de teelt van zetmeelaardappelen is de standdichtheid vooral van belang voor het bereiken van een zo hoog mogelijke opbrengst. Het hiertoe benodigde aantal stengels per m² ligt ongeveer tussen de 14 en 20. Als gezond pootgoed wordt gebruikt, kan zeker bij de later rijpende rassen, waarvan het loof zich sterk vertakt, met circa 14 hoofdstengels per m² worden volstaan. Vroeger rijpende rassen en vooral pootgoed dat niet helemaal gezond is, moet dichter worden gepoot. Als men over ruim voldoende pootgoed beschikt, is het overigens zinvol om alles te gebruiken en dus wat dichter te poten.

Pootgoedbehoefte per ha

Om te kunnen uitrekenen hoeveel pootgoed van een bepaalde maat en van een bepaald ras



Figuur 6b. Globaal verband tussen knolgrootte en knolgewicht (Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, 1989).

Tabel 6. Aantal stengels per poter, de benodigde hoeveelheid pootgoed voor een standdichtheid van 18 hoofdstengels per m² en de prijsverhouding op grond van gebruikswaarde van een viertal potermaten (naar Van Loon, 1989).

potermaat (mm)	per ha benodigd bij 18 hoofdstengels per m ²				
	aantal stengels per knol	aantal knollen	gewicht in kg	gewicht in verhoudings- getallen ¹⁾	globale prijsver- houding op grond van gebruikswaarde
28/35	3,5	51.500	1450	72	140
35/45	5	36.000	2000	100	100
45/50	6	30.000	2650	133	75
45/55	6,5	28.000	2800	140	70

1) maat 35/45 = 100

per ha nodig is om een bepaalde standdichtheid te bereiken, moet men ongeveer weten hoeveel stengels per knol kunnen worden verwacht en moet men de knolgewichten voor verschillende potergroottes kennen (figuur 6b). Voor een gemiddeld ras wordt voor de maten 28/35, 35/45 en 45/50 mm gemiddeld een aantal van respectievelijk 3,5; 5 en 6 hoofdstengels per poter aangehouden. Is het pootgoed niet in maten gesorteerd, dan kan gemiddeld met 4,75 stengels per knol worden gerekend.

De genoemde getallen kunnen echter per ras sterk variëren. Als het aantal stengels per knol bekend is, kan het benodigde aantal knollen per ha worden berekend en kan in tabel 6 de benodigde hoeveelheid pootgoed worden afgelezen (zie ook bijlage 1).

Standdichtheid en rijenafstand

Een grotere rijenafstand leidt bij eenzelfde stengeldichtheid tot een onregelmatiger stengelverdeling over het veld. Als gevolg van de grotere rijenafstand zal het gewas zich later sluiten.

Hierdoor wordt de maximale productiecapaciteit van het gewas (bij volledige grondbedekking) pas later bereikt. Dit resulteert bij rijenafstanden van 90 en 105 cm tot enige op-

brenghsterving ten opzichte van 75 cm. Bij onderzoek in de jaren zeventig op zand- en dalgrond met de rassen Prominent en Prevalent leverden rijenafstanden van 90 en 105 cm een opbrengsterving aan uitbetalingsgewicht op van respectievelijk 3 en 5%.

Standdichtheid en knol- kwaliteit

Naarmate het aantal hoofdstengels per m² geringer is, wordt de sortering van de opbrengst grover.

Hierdoor neemt de kans op knolbeschadiging bij de oogst en daarmee op vuilinsluiting en het optreden van rot toe. Dit pleit ervoor om bij grofgroeiende rassen wat dichter te poten dan voor een maximaal uitbetalingsgewicht nodig is.

Het onderwatergewicht is doorgaans iets hoger naarmate de standdichtheid groter is.

Potermaat en gewasontwikkeling

Kleine poters hebben per gewichtseenheid meer ogen dan grote poters en leveren daardoor meer stengels. Stengels uit grotere poters groeien echter in het algemeen in het begin wat sneller dan die uit kleine poters. Dit geldt vooral bij ongunstige weersomstandig-

heden, zoals een koud, nat voorjaar. Bij zetmeelaardappelen die volledig kunnen uitgroeien, leidt dit echter doorgaans niet tot opbrengstverschillen van betekenis, mits het aantal hoofdstengels per m² in beide gevallen gelijk is.

Snijden van pootgoed

Als een pootaardappel wordt doorgesneden, leveren beide helften samen meer stengels (+ 10 à 20%) dan de hele poter. Hierdoor kan op pootgoed worden bespaard. Voor grote pottermaten geldt verder, dat halve knollen een

betere verdeling van de stengels over het veld geven dan hele knollen. Dit zal leiden tot een uniformere sortering van de oogst. Snijden houdt echter ook risico's in. Zo kunnen via het snijapparaat ziekten worden verspreid. Bij de thans beschikbare apparatuur is de kans hierop echter niet groot. Wel kunnen knolstukken na poten gemakkelijker door rot worden aangetast dan hele knollen. Partijen pootgoed, waarin nat- of droogrot voorkomt, zijn daarom ongeschikt om te worden gesneden. Voor de pootgoedteelt wordt het snijden van pootgoed vanwege de bovengenoemde bezwaren afgeraden.

BEMESTING

Het doel van de bemesting van zetmeelaardappelen is het behalen van een zo hoog mogelijk uitbetalingsgewicht van hoge kwaliteit. Voor het bereiken van een financieel optimaal resultaat moeten de toegediende meststoffen zo efficiënt mogelijk worden gebruikt. Veel factoren zijn van invloed op het (financieel) slagen van de teelt van zetmeelaardappelen.

Vooraf het vaststellen van de optimale stikstofbemesting is lastig. Dit komt doordat er op de momenten waarop nutriënten moeten worden toegediend geen of weinig rekening kan worden gehouden met het nog onbekende weersverloop gedurende het groeiseizoen. Het weer bepaalt mede het verloop van processen zoals mineralisatie, denitrificatie, uitspoeling en immobilisatie. De resultante van deze processen en de bemesting is de voor het gewas beschikbare hoeveelheid stikstof. De mineralisatie is een belangrijke factor die altijd optreedt. De omvang ervan wordt bepaald door het organische-stofgehalte van de grond, de teelt van groenbemestingsgewassen, het (langdurig) gebruik van organische mest en het weersverloop. Toch is het door gewas- en bodemanalyse wel mogelijk tijdens het groeiseizoen enige controle en bijsturing uit te oefenen. Daarnaast helpen eerder opgedane ervaringen bij het bepalen van de gewenste bemesting.

Stikstof

Effecten op gewas en omgeving

Opbrengst - uitbetalingsgewicht

De stikstofbemesting is van groot belang voor de opbrengst van alle gewassen en dus ook van het aardappelgewas. De productie van droge stof is direct afhankelijk van de beschikbaarheid van stikstof. Dit komt doordat stikstof een onderdeel is van de eiwitten in het bladgroen (chloroplasten). Deze eiwitten 'vangen' de energie uit het zonlicht en gebruiken die voor de productie van koolhydraten. Stikstof beïnvloedt ook indirect de productie van droge stof. Stikstof versnelt de loofgroei, waardoor ten opzichte van een lage stikstofbemesting eerder volledige grondbedekking en daardoor een maximale productie wordt bereikt. Daarnaast zorgt stikstof ervoor dat het loof langer groen blijft. Ook daardoor kan gedurende het seizoen meer licht worden onderschept, waardoor de droge-stofproductie hoger wordt.

Wanneer de stikstofgift echter te ver wordt opgevoerd, wordt er meer loof gevormd dan voor een maximale knolproductie noodzakelijk is. Dit leidt tot een geil gewas, dat gevoeliger is voor een aantasting door *Phytophthora*

Tabel 7. Gemiddeld uitbetalingsgewicht (kg per are) op verschillende tijdstippen bij vier stikstofniveaus.

kg N per ha	rooidata				afgevroren proef
	± 22 juli	± 14 augustus	± 4 september	± 14 oktober	eindoogst
80	284	319	649	671	582
160	259	506	632	687	569
240	253	477	625	703	526
320	248	473	600	701	524

naar Loman, 1975

en dat soms te laat afrijpt. Bovendien komt de knolgroei later op gang en blijft het onderwatergewicht achter. Vooral als vroeg wordt geoogst, kan hierdoor het uitbetalingsgewicht lager zijn (tabel 7). Wanneer een hoge stikstofbemesting loofdoding in een onrijp gewas nodig maakt, is eveneens een lager uitbetalingsgewicht het gevolg.

Als een aardappelgewas is afgevroren, is een (te) ruime N-bemesting eveneens nadelig. De loofgroei van het zich herstellende gewas gaat dan te lang door, waardoor de knolproductie in het gedrang komt (tabel 7).

Kwaliteit

Te veel stikstof betekent dikwijls een te late afrijping van het gewas. Dit kan de kwaliteit van zetmeelaardappelen in verschillend opzicht negatief beïnvloeden:

Meer beschadiging: als een onrijp gewas wordt geoogst, is de knolschil meestal onvoldoende afgehard. Hierdoor is de knol gevoeliger voor beschadiging. Als er bovendien laat in het seizoen wordt gerooid, kan de beschadiging als gevolg van een lage bodemtemperatuur nog extra toenemen. Beschadigingen hebben meestal vuilinsluiting tot gevolg, wat ten koste gaat van de kwaliteit (kleur) van het meel. Verder leidt beschadiging tot een verhoogde ademhalingsintensiteit van de knollen. Als gevolg hiervan nemen de bewaarver-

liezen toe.

Een hoger suikergehalte van de knol: naarmate het suikergehalte na bewaring hoger is, is het zetmeelrendement per kg uitbetalingsgewicht lager. Daarom moet suikervorming zoveel mogelijk worden tegengegaan. Naarmate onrijper wordt geoogst, is het suikergehalte van de knollen meestal hoger. Dit wordt nog versterkt door laat - bij lage bodemtemperaturen - rooien en door een lage bewaar-temperatuur.

Milieu-aspecten

Wanneer zetmeelaardappelen behoorlijk zijn afgerijpt, kan het loof meestal alleen met loofklappen worden vernietigd. In een erg onrijp gewas is het moeilijk of onmogelijk om het loof geheel mechanisch te doden. Een hoge stikstofbemesting veroorzaakt op deze manier een hoger verbruik van chemische loofdodingsmiddelen. Hetzelfde geldt voor de inzet van Phytophthora-bestrijdingsmiddelen. Een erg loofrijk gewas is immers gevoeliger voor aantasting door Phytophthora.

Hoge stikstofgiften leiden daarnaast tot het na de oogst achterblijven van grote hoeveelheden stikstof in de bouwvoor. Deze stikstof staat gedurende de winter bloot aan uitspoeling en kan daardoor grond- en oppervlaktewater belasten.

Tabel 8. Richtlijnen voor de hoogte van de stikstofbemesting (kg N per ha) voor zetmeelaardappelen op zand- en dalgrond bij gangbare en geïntegreerde teelt.

gangbaar		richtlijn
dalgrond		275 - 1.8 N-mineraal 0-30 cm
zandgrond		275 - 1.8 N-mineraal 0-30 cm
geïntegreerd		richtlijn
dalgrond	late rassen*	180
	overige	210
zandgrond	late rassen*	210 - N-mineraal 0-30 cm
	overige	240 - N-mineraal 0-30 cm

* Rassenlijstcijfer voor rijptijd: 2,5 - 4

Richtlijnen

In tabel 8 zijn economische richtlijnen voor de stikstofbemesting van zetmeelaardappelen op dal- en zandgrond weergegeven. Deze richtlijnen zijn gebaseerd op een groot aantal proeven die in de jaren zeventig zijn uitgevoerd met late zetmeelrassen. Dat deze richtlijnen slechts een globale indicatie geven van de gewenste stikstofgift, blijkt ondermeer uit stikstofproeven die de laatste jaren op de proefboerderij 't Kompas zijn uitgevoerd. Bij slechts geringe verschillen in de hoeveelheid minerale stikstof in de bouwvoor (in het voorjaar) bleek de optimale N-gift voor het ras Elles te variëren van 50 - 185 kg N per ha.

In tabel 8 is ook de richtlijn aangegeven die meer rekening houdt met een aantal van de eerder beschreven nadelige effecten die hoge stikstofgiften kunnen hebben op opbrengst, kwaliteit, inzet van bestrijdingsmiddelen en verliezen van stikstof.

In de richtlijnen wordt de voorraad minerale stikstof (N-mineraal) die in het voorjaar (februari/maart) in de bodem wordt aangetroffen, afgetrokken van de totaal benodigde hoeveelheid stikstof. Deze voorraad kan worden bepaald door een grondmonster te laten onderzoeken.

Bij gelijke voorvrucht en een winter met een normale hoeveelheid neerslag zal in het voorjaar meestal een bodemvoorraad worden aangetroffen die jaarlijks in dezelfde orde van grootte ligt. Het kan voorkomen dat de voorraad hoger is dan normaal. Dat kan het geval zijn na een droge winter waardoor minder stikstof uit de bemonsteringslaag is gespoeld dan in andere jaren. Ook door in het najaar toegediende dierlijke mest kan de bodemvoorraad hoger uitvallen.

Bijzondere situaties

De ervaring leert dat op bepaalde gronden de

nalevering sterker of zwakker is dan het gemiddelde waarvan in de formule wordt uitgegaan. Zo is op gronden met een hoog organische-stofgehalte de nalevering relatief hoog. De eigen ervaring is dan de beste bron om de richtlijn aan te passen.

Na zware regenval, al dan niet in combinatie met beregening, kan vooral op laaggelegen percelen denitrificatie optreden. Door denitrificatie kan in korte tijd een groot deel van de minerale stikstof verloren gaan. Bovendien wordt onder deze zuurstofarme omstandigheden het wortelstelsel aangetast. Dit alles veroorzaakt stikstofgebrek, wat in het gewas zichtbaar wordt door een lichte kleur van het loof.

Als aardappelen zijn afgevroren, is een extra stikstofbemesting uit den boze. Dit leidt tot overmatige loofgroei en uitstel van knolproductie, wat ten koste gaat van de opbrengst.

Aftrekposten

De richtlijnen voor zand- en dalgrond zijn vastgesteld zonder rekening te houden met de teelt van groenbemestingsgewassen, het onderploegen van bietenblad, het telen op gescheurd grasland, de uitvoering van een grondontsmetting en het gebruik van organische mest. Hiermee moet apart rekening worden gehouden.

Groenbemestingsgewas

Wanneer in het najaar de teelt van een groenbemestingsgewas plaatsvindt, mag hiervan in het volgende jaar een stikstofnalevering worden verwacht.

Het groenbemestingsgewas neemt, afhankelijk van de stand van het gewas, een zekere hoeveelheid stikstof op. Van een goed geslaagd groenbemestingsgewas mag, afhankelijk van de zaaitijd bij onderwerken in het voorjaar, een nalevering van 25 tot 50 kilo stikstof worden verwacht.

Tabel 9. Hoeveelheid stikstof als percentage van N-totaal die, afhankelijk van het toedieningstijdstip na 1 maart mineraliscert uit dierlijke mest en beschikbaar komt voor zetmeelaardappelen (naar IKC-agv, 'Bewust omgaan met mineralen').

toedienings- tijdstip	drijfmest		vaste mest	
	rundvee	varkens kippen	kalkoenen kippen slachtkuikens	rundvee champignon
najaar	11	15	17	18
voorjaar	16	24	26	25

Suikerbietenblad

Als zetmeelaardappelen na suikerbieten worden geteeld, kan voor de uit het suikerbietenblad vrijkomende stikstof een aftrek van 30 kg N op de adviesgift worden toegepast.

Gescheurd grasland

Bij de teelt van zetmeelaardappelen op gescheurd grasland kan de stikstofgift, afhankelijk van het feit of het om tijdelijk of oud grasland gaat, met 30-50 % worden verlaagd.

Grondontsmetting

Na een grondontsmetting komt extra stikstof vrij in de bodem. In verband hiermee kan een aftrek van 30 kg N per ha worden toegepast.

Dierlijke mest

Tegenwoordig vervult dierlijke mest een belangrijke rol bij de bemesting van zetmeelaardappelen. Bij de werking van dierlijke mest moet onderscheid worden gemaakt tussen minerale stikstof (direct beschikbaar) en stikstof die in de loop van het seizoen door mineralisatie vrijkomt uit de organische stof van de dierlijke mest. Op zand- en dalgrond verdient -met het oog op N-verliezen- voorjaarstoepassing verre de voorkeur boven toepassing in het najaar.

Bij voorjaarstoepassing moet het bodemonster voor de bepaling van N-mineraal vóór het uitrijden van de mest worden genomen. De hoeveelheid die voor de dierlijke mest dan van de richtlijn moet worden afgetrokken, is de hoeveelheid minerale stikstof in de mest

en de hoeveelheid die nog in het jaar van toedienen uit mineralisatie van de mest mag worden verwacht.

Het percentage minerale stikstof van het totale stikstofgehalte is 50 voor varkens-, kippen- en rundveedrijfmest. Voor droge kippen- en slachtkuikensmest is dat percentage 45. In tabel 9 is als percentage van het totale stikstofgehalte weergegeven hoeveel gemineraliseerde stikstof na 1 maart uit de verschillende mestsoorten voor het zetmeelaardappelgewas mag worden verwacht.

Laatrijpende rassen

Het landelijk advies voor de stikstofbemesting van zetmeelaardappelen is indertijd vastgesteld aan de hand van rassen met een vroegrijpheidscijfer, volgens de Rassenlijst, van 4,5. Onderzoek en praktijkervaringen hebben aangetoond dat zetmeelrassen met een lagere stikstofgift toe kunnen, naarmate hun rijptijd later is. Voor ieder half punt dat het ras volgens de Rassenlijst een lager vroegrijpheidscijfer heeft dan 4,5 kan ongeveer 20 kg stikstof worden afgetrokken (tabel 10).

Optimale stikstofbemesting

Een optimale stikstofbemesting is een bemesting, die zo goed mogelijk is afgestemd op de behoefte van het gewas. Vaststelling hiervan is niet eenvoudig, vooral niet op gronden waar veel stikstof in de grond kan mineraliseren. De beste kans op succes biedt stikstofdeling. Hierbij wordt slechts een deel van de stikstof voor het poten gegeven en

Tabel 10. Reductie (kg N per ha) op de landelijke richtlijn voor de bemesting van zetmeelaardappelen voor rassen met een vroegrijpheidscijfer lager dan 4,5.

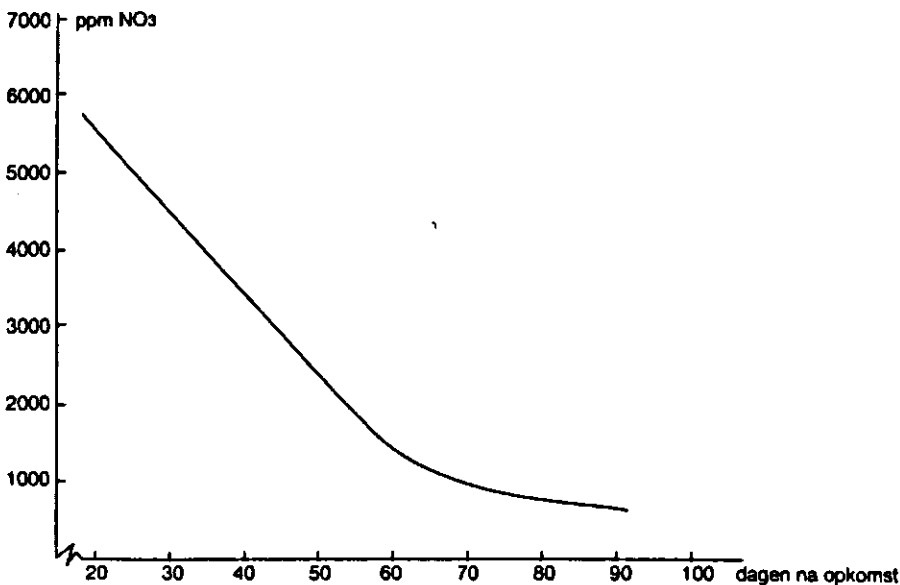
vroegrijpheidscijfer	4,5	4	3,5	3	2,5	2
aftrek	0	20	40	60	80	100

wordt alleen bijbemest als het gewas extra stikstof nodig heeft. De hoeveelheid stikstof die voor het poten wordt gegeven, bedraagt ongeveer 60% van de hoeveelheid die op basis van het landelijk advies nodig is (zie tabel 8). Afhankelijk van de stikstofstatus van het gewas (te bepalen met de bladsteeltjesmethode) of de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem (te bepalen met het NBS-systeem) in de periode begin juli - begin augustus kan worden vastgesteld of het nodig is om het resterende deel van de berekende hoeveelheid alsnog toe te dienen. Eventueel kan een week na knolaanleg 20% van de adviesgift worden gegeven om pas daarna de stikstofstatus van het gewas of van de bodem als richtlijn te nemen. Naarmate de te verwachten minerali-

satie een groter deel van de totale N-behoefte uitmaakt, zit er meer onzekerheid in de hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt en wordt het aantrekkelijker om gebruik te maken van een stikstofsturingssysteem.

Bladsteeltjesmethode

De bladsteeltjesmethode maakt het mogelijk om gedurende de beginontwikkeling van het gewas te meten of het gewas over voldoende stikstof beschikt. De uitslag kan worden getoetst met behulp van een normlijn voor het nitraatgehalte (figuur 7). Wanneer de uitslag boven de normlijn valt, hoeft niet te worden bijgestrooid. Valt de uitslag onder de normlijn, dan moet wél stikstof worden bijgegeven. Als hoeveelheid wordt daarbij doorgaans



Figuur 7. De normlijn voor het nitraatgehalte in het sap van bladstelen van late tot zeer late zetmeelrassen (naar Van Loon et al., 1995).

40-50 kg N per ha aangehouden. In veel gevallen blijkt het bijstrooien van stikstof niet nodig te zijn, zodat de totale stikstofgift lager kan blijven en op de kosten van stikstof wordt bespaard.

Droogte kan er de oorzaak van zijn dat het gewas niet in staat is om voldoende stikstof op te nemen, terwijl er in de bodem wel voldoende stikstof aanwezig is. Wanneer bij droogte lage stikstofgehalten in de bladsteeltjes worden gevonden, moet niet zonder meer stikstof worden bijgestrooid. Ter controle is het dan nuttig om een grondmonster op stikstof te onderzoeken. Wanneer de bodem voldoende stikstof blijkt te bevatten, hoeft geen stikstof te worden gestrooid. Er is dan alleen voldoende vocht nodig om de aanwezige stikstof voor het gewas beschikbaar te laten komen.

Als het gewas behoefte heeft aan een aanvullende stikstofgift en er binnen afzienbare tijd geen regen wordt verwacht en kunstmatige beregening niet mogelijk is, dan biedt bladbemesting door middel van een bespuiting met een oplossing van ureum of urean een alternatief.

De techniek en methodiek van de bladsteeltjesmethode wordt uitgebreid beschreven in de handleiding 'Bepaling van het nitraatgehalte in bladsteeltjes van aardappelen' van het IKC-agv.

Het stikstof-bijmest-systeem (NBS)

Het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek heeft een systeem ontwikkeld dat is gebaseerd op grondmonsters. In dit systeem wordt vanaf 3 à 4 weken na opkomst een grondmonster onderzocht (of met tussenpozen enkele grondmonsters) op stikstof om vast te stellen of de bodem voldoende stikstof bevat om het gewas tot het eind van het seizoen voldoende groen te houden. Als er sprake is van een tekort, dan wordt aangegeven hoeveel moet worden bij-

bemest. Voor een goed inzicht kan meestal niet met één grondmonster worden volstaan.

Rijenbemesting

Bij het toepassen van rijenbemesting wordt bij het poten op 5 centimeter onder en ter zijde van de knollen een band van stikstof-kunstmest aangebracht. Recent onderzoek heeft nog eens bevestigd dat rijenbemesting de benutting van stikstof doorgaans niet verhoogt.

Toediening

Meststoffen

Stikstof kan in verschillende vormen worden toegediend. Een deel van de stikstof kan worden gegeven in de vorm van dierlijke mest. De hoogte van de gift wordt echter beperkt door zowel de hoeveelheid fosfaat als de hoeveelheid stikstof die met de mest wordt toegediend. Voor de optimale bemesting van zetmeelaardappelen kan dierlijke mest worden gebruikt als een gedeeltelijke vervanger van kunstmest. Varkens- en kippendrijfmest verdienen daarbij de voorkeur boven runderdrijfmest. Het relatief hoge chloorgehalte van runderdrijfmest kan tot een aanzienlijke daling van het onderwatergewicht leiden. Onderzoek op de proefboerderij 't Kompas heeft aangetoond, dat in het traject tot 60 kg chloor per ha er geen verlies aan onderwatergewicht als gevolg van chloor uit organische mest optreedt. Dit betekent dat er bij toepassing tot 20 ton varkensmest per ha geen negatief effect van chloor zal optreden.

De mineralen die uit de mest voor het gewas beschikbaar komen, moeten volledig worden betrokken bij het vaststellen van de eerste en tweede gift. Met het zogenaamde 'resteffect' wordt geen rekening meer gehouden, omdat het onder de hoge niveaus van mineralenvoorziening in ons land niet meer wordt aangetroffen.

Wanneer kunstmest wordt gebruikt, is dat bij de eerste gift vaak in de vorm van een mengmeststof (bijvoorbeeld 23-23-0) of in de vorm van kalkammonsalpeter (kas). Deze eerste gift wordt bij voorkeur minimaal enige weken voor het poten toegediend. Een eventuele tweede gift zal vrijwel altijd in de vorm van kas worden gegeven.

Gedurende het groeiseizoen kan ook met stikstof worden bemest door bespuiting van het loof met ureum of urean. Dit kan zinvol zijn wanneer door droogte weinig stikstof kan worden opgenomen of een tweede gift niet tot werking zou komen. Aan dergelijke bespuitingen is het risico van bladverbranding verbonden. Er kan per bespuiting dan ook niet veel stikstof tegelijk worden toegediend: ongeveer 10 à 15 kilo stikstof per ha. Om deze reden zijn meestal meerdere bespuitingen nodig, die desgewenst gecombineerd kunnen worden met Phytophthora-bespuitingen. Om het risico van bladverbranding te beperken, moet op een afgehard gewas worden gespoten. De eerste dagen na een flinke regenbui is het gewas het gevoeligst voor bladverbranding. Wanneer men over de mogelijkheid van beregening beschikt is een bijbemesting met kas, gevolgd door beregening een minstens zo goed alternatief.

Gestabiliseerde N-meststoffen, die dicyaandiamide (Didin) bevatten als nitrificatierepmer, blijken volgens Nederlands en Duits onderzoek geen structureel verhogend effect te hebben op het uitbetalingsgewicht van zetmeelaardappelen. Dit geldt in het bijzonder ten opzichte van een gedeelde stikstofbemesting met kalkammonsalpeter.

Deling

Deling van de stikstofbemesting heeft doorgaans een positief effect op het uitbetalingsgewicht bij zetmeelaardappelen. Rekening houdend met de verschillende aftrekposten voor minerale stikstof en nalevering kan de nog toe te dienen hoeveelheid stikstof worden berekend. Met het oog op een ongeremde be-

ginontwikkeling moet het gewas bij het poten kunnen beschikken over 150 kilo minerale stikstof. Bij zeer hoge bodemvoorraden kan het voorkomen dat volgens de richtlijn geen stikstof moet worden gestrooid. Omdat echter een deel van de stikstof zich onder in de bouwvoor bevindt en tijdens de eerste weken van de groei niet voor het gewas bereikbaar is, wordt geadviseerd om toch een startgift van 30 kilo te geven. Deze startgift kan in mindering worden gebracht op de tweede gift, maar het is beter om de tweede gift afhankelijk te stellen van de stikstofstatus van het gewas, die kan worden vastgesteld met behulp van de bladsteeltjesmethode of met het NBS-systeem.

Wanneer de hoeveelheid van de eerste gift boven de 150 à 200 kilo komt, is het met het oog op eventuele zoutschade beter om de gift te delen. Het restant kan dan 7 - 10 dagen na knolaanleg worden gestrooid of liever: afhankelijk worden gesteld van de stikstofstatus van het gewas. Deling met het oog op zoutschade is belangrijker naarmate de pootbedbereiding ondieper is, de stikstof korter voor het poten wordt gegeven en er in het voorjaar kali is gestrooid.

De voor het poten toe te dienen stikstof kan zowel met organische mest als met kunstmest worden toegediend. De organische-mestgift mag echter niet de gewenste of wettelijk toegestane hoeveelheid fosfaat te boven gaan. De gift aan organische mest moet zodanig zijn dat het totaal aan (toegediende) minerale stikstof en te verwachten mineralisatie tenminste 40 kilo minder is dan de geplande totale gift. Met behulp van de bladsteeltjesmethode of het NBS-systeem kan worden vastgesteld of het nodig is om deze stikstof alsnog toe te dienen.

Wanneer de mineralisatie hoger is dan verwacht, zal het niet meer nodig zijn de stikstof bij te strooien. Wanneer de mineralisatie geringer is dan de verwachting, wordt het tekort

tijdig opgemerkt en kan de benodigde stikstof worden bijgestrooid. Deze methode maakt het dus mogelijk om met een relatief lage stikstofgift te beginnen en het risico van een lagere opbrengst als gevolg van een lagere gift te beperken.

Fosfaat

Het element fosfor is een belangrijk bestanddeel van eiwitten in de plant. Het speelt ook een rol in de overdracht van energie bij de fotosynthese en de ademhaling. De gift wordt uitgedrukt in kilogrammen fosfaat (P_2O_5).

Is er een tekort aan fosfaat dan kan het gewas wat donkerder, dofgroen, van kleur zijn en kunnen de planten kleiner blijven. Een gewas aardappelen stelt hoge eisen aan de fosfaatvoorziening, omdat aardappelen als gevolg van een relatief beperkt wortelstelsel niet zo gemakkelijk fosfaat opnemen. Daarom moet worden gezorgd voor voldoende opneembaar fosfaat in de omgeving van de wortels.

Er zijn twee soorten adviezen voor de fosfaatbemesting: een bodemgericht en een gewasgericht advies. Uit deze beide moet een keuze worden gemaakt. Hiervoor wordt verwezen naar de 'Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen'. Samengevat komen ze op het volgende neer.

Tabel 11. Het voor een bouwplan met aardappelen gewenste Pw-getal op zand- en dalgrond en het traject waar wordt geadviseerd de toestand te handhaven (naar Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen, 1992).

grondsoort	streefgetal	toestand handhaven
dalgrond	30	30 t/m 45
zandgrond	30	30 t/m 45

Tabel 12. Geadviseerde gewasgerichte fosfaatbemesting op zetmeelaardappelen in $kg P_2O_5$ per hectare, afhankelijk van het Pw-getal (naar Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen, 1992).

Pw-getal	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
hoeveelheid	185	170	150	135	120	105	85	70	55	35	20	0

Adviezen voor bodemgerichte fosfaatbemesting

In tabel 11 is vermeld bij welk traject van het Pw-getal van de grond het advies 'toestand handhaven' wordt gegeven.

Voor het handhaven van een bestaande toestand moet gemiddeld over het bouwplan minstens de onttrekking worden toegediend. De onttrekking kan met behulp van de mineralenbalans worden berekend. Is de onttrekking over het bouwplan niet bekend dan kan voor een bouwplan met goede opbrengsten als onttrekking 70 $kg P_2O_5$ per ha per jaar worden gehanteerd.

Is het Pw-getal hoger dan 50 dan dient de fosfaatbemesting, conform het advies, lager te zijn dan de onttrekking. Hiermee wordt voorkomen dat het fosfaat zich ophoopt in de bodem of uitspoelt.

Adviezen voor de gewasgerichte fosfaatbemesting

In tabel 12 zijn de hoeveelheden fosfaat vermeld die gemiddeld nodig zijn om bij het gevonden of verkregen Pw-getal op zand- en dalgronden de voor zetmeelaardappelen economisch optimale opbrengst te bereiken.

Wel is uit onderzoek gebleken, dat een laag Pw-getal met een aangepaste bemesting een

lagere opbrengst geeft dan een Pw-getal van minstens 30 met een aangepaste bemesting.

Toediening

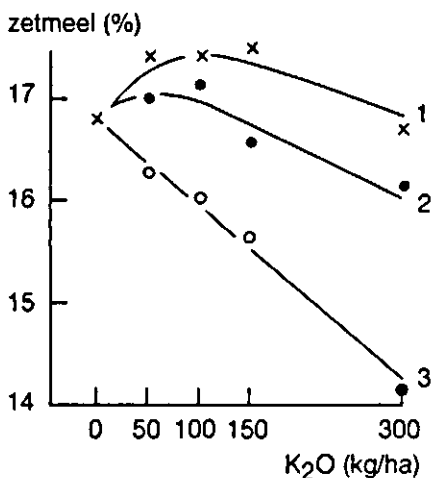
Fosfaat kan zowel in de vorm van dierlijke mest als kunstmest worden gegeven. Wanneer fosfaat als dierlijke mest wordt gegeven, moet rekening worden gehouden met de mestwetgeving. Wanneer fosfaat als kunstmest wordt toegediend, bestaat in ons land een voorkeur voor gemakkelijk oplosbare en snelwerkende fosfaatmeststoffen zoals die voorkomen in mengmeststoffen, superfosfaat en tripelsuperfosfaat.

Bij voorkeur moeten deze in water oplosbare fosfaatmeststoffen in het voorjaar voor het ploegen worden gestrooid. Bij toediening kort voor het poten werken deze meststoffen vaak minder goed, met name in geval van droogte, dan bij toepassing in februari.

Kali en chloor

Het element kalium speelt onder andere een belangrijke rol bij de waterhuishouding van de plant en bij enzymatische omzettingen en het transport van koolhydraten in de plant. Een overmaat aan kali heeft een negatieve invloed op het zetmeelgehalte (figuur 7a) en op

het onderwatergewicht van zetmeelaardappelen en daarmee op het uitbetalingsgewicht. De dosering wordt uitgedrukt in kilogrammen kali (K_2O).



Figuur 7a. Invloed van de kalivorm bij herfst- en voorjaarsbemesting op het zetmeelgehalte van zetmeelaardappelen. Pr 1587, dalgrond (1 = zwavelzure kali voorjaar; 2 = kalizout 40% najaar; 3 = kalizout 40% voorjaar). (naar Prummel, 1981)

Voor de opbrengst van zetmeelaardappelen zijn twee kalibronnen van belang: de kali uit de grond en de kalibemesting die ten behoeve van het gewas wordt toegediend. Het streef-

Tabel 13. Geadviseerde gewasgerichte kalibemesting van zetmeelaardappelen op zand- en dalgrond in $kg K_2O$ per ha (Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen, 1992).

K-getal	< 4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
hoeveelheid	280	230	200	170	130	110	90	70	60	50	30	0

Tabel 14. Relatief uitbetalingsgewicht (100 = 78.6 ton per ha) van drie rassen bij verschillende kalitrappen op dalgrond (gemiddelde van drie jaren) (naar Wijnholds, 1997).

ras	-75	advies	+ 75 $kg K_2O$ per ha
Karida	98	100	97
Karnico	99	104	102
Elles	100	99	101

getal voor de kalitoestand op zand- en dalgrond is 11. Het traject van het kaligetel waarvoor wordt geadviseerd om de bestaande toestand te handhaven is 11 t/m 17. De kalitoestand van de grond is bepalend voor de hoeveelheid kali die moet worden gestrooid (tabel 13). Recent onderzoek op de proefboerderijen 't Kompas en Kooyenburg heeft nog eens bevestigd, dat het huidige kaliadvies correct is (tabel 14). Bovendien is bij dit onderzoek gebleken dat er geen verschillen in kalibehoeftte tussen rassen zijn. Wanneer de kalitoestand van de grond niet aan de streefwaarde voldoet, moet extra kali worden gestrooid om de kalitoestand richting streefwaarde te verhogen.

Zowel in natte als in zeer droge jaren treedt in het zetmeelaardappelgebied kaligebrek op. Dit uit zich in het loof als sterk glimmende, bronskleurige bladeren, met een bobbelig bladmoes tussen de nerven (afbeelding 10a, pag. 77).

Chloor verlaagt het onderwatergewicht in nog sterkere mate dan kali. Recente proeven op de proefboerderijen Kooyenburg en 't Kompas, waarbij voorjaarstoepassing van het sterk chloorhoudende kali-60 werd vergeleken met chloorarme kalimeststoffen, hebben aangetoond dat een hoeveelheid van 50 kg chloor per ha al een onacceptabele daling van het uitbetalingsgewicht gaf. Er was geen onderling verschil tussen de werking van de chloorarme kalimeststoffen patentkali, zwavelzure kali en kali SF. Uit eerder onderzoek op genoemde proefboerderijen is gebleken dat tot 60 kg chloor per ha uit *organische mest* geen negatief effect heeft op het uitbetalingsgewicht.

In droge jaren kan de kali-opname door het gewas onvoldoende zijn. Een aanvullende gift, in korrelvorm of als bladbemesting, kan dan tot half juli een gunstig effect hebben op de opbrengst. Bij spuiten met een kalisulfaat-

houdende meststof mag de concentratie, afhankelijk van de mate van afharding van het gewas, niet hoger zijn dan 7-10%. Hogere concentraties kunnen leiden tot bladverbranding.

Magnesium

Magnesium maakt - evenals stikstof - deel uit van de bladeiwitten die de fotosynthese verzorgen. Het is daarom een essentieel element voor het functioneren van de plant.

Magnesiumgebrek (afbeelding 10b, pag. 77) komt vooral voor op zand- en dalgronden met een lage pH. Een tekort aan magnesium wordt het eerst zichtbaar in de oudste bladeren. Het blad wordt tussen de nerven; vanuit het midden van het blad, lichtgroen. De rand van het blad blijft het langst groen. Bij ernstig gebrek vergeelt het blad snel en krijgt het dode plekken tussen de nerven; tenslotte sterft het blad geheel af. Gewassen kunnen als gevolg van magnesiumgebrek vervroegd afsterven.

Er zijn duidelijke rasverschillen in gevoeligheid voor magnesiumgebrek. Wanneer magnesiumgebrek vroeg in het seizoen wordt waargenomen, kan dit het best worden bestreden door een bespuiting van het gewas met 80 kg bitterzout per hectare, verspoten met minstens 600 liter water. Zonodig moet de bespuiting na 10 dagen worden herhaald. Bespuitingen met magnesiumchelaten hebben doorgaans te weinig effect.

Als streefgetal voor de magnesiumtoestand van zand- en dalgronden wordt 75 mg MgO per kg grond aangehouden. Afhankelijk van de magnesiumtoestand van de grond, vast te stellen door middel van grondanalyse, moet jaarlijks of eenmaal in de 2-4 jaar een magnesiumbemesting van de grond worden uitgevoerd. Hiervoor kan kieseriet of een magnesiumhoudende mengmeststof worden gebruikt.

Tabel 15. Adviesgiften magnesiumbemesting bij verschillende Mg-toestand van de grond (naar Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen, 1992).

MgO-gehalte	waardering	adviesgift			
		eerste jaar	tweede jaar	derde jaar	vierde jaar
0-75	laag	1	2	2	2
75-109	voldoende	0	2	2	2
110-174	ruim voldoende	0	0	2	2
175-300	hoog	0	0	0	2
> 300	zeer hoog	0	0	0	0

0 = geen MgO-gift nodig

1 = $(75 - \text{MgO-gehalte}) \times \text{dikte bouwvoor in dm} \times \text{volumegegewicht grond}$

2 = $20.7 \times \text{dikte bouwvoor in dm} \times \text{volumegegewicht grond}$

Tabel 16. Advieswaarden voor de pH-KCl van bouwplangroepen bij verschillende organische-stofklassen.

bouwplangroep	% aardappelen	% bieten	organische-stofklasse			
			< 5%	5 - 8%	8 - 15%	> 15%
I	50	0	5,2	5,0	4,9	4,8
II	50	25	5,4	5,2	5,1	5,0
III	33	16	5,5	5,4	5,3	5,1
IV	25	25	5,6	5,5	5,4	5,2

Wanneer ook een kalkbemesting nodig is, kan magnesium bevattende kalk worden toegepast. Voor het bepalen van de benodigde gift van deze meststoffen kan gebruik worden gemaakt van de gegevens in tabel 15.

Kalk – pH

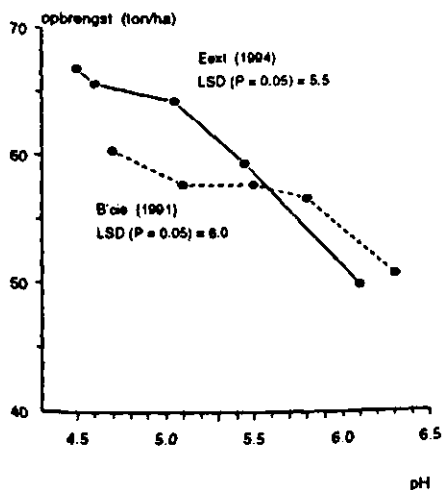
Het gehalte aan koolzure kalk van de grond bepaalt mede de pH. De productie van een gewas zetmeelaardappelen is vrij sterk afhankelijk van de pH (figuur 7b). De optimale pH voor aardappelen op zand- en veenkoloniale gronden ligt rond de 4,7, iets hoger of iets lager in afhankelijkheid van het organische-stofgehalte van de grond en van het bouwplan. Als suikerbieten in het bouwplan zijn opgenomen, worden hogere pH's geadviseerd (tabel 16).

Uit recent onderzoek van het Hilbrands Laboratorium en het AB-DLO is gebleken dat bij

besmettingen met het aardappelcystenaaltje de schade toeneemt naarmate de pH hoger is (figuur 10, blz. 87). Daarbij bleek het effect van de pH groter naarmate de AM-besmetting zwaarder was. De mate waarin schade werd aangericht, bleek mede afhankelijk van het gehalte aan organische stof, dat in dit verband kennelijk een bufferende werking heeft.

In het algemeen is het calciumgehalte van pootaardappelen afkomstig van de zand- en veenkoloniale gronden laag in vergelijking met pootgoed uit de kleigebieden (circa 5 mg per 100 gram ten opzichte van circa 15 mg per 100 gram knol). Volgens Amerikaans onderzoek kunnen dergelijk lage calciumgehalten het optreden van natrot, veroorzaakt door *Erwinia*-bacteriën, bevorderen. Lage calciumgehalten van het pootgoed kunnen een ongunstige invloed hebben op de kieming van de poters en op de uitgroei van het jonge gewas. Deze aspecten worden thans in het zetmeelaardappelteeltgebied onderzocht. Calci-

umgebrek in het gewas (afbeelding 10c, pag. 78) treedt zelden op.



Figuur 7b. De opbrengst van zetmeelaardappelen bij verschillende pH-KCl-niveaus (naar gegevens HLB, 1994).

Zwavel

Samenhangend met een door een schonere industrie snel afgenomen zwavelemissie naar de lucht en daardoor zwaveldepositie op het gewas, treedt in een aantal gewassen zwavelgebrek op. In vergelijking met koolzaad, granen en grassen is de aardappel echter weinig gevoelig voor zwavelgebrek. Toch worden soms nu reeds gedurende het groeiseizoen (te) lage zwavelconcentraties in het blad gemeten. Het is nog niet bekend wat dit voor de opbrengst betekent. Bij aardappelen kenmerkt zwavelgebrek zich door een geel kleurzweem van de plant, alsmede een lichte opwaarts gerichte rolling van de blaadjes. Verder treedt bij de gehele plant chlorose (bleekgroene verkleuring) op. Symptomen van zwavelgebrek lijken zeer veel op die van stikstofgebrek en zijn daarvan alleen met behulp van chemische toetsen (onder andere bladsteeltjesonderzoek) te onderscheiden. Zwavelgebrek is te voorkomen door bemesting met zwavelhoudende

meststoffen. Dit heeft als nevenvoordeel dat het enig schurftverlagend effect heeft.

Sporenelementen

Sporenelementen zoals borium, koper, molybdeen en mangaan zijn noodzakelijk voor de groei van aardappelen. Ze zijn slechts in zeer kleine hoeveelheden nodig en komen van nature veelal in voldoende mate in de bodem voor. Toch zijn voor het zetmeelaardappelgebied aanwijzingen verkregen dat bijbemesting met bepaalde sporenelementen tot hogere opbrengsten kan leiden. Koper- en mangaangebrek staan als de zogenaamde ontginningsziekte en de veenkoloniale haverziekte van oudsher bekend als typische ziekten van de pas ontgonnen zand- en veenkoloniale gronden.

Mangaan: Mangaangebrek wordt op veenkoloniale gronden en op zandgronden met een hogere pH dan 5,4 vaak waargenomen. Bij een pH lager dan 5 kan ook mangaanvergiftiging optreden als gevolg van een overmaat aan opneembaar mangaan. Dit komt in het zetmeelaardappelgebied echter zelden voor. In tegenstelling tot magnesiumgebrek wordt mangaangebrek het eerst zichtbaar in de top van de plant.

Bij ernstig mangaangebrek krijgen de topblaadjes een dofgroene tint, waarin later kleine bruine vlekjes zichtbaar worden die vooral langs de bladnerven gelegen zijn (afbeelding 10d, pag. 78).

Mangaangebrek wordt behalve door een hoge pH versterkt door lage of zeer hoge temperaturen, droogte, slechte bodemstructuur en door organische mest (eigenlijk door een rijk bacterieleven). Opbrengstdepressies treden echter reeds op voordat de symptomen in het blad zichtbaar worden. Als nergens in het perceel symptomen van mangaangebrek worden waargenomen, is de kans dat de gewasgroei wordt belemmerd door mangaangebrek

te verwaarlozen. Mangaangebrek kan worden bestreden door een bespuiting met 1000 liter van een 1,5%-oplossing van mangaansulfaat per hectare of 3 tot 5 liter mangaanchelaat per hectare in circa 600 liter water. Deze bespuiting moet worden uitgevoerd zodra het gebrek wordt gemeten of in het veld wordt waargenomen en moet na twee à drie weken worden herhaald. Een overmaat aan mangaan kan onder anaërobe omstandigheden, bijvoorbeeld als gevolg van een slechte bodemstructuur, optreden bij pH-waarden lager dan 5.

Borium: De aardappel wordt als weinig gevoelig voor boriumgebrek aangemerkt. Toch is in het zetmeelaardappelgebied op verscheidene percelen boriumgebrek geconstateerd in jonge gewassen. Later groeit het gebrek eruit. Of dit vroege boriumgebrek consequenties heeft voor het opbrengstniveau wordt nader onderzocht.

Symptomen van boriumgebrek zijn ondermeer het afsterven van de groeipunten, waar-

door okselknoppen gaan uitlopen. Verder zijn de onderste bladeren leerachtig verdikt en vertonen een opwaartse rolling. Vooral het topblaadje van het eerstgevormde blad kan sterk vergroot en verdikt zijn. De opvallend sterke uitgroei van dit blad gaat samen met een stilstand in de lengtegroei van de stengels (afbeelding 10e, pag. 79).

Op bedrijven met (ernstig) boriumgebrek verdient een bodembemesting vóór het pootklaar maken van de grond de voorkeur boven een bladbemesting. Met een bladbemesting kan men hoogstens voorkomen dat het gebrek erger wordt. Borium dient met de nodige voorzichtigheid te worden toegediend omdat de aardappel zeer gevoelig is voor een overmaat aan borium en de marge tussen te weinig en te veel borium gering is.

Voor meer informatie omtrent hoeveelheden van de verschillende bladmeststoffen en het moment van toediening wordt verwezen naar de DLV-gids 'Gewasbescherming in akkerbouw en veehouderij'.

POOTBEDBEREIDING EN POTEN

Pootbedbereiding

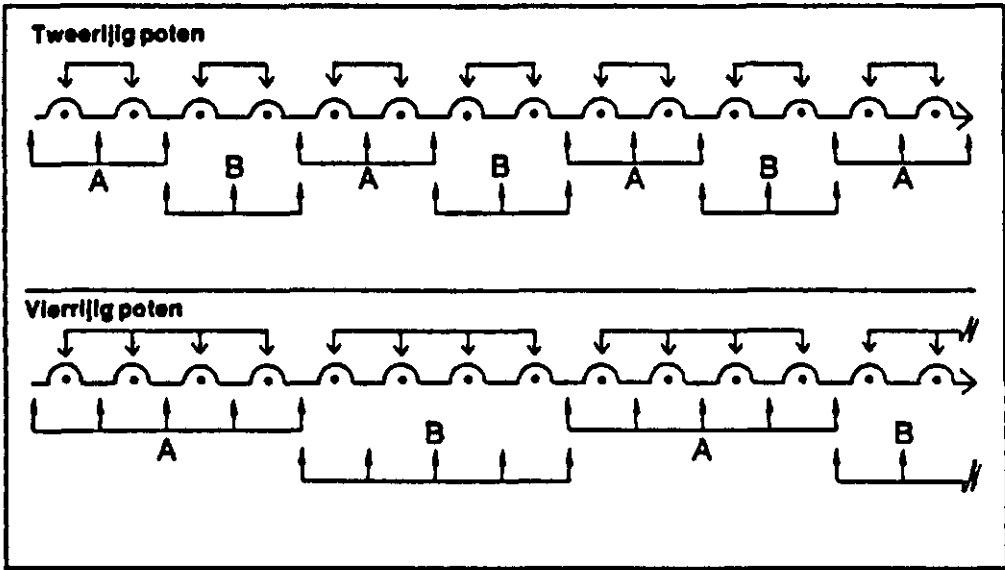
Een juiste wijze van pootbedbereiding is voor een succesvolle teelt van zetmeelaardappelen een vereiste. Fouten die hierbij worden gemaakt, kunnen ondermeer leiden tot verdichting van de bouwvoor. Een onregelmatige en vertraagde opkomst alsmede een slechte gewasgroei kunnen daarvan het gevolg zijn. Aardappelen gedijen vanwege hun relatief zwakke wortelstelsel minder goed op grond met storende (verdichte) lagen. In de praktijk wordt hieraan vaak nog te weinig aandacht besteed. Men kan verdichtingen eenvoudig vaststellen door een pen in de grond te steken. Daarbij zal de weerstand groter zijn naarmate

er sprake is van meer verdichting. Afhankelijk van de diepte van de verdichte laag kunnen deze losmaken met een vastelandcultivator of een woeler.

Op zand- en dalgronden wordt de hoofdgrondbewerking in het voorjaar uitgevoerd. Het is dan van belang dat de grond niet te los ligt bij het poten. Dit kan worden voorkomen door gebruik te maken van een vorenpakker achter de ploeg of de cultivator. Deze dient om de grond zodanig aan te drukken dat de overgang van de losse bovengrond naar de vaste ondergrond niet te groot is, zodat de opstijging van vocht zo min mogelijk wordt gehinderd en ook de plantenwortels bij de overgang van losse naar vaste grond zo min mogelijk hinder ondervinden.



Afbeelding 11. Een nauwkeurige afstelling van de markeurs zorgt ook voor een correcte afstand tussen de aansluitrijen.



Abbeelding 12. Werkwijze gericht op het opbouwen van de ruggen midden boven de gepote knollen (naar Andringa, 1983). Na tweerijg poten passen anaarders, rijenfrezers en schoffelmachines met drie elementen. Eerst werkgangen A bewerken, daarna B. Na vierrijg poten passen anaarders, rijenfrezers en schoffelmachines met vijf elementen. Eerst werkgangen A bewerken, daarna B.

Op *dalgrond* worden zetmeelaardappelen bij voorkeur gepoot in grond met rogge als stuifdek. Hiertoe wordt in het voorafgaande najaar rogge gezaaid. In het voorjaar wordt doorgaans organische mest geïnjecteerd, waarna de grond bouwvoordiep wordt losgemaakt met een vaste-tandcultivator en in dezelfde werkgang wordt aangedrukt met een vorenpakker. Deze dient om de grond zodanig aan te drukken dat de overgang van de losse bovengrond naar de vaste ondergrond niet te groot is, zodat de opstijging van vocht zo min mogelijk wordt gehinderd en ook de plantwortels bij de overgang van losse naar vaste grond zo min mogelijk hinder ondervinden.

Op *zandgrond* wordt veelal in het voorjaar geploegd, waarbij de grond met een vorenpakker wordt aangedrukt. De bemesting wordt dan vóór het ploegen gegeven, in de

vorm van organische mest al dan niet aangevuld met stikstof, fosfaat en kali in de vorm van kunstmest en vervolgens goed ingewerkt. De kunstmeststikstof wordt ook wel na het ploegen gestrooid en vervolgens ingewerkt.

Poten

De diepte waarop de poters bij het poten van aardappelen worden neergelegd, dient doorgaans zodanig te zijn dat de bovenkant van de poters net onder het maaiveld ligt. Alleen op droogtegevoelige zandgrond is het verstandig 2 à 3 cm dieper te poten. Bij zetmeelaardappelen worden de poters dikwijls slechts met een paar cm grond bedekt om schade door *Rhizoctonia* zoveel mogelijk te beperken. Aandrukrollen kunnen ervoor zorgen dat de poters, dankzij een goed contact met de on-

dergrond, minder snel droog komt te liggen. Een zo geringe bedekking vergroot echter de kans op blootsterven in geval van harde wind en droge grond.

De afstand tussen de rijen moet bij het poten gelijk zijn, zodat bij latere bewerkingen zoals schoffelen, aanaarden, loofklappen en rooien geen planten en knollen worden beschadigd. Goed afstellen van de markeurs is een eerste maatregel om dit probleem te voorkomen. Om nauwkeurig te kunnen werken, dienen de werkbreedtes van de verschillende machines op elkaar te zijn afgestemd. Na tweerijig poten moet bij voorkeur tweerijig worden aangeaard en tweerijig worden loofgeklapt. Na vierrijig poten is twee- of vierrijig aanaarden en loofklappen mogelijk. Men moet daarbij steeds de werkgangen van de pootmachine volgen (afbeelding 12).

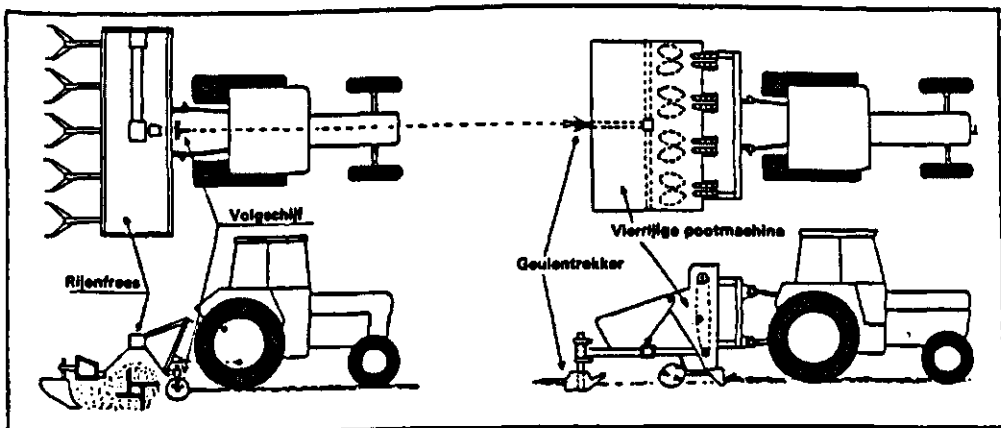
Bij de rugopbouw is het belangrijk dat de ruggen midden boven de gepote knollen worden opgebouwd. Gebeurt dit niet, dan groeien de planten aan de zijkant uit de rug en beschadigen de trekkerwielen loof en knollen. Ook kunnen de poters uit de rij worden gedrukt of onregelmatig worden verschoven als bij het pofen de toedekschijven te nauw zijn

afgesteld. Een krom gepote rij is bij het aanaarden niet te corrigeren!

Het poten van in verschillende maten gesorteerd pootgoed leidt tot een uniformere standdichtheid. Zowel het optreden van 'dubbele' planten als van gaten kan hiermee grotendeels worden voorkomen.

Poten kan met verschillende typen pootmachines worden uitgevoerd. De meest gebruikte zijn de volautomatische twee- en vierrijige machines met pootbekers. In principe kunnen alle typen pootmachines goed werk leveren, al zal bij gelijke rijnsnelheid de kiembeschadiging bij de ene machine wat groter zijn dan bij de andere. Ook kan de regelmaat in afstand in de rij wat verschillen en de hoeveelheid pootgoed die in een werkgang kan worden meegenomen. Wat betreft de kiembeschadiging bij het poten is vooral de wijze waarop de pootmachine wordt gevuld van belang. Daarnaast is de mate waarin de poters in de pootmachine langs elkaar bewegen belangrijk.

Voor het poten van goed voorgekiemd pootgoed verdienen systemen als die van Structural en Koningsplanter de voorkeur.



Afbeelding 13. Schematische voorstelling van de combinatie pootmachine/spoorvolgend aanaard- of schoffeltuig.

RUGOPBOUW

De teelt van aardappelen op ruggen biedt verschillende voordelen ten opzichte van vlakvelden telen.

- Het rooien is eenvoudiger omdat er minder grond hoeft te worden opgenomen en uitgezeefd.
- Mechanische onkruidbestrijding is effectiever. Ook wat grotere onkruiden kunnen tijdens de rugopbouw met grond worden bedekt.
- Bij wateroverlast is er een geringere kans dat de knollen gaan rotten. Vooral snelgroeïende knollen kunnen bij temperaturen boven 18°C en onder zuurstofarme omstandigheden binnen één of enkele dagen verrotten.

Rugvorm en ruggrootte

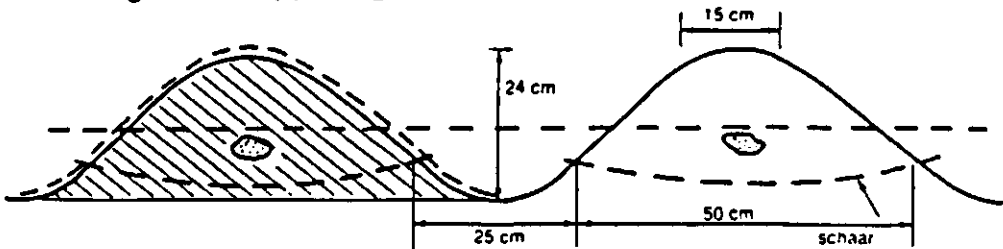
Ruggen moeten uniform van grootte en vorm zijn. In afbeelding 14 is aangegeven welke afmetingen een goede aardappelrug moet hebben. De flanken van de rug moeten bol

zijn opdat de rug niet gemakkelijk afspoelt. De top moet vlak of iets puntig zijn, niet komvormig, zodat sporen van ziekteverwekkers, zoals *Phytophthora*, minder gemakkelijk met regenwater in de rug spoelen en de knollen besmetten.

Tijdstip van rugopbouw

Zetmeelaardappelen worden meestal pas na opkomst aangeard, vanaf een gewashoogte van circa 30 cm (zandgrond) tot kort voor het sluiten van het gewas. Dit hangt samen met de rol van het aanaarden in de onkruidbestrijding (zie het betreffende hoofdstuk) en met mogelijke schade door *Rhizoctonia*. Bij een rugopbouw direct na het poten wordt de opkomst vertraagd. In het bijzonder op zand- en dalgrond, met een relatief hoge *Rhizoctonia*-druk vanuit de grond, vergroot dit de kans op aantasting van de kiemen door *Rhizoctonia*. Dit kan leiden tot een onregelmatige opkomst, minder stengels per plant en meer

Afmetingen aardappelrug



Afbeelding 14. Goed gevormde rug (rijenafstand 75 cm). Grond onder de rug mag niet versmeerd of vastgereden zijn. De rugdoorsnede (IIII) direct na de rugopbouw dient circa 750-850 cm² te zijn of de rugomtrek (—) circa 90-94 cm (Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, 1989).

krielnesten. Een bezwaar van laat aanaarden, vooral op droogtegevoelige grond, is de aanzienlijke wortelbeschadiging die dit met zich meebrengt. Onder droge omstandigheden kan dit opbrengstschade veroorzaken. Mede hierom is er in de praktijk een tendens naar vroeger aanaarden, namelijk kort voor opkomst. Zonodig wordt dan een paar weken na opkomst een chemische onkruidbestrijding over het gewas uitgevoerd.

Wijze van rugopbouw

In tegenstelling tot kleigrond is een aangedreven werktuig voor de rugopbouw op zand- en dalgrond niet nodig. Hier kan van anaarders of vóór opkomst van zandrugvormers gebruik worden gemaakt. Bij toepassing van

zandrugvormers wordt de grond losgemaakt door één of meer tanden per geul. Als ruggen op lichte gronden in meerdere werkgangen worden opgebouwd, moet erop worden gelet dat de basis van de ruggen voldoende breed is zodat later opgebrachte losse grond niet terugzakt in de geul.

Het aantal elementen van anaardgarnituren moet passen bij het aantal rijen van de pootmachine. Na twee- of vierrijig poten passen anaarders met respectievelijk drie en vijf elementen. Gebruikt men rugvormers dan moet het aantal ruggen dat in een werkgang wordt gevormd gelijk zijn aan het aantal rijen van de pootmachine. Hierbij moet ook steeds door dezelfde geulen wordt gereden. Tenslotte is het belangrijk dat er bij de rugopbouw op wordt gelet dat de ruggen midden boven de poters komen.

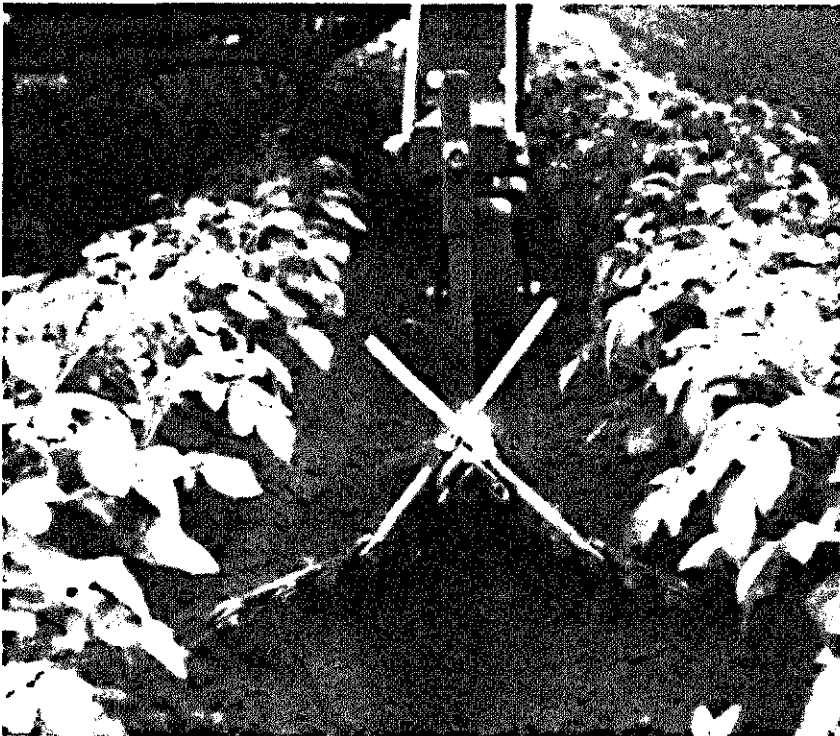
ONKRUIDBESTRIJDING

Onkruiden zijn in aardappelen ongewenst, omdat deze met het gewas concurreren om licht, vocht en voedingsstoffen. Ook kan het een waardplant zijn, die pathogenen in standhoudt. Tenslotte kan onkruid bij het rooien ernstige hinder veroorzaken en tot verontreiniging en beschadiging van de oogst leiden. Zand- en dalgronden worden gekenmerkt door een relatief zware onkruidbezetting. Op gronden met hogere organische-stofgehalten is de werking van bodemherbiciden dikwijls onvoldoende. Op deze gronden met een relatief groot nachtvorstschade- en winderosierisico is mechanische onkruidbestrijding behoorlijk riskant. Ook kan bij elke grondbe-
werking vochtverlies en/of beschadiging van

wortels ontstaan. Dit kan op droogtegevoelige grond de gewasgroei vertragen.

Klassieke systeem

Het klassieke systeem van onkruidbestrijding in het zetmeelaardappelteeltgebied bestaat uit een bespuiting met een contactherbicide bij opkomst van de aardappelen, een schoffelbewerking met visgraatschoffels als het grootste gevaar voor nachtvorst geweken is en anaarden kort voor het sluiten van het gewas. Een volledig mechanische onkruidbestrijding wordt in de Veenkoloniën, (nog) weinig toegepast vanwege het verhoogde risico op



Abbeelding 15. Mechanische onkruidbestrijding is goed mogelijk als er geen gevaar dreigt voor nachtvorst.



Afbeelding 16. Een volveldsbespuiting tegen nakiemers, als noodmaatregel.

nachtvorstschade. Recent onderzoek op de proefboerderij 't Kompas heeft nog eens bevestigd, dat (kort) na eggen of schoffelen de kans op nachtvorstschade groter is.

Nieuwe systemen

De laatste jaren komt er in de Veenkoloniën en in het aangrenzend zandgebied meer belangstelling voor gecombineerde mechanisch/chemische onkruidbestrijdingssystemen.

Op het gebied van mechanische onkruidbestrijding met behulp van eggen, schoffels, aanaarders en dergelijke (afbeelding 15) zijn er de laatste jaren duidelijk nieuwe ontwikkelingen. De moderne, goed instelbare eggen zoals veertand- en neteggen, geven weinig beschadiging aan de opkomende aardappelplanten. Voorwaarde voor een goede mechanische onkruidbestrijding is dat de poters voldoende diep en middenin de rug liggen.

Dalgrond: Met rogge als stuifdek vraagt de bestrijding van de rogge kort voor of bij de opkomst aandacht. Meestal wordt dan gespoten met een middel dat paraquat bevat. Vervolgens kan het gewas dan worden schoongehouden door middel van een of meer bespuitingen met een lage dosering van een na-opkomstmiddel. Later als het grootste gevaar voor nachtvorst voorbij is, kan een bespuiting ook worden vervangen door een schoffelwerking gevolgd door aanaarden.

Een alternatief voor de bovengenoemde werkwijze is bijvoorbeeld een bespuiting vóór opkomst met een lage dosering Roundup, waarbij rogge en onkruid worden gedood. Daarna wordt het jonge onkruid afgebrand met een na-opkomstmiddel, gevolgd door schoffelen met een visgraatschoffel en - kort voor het sluiten van het gewas - aanaarden.

Zandgrond: De onkruidbestrijding van zetmeelaardappelen op zandgrond komt in grote lijnen overeen met die op dalgrond. Ook hier

bepaalt het gevaar voor nachtvorstschade mede de strategie voor de onkruidbestrijding. De geringere onkruiddruk op zandgrond ten opzichte van dalgrond maakt dat een doelmatige onkruidbestrijding wat gemakkelijker is te realiseren. Bij het traditionele systeem wordt bij opkomst gespoten met contactmiddelen. Na de periode met verhoogd nachtvorst risico wordt geschoffeld met visgraatschoffels waarna in het algemeen bij een gewashoogte van circa 30 cm wordt aangeaard. Als alleen zaadonkruiden aanwezig zijn, wordt wel Sensor of Titus in lage dosering toegepast: bijvoorbeeld één à twee keer spuiten op jong onkruid, later gevolgd door schoffelen en aanaarden.

Onkruidbestrijding later in het groeiseizoen

Als noodmaatregel kan na de bloei van de

aardappelen een volveldsbespuiting tegen onder andere distels, melganzevoet en perzikkruid worden uitgevoerd (afbeelding 16). Het wordt een noodmaatregel genoemd, omdat vaak ook het gewas onder de bespuiting lijdt. Een dergelijke bespuiting is daarom alleen zinvol als er sprake is van een aanzienlijke onkruidbezetting.

Kweekgras kan in laat te oogsten aardappelgewassen chemisch worden bestreden ruim voor het sluiten van het gewas, als dit onkruid minstens 20 cm hoog is. Ook bestaat er nog een mogelijkheid kweekgras en ander onkruid chemisch te bestrijden zodra het loof van de aardappelen volledig is afgestorven.

Voor meer informatie over toegestane chemische middelen wordt verwezen naar de jaarlijks verschijnende Handleiding Gewasbescherming in de akkerbouw, die wordt uitgegeven door DLV en naar de Gewasbeschermingsgids, die wordt uitgegeven door IKC en PD.

ZIEKTEN EN PLAGEN

Ziekten veroorzaakt door schimmels, bacteriën en virussen

Phytophthora

De belangrijkste ziekte in aardappelen, de aardappelziekte, wordt veroorzaakt door de schimmel *Phytophthora infestans*. Deze ziekteverwekker kan bij vatbare rassen in een tijdsbestek van één à twee weken het loof volledig vernietigen. Ook de knollen kunnen worden aangetast, waardoor deze verrotten. Sinds enige jaren is een nieuwe populatie van deze ziekteverwekker actief die aanmerkelijk agressiever is dan de vorige. Bovendien is deze populatie in staat om oösporen te vormen; rustsporen die langdurig in de grond kunnen overleven. Op enkele gevoeligere rassen na zijn de meeste zetmeelaardappelrassen matig resistent.

Aantastingsbeeld

De aardappelziekte kan bovengronds zowel het blad als de stengel aantasten. Op de blaadjes ontstaan waterige, niet scherp begrensde vlekken van 1 à 2 cm doorsnede (afbeelding 17, pag. 79). Op deze vlekken kan bij hoge relatieve luchtvochtigheid binnen enkele uren een dunne laag wit schimmelpluis van sporendragers ontstaan, meestal aan de onderzijde van het blad. Binnen een dag wordt dit gedeelte van de vlekken bruin. Aan de randen van de vlekken groeit de schimmel op dezelfde wijze verder totdat het hele blaadje is aangetast of het blad afsterft. Op de grens tussen groen en bruin blad is vaak een lichtgroene zone zichtbaar. Droogt een aangetaste plek op dan is de ziekte lastig te onderscheiden van bijvoorbeeld *Botrytis*. Een

eenvoudige test, die een grote mate van zekerheid kan verschaffen of het werkelijk om *Phytophthora* gaat, is de volgende: stop enkele aangetaste blaadjes in een plastic zak, voeg er een paar druppels water bij en leg het afgesloten zakje bij kamertemperatuur (20 - 22°C) weg. De volgende dag kan *Phytophthora* worden herkend als zich aan de onderkant van de aangetaste blaadjes wit schimmelpluis heeft gevormd.

Op een aangetaste stengel komen grote, langwerpige, grauwbroune tot bruinzwarte vlekken voor die later vaak de hele stengel omringen. Deze stengels zijn op de plaats van aantasting zeer gevoelig voor breuk. Stengel-aantasting komt relatief vaak voor in jonge, nog niet gesloten gewassen. In tegenstelling tot aangetast bladweefsel kan de schimmel in aangetast stengelweefsel lange tijd actief blijven en bij gunstige omstandigheden weer gaan sporuleren. Aantasting van de spruit kan ook vanuit een aangetaste moederknol ontstaan.

Sporen kunnen in vochtige grond enige weken overleven. Via regenwater of beregening kunnen ze naar de knollen worden gespoeld. Vanuit kiemende sporen kan de schimmel via lenticellen en beschadigingen de knol binnendringen. Op de knollen is een beginnende aantasting zichtbaar als blauwachtige, door de schil schemerende vlekken. Het onderliggende knolweefsel is oppervlakkig aangetast en licht roestbruin van kleur. Een dergelijke aantasting wordt 'jong ziek' genoemd. Bij voortschrijdende aantasting droogt het knoloppervlak op onregelmatige wijze meer of minder in waardoor een bobbelig oppervlak ontstaat. Bij doorsnijden is het aangetaste weefsel gekenmerkt door strengen roodbruin verkleurd weefsel die op het oog gezond weefsel omsluiten. Knolaantasting komt meer voor naarmate de grondsoort vochtiger is. Op

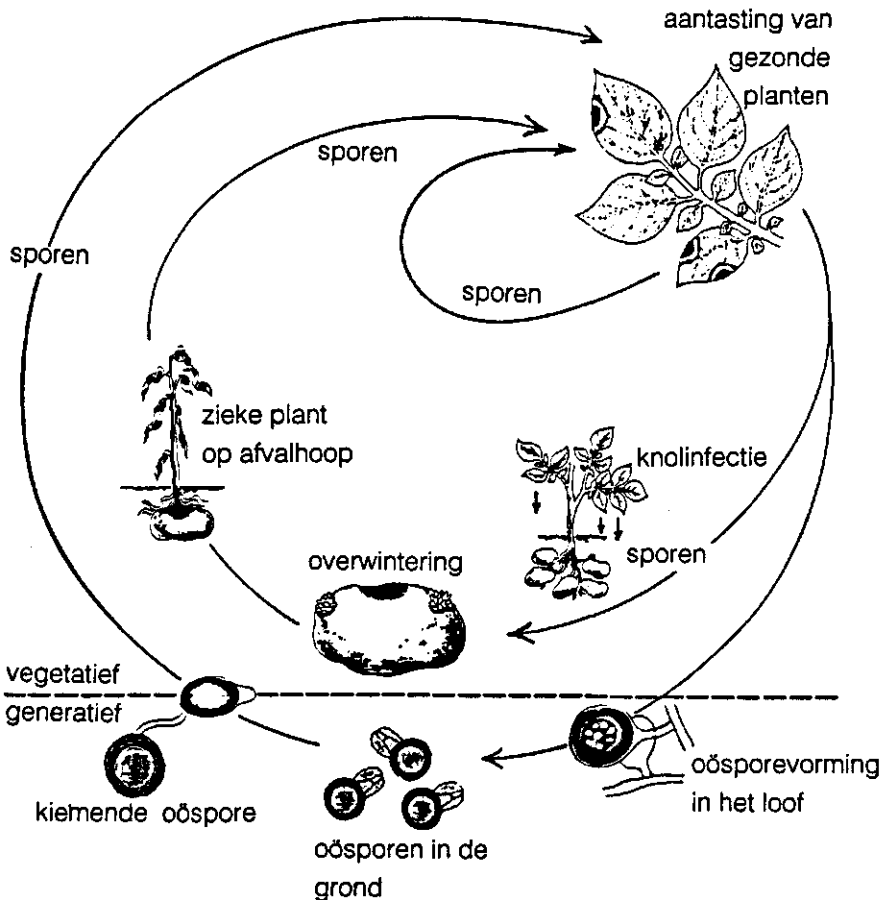
de in het algemeen drogere zand- en dalgronden komt knolaantasting relatief minder voor dan op klei.

Bij hoge luchtvochtigheid vormt zich op aangetaste knollen sporulerend schimmelpuis waardoor de ziekte zich tijdens de bewaring in kuil of schuur verder kan ontwikkelen. Aantasting door de aardappelziekte wordt vaak gevolgd door secundair optredend natrot, waardoor de ziekteproblemen in de partij verergeren.

Levenswijze

Op aangetaste bladeren en stengels worden in grote aantallen sporen gevormd die worden

verspreid door de wind of met opspattende waterdruppels (afbeelding 18). Kieming van sporen en infectie gebeurt alleen in water. Er is dus dauw of regen nodig. Voorts zijn kieming en infectie afhankelijk van de temperatuur. Er wordt vanuit gegaan dat de kieming van de spore plus de binnendringingstijd bij 12 tot 18°C voor een vatbaar ras minimaal twee uur duurt. Na binnendringen duurt het tenminste drie dagen voordat de schimmel weer naar buiten komt en sporendragers met sporen vormt. Om tot sporenvorming te komen, moet er in het gewas gedurende langere tijd een relatieve luchtvochtigheid van meer dan 90% heersen. Voor de oude schimmelpo-



Afbeelding 18. Levenscyclus van *Phytophthora infestans*.

pulatie was dat minimaal 10 uur; voor de nieuwe populatie is dat nog niet bekend maar gezien de sterk verhoogde agressiviteit mag er van worden uitgegaan dat deze periode tenminste 20 tot 30% korter zal kunnen zijn. Bij 15 tot 20°C duurt de cyclus van spore via een aangetaste plek tot een nieuwe generatie sporen drie tot vier dagen, mits de omstandigheden daarvoor gunstig zijn. Bij temperaturen boven de 27°C en beneden circa 2°C staat de groei van de schimmel stil.

De ontwikkelingsgang van de aardappelziekte wordt gelukkig vaak onderbroken: bij droog weer (relatieve vochtigheid < 90%) kunnen geen sporendragers en sporen worden gevormd; als geen vrij water op de plant aanwezig is, kunnen de sporen niet kiemen en binnendringen. Zijn er wel sporen gevormd, maar schijnt de zon overdag enkele uren, dan zullen veel sporen door ultraviolet licht en door de droogte worden gedood. Op dit soort gegevens zijn teelbegeleidings- en ziektebeheersingssystemen geënt.

Phytophthora overwintert als schimmeldraden in aangetaste knollen. De kans dat de ziekteverwekker in de winter in het veld in knollen overleeft, is klein omdat aangetaste knollen onder die omstandigheden gemakkelijk wegrotten. In de bewaarplaats is de kans op overleven voor de schimmel veel groter. De schimmel kan ook als oöspore in de grond overleven. Oösporen bleken in kleigrond tenminste twee jaar en in zandgrond tenminste drie jaar nog infectieus te zijn. Gebleken is dat overwinterende oösporen infecties in een volggewas kunnen veroorzaken, zodat ook vanuit de bodem onverwacht infecties kunnen optreden.

Voor de vorming van oösporen zijn de paringstypen A1 en A2 nodig. Bij de oude populatie van de schimmel kwam alleen het paringstype A1 voor en ontstonden dus geen oösporen. Thans ontstaan oösporen veelvuldig en des te meer naarmate de temperatuur lager is en het ras in enigermate resistent is.

Naarmate het resistentieniveau van het ras verder toeneemt, neemt de kans op oösporenvorming eveneens toe, maar neemt het aantal gevormde oösporen zeer sterk af.

De schimmel kan vanuit een aangetaste knol mee door de plant omhoog groeien, waarbij onder voor de schimmel gunstige omstandigheden (relatieve luchtvochtigheid > 90%) sporendragers met sporen op stengels en/of bladeren worden gevormd. Deze sporen kunnen andere planten infecteren, waardoor de ziekte zich kan verspreiden. Afvalhopen, waarin aangetaste knollen terecht komen, vormen een groot gevaar voor het vroeg optreden van de aardappelziekte.

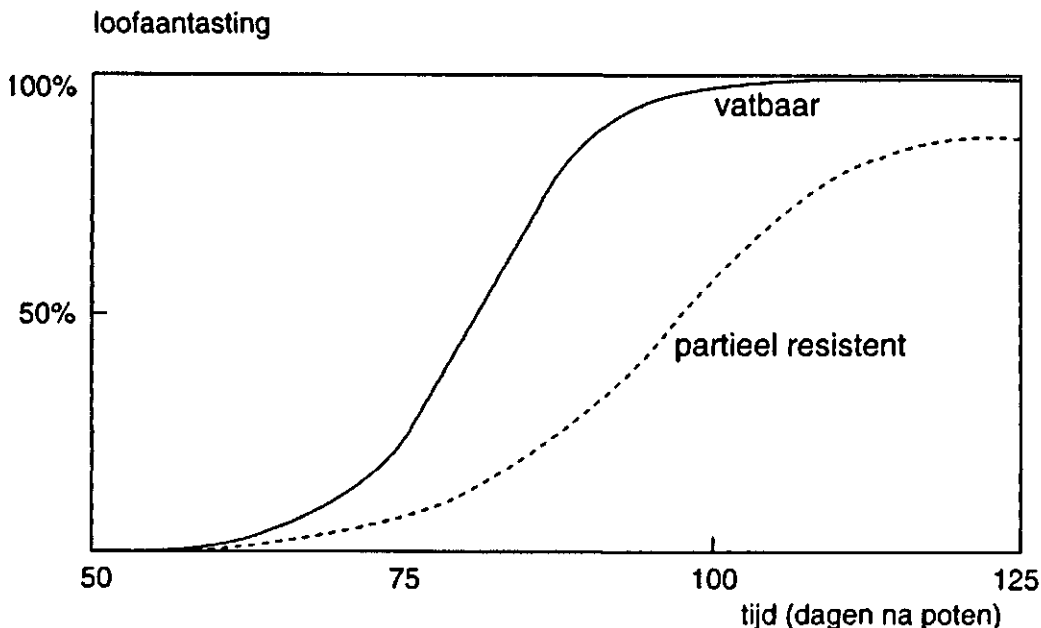
Voorkomen/bestrijden

Zolang er geen volledig resistente rassen zijn of betrouwbare chemische middelen met een curatieve (genezende) werking, zal de bestrijding moeten worden gericht op het voorkomen van de aantasting. Hiertoe zijn zowel bedrijfshygiënische als teelttechnische maatregelen en preventieve bespuitingen onmisbaar.

Teeltmaatregelen

Bedrijfshygiëne. Phytophthora kan alleen optreden bij aanwezigheid van infectiebronnen. Hierbij kan worden gedacht aan aantasting in aardappelafvalhopen, aardappelopslag, buurpercelen, aangetaste knollen in het pootgoed en oösporen in de grond. Goede preventieve maatregelen, zoals het afdekken van afvalhopen met zwart plastic, controle van pootgoed op de aanwezigheid van door Phytophthora aangetaste knollen en het voorkomen en bestrijden van opslag, zijn de eerste stappen waarmee het optreden van de ziekte kan worden tegengegaan.

Rassen. Tussen de aardappelrassen komen zowel betreffende het loof als de knol grote verschillen voor in vatbaarheid voor Phytophthora. Geen enkel ras is blijvend volledig resistent. Naarmate de resistentie in het loof



Figuur 8. Modelberekening van het verloop van aantasting door *Phytophthora infestans* in een vatbaar en een partieel resistent aardappelras (naar Dellaert et al., 1989).

Tabel 17. Vatbaarheid van enkele zetmeelaardappelrassen voor *Phytophthora* (Rassenlijst, 1998).

rassen	vatbaarheid	
	loof	knol
Astarte	6	5,5
Elkana	4,5	9
Elles	6,5	9
Kardal	8	8
Karnico	8	6,5
Scresta	7	8

2 = zeer sterk vatbaar, 5 = tamelijk vatbaar, 7 = vrij weinig vatbaar, 10 = resistent

beter is, verloopt de binnendringing moeilijker, groeit de schimmel trager door het blad en worden minder sporen gevormd en ontwikkelt de epidemie langzamer (figuur 8). Naarmate de knolresistentie beter is, worden de knollen minder gemakkelijk aangetast. Loof- en knolresistentie zijn lang niet altijd aan elkaar gekoppeld.

In de Beschrijvende Rassenlijst voor Landbougewassen is voor de schimmel de mate van resistentie van loof en knol aangegeven (tabel 17). Door de andere eigenschappen van de nieuwe *Phytophthora*-populatie ten opzichte van resistentie zijn deze cijfers niet betrouwbaar meer en moeten dan ook worden aangepast.

Matige stikstofbemesting. De kans op infectie wordt behalve door het ras ook bepaald door de zwaarte van het loof. Bij veel loof droogt

het gewas langzamer op waardoor de omstandigheden voor *Phytophthora* gunstiger worden en de ziekte meer kans krijgt zich uit te breiden. Het is dan ook niet wenselijk om meer stikstof te geven dan nodig is om het gewas gedurende het hele seizoen groen te houden. Stikstofdeling waarbij het laatste deel van de gift afhankelijk wordt gesteld van de hoogte van het nitraatgehalte in de bladsteel-tjes of in de grond (NBS) kan hierbij een hulpmiddel zijn.

Tijdige loofvernietiging bij loofaantasting door Phytophthora. Als de grond vochtig is bij het optreden van sporulatie kan knolaantasting plaatsvinden. In dat geval kunnen de sporen in de grond overleven en door regen naar de knollen worden gespoeld. Vooral bij aanhoudend nat weer moet het loof van vatbare rassen met een snelwerkend middel worden vernietigd, zodra bij 20% of meer van de planten een of meer blaadjes is aangetast.

Als het loof aan het eind van het groeiseizoen al voor een aanzienlijk deel is afgestorven, neemt de opbrengst nauwelijks meer toe, terwijl de kans op aantasting door *Phytophthora* blijft bestaan. In zulke gevallen is het verstandig om het loof te vernietigen. Hierdoor kan een aantal bespuitingen worden uitgespaard en wordt ook de kans op oösporenvorming verminderd.

De wijze van rooien. Als het loof tijdens het groeiseizoen is aangetast door *Phytophthora*, kan het best worden gerooid als de grond droog is. Het is belangrijk dat de knollen goed zijn afgehard en dat knolbeschadiging tijdens het rooien zoveel mogelijk wordt vermeden. De levensduur van sporen is in vochtige zandgrond ongeveer vier weken. In droge grond sterven de sporen snel af.

Door een aangetaste partij zo snel mogelijk droog te blazen, kan uitbreiding van het aantal aangetaste knollen worden beperkt en daarmee de uitbreiding van secundair natrot.

Preventieve bespuitingen

Er is een aantal middelen dat, mits tijdig en voldoende vaak toegepast, in belangrijke mate infectie kan voorkomen. Belangrijke vragen in dit verband zijn: wanneer moet de eerste bespuiting worden uitgevoerd; wanneer zijn verdere bespuitingen nodig en welke middelen verdienen de voorkeur?

Tijdstip eerste bespuiting. De oude stelregel is om op vatbare rassen met de eerste bespuiting te beginnen zodra het gewas 20 cm hoog is. Voorkómen moet echter worden dat het gewas al vroeg wordt aangetast en er daardoor het gehele seizoen extra bespuitingen nodig zijn om verdere uitbreiding tegen te gaan! Een betere stelregel is daarom te beginnen met preventieve bespuitingen zodra het optreden van de ziekte in de omgeving of in het eigen perceel wordt verwacht, bijvoorbeeld bij voortdurend nat weer. Zolang de ziekte nog niet in het gebied is gesignaleerd, is de kans op aantasting klein. Uitstel van de eerste bespuiting is riskanter naarmate de loofresistentie van het gewas geringer is.

Tijdstip vervolgbespuitingen. Of het uitvoeren van een preventieve vervolgbespuiting nodig is, hangt af van het infectiegevaar. Dit gevaar is afhankelijk van de aanwezigheid van de ziekte in de omgeving (in of buiten het perceel), van de weersomstandigheden, van de vatbaarheid van het ras en de mate waarin het gewas nog door een fungicide wordt beschermd. Dit laatste is weer mede afhankelijk van de groeisnelheid van het gewas (vorming van nieuw blad) en de verwerking en afspoeling van het middel.

Er wordt dikwijls vanuit gegaan dat een *Phytophthora*-middel 7 - 10 dagen na de bespuiting is uitgewerkt. Heeft het na de bespuiting geregend, dan kan het middel versneld zijn afgespoeld. Na een flinke bui van 10 - 15 mm wordt aangenomen dat de bescherming van het loof met één dag is afge-

nomen. Door de ontwikkeling van nieuwe bladeren neemt de bedekkingsgraad van het gewas navenant af; het kan dan - indien er sprake is van *Phytophthora*-druk- bij voor de ziekte gunstige omstandigheden, nodig zijn om reeds binnen vijf dagen een vervolgbespuiting uit te voeren. Indien de beschermingstoestand te ver is afgenomen, is een vervolgbespuiting echter niet nodig zolang de weersomstandigheden voor *Phytophthora* ongunstig zijn, dus droog weer met dauwloze nachten. Als zo'n spuitvrije periode langer dan 14 dagen duurt of wanneer een weersomslag dreigt, wordt aanbevolen een vervolgbespuiting uit te voeren. De kans op gunstige omstandigheden voor de schimmel is het grootst in het tweede deel van het groeiseizoen en vooral na half augustus. Als voor de ziekte gunstige omstandigheden worden verwacht en het gewas niet meer voldoende door fungiciden wordt beschermd, is een vervolgbespuiting geboden. Bovendien neemt bij bladeren de vatbaarheid toe naarmate ze ouder worden. Belangrijk is dat met de *Phytophthora*-bestrijding wordt doorgegaan tot en met de loofvernietiging. Bij beregenen verdient het de voorkeur kort na het beregenen een bespuiting uit te voeren. Als dit op slecht berijdbare gronden niet mogelijk is dan dient, als de vorige bespuiting vier dagen of langer is geleden, daags voor het beregenen een bespuiting te worden uitgevoerd met het tegen afregenen meest resistente fungicide.

Curatieve bespuitingen

Behalve de chemische middelen die *Phytophthora* preventief kunnen bestrijden, is er ook een aantal middelen met een meer of minder curatieve werking beschikbaar: cymoxanil, dimethomorph, metalaxyl en propamocarb.

Cymoxanil kan de binnengedrongen schimmel nog onschadelijk maken wanneer binnen 24-48 uur (langer naarmate het ras resistenter is) na de infectie een bespuiting wordt uitgevoerd. Het gewas moet dan wel voldoende

vitaal zijn omdat het middel anders onvoldoende in het blad wordt opgenomen.

Metalaxyl heeft een volledig curatieve werking, wat betekent dat de schimmel in alle stadia in het loof wordt gedood. Meer nog dan bij cymoxanil geldt voor metalaxyl dat dit middel vooral werkzaam is in een vitaal groen gewas omdat het systemisch door de plant wordt verspreid. Helaas treedt de curatieve werking van metalaxyl niet altijd op. Dit is het gevolg van resistente stammen van *Phytophthora*. In sommige streken zijn in bepaalde jaren tot 90% van de stammen resistent tegen dit middel. De nieuwe middelen dimethomorph en propamocarb dringen ook het blad binnen. Dimethomorph verspreidt zich alleen lokaal in het binnengedrongen blad. Propamocarb daarentegen verspreidt zich wel binnen de plant, maar niet zo vlot als metalaxyl. Beide middelen hebben daarom slechts een beperkt curatieve werking.

Chemische middelen

De middelen die het gewas tegen *Phytophthora* kunnen beschermen, zijn weergegeven in de Handleiding Gewasbescherming in de Akkerbouw.

Er kunnen drie groepen middelen worden onderscheiden.

Preventief werkende middelen: maneb en zineb, chloorthalonil en fluazinam alsmede tinnen koperbevattende middelen. Koper- en tinbevattende middelen veroorzaken groeiremming en bladbeschadiging bij jonge gewassen. Deze middelen zijn in principe alleen toe te passen op volgroeide gewassen.

Preventief werkende middelen met een beperkt curatieve werking. Dergelijke middelen bevatten naast een preventief werkende component een curatief werkend bestanddeel: cymoxanil, dimethomorph of propamocarb.

Middelen met een preventieve- en curatieve werking. Dit zijn mengsels van maneb/fentinacetaat met metalaxyl (Ridomil). In veel gevallen komt resistentie tegen metalaxyl voor. Dit is te controleren door na te gaan of lesies

na toediening van een metalaxyl bevattend middel onder gunstige omstandigheden nog "sporuleren" of dat zich nog een lichtgroene rand rond de lesie ontwikkelt. Om het optreden van resistentie tegen metalaxyl zoveel mogelijk tegen te gaan, mag het middel niet bij de pootgoedteelt worden gebruikt en wordt geadviseerd dit middel in een seizoen niet vaker dan twee keer toe te passen.

Dosering. Op het terrein van de minimaal benodigde dosering van middelen doet zich nog een aantal vragen voor.

Uit ondermeer Amerikaans onderzoek zijn er aanwijzingen, dat bij eenzelfde spuitfrequentie met lagere doseringen kan worden volstaan naarmate het geteelde ras meer veldresistentie bezit. Onderzoek van het PAV heeft aangetoond dat zelfs bij vatbare rassen een verlagings van de normaal geadviseerde dosering met 25% mogelijk is, mits goede spuitapparatuur wordt gebruikt.

Waarschuwingssystemen. Er zijn en worden systemen ontwikkeld die waarschuwen wanneer een gevaarlijke periode voor *Phytophthora* dreigt of heeft plaatsgevonden. Ze maken meestal gebruik van weersgegevens, die op of in de nabijheid van het betreffende perceel zijn verzameld, in combinatie met de weersverwachting en gegevens over eerder uitgevoerde bespuitingen, het gewasstadium en de *Phytophthora*-druk in de omgeving van het perceel. Als men er zeker van kan zijn dat het betreffende perceel binnen 24 uur na een kritieke periode berijdbaar is om te spuiten, dan kan in principe na zo'n kritieke periode worden gespoten met een werkzaam middel met een curatieve werking.

Thans vormen deze systemen vooral een hulpmiddel voor het vaststellen van het tijdstip en de frequentie van bespuitingen voor een optimale ziektebeheersing.

Alternaria

De laatste jaren is er sprake van aantastingen door *Alternaria solani*. Tot voor enkele jaren was deze schimmel in Nederland op aardappelgewassen vrijwel onvindbaar, wat samenhangt met de strikt en frequent uitgevoerde bestrijding van de aardappelziekte met breedwerkende middelen die ook deze ziekte doeltreffend bestrijden. Thans worden frequent ook veel minder breed werkende fungiciden gebruikt die tegen *Alternaria* minder tot niet effectief zijn waardoor deze schimmel nieuwe kansen krijgt. Bovendien houdt spuiten tegen de aardappelziekte naar behoefte in (dit betekent mede gestuurd door de weersomstandigheden), dat er in warmere perioden minder frequent wordt gespoten. Juist deze perioden zijn zeer gunstig voor infectie door *Alternaria solani*. Een opvallend verschijnsel hierbij is dat infecties door *Alternaria* het gehele groeiseizoen kunnen optreden, maar dat de uitgroei tot bladvlekken van halverwege het groeiseizoen tot het eind hiervan plaats vindt. Dit kan tot gevolg hebben dat zich ongemerkt reeds veel van deze nog onzichtbare infecties hebben opgebouwd die dan in een relatief korte periode van één à twee weken tot volle wasdom komen. De op deze vlekken gevormde sporen kunnen dan tot een zodanig snelle uitbreiding van de ziekte leiden dat het gewas te gronde gaat.

Aantastingsbeeld

De ziekte wordt gekenmerkt door aanvankelijk kleine olijfgroene tot bruinzwarte vlekjes die uitgroeien tot hoekig afgeronde, door de bladnerven ingeperkte bladvlekken met daarin concentrische, min of meer duidelijk zichtbare groeiringen. Bij zeer vatbare rassen groeien deze lesies vrij snel tot ongeveer 1 cm of meer in doorsnede en hebben bij droog en winderig weer een sterke neiging om te scheuren en als het ware uit het blad te vallen.

Levenswijze

Deze schimmel is sterk gebonden aan aardappel en tomaat als waardplant en doet vooral schade in warmere klimaatgebieden. De ziekte overwintert als mycelium en als sporen op gewasresten in de grond en kan daar als zodanig vele jaren overleven. Bij neerslag en voldoende hoge temperaturen wordt de schimmel weer actief. Reeds aanwezige en nieuw gevormde sporen kunnen door de wind naar nieuwe waardgewassen worden gevoerd waarna infecties tot stand kunnen komen. Daarmee is de cyclus rond.

Voorkomen/bestrijden

Belangrijk bij het voorkomen van *Alternaria*-aantastingen is er zorg voor te dragen dat de minerale voeding van het gewas in goede balans is; vooral een optimale voorziening met de elementen mangaan en magnesium speelt hierbij een cruciale rol.

In gebieden met een *Alternaria*-geschiedenis dienen de daarvoor gevoelige aardappelrassen op de daartoe geëigende tijdstippen (rond de bloei en daarna om de twee weken) bespoten te worden met een *Alternaria*-bestrijdend middel. Deze middelen zijn chloorthalonil, maneb, zineb, mancozeb en tin of koper bevattende middelen, die ook effectief zijn tegen de aardappelziekte.

Rhizoctonia

De veroorzaker van de ziekte die in de praktijk veelal als *Rhizoctonia* wordt aangeduid, is de schimmel *Rhizoctonia solani*. Het is een schimmel die algemeen in de grond voorkomt, ook op de zand- en veenkoloniale gronden in Noordoost-Nederland. De schimmel tast alle ondergrondse stengeldelen van de aardappelplant aan, inclusief de knollen.

Voor de aardappel zijn twee aspecten van belang. Het eerste is dat binnen deze schimmelsoort verschillende groepen bestaan, die binnen die groep op asexuele wijze genetische informatie kunnen uitwisselen via de zoge-

naamde anastomosen. Daarom wordt er wel van anastomosegroepen gesproken. Eén van deze groepen, de anastomosegroep 3 (AG 3), is specifiek ziekteverwekkend voor aardappel, en is verantwoordelijk voor spruit-, stengel- en stolonaantasting.

Een tweede aspect is dat zogenaamde lakschurft door meerdere anastomosegroepen wordt gevormd. Dit heeft als consequentie dat lakschurft op de knollen niet altijd hoeft te leiden tot aantasting van de spruit.

Aantastingsbeeld

Knollen kunnen bezet zijn met lakschurft, de korstvormige bruinzwarte ruststructuur van de schimmel. Deze lakschurft is vooral na wassen van de knollen goed zichtbaar.

Voornamelijk vanuit deze ruststructuur kunnen kiemen en jonge stengels worden aangeast. De aantasting is te herkennen aan licht- tot donkerbruin gekleurde ingezonken plekken op de ondergrondse stengeldelen. Oudere stengels en stolonen kunnen ook vanuit de grond worden aangetast. De ontstane lesies kunnen de jonge stengels en stolonen helemaal omringen waardoor deze afsterven. In het veld is een aantasting vanuit besmet pootgoed gekenmerkt door een onregelmatige opkomst en een holle stand. Latere aantastingen vanuit de grond uit zich vooral door verwelkingsverschijnselen en de 'knijpende' toppen van planten, waarbij de topblaadjes zich min of meer opvouwen. Later in het groeiseizoen ontstaan de voor deze schimmel kenmerkende witte schimmelmanchetten aan de basis van de stengels en andere plantendelen die contact met de bodem maken.

Als een lesie een stengel omringt, wordt de afvoer van koolhydraten naar de stolonen sterk belemmerd en ontstaan bovengrondse knollen in de bladoksels langs de stengels (luchtknollen). Aantasting van de stolonen heeft afsterving van de uiteinden tot gevolg met een verminderd knolaantal als resultaat. Door herhaalde vertakking van de stolonen ontstaan dicht bij de stengel vlak onder of aan

het grondoppervlak talrijke kleine misvormde knollen (krielnesten).

Als groeiende knollen worden aangetast kunnen grote schurftachtige lesies ontstaan. Op de plaats van de aantasting wordt de groei geremd, waardoor misvormde knollen en groeischeureff worden gevormd. Daarnaast kunnen knollen met zogenaamde blinde ogen voorkomen, die kiemaanlegsels missen.

Voorkomen/bestrijden

Schade door *Rhizoctonia* bij aardappelen uit zich in een lagere knolopbrengst, een lager onderwatergewicht, krielnesten (bron voor aardappelopslag), misvormde knollen en een doorgaans wat grovere sortering.

Door teeltmaatregelen is het mogelijk de schade door *Rhizoctonia* te beperken. In de meeste gevallen is dit echter onvoldoende, zodat veelal gebruik wordt gemaakt van chemische middelen voor pootgoed- en grondbehandeling.

Vruchtwisseling. *Rhizoctonia* komt op zand- en veenkoloniale gronden algemeen voor. In aanwezigheid van de waardplant (aardappel) bouwt de schimmel zeer snel zeer hoge populatiedichtheden op. Bij afwezigheid van de waard stort deze populatie reeds binnen een half jaar zeer snel in tot zeer lage dichtheden, die in volgende jaren nog slechts zeer weinig teruglopen. Als weer aardappelen worden geteeld, bouwt de populatie zich weer zeer snel op tot schadelijke niveaus. Vruchtwisseling blijkt als beheersmaatregel dan ook niet te voldoen.

Voorvrucht. In het zetmeelaardappelgebied zijn geen consistente verschillen waargenomen tussen de verschillende voorvruchten of groenbemestingsgewassen bij het beheersen van *Rhizoctonia*.

Voorkiemen, pootdatum en rugopbouw. Met de vorming van groen loof neemt de gevoe-

ligheid van de plant voor *Rhizoctonia* snel af. Daarom is het van belang dat het gewas snel bovenkomt. Dit kan worden gestimuleerd door het pootgoed voor te kiemen, door niet te vroeg te potten en door niet direct vroeg in het voorjaar een grote rug op te bouwen.

Rasverschillen. Er zijn verschillen in tolerantie tussen de rassen, die echter niet of onvoldoende zijn onderzocht.

Lakschurftbezetting pootgoed en vitaliteit van de sclerotiën. Naarmate het pootgoed meer is bezet met vitale sclerotiën van lakschurft is de kans op schade aan het gewas groter (afbeelding 19).



Afbeelding 19. *Rhizoctonia*-schaal.

De sclerotiën kunnen in vitaliteit verschillen als gevolg van de activiteit van natuurlijke antagonisten die in de grond voorkomen en *Rhizoctonia* doden. Met behulp van een labo-

ratoriumtest is het mogelijk de vitaliteit van sclerotiën vast te stellen.

Knolbehandeling. Op pootgoed voor de zetmeelrassen komt altijd *Rhizoctonia* voor, niet alleen in de vorm van goed zichtbare lak-schurft maar ook in de vorm van met een loupe duidelijk zichtbare lange gladde roodbruine schimmeldraden en miniem kleine lak-schurftafzettingen. Gebleken is dat een pootgoedbehandeling met een daarvoor toegelaten fungicide (zie de handleiding Gewasbescherming) de aantasting beperkt en de opbrengst verhoogt.

Gewone schurft

Gewone schurft wordt veroorzaakt door *Streptomyces scabies* en andere *Streptomyces*-soorten die algemeen in de bodem voorkomen. Het is een veel voorkomende ziekte die de opbrengst niet beïnvloedt, maar wordt beschouwd als een kwaliteitsziekte. Schurft verhoogt de tarra in de vorm van aanhangende grond.

Het ziektebeeld kan afhankelijk van de *Streptomyces*-soort en het aardappelras sterk uiteenlopen. Een groot probleem hierbij is dat poederschurft die in het zetmeelaardappelgebied veel voorkomt, ook schurftachtige symptomen veroorzaakt die veelal met die van gewone schurft worden verward. In de praktijk onderscheidt men oppervlakkige schurft, diepe schurft en knobbel- of pokschurft (afbeelding 20, pag. 80). Deze ziektebeelden komen vaak op dezelfde knol voor en gaan in elkaar over. Het optreden van gewone schurft wordt in sterke mate beïnvloed door het weer, de zuurgraad van de grond (een hoge pH) en de vochtigheid van de grond tijdens de knol-aanleg.

Aangezien *Streptomyces scabies* zich vooral vermeerdert op granen en grassen is de bijdrage van aangetast pootgoed niet van betekenis.

Voorkomen/bestrijden

Beregening. Alleen de jonge lenticellen zijn vatbaar voor aantasting door gewone schurft, en dan alleen onder droge omstandigheden. Een aantasting kan grotendeels worden voorkomen door vanaf het begin van de knolaanleg de grond gedurende drie weken vochtig te houden. De knolaanleg komt meestal twee tot drie weken na opkomst op gang.

Bekalking/verzuring. *Streptomyces scabies* groeit optimaal bij een pH van 6,5 tot 8. Aangezien in het zetmeelaardappelgebied een pH wordt geadviseerd van 4,8 tot 5,4 zijn de omstandigheden voor deze ziekteverwekker daar aanmerkelijk minder gunstig. Voor de beheersing van deze ziekte is het daarom weinig zinvol de pH nog verder te verlagen (zie pagina 48).

Rasverschillen. Tussen aardappelrassen zijn er vrij grote verschillen in de mate waarin aantasting plaatsvindt (zie Rassenlijst). Op schurftgevoelige percelen teelt men bij voorkeur minder vatbare rassen.

Netschurft

Netschurft wordt veroorzaakt door een niet gedetermineerde *Streptomyces*-soort. Aangezien alle zetmeelrassen volledig resistent zijn tegen deze ziekteverwekker wordt netschurft hier verder niet behandeld.

Poederschurft

Poederschurft wordt veroorzaakt door *Spongospora subterranea*. Deze ziekte komt veelvuldig voor, veel meer dan in het algemeen wordt aangenomen. Dit komt doordat de minder typische symptomen gemakkelijk worden verwisseld met die van gewone schurft, veroorzaakt door *Streptomyces scabies*, maar ook doordat in oudere en nieuwere leerboeken symptomen worden beschreven en afgebeeld als zijnde gewone schurft, die in

feite aan poederschurft moeten worden toegeschreven.

Levenswijze

Uit kiemende sporen van de overwinteringsstructuren (sporenballen) komen zwemsporen vrij, die binnen enkele uren wortelharen kunnen infecteren. *Spongospora subterranea* tast de wortelharen van vrijwel alle gewassen en onkruiden aan. Na ongeveer vier dagen ontstaan in de aangetaste wortelharen opnieuw zwemsporen die vervolgens weer andere wortelharen aantasten. Dit proces herhaalt zich voor de meeste plantensoorten zolang er wortelharen beschikbaar zijn. Bij aardappelen worden behalve wortelharen ook andere ondergrondse plantendelen aangetast. Hierbij ontstaan de bekende galletjes op wortels en stolonen en worden in knollen sporenballen gevormd. Sporenballen zijn rustsporen die vele jaren in de bodem overleven. Aangezien deze ook de passage door het spijsverteringskanaal van rundvee, paarden en schapen overleven, moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat de ziekteverwekker met mest wordt verspreid (met uitzondering van varkens- en kippenmest). Een opvallende eigenschap van deze ziekte is verder dat ze zich, in tegenstelling tot gewone schurft, na loofvernietiging plotseling sterk op de knollen kan uitbreiden.

Aantastingsbeeld

Aantasting van de wortelharen is met het blote oog niet zichtbaar. De aantasting van ondergrondse plantendelen is aanvankelijk zichtbaar als kleine pukkeltjes die zich binnen één à twee weken ontwikkelen tot aanvankelijk licht gekleurde wratachtige galletjes. In tegenstelling tot wratziekte komen de wratjes van poederschurft voor op wortels. Binnen enkele dagen kleuren de galletjes bruin, waarbij de inhoud in korte tijd uiteen valt in een bruin poeder. Op de knol ontstaan pokken, die op een gegeven moment openspringen, doordat de over de lesie liggende huid

(vaak stervormig) inscheurt (afbeelding 21, pag. 80). Overblijfselen van dit huidje blijven lange tijd als vliezige resten aan de randen van de lesies aanwezig. Door het snelle rijpen van de lesies na loofvernietiging zijn na het rooien vaak alleen nog de resterende leeggelopen kratervormige lesies met deze typische huidrestanten zichtbaar. Ook kunnen wratachtige uitsteeksels op de knollen voorkomen.

Voorkomen/bestrijding

Er bestaan grote verschillen in resistentie tussen de rassen. Resistentie biedt goede mogelijkheden tot beheersing van de ziekte. Helaas zijn veel moderne rassen aanmerkelijk vatbaarder dan gemiddeld geldt voor de oudere rassen.

Naast resistentie zijn het gebruik van schoon pootgoed, een ruime vruchtwisseling (1:7 en ruimer) en zorg voor een goede structuur van de grond mogelijkheden om aantasting van de knollen tegen te gaan. Verder dient voorzichtigheid te worden betracht betreffende hoeveelheden van beregening. Voor risico-percelen wordt geadviseerd om de grond niet vochtiger te maken dan 75% van de veldcapaciteit van de grond. De effecten van deze maatregelen zijn merkbaar maar niet afdoende. In alle gevallen is het van zeer groot belang om de overgang van zoösporen, die zich ontwikkelen en in stand houden op de wortelharen van vruchtwisselingsgewassen en onkruiden, naar het volggewas aardappel te voorkomen. Daartoe dient tussen het voorlaatste gewas en het aardappelgewas een voldoende ruime periode (enkele maanden) van zwarte braak te worden aangehouden. Vooral gescheurd grasland heeft wat poederschurft betreft als voorvrucht een slechte naam. De consequentie hiervan is dat vóór een aardappelteelt het gras voldoende vroeg in het najaar moet worden gedood en voor de winter moet worden ondergeploegd, zodat de wortels van de graszode op het tijdstip van poten voldoende lang dood zijn.

Door schimmels veroorzaakt droogrot

Fusarium-droogrot

Fusarium-droogrot is niet alleen een typische bewaarziekte, maar ook te velde een veroorzaker van moederknolrot en wegblijvende en in groei meer of minder sterk achterblijvende planten. Dit laatste verschijnsel wordt de laatste jaren steeds meer waargenomen in samenhang met bewaring van pootgoed met mechanische koeling, waardoor geïnfecteerde poters pas kort voor of na het poten tot ziekteontwikkeling komen. Beschadigingen die door afkiemen ontstaan, leiden tot aanzienlijk meer infecties en hieruit voortvloeiend moederknolrot. Dit komt vooral naar voren bij laat poten, wat vaak gepaard gaat met herhaaldelijk omstorten van het pootgoed. Meer besmetting met *Fusarium* leidt vaak tot meer natrot.

Meerdere *Fusarium*-soorten kunnen droogrot veroorzaken. De twee belangrijkste zijn *Fusarium sulphureum* en de iets minder agressieve *Fusarium solani* var. *coeruleum*. Bij zetmeelaardappelen komt ook vaak *Fusarium avenaceum* voor, die wat zwaardere beschadigingen nodig heeft om te kunnen binnendringen. Deze soorten komen algemeen voor op zowel het pootgoed als in de grond. Het zijn wondparasieten. De verwondingen die ontstaan bij bewerkingen zoals rooien, sorteren en poten (huidbeschadiging, afgebroken kiemen) zijn invalspoorten voor de schimmel. Maar ook beschadigingen veroorzaakt door ziekten zoals *Phytophthora infestans* en poederschurft en aantasting door aaltjes en insecten bieden *Fusarium* een kans om de knol binnen te dringen. Tussen de aardappelrassen zijn duidelijke verschillen in vatbaarheid, waarbij een ras resistent kan zijn voor de ene droogrotveroorzaker en gevoelig voor de andere. De vatbaarheid van de knollen voor *Fusarium solani* var. *coeruleum*

neemt toe naarmate de aardappelen langer worden bewaard. Aantasting door *Fusarium sulphureum* kan al binnen enkele weken na het rooien zichtbaar worden. Aangetaste knollen vertonen uitwendig iets ingezonken plekken, waarop talrijke witroze (*Fusarium sulphureum*) of wit tot bleekblauwe (*Fusarium solani* var. *coeruleum*) schimmelkussentjes kunnen voorkomen. Door het ter plaatse van het rot ineenschrompelen van de schil ontstaan de min of meer concentrische ringen, die typisch zijn voor *Fusarium*-droogrot.

Voorkomen/bestrijden

In de eerste plaats moet knolbeschadiging bij het rooien en sorteren zoveel mogelijk worden voorkomen. Daartoe moeten de knollen bij het rooien voldoende zijn afgehard en dient voorzichtig te worden gerooid. Hierbij moeten rijpsnelheid en valhoogte zo goed mogelijk aan de omstandigheden worden aangepast. Direct na het oogsten moet worden gezorgd voor een goede wondheling. Als ontstane wondjes niet vlot helen, kan de ziekte zich snel uitbreiden. De aardappelen dienen verder koel en droog te worden bewaard. Groenrooien heeft voor infectie door *Fusarium*-soorten een sterk ziekteverend effect getoond.

Wanneer bij controle in de herfst reeds *Fusarium* van betekenis wordt aangetroffen, verdient het de voorkeur deze partij niet langer te bewaren. *Fusarium* in het pootgoed leidt tot een onregelmatige opkomst, zwakke planten en een holle stand.

Chemische bestrijding van de genoemde *Fusarium*-soorten is goed mogelijk. Bij *Fusarium sulphureum* komt algemeen resistentie tegen thiobendazolen voor. Bij de bestrijding moet hiermee rekening worden gehouden.

Phoma of gangreen

Zetmeelaardappelrassen zijn weinig of niet gevoelig voor aantasting door *Phoma foveata*, zodat deze ziekte voor de zetmeelaardappel-

teelt van weinig belang is en daarom hier niet wordt behandeld.

Door schimmels veroorzaakt natrot

Waterrot of Pythium-rot

De indruk bestaat dat waterrot bij de zetmeel-aardappelteelt vrij vaak voorkomt, maar veelal met roodrot, bacterieel natrot en *Phytophthora* wordt verward. De bij waterrot betrokken schimmels (*Pythium debaryanum*, *Pythium splendens* en *Pythium ultimum*) komen algemeen in de grond voor en veroorzaken bij veel waardplanten rot en verwelking. Bij aardappelen is vooral de aantasting van de knol bekend. Aantasting treedt op na de vorming van vrij zware wonden en kneuzingen, zoals die ontstaan bij het rooien van onvoldoende afgeharde knollen, of in het algemeen door ruw rooien. Ook contact met erg warme grond en 'zonnebrand' bij rooien bij heet zonnig weer schept gunstige condities voor aantasting. In de meeste gevallen begint de aantasting aan de oppervlakte van de knol om daarna via de schors in het mergweefsel binnen te dringen. Aangezien het mergweefsel veel vatbaarder is dan het schors- en vaatweefsel breidt de ziekte zich aanvankelijk in het mergweefsel het sterkst uit.

Ter voorkoming van waterrot dient het rooien bij te hoge temperaturen te worden vermeden. Dit geldt ook voor het rooien van een onvoldoende afgehard product en/of te ruw rooien.

In dit verband moet ook worden bedacht dat bij zonnig, warm weer de temperatuur in de ruggen na loofvernietiging door het ontbreken van een beschaduwend gewas zodanig sterk kan oplopen dat de knollen door de hitte worden beschadigd. Deze beschadigingen bieden *Pythium* de mogelijkheid binnen te dringen en op uitgebreide schaal rot te veroorzaken. Bij pootgoed komt dit veelal tot uiting bij het

rooien of kort daarna (binnen enkele weken) in de bewaring.

Aantastingsbeeld

Pythium- of waterrot is zalfachtig van textuur, en wordt gekenmerkt door donkerverkleuring van het knolweefsel na doorsnijden, soms voorafgegaan door een min of meer duidelijke roodverkleuring. Vaak zijn smalle donkere zones aanwezig die als donkere banden door de schil zichtbaar zijn. In latere stadia vervloeit de knol helemaal en blijft uiteindelijk alleen de schil over. Dit type rot gaat vaak over in secundair bacterieel natrot. Door het lekken van de zieke knollen kan de ziekte zich tijdens de eerste weken van de bewaring sterk uitbreiden.

Voorkomen/bestrijden

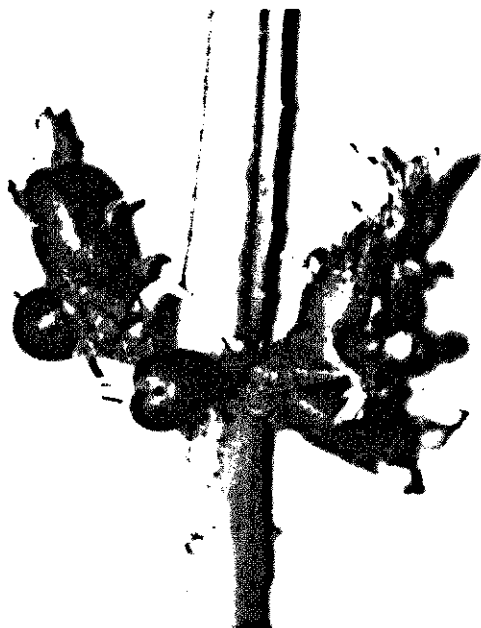
Voorkom knolbeschadiging zoveel mogelijk bij het rooien. Als de knolschil nog niet goed is afgehard, kan beter niet bij warm weer worden gerooid.

Roodrot

Roodrot wordt veroorzaakt door de schimmel *Phytophthora erythroseptica* die algemeen in grond voorkomt.

Levenswijze

De schimmel komt in de grond voor in de vorm van oösporen en kan als zodanig lange tijd in de bodem overleven. De meest voorkomende wijze van aantasting is dat de schimmel via de wortels de plant binnendringt, wat reeds vroeg in het groeiseizoen kan plaats vinden. Vanuit de geïnfecteerde wortels worden de stengels aangetast, waarna de schimmel via de stolonen de knollen binnengroeit. De aantasting kan hier tot stilstand komen of zich tot een typisch roodrot ontwikkelen. In het geval van een stagnerende aantasting kan de schimmel met de poter overwinteren en in de vorm van rustend mycelium en/of de er door gevormde oösporen



Afbeelding 22. Luchtknolletjes veroorzaakt door roodrot (foto HLB).

len ontstaat ook op uitgebreide schaal bacterieel natrot.

Aantastingsbeeld

In de stengelbasis ontstaat een enigszins op zwartbenigheid gelijkende, traag verlopende aantasting, waarbij de weefsels beige tot lichtbruin verkleuren. Met de toenemende aantasting van de onderste stengeldelen vormen zich op opvallende wijze luchtknolletjes in de ondergrondse en bovengrondse oksels (afbeelding 22) soms tot in de bloeiwijzen toe. Met het voortschrijden van de ziekte raken vanuit de stengelbasis ook de stolonen aangetast. Rond dit stadium treedt verdorring op, gekenmerkt door grote roodbruine tot later donkerbruine vlekken, die meestal begint aan de bladtoppen en bladranden. Deze vlekken kunnen gemakkelijk verward worden met die van de aardappelziekte. Aangetaste planten steken vaak boven het (gestreken) gewas uit en kunnen de eerste symptomen van verwelking vertonen of -in een later stadium- van verdorring (afbeelding 23). In verreweg de meeste gevallen dringt de ziekteverwekker via de bruin tot roodbruin verkleurde zieke stolon de knol binnen. Aanvankelijk is alleen een lichtbeige tot bruine verkleuring van het weefsel rond het navelind aanwezig. Binnen enkele dagen kan het lichtbruin gekleurde (vaak met de aardappelziekte verward) rot zich snel in de knol uitbreiden.

Het aangetaste weefsel voelt bij knippen hard rubberachtig aan (dat wil zeggen het weefsel veert na knippen terug in zijn oude vorm). Bij doorsnijden verkleurt het aangetaste weefsel na enige tijd (binnen een kwartier) licht rood tot steenrood, en na enkele uren zwart. Het zieke weefsel is verder gekenmerkt door een terpentijnachtige geur en druipt bij stevig knippen.

Voorkomen/bestrijden

Stagnerende afvoer van water door een slechte structuur van de bouwvoor en/of verdichte lagen (ploegzool, leemhoudende on-

overgaan naar de volgende teelt. Ook directe aantasting van de knollen vanuit de grond kan optreden, maar dit komt minder vaak voor dan via de plant.

Voor infectie van de plant zijn natte anaërobe condities nodig, zoals zich vooral voordoen na hevige (onweers)buien. Speciaal als deze natte omstandigheden optreden na een droge warme periode komen massaal zwemsporen vrij die bij de dan ontstaande zuurstofarme omstandigheden de wortels kunnen binnendringen.

Aangetaste knollen vormen een zeer belangrijke bron van besmetting tijdens de bewaring, vooral als de aantasting nog jong is. De ziekteverwekker is een van de weinige die in staat is om vanuit een aangetaste knol de gezonde buurknollen aan te tasten. Aangezien iedere knol in de bewaring ten minste 10 tot 12 buurknollen heeft, kunnen vanuit een zieke knol dus 10 tot 12 knollen worden aangetast. Door het lekken van de aangetaste knol-



Afbeelding 23. Eerste symptomen van verwelking.

dergrond, oerbanken) bevorderen het optreden van roodrot. Roodrot kan dan ook in belangrijke mate worden voorkomen door er voor te zorgen dat water niet stagneert. Naast een goede egalisatie dient het drainerend vermogen van de grond in orde te zijn. Pootgoed afkomstig van partijen met roodrot is verdacht in verband met de aanwezigheid van oösporen. Aangetaste partijen dienen bij het inschuren zo snel mogelijk te worden gedroogd en gekoeld. Het verdient daarbij geen aanbeveling om partijen met meer dan 1% rotte knollen in te schuren. Dergelijke partijen zijn niet snel genoeg droog te blazen om de explosieve uitbreiding van de ziekte te voorkomen.

Zetmeelaardappelgewassen met roodrot moeten zo kort mogelijk voor aflevering worden gerooid en niet in de kuil of de schuur worden opgeslagen, omdat de ziekte zich in het veld van plant tot plant minder snel verspreidt dan van knol tot knol in de bewaring. Percelen

waarin een vroege aantasting voorkomt, kan men laten uitzielen, zodat de rotte knollen de schone niet meer versmeren.

De meeste aantasting komt voor op de wendackers, in spuitsporen en op natte perceelsgedeelten. De betreffende aardappelen dienen dan ook als eerste te worden gerooid en moeten zo snel mogelijk worden afgevoerd en verwerkt.

Er zijn in de praktijk opmerkelijke rasverschillen in de mate van aantasting geconstateerd. Bij percelen of bedrijven met een roodrot-historie verdient het aanbeveling om minder vatbare rassen te gebruiken.

Overige schimmelziekten

Verticillium of verwelkingsziekte

De verwelkingsziekte bij aardappelen wordt veroorzaakt door de schimmel *Verticillium dahliae*. Deze ziekte uit zich door een vervroegd afsterven van het gewas. Kenmerkend daarbij is vaak het eenzijdig afsterven van een blad helft (afbeelding 24, pag. 81). Omdat dit soms vier à zes weken voor het normale tijdstip van afsterven kan optreden, kan een aanzienlijke opbrengstreductie het gevolg zijn. Het zijn vooral de vroege en middenvroege rassen die hiervan te leiden hebben. De schade veroorzaakt door de verwelkingsziekte wordt verergerd door stressfactoren zoals hitte, droogte, waterovermaat en een te gering aanbod van stikstof.

Aaltjes, vooral het wortellesieaaltje *Pratylenchus penetrans*, bevorderen de infectie door *Verticillium dahliae*. De meest kenmerkende symptomen voor deze ziekte zijn de eenzijdige bladverkleuring tijdens het afsterven van de bladeren en de loodgrijze verkleuring van de afgestorven stengels. De schimmel heeft een uitgebreide waardplantenreeks en kan in de vorm van microsclerotien ten minste zes jaar in de grond overblijven.

Voorkomen/bestrijden

Binnen de rijpheidsgroepen zijn er verschillen in tolerantie tussen de rassen. Van de zetmeelaardappelrassen is onder andere het ras Element gevoelig voor vervroegd afsterven. Op besmette grond kan schade worden beperkt door een evenwichtige bemesting en voldoende vocht gedurende het gehele groeiseizoen. Bepaalde voorvruchten, zoals veldbonen, droge erwtten en blauwmaanzaad, zorgen voor meer infectie-materiaal in de grond dan andere. Daarom dienen dergelijke gewassen als directe voorvrucht voor aardappelen te worden vermeden. Opbouw van inoculum kan worden beperkt door de wijze van loofdoding. In volgorde van de hierna genoemde methoden neemt de vorming van microsclerotieën op ondergrondse en bovengrondse plantendelen toe: groenrooien, looftrekken, klappen en spuiten en volvelds spuiten.

Sclerotinia of rattekeutelziekte

Sclerotinia wordt veroorzaakt door de schimmel *Sclerotinia sclerotiorum*, een schimmel die praktisch alle breedbladige gewassen en onkruiden tot waardplant heeft en in ernstige mate kan aantasten. In bouwplannen waarin veel breedbladige gewassen voorkomen kan Sclerotinia tot economische schade in aardappelen leiden. Voor aantasting heeft de schimmel beschadigd weefsel nodig zoals ontstaat na hagel en harde wind. Daarnaast dienen op dat moment sporulerende paddestoeltjes van de schimmel aanwezig te zijn. Deze sporulatie treedt alleen in voldoende mate op tijdens neerslag na een voldoende langdurige droge periode.

De schade bestaat uit breken en vervroegd afsterven van aangetaste stengels. In deze stengels, die opvallen door een witte kleur en een enigszins opgeblazen uiterlijk kunnen zoveel sclerotieën worden aangetroffen dat de stengel bij schudden een rammelend geluid maakt. Deze sclerotieën, in de volksmond rattekeutels genoemd, kunnen jarenlang in de grond over-

blijven. Vermindering van het aandeel granen en grassen in het bouwplan kan er de oorzaak van zijn dat Sclerotinia de laatste jaren meer optreedt. Ook de knollen kunnen ernstig worden aangetast wat gepaard gaat met een zich snel ontwikkelend lekkend rot. Dit type aantasting komt echter zeer zelden voor.

Voorkomen/bestrijden

Een bouwplan met veel gramineeën gaat het optreden van de ziekte tegen. Chemische bestrijding van de ziekte in het veld is mogelijk, maar lang niet altijd lonend. Zie voor toegelaten middelen de handleiding Gewasbescherming in de Akkerbouw. In geval van zware wind- en/of hagelschade na een langdurige droge periode in een vitaal gewas kan op een dermate grote schaal Sclerotinia optreden dat chemische bestrijding zinvol is. Deze dient direct te worden uitgevoerd, vóór de symptomen van een Sclerotinia-aantasting tot ontwikkeling komen. Bij ontwikkeling van Sclerotinia in aardappelen, gepaard gaand met de vorming van sclerotieën dient rekening te worden gehouden met ernstige schade in een gevoelig volggewas.

Wratziekte

Wratziekte wordt veroorzaakt door het organisme *Synchytrium endobioticum*. Wratziekte vormt wratten op alle ondergrondse en bovengrondse plantendelen, behalve wortels. Wratziekte is een ziekte van koele en neerslagrijke klimaatsgebieden met jaarlijks meer dan 700 mm neerslag en met een voldoende lange winter met temperaturen < 5°C. Van deze ziekteverwekker komt in Europa een groot aantal fysio's voor waarvan er voor zover bekend twee in het Nederlandse zetmeelaardappelgebied aanwezig zijn, te weten de fysio's 1 en 2.

Aantastingsbeeld

De veroorzaker van wratziekte verandert zowel ondergronds als bovengronds stengelde-

len (stolonen, knollen, scheuten en blad) in wratachtige woekeringen (afbeelding 25). Ondergrondse stengeldelen veranderen in bloemkoolachtige structuren die licht gekleurd zijn of groen kleuren als ze bovengronds geraken. Bij aantasting van bovengrondse stengeldelen en blaadjes blijft de oorspronkelijke structuur meestal beter herkenbaar. Na verloop van tijd worden deze wratten bruin tot zwart en vallen uiteindelijk als een donkere (sporen)massa uiteen.

De schimmel tast knollen aan via lenticellen en ogen, die naar het lijkt uit hun rust worden gehaald en zich woekereend tot wratten ontwikkelen, waarvan de grootte mede wordt bepaald door de mate van resistentie van het ras. De grootte van de wratten kan in doorsnede variëren van enkele mm's tot meer dan de

omvang van de knol.

Voorkomen/bestrijden

De dikwandige wintersporangiën zijn zeer persistent en kunnen in de grond tientallen jaren infectieus blijven. Daardoor heeft vruchtwisseling weinig of geen effect op de beheersbaarheid van de ziekte. Controle van dit quarantaine-organisme heeft plaats door uitsluiting van de teelt van gevoelige rassen op besmet bevonden percelen en door het gebruik van resistente rassen. Daarbij dient te worden bedacht dat resistentie tegen fysio 1 in voldoende mate in de beschikbare rassen aanwezig is, maar dat resistentie tegen fysio 2 in slechts een beperkt aantal rassen voorkomt. Behalve dat rassen al dan niet vatbaar zijn voor een fysio komen ook verschillen in ge-



Afbeelding 25. Wratziekte.

voeligheid voor. Een gevoelig ras vormt veel wratten en daardoor een hoge besmetting in de grond; weinig gevoelige rassen vormen weinig heel kleine wratjes en bouwen weinig tot zeer weinig inoculum op. Aanbevolen wordt om uitsluitend rassen te telen met een resistentieniveau van tenminste matig veldresistent, resistentiecijfer 7 en hoger.

Bacterieziekten

Erwinia's

De meest voorkomende bacterieziekten die in Nederland aardappelplanten aantasten, worden veroorzaakt door bacteriën van het geslacht *Erwinia*. Kenmerkend bij aantasting is een waterig geurloos rot dat door de invloed van secundaire bacteriën in een slijmerig, stinkend rot kan overgaan. Deze bacterieziekten worden afhankelijk van de verschijnselen die zij in het veld laten zien zwartbenigheid (veroorzaakt door *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*) of stengelnatrot (veroorzaakt door *Erwinia chrysanthemi*) genoemd. Beide ziekten kunnen in de knollen natrot veroorzaken. Natrot veroorzaakt door een derde *Erwinia*-soort treedt ook vaak secundair op na bijvoorbeeld een *Phytophthora*-aantasting van de knollen, na roodrot, na *Pythium* en ook na wateroverlast of bevriezing.

Voorkomen/bestrijden

Bacterieziekten kunnen alleen indirect worden bestreden. Zwartbenigheid en stengelnatrot gaan met het pootgoed over. Daarom is het van groot belang om gezond pootgoed te gebruiken. Het snijden van pootgoed is in verband met de verspreiding van bacterieziekten een riskante bezigheid. Voorts zijn van belang: een goede structuur en ontwateringstoestand van de grond, het voorkómen dat knollen natregenen bij het rooien en bewaring onder droge en koele omstandigheden.

Bij de oogst van pootgoed moeten rotte knollen in een zo vroeg mogelijk stadium worden verwijderd om versmering tegen te gaan. Ook moeten beschadigingen, overmatig vocht en hoge temperaturen tijdens de bewaring worden vermeden om optreden en uitbreiden van bacterieziekten te beperken.

Bruinrot

Bruinrot is een quarantaineziekte die soms ook in Nederland voorkomt. Ze wordt veroorzaakt door de bacterie *Ralstonia solanacearum*. Instandgehouden door de bitterzoetplant kan de bacterie in oppervlaktewater blijvend overleven. Het gebruik van oppervlaktewater voor beregening en bespuitingen brengt daarom op veel locaties onaanvaardbare risico's met zich mee.

Aantastingsbeeld

De ziekte wordt in het veld gekenmerkt door een plotseling optredende verwelking van één of meer stengels zonder voorafgaande verkleuring of andere verschijnselen. Binnen enkele dagen wordt de gehele plant aangetast en gaat te gronde. Zieke knollen worden bij het oprooien gekenmerkt door de zogenaamde vuile ogen. Deze ontstaan doordat uit de gedode kiemaanlegsels in de ogen bacterie-slijm lekt dat zich met de aanhangende grond mengt en aan de knol blijft plakken. Bij doorsnijden kan de vaatbundelring in meer of mindere mate zijn aangedaan. Dit kan variëren van de uitstoot van een enkel pareltje bacterieslijm tot lichtbruine verkleuring van de vaatbundelring en op uitgebreide schaal uittreden van bacterieslijm.

Voorkomen

Vermijd het gebruik van oppervlaktewater voor bespuitingen en beregening. Voorkom de introductie van besmet pootgoed op het bedrijf; zorg dus voor een betrouwbare bron voor pootgoedvoorziening.



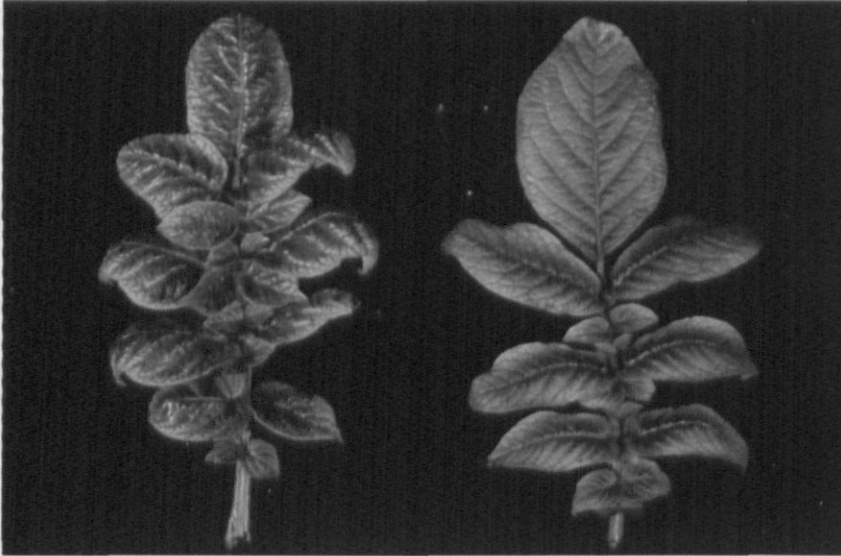
Afbeelding 10a. Kaligebrek.



Afbeelding 10b. Magnesiumgebrek.

voeligheid voor. Een gevoelig ras vormt veel wratten en daardoor een hoge besmetting in de grond, weinig gevoelige rassen vormen

Bij de oogst van potgoed moeten rotte knollen in een zo vroeg mogelijk stadium worden verwijderd om verspreiding tegen te



Afbeelding 10c. Calciumgebrek.

De belangrijkste aanwijzing van de verschijnselen die zij in het veld laten zien is zwartheid (veroorzaakt door *Botrytis cinerea* var. *strawberry*) of samentrekking van de

De ziekte wordt in het veld vooral veroorzaakt door de aanwezigheid van een groot aantal sporen van *Botrytis cinerea* var. *strawberry* op de knollen. De ziekte wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van een groot aantal sporen van *Botrytis cinerea* var. *strawberry* op de knollen.



Afbeelding 10d. Mangaangebrek.

De belangrijkste aanwijzing van de verschijnselen die zij in het veld laten zien is zwartheid (veroorzaakt door *Botrytis cinerea* var. *strawberry*) of samentrekking van de

De ziekte wordt in het veld vooral veroorzaakt door de aanwezigheid van een groot aantal sporen van *Botrytis cinerea* var. *strawberry* op de knollen. De ziekte wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van een groot aantal sporen van *Botrytis cinerea* var. *strawberry* op de knollen.



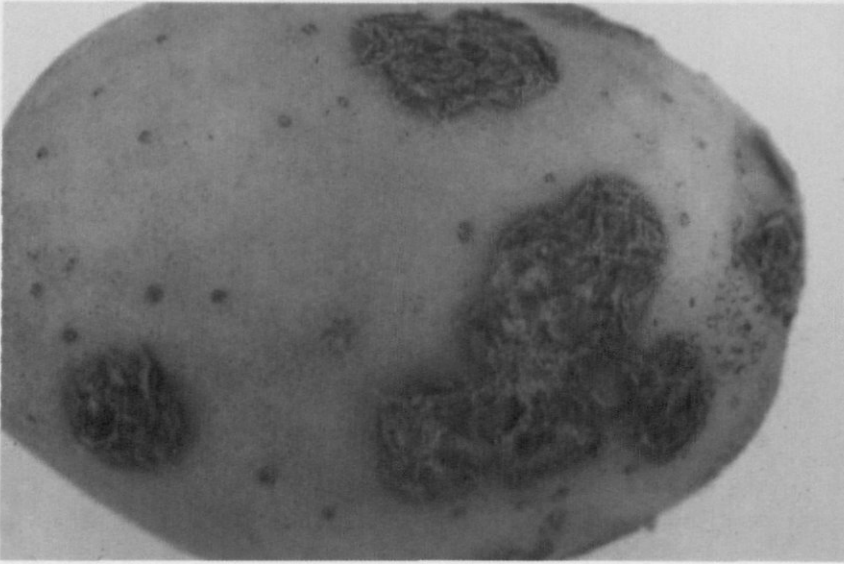
Afbeelding 10e. Boriumgebrek.

Afbeelding 10e. Boriumgebrek.

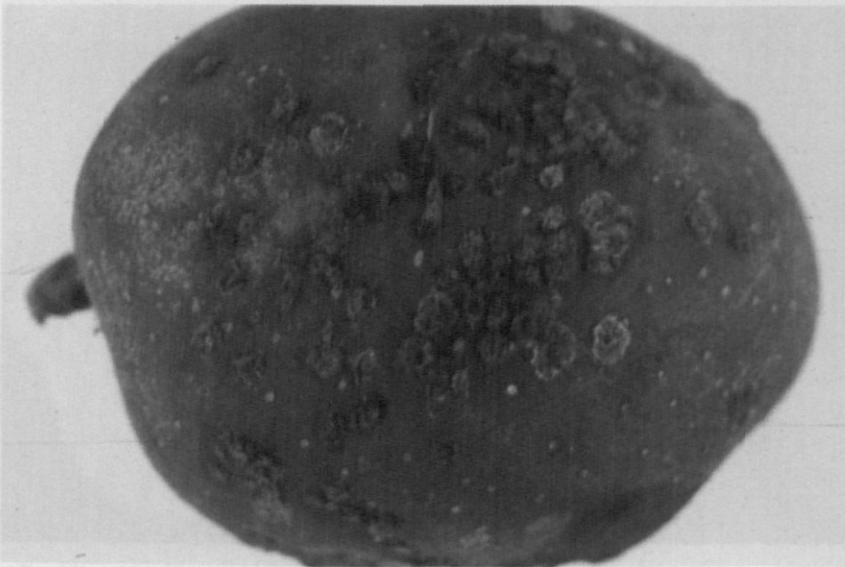


Afbeelding 17. Phytophthora.

Afbeelding 17. Phytophthora.



Afbeelding 20. Gewone schurft.



Afbeelding 21. Poederschurft.

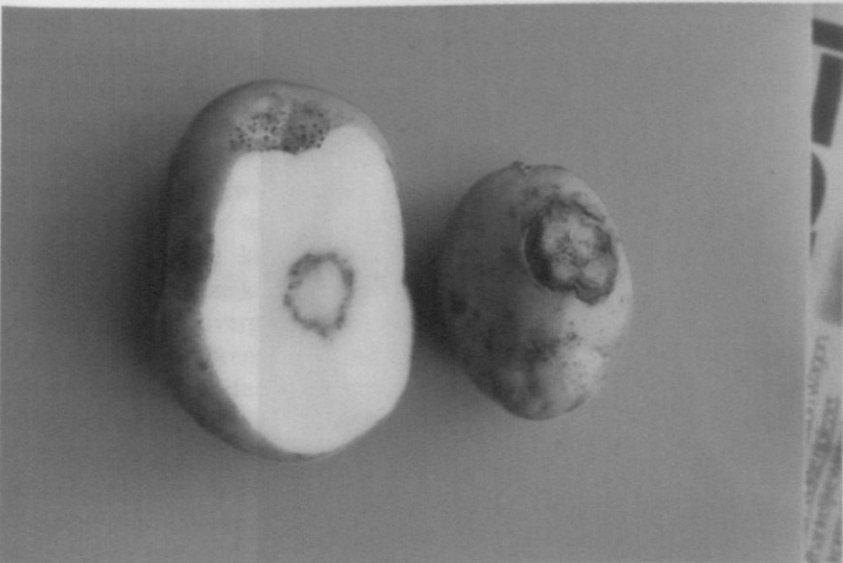


Afbeelding 24. *Verticillium dahliae*.

Virusziekten

Een virus is een klein, eukaryotisch organisme.

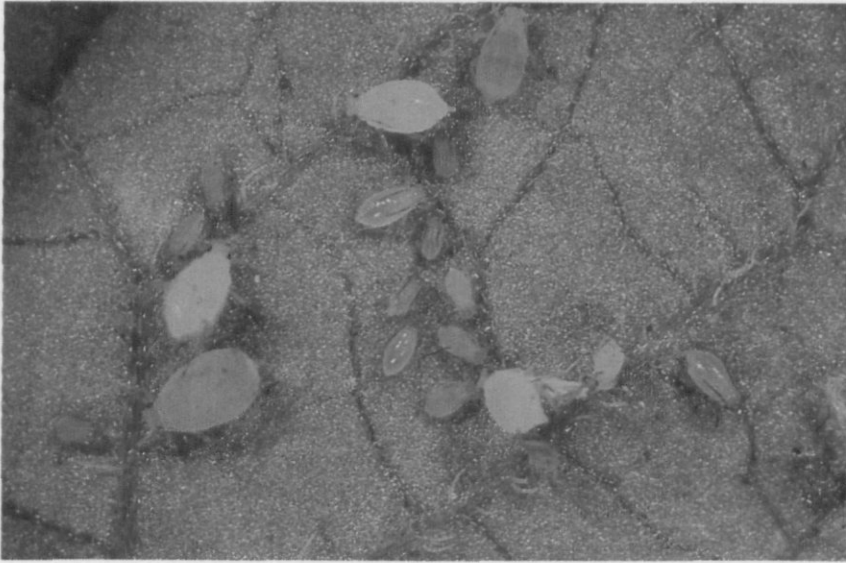
De meest voorkomende symptomen van een virusziekte zijn: stengelbont, kringerigheid, gele bladeren, kleine vruchten, etc. De meest voorkomende virusziekten zijn: Rattelvirus, Tabaksmozaïek, etc.



Afbeelding 27. Rattelvirus kan stengelbont in het loof en kringerigheid in de knollen veroorzaken.

Virussen kunnen op verschillende wijzen

worden overgedragen. Dit kan gebeuren door insecten, door contact met de plant, door contact met de bodem, etc.



Afbeelding 33. Bladluizen op een aardappelblad.

Afbeelding 34. *Potamogeton amplifolius*



Afbeelding 36. Soms gaat holheid over in rot.

Afbeelding 35. *Potamogeton amplifolius*

Afbeelding 37. *Potamogeton amplifolius*



Afbeelding 26. Het bladrolvirus veroorzaakt een rolling van de bladeren.

Virusziekten

Een virus is een elektronenmicroscopisch kleine ziekteverwekker. Het heeft geen eigen stofwisseling maar kan wel de stofwisseling van planten en dus ook van aardappelen beïnvloeden. Het gevolg is dat aangetaste planten minder goed groeien en minder opbrengen. Bovendien kan de kwaliteit van de knol worden beïnvloed door misvormingen en necrosen (onder andere kringerigheid). Virussen zijn besmettelijk; ze kunnen dus van zieke op gezonde planten overgaan of worden overgebracht. Om de opbrengst van aardappelen op peil te houden, is daarom gezond pootgoed van groot belang.

De belangrijkste in Nederland voorkomende virussen zijn: Y-virussen (Yn, Yo, Yc) en bladrolvirus (afbeelding 26). Minder belangrijke zijn onder andere A-, X- en S-virus en het tabaksratelvirus.

Virussen kunnen op verschillende wijzen

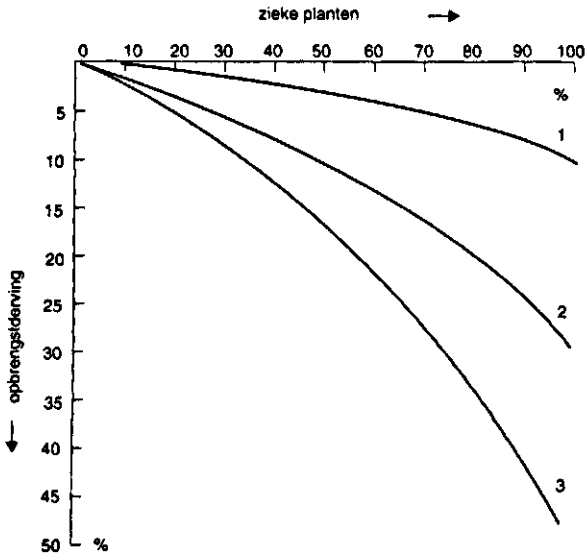
worden verspreid:

- door contact tussen zieke en gezonde plantendelen, zoals bij X- en S-virus het geval is;
- door bladluizen; het bladrolvirus wordt uitsluitend door bladluizen overgebracht en de Y- en A-virussen worden vooral door bladluizen overgebracht;
- door nematoden; het tabaksratelvirus, dat in Nederland op zand- en zavelgronden voorkomt, kan door aaltjes van de geslachten *Trichodorus* en *Paratrichodorus* van plant op plant worden overgebracht; ratelvirus kan stengelbont in het loof en kringerigheid in de knollen veroorzaken (afbeelding 27, pag. 81);
- door schimmels; de ABC-ziekte, veroorzaakt door het tabaksnecrosevirus, wordt overgebracht door *Olpidium brassicae*.

Aantastingsbeeld

De mate waarin de symptomen van een virus-aantasting zichtbaar zijn, is afhankelijk van: het soort virus waarmee de plant is besmet, de mate waarin de plant is besmet, het aardappelras, het type aantasting, primair dan wel secundair en van de groei-omstandigheden. We spreken van een primaire aantasting als een gezonde plant tijdens het groeiseizoen besmet raakt. Een secundaire aantasting, dat wil zeggen een aantasting vanuit een besmette poter, is bij bladrol vaak zichtbaar aan het rollen van vooral de onderste bladeren en het achterblijven in groei.

Bij de andere virusziekten blijkt een aantasting uit min of meer duidelijk zichtbare vlekjes op de bladeren, vaak als 'bont' aangeduid, en eveneens uit achterblijven in groei. Secundair aangetaste planten blijven duidelijker achter in groei en produceren minder dan primair aangetaste planten. Tussen de verschillende aardappelrassen zijn er grote verschillen in vatbaarheid voor virusziekten. Zie voor het vatbaarheidscijfer van de belangrijkste virusziekten de Rassenlijst. De invloed



Figuur 9. Het verband tussen het percentage viruszieke planten en de opbrengstderving bij aardappelen (naar Van der Zaag, 1977).

1. Virussen die de groei van de planten weinig beïnvloeden (S en X).
2. Virussen die de groei van de planten matig beïnvloeden (Y^a en A).
3. Virussen die de groei van de planten sterk beïnvloeden (bladrol en Y^o).

van het percentage viruszieke planten op de opbrengst is in figuur 9 weergegeven. Hierbij dient te worden opgemerkt dat dit een zeer globaal gemiddelde is, omdat het ene ras met heviger symptomen reageert dan het andere en ook de groei-omstandigheden van het gewas een rol spelen. Naarmate de groei-omstandigheden gunstiger zijn, is de schade als gevolg van een aantasting door virusziekten minder groot.

Voorkómen

Virusziekten kunnen niet worden bestreden. Problemen met virusziekten kunnen wel worden voorkómen door het gebruik van gezond, NAK-gekeurd, pootgoed. Als het pootgoed in meer of mindere mate besmet is met virusziekten, is het extra van belang om te zorgen voor gunstige groei-omstandigheden voor het gewas: een goede structuur en bemestingstoe-

stand van de grond en voldoende vocht.

Aantastingen door nematoden (aaltjes)

Aardappelgewassen kunnen door vele soorten nematoden worden aangetast, die zowel tot cystenvormende of wortelknobbelvormende soorten kunnen behoren, als tot vrij in de wortel of grond levende soorten. Voor de zand- en veenkoloniale gronden geldt dat alle gewassen en onkruiden worden aangetast door een scala aan plantenparasitaire aaltjessoorten. Met uitzondering van de aardappelpycyste-aaltjes hebben deze ook vele andere gewassen en onkruiden als waardplant. Vruchtwisseling ter beheersing van alle aaltjessoorten is daardoor niet mogelijk gebleken.

Bovengrondse symptomen als gevolg van aaltjesaantastingen zijn weinig specifiek. Het gaat vooral om pleksgewijs achterblijven in groei, verminderde bodembedekking, verlate bloei en vervroegde afsterving. Behalve bovengenoemde schadebeelden veroorzaken vrijlevende wortelaaltjes van de familie der Trichodoridae bij aardappel schade door het overbrengen van het tabaksratelvirus (TRV) dat stengelbont in het loof en kringerigheid in de knollen kan veroorzaken. Ook het recent in het gebied ontdekte maïswortelknobbelaaltje, *Meloidogyne chitwoodi*, kan de knollen aantasten en de knolkwaliteit sterk negatief beïnvloeden.

Aardappelcyste-aaltjes, *Globodera rostochiensis* en *Globodera pallida*

Cyste-aaltjes zijn genoemd naar hun duurzame overlevingsstructuur, de cyste. Van het aardappelcyste-aaltje (a.c.a.) zijn meldingen bekend dat dertig jaar na de laatste aardappelteelt nog levenskrachtige eieren binnen de cysten werden aangetroffen. De cyste bestaat uit de gelooide huid van het afgestorven vrouwtje, waarbinnen de eieren en larven goed beschermd zijn tegen uitwendige invloeden zoals overstroming, extreme droogte en extreme koude (-30°C). Het wortelstelsel van de aardappel kan ernstig worden beschadigd door de twee soorten aardappelcyste-aaltjes, het gele aardappelcyste-aaltje, *Globodera rostochiensis*, en het witte aardappelcyste-aaltje, *Globodera pallida*.

Levenswijze

Het aardappelcyste-aaltje is een gespecialiseerde parasiet die alleen ondergrondse delen van de aardappel aantast. Uit de binnen de cyste gelegen eitjes worden de in rust verkerende jonge aaltjes (larven) gewekt door specifieke door de groeiende wortels van jonge aardappelplanten afgescheiden stoffen, waarna de larven de cyste verlaten en de wortels



Afbeelding 28. Cysten van het aardappelcyste-aaltje op wortels.

binnendringen. Een spoor van vernietigde cellen achterlatend bewegen ze zich door de wortelschors naar de vaatbundels, waar ze de plant prikkelen tot het vormen van de zogenaamde reuzencel. Daaruit voeden ze zich de rest van hun leven. Na een drietal vervellingen worden de jonge vrouwtjes omstreeks de langste dag op de wortels zichtbaar als speldeknoopgrote witte bolletjes (afbeelding 28).

Het gele a.c.a. is actief bij temperaturen van 10 tot 25°C; voor het witte a.c.a. ligt het temperatuurbereik enkele graden lager. Zowel het gele als het witte a.c.a. voltooien slechts één generatie per teelt. De uitgangsbesmetting (Pi) is zeer bepalend voor de potentiële vermeerderingscapaciteit van de aaltjespopulatie. Bij zeer lage besmettingen (ver beneden de aantoonbaarheidsgrens) kan deze 50 tot 60-voudig en hoger zijn. Op zand- en veenkoloniale gronden is bij de teelt van vatbare rassen de vermeerdering van het a.c.a. bij lichte en matige besmettingsniveaus vrij constant; voor het gele a.c.a. is deze 20 à 30 maal. Voor het witte a.c.a. wordt een aanmerkelijk geringere vermeerdering gemeten van 10 à 15 maal. De zuurgraad van de bodem, die wel invloed heeft op de mate waarin het aardap-

Tabel 18. Periode in jaren tussen twee aardappelteelten nodig op zand- en dalgronden om de mate van besmetting met aardappelcyste-aaltjes voldoende ver te doen afnemen.

jaarlijkse populatieafname	<i>G. rostochiensis</i>	<i>G. pallida</i>
droge grond -25%	11	10
gemiddeld -35%	8	6
vochtige grond -50%	5	4

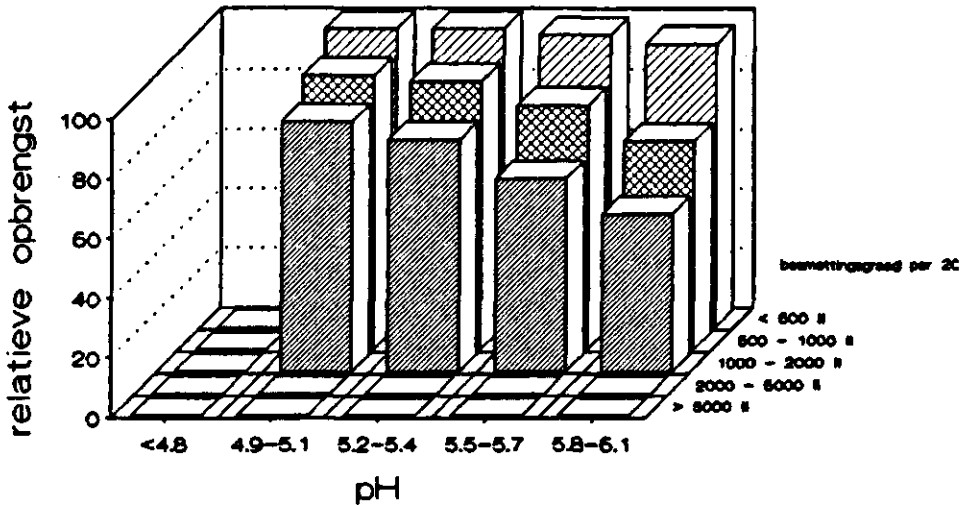
pelgewas wordt geschaad (figuur 10), heeft geen direct effect op de vermeerdering van beide aaltjessoorten.

Voorkomen/bestrijden

Mogelijkheden tot beheersing worden geboden door de vruchtwisseling, de inzet van resistente rassen, afgestemd op de in het perceel aanwezige populatie, en de grondbehandeling met nematiciden te combineren tot geïntegreerde bestrijdingsschema's.

Vruchtwisseling. In theorie is het mogelijk deze plaag met vruchtwisseling in de hand te houden, maar gezien de lange periode (gemiddeld acht jaar of meer) is dit noch bedrijfsmatig noch economisch haalbaar (tabel 18).

Aardappelopslag. Door rooiverliezen blijven veel, vooral kleine, maar ook grote knollen na de oogst op het land achter. Als gevolg daarvan kunnen in volggewassen als bieten en granen (niet-waardplanten) per ha tot 400.000 aardappelplanten als onkruid voorkomen. Ten onrechte wordt vaak gedacht dat aardappelopslag alleen een probleem is in het eerste jaar na het laatste aardappelgewas. Ook opslagplanten vormen echter nieuwe knollen, waardoor het probleem in de volgende jaren eerder zal toenemen dan afnemen. Door aardappelopslag van vatbare rassen in de volggewassen wordt het vruchtwisselingseffect geheel te niet gedaan; in plaats van een afname van de populatie zal deze in dat geval verder toenemen. Hoe sterk de toename van de aal-



Figuur 10. Effect van de pH van de grond op de opbrengstschade door het aardappelcyste-aaltje bij zetmeelaardappelen (naar Mulder et al., 1990).

Tabel 19. Aardappelcyste-aaltjes en hun pathotypen met hun benamingen.

soort	officiële internationale benaming	oude Nederlandse benaming
<i>G. rostochiensis</i>	Ro-1	A
	Ro-2/3	B/C
	Ro-4	F(A)
	Ro-5	G
	<i>G. pallida</i>	Pa-2
	Pa-3	E

tjespopulatie zal zijn, is afhankelijk van het aantal opslagplanten per m² en van de mate waarin deze al dan niet door het hoofdgewas worden overschaduwd. Voor het witte a.c.a. werden in tarwe- en haverpercelen met aardappelopslag drievoudige vermeerderingen van het aaltje gemeten en in percelen met het (te) laat sluitende gewas maïs twaalfvoudige vermeerderingen, dus even hoog als bij een aardappelgewas. Aardappelopslag van vatbare rassen doet, evenals de aanwezigheid van vatbare planten in een resistent aardappelgewas, het sanerend effect van dat resistente gewas geheel of gedeeltelijk teniet. De mate van loofontwikkeling, en dus de concurrentiekracht van het hoofdgewas vroeg in het seizoen ten opzichte van de opslagplanten is bepalend voor de mate waarin het sanerend effect van het resistente gewas nadelig wordt beïnvloed.

Aardappelopslag van resistente rassen werkt versnellend op de ontwikkeling van resistentie-doorbrekende populaties van het aardappelcyste-aaltje en doet het sanerend effect van de vruchtwisseling en van de teelt van een resistent ras geheel teniet (zie ook onder het hoofdstuk "Aardappelopslag").

Resistente rassen en tolerantie. In het geval van aaltjes wordt over resistente en tolerante rassen gesproken. Bij gebruik van resistente rassen neemt de aaltjespopulatie af, maar kan het gewas sterk worden geschaad. Bij gebruik van vatbare tolerante rassen neemt de popu-

latie wel toe maar ondervindt het gewas weinig schade. Om met succes te worden ingezet, moeten resistente rassen tenminste ook in zekere mate tolerant zijn. In nieuwe zetmeelrassen komen resistentie en tolerantie dan ook gecombineerd voor.

Door het inzetten van resistente rassen worden resistentie-door-brekende aaltjes uitge-selecteerd en vermeerderd, zodat veranderde populaties ontstaan. Hoewel eigenlijk niet terecht wordt dan gesproken van een "nieuw" pathotype van het aardappelcyste-aaltje. Momenteel worden voor de twee soorten aardappelcyste-aaltjes totaal 7 à 8 pathotypen onderscheiden (tabel 19).

Anders dan de rassen met resistentie tegen *Globodera rostochiensis* reageren rassen met resistentie tegen *Globodera pallida* als "slechte waard"; dat wil zeggen dat hoge besmettingsniveau's door de teelt van dergelijke rassen worden verlaagd, en lage besmettingsniveau's juist enigszins toenemen. Als gevolg daarvan daalt de aaltjespopulatie door de teelt van dergelijke rassen niet tot beneden het waarnemingsniveau, maar stelt zich een evenwichtsdichtheid in rond een restpopulatie van 500 tot 1000 levende eieren en larven per 200 cc grond.

Tolerante rassen zijn zeer geschikt om te worden ingezet op zwaarder besmette percelen waar de wortelstelsels van zowel vatbare als resistente rassen zwaar worden beschadigd. Voor de mate van tolerantie zijn grote rasverschillen aangetoond (tabel 20).

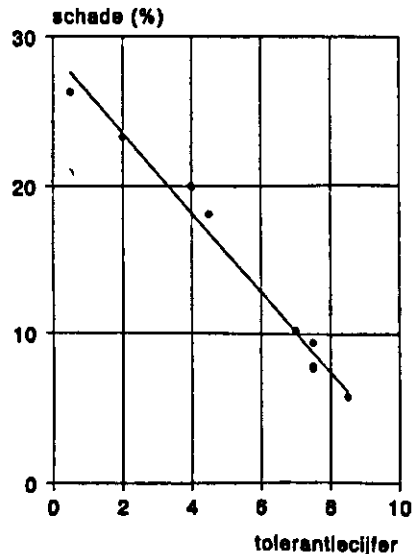
Tabel 20. Tolerantie voor aantasting door het aardappelcyste-aaltje van een aantal belangrijke zetmeelaardappelryassen. Hoe hoger het cijfer des te minder gevoelig het ras. Voor betekenis van Ro en Pa: zie tabel 19.

ras	resistent tegen	tolerantie-cijfer	ras	resistent tegen	tolerantie-cijfer
Appassionato	Ro-1,2/3; Pa-2,3	0,5	Karnico	Ro-1,2/3,4; Pa-2	7,5
Astarte	Ro-1,2/3	7	Kartel	Ro-1,2/3,4; Pa-2,3	8
Darwina	Ro-1,2/3,4,5; Pa-2,3	2	Montana	Ro-1,2/3,4; Pa-2,3	8
Elkana	Ro-1,2/3,4	4,5	Producent	Ro-1,2/3,4; Pa-2	7,5
Elles	Ro-1,2/3,4; Pa-2,3	7,5	Seresta	Ro-1,2/3,4; Pa-2,3	5
Floriijn	Ro-1,2/3,4; Pa-2,3	8,5	Sjamero	Ro-1,2/3,4; Pa-2,3	5,5
Karakter	Ro-1,2/3,4; Pa-2,3	5	Stabilo	Ro-1,2/3,4; Pa-2,3	9

De beste resultaten bij de beheersing van de cyste-aaltjes zijn te verwachten als kan worden beschikt over rassen die zowel tolerant als resistent zijn. Dergelijke rassen brengen het besmettingsniveau van de grond sterk naar beneden zonder daarbij bij hogere besmettingsniveaus veel schade te ondervinden (figuur 11). Daardoor kunnen in een volgende teelt ook weer gevoeliger rassen worden verbouwd. Het verdient dus aanbeveling beide eigenschappen in voldoende mate in aardappelryassen te combineren.

Huidige toestand in het zetmeelaardappel-teeltgebied in Noordoost-Nederland

Doordat in de periode 1970 tot 1990 vrijwel uitsluitend aardappelryassen zijn geteeld met resistentie tegen de voorkomende pathotypen van *Globodera rostochiensis* komt nu vrijwel uitsluitend *Globodera pallida* voor. Door de komst van goede Pa3-resistente rassen met een Relatieve Vatbaarheid (RV) van minder dan 10% is het aardappelcyste-aaltjes-probleem in het zetmeelaardappelgebied thans goed beheersbaar.



Figuur 11. Het verband tussen de tolerantie van aardappelryassen voor het aardappelcyste-aaltje en de te verwachten schade.

Onder Relatieve Vatbaarheid wordt verstaan de maximale vermeerdering, bij een zeer lage beginpopulatie, van de aaltjespopulatie op een resistent ras ten opzichte van de vermeerdering op een volledig vatbaar standaardras, uitgedrukt als percentage.

Relatieve Vatbaarheid =
$$\frac{\text{maximale vermeerdering resistent ras} \times 100\%}{\text{maximale vermeerdering vatbaar ras}}$$

Bij een vermeerdering op het resistente ras van bijvoorbeeld 25x en op het vatbare ras van 5x, bedraagt de Relatieve Vatbaarheid 20%. De Relatieve Vatbaarheid is een hulpmiddel om te bepalen welk ras bij een bepaalde populatiedichtheid het best kan worden ingezet.

De huidige populaties van *Globodera pallida* (type Pa3) blijken zich op Pa3-resistente rassen met een RV kleiner dan 10% in een 1:2-teelt nauwelijks te kunnen vermeerderen. De

besmettingen worden door deze rassen teruggebracht tot een niet schadelijk niveau van circa 1000 levende larven en eieren per 200 ml grond.

De RV van de Pa2-resistente rassen ligt veelal aanzienlijk hoger en kan van populatie tot populatie (en dus van perceel tot perceel) sterk verschillen. Om tot een juiste rassenkeuze te komen, is daarom de zogenaamde agressiviteitstoets ontwikkeld. Dit is een eenvoudige, zogenaamde closed-container-toets, waarmee globaal de RV van een aantal rassen kan worden bepaald voor de aaltjespopulatie die op een bepaald perceel aanwezig is. Uit een grondmonster van het betreffende perceel worden de cysten verzameld. Na wekking worden 5 larven per gram grond toegevoegd aan grond in een 5-container van 55 cc. De vermeerdering van het aardappelcyste-aaltje wordt bij 3 tot 5 rassen in 5-voud vergeleken met die van een vatbaar standaardras. Voor elk ras is nu de RV te berekenen. Op basis hiervan wordt een beeld verkregen van de



Afbeelding 29. Spitinjecteur.

agressiviteit van de populatie en kan een ras worden gekozen met een voldoende resistentieniveau.

Chemische bestrijding. Bij de chemische bestrijding wordt gebruik gemaakt van twee groepen middelen, de vluchtige middelen (fumiganten, toegediend als vloeistof) en de niet-vluchtige middelen (toegediend in de vorm van microgranulaten).

Vluchtige middelen. Deze middelen, ook fumiganten genoemd, betreffen de nematicide stoffen 1,3 dichloorpropeen en methylisothiocyanaat (MITC). Het eerste middel wordt als zodanig op bouwvoordiepte (circa 20 cm) toegediend met behulp van een schaarinjecteur. Het tweede middel wordt als een waterige oplossing van metam-natrium toegediend, bij voorkeur met een zogenaamde spitinjecteur (afbeelding 29). Metam-natrium wordt in de bodem binnen enkele uren volledig omgezet in het vluchtige aaltjes- en schimmeldodende methylisothiocyanaat. De fumiganten worden in het zetmeelaardappelgebied overwegend in nazomer en herfst gebruikt. Behalve alle schadelijke aaltjessoorten worden ook eieren, larven en maden van in de bodem levende insecten (ritnaalden, engerlingen, emelten, eieren van de smalle graanvlieg, de fritvlieg, enzovoort) en er overwinterende insecten zoals coloradokevers gedood. Vanwege hun plantdodende effecten (herbicide-eigenschappen) moeten ze na de oogst of in het voorjaar voldoende lang voor het zaaien of poten van het nieuwe gewas worden toegediend (afhankelijk van de bodemtemperatuur in de herfst 1 tot 3 weken en 6 tot 10 weken in het voorjaar). Om uitspoeling van residuen van de werkzame stoffen naar het grondwater te voorkomen, mogen grondbehandelingen met fumiganten niet worden uitgevoerd in de periode beginnend op 16 november en eindigend op 15 maart om 24.00 uur.

In het kader van de "Regulering Grondontsmetting 1993" mag een grondbehandeling

met fumiganten nog maar eenmaal per vier jaar worden uitgevoerd, waarvoor een vergunning van de Plantenziektenkundige Dienst (PD) nodig is. Na het jaar 2000 mag zo'n grondbehandeling nog slechts eenmaal in de vijf jaar op hetzelfde perceel worden uitgevoerd, eveneens na het verkrijgen van een vergunning daartoe van de PD. Voor een effectieve grondbehandeling met een fumigant is de bodemconditie qua vochtgehalte en temperatuur doorslaggevend. Voor een goede penetratie van de werkzame stof moet de structuur van de grond los en kruimelig zijn, zonder harde, ondoordringbare kluiten of lagen en moet de grond matig vochtig zijn. Een vuistregel hiervoor is dat de grond goed bewerkbaar moet zijn (dus ook vrij van lange loof- en stroresten en wortelstukken van onkruiden) en feitelijk geschikt is om in te zaaien. De bodemtemperaturen, rond één uur in de middag gemeten op 15 cm diepte, moeten liefst niet lager zijn dan 5°C en niet hoger dan 20°C. Na het inbrengen van het middel moet de bovenlaag van de grond goed worden geëgaliseerd, verdicht en met behulp van één of twee aangedreven rollen goed worden afgedicht, zodat het ontwijken van de gasvormige nematiciden naar de lucht zoveel mogelijk wordt vertraagd.

Neveneffecten

Behalve de reeds eerder genoemde doding van in de grond verblijvende schadelijke insecten zijn er interessante nevenwerkingen ten aanzien van onkruiden en bodemschimmels en op de nitrificatie gedurende de teeltvrije periode.

Herbicide-effecten zijn voor beide middelen zeer sterk gebleken tegen zaden van wilde haver en wortelstukken van moeilijk beheersbare onkruiden zoals kweekgras, akkermunt, moerasandoorn, smeewortel, zwaluwtong en veenwortel. Metam-natrium heeft bovendien een sterk herbicide-effect op zaden van gras-

achtigen als straatgras en een veelknopige als perzikkruid.

Fungicide-effecten. Op de zand- en dalgronden van Noordoost-Nederland zijn geen fungicide-effecten waargenomen als gevolg van een bodembehandeling met 1,3-D. Wel zijn secundaire effecten voor dit middel waargenomen als gevolg van het doden van het wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*) als wegbereider voor de verwelkingsziekte (*Verticillium dahliae*) en na de inzaai van zomertarwe op de tarwehalmdoder (*Gaeumannomyces graminis*) als gevolg van het doden van de winterwaard (kweek) van de ziekteverwekker.

Metam-natrium werd oorspronkelijk ontwikkeld als bodemfungicide. In het zetmeelaardappelgebied bleek dit middel vooral effectief tegen het wortelbrand-complex in onder andere bieten en voetziekten bij erwten en slabonen (*Botrytis*-, *Pythium*-, *Fusarium*-, en *Avaomyces*-soorten). Het bleek verder zeer effectief bij de bestrijding van *Sclerotinia sclerotiorum*, de veroorzaker van de rattekeutelziekte en van builenbrand (*Ustilago maydis*) bij maïs.

Effect op de stikstofhuishouding in de bodem. Gebleken is dat beide middelen op één of andere wijze effect hebben op de bodemstikstofhuishouding. Na een grondbehandeling met 1,3-D of metam-natrium heeft de mineralisatie, waarbij organische stof wordt omgezet in onder andere ammoniak (NH_3^+), normaal voortgang. Van het daaropvolgende nitrificatieproces, waarbij ammoniak in enkele stappen wordt omgezet in nitraat, wordt de eerste stap meer of minder sterk geremd. Het gevolg hiervan is dat na een grondbehandeling in het najaar met 1,3 dichloorpropeen de nitrificatie gedurende de winterperiode wordt stilgelegd, waarna dit proces pas bij stijgende temperaturen in het voorjaar weer op gang komt. Het gevolg hiervan is dat gedurende de teeltvrije periode in winter en voorjaar stikstof in de vorm van ammoniak aan het organi-

sche-stofcomplex wordt gebonden. Daardoor wordt uitspoeling in de vorm van nitraat grotendeels voorkomen en is de stikstofvoorraad in de bodem die ter beschikking komt van het volggewas navenant groter. Vooral bij volggewassen waarbij men voorzichtig moet zijn met de stikstofgift, zoals granen, dient men hier terdege rekening mee te houden. Na een grondbehandeling met 1,3-D kan daardoor per ha 30 tot 40 kg N minder worden gegeven en na een grondbehandeling met metam-natrium moet de N-gift met ruim 20 kg per ha worden verminderd.

Niet-vluchtige middelen. De niet-vluchtige middelen, aldicarb, ethopofos en oxamyl, worden kort voor of tijdens het poten toegepast, werken in op het zenuwstelsel en hebben gedurende langere of kortere tijd een verlamdend effect op de aaltjes, die daardoor immobiel worden. Deze middelen zijn alleen effectief tegen aaltjes die zich vrijelijk in de grond bewegen en hebben dus geen effect op eitjes en larven die zich in rust, binnen de cyste bevinden. Ook actieve aaltjes die eenmaal de wortels van hun waardplant zijn binnengedrongen, ontsnappen aan de werking van deze zogenaamde nematostatica. Afhankelijk van het besmettingsniveau en de te verwachten schade worden de middelen op twee manieren toegepast:

- a) een volvelds-toepassing, waarbij de voorgeschreven hoeveelheid (de normale dosering) van het te gebruiken middel breedwerpig wordt gestrooid en vervolgens bij voorkeur met behulp van een bouwvoordiep werkende roterende spitmachine door de gehele teeltlaag wordt gemengd.
- b) een rijentoeppassing waarbij $\frac{1}{4}$ van de normale dosering van het middel na het trekken van de pootgeul in een 25 cm brede strook (daarover en aan weerszijden daarvan) wordt verstrooid.

De niet-vluchtige middelen worden onder andere ingezet ter vervanging van de vluchtige

middelen (als een succesvolle toepassing van een fumigant niet meer mogelijk was omdat het land te laat vrij kwam of de grond te nat was), maar in afhankelijkheid van de te verwachten schade door het aardappelcysteeltje vooral als rijntoepassing in combinatie met de teelt van resistente rassen. De te verwachten schade door deze aaltjes is afhankelijk van meerdere factoren en wordt onder andere bepaald door het besmettingsniveau, de grondsoort, de zuurgraad van de grond en de tolerantie van het te gebruiken ras. Er is een zogenaamd granulaat-advies-programma ontwikkeld ter advisering van het al dan niet toepassen van één van de niet-vluchtige nematiciden, de te gebruiken dosering en de wijze van toediening (vollelds- of rijntoepassing).

Neveneffecten

De niet-vluchtige nematiciden hebben een verlamdend effect op alle aaltjessoorten, springstaarten en mijten die zich op de schimmeldraden van de *Rhizoctonia*-schimmel kunnen voeden. Ze hebben geen of zelfs een stimulerend effect op voor *Rhizoctonia* antagonistische schimmels als *Verticillium biguttatum* en *Trichoderma harzianum*. Dit betekent dat *Rhizoctonia*-schimmel op het ene perceel gestimuleerd en op een ander perceel geremd kan worden door de toepassing van niet-vluchtige nematiciden.

Adaptatie. Bij veelvuldig gebruik van zowel de vluchtige als de niet-vluchtige middelen kunnen deze minder effectief worden doordat de bodem-microflora de mogelijkheid heeft zich daaraan aan te passen. De werkzame stoffen worden dan zo snel afgebroken dat ze onvoldoende lang aanwezig zijn om effectief te kunnen zijn. Dit verschijnsel wordt adaptatie genoemd en blijkt specifiek voor ieder van de actieve stoffen. Adaptatie wordt weer teniet gedaan door voldoende lange perioden tussen toepassing van hetzelfde product in

acht te nemen. Om dit te bewerkstelligen, worden middelen afwisselend toegepast. Momenteel zijn goede toetsen voorhanden om bij twijfel (de mate van) adaptatie van te voren vast te stellen en zo tot een juiste keuze van middel te komen.

Wortelknobbelaaltjes

Wortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne spp.*) zijn zeer polyfaag (hebben veel waardplanten) en zijn in zowel vollegrondsgroente- als akkerbouwgewassen zeer schadelijk. Voor de zetmeelaardappelteelt gaat het om het van oudsher aanwezige noordelijk wortelknobbelaaltje, *Meloidogyne hapla*, dat vrijwel alle breedbladige planten aantast, en het sinds kort aangetroffen maïswortelknobbelaaltje, *Meloidogyne chitwoodi*, dat zowel monocotylen als dicotylen aantast.

Deze wortelknobbelaaltjes overwinteren als ei (in eiproppen) in de grond en/of als jonge niet geslachtsrijpe dieren in wortels en wortelresten van waardplanten.

Gewassen die gevoelig zijn voor schade kunnen beter niet als eerste volggewas na aardappelen worden verbouwd.

Noordelijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*)

Vrijwel alle tweezaadlobbige gewassen en onkruiden behoren tot de waardplantreeks van het noordelijke wortelknobbelaaltje. Het kan aan veel gewassen ernstige schade aanrichten.

Tot de zeer goede waardplanten waarop het aaltje zich sterk kan vermeerderen behoren behalve de aardappel ook erwt, veldboon, lucerne, rode en witte klaver, witlof en schorseener, evenals vele breedbladige onkruiden. Matig tot goed als waardplant zijn slaboon, peen, (knol)selderij en bladrammenas; tot de

matig tot slechte waardplanten behoren onder andere biet, spinazie, zomer- en winterkoolzaad, de meeste koolsoorten, prei, ui, vlas en gele mosterd. Granen en grassen worden niet aangetast. Bij de beheersing van dit aaltje spelen granen, grassen en bieten een belangrijke rol.

Levenswijze

Het noordelijk wortelknobbelaaltje wordt actief bij bodemtemperaturen van even boven 8°C en infectieus bij 10°C en hoger. Alleen de uit de eieren komende larven bewegen zich vrij in de grond. Nadat deze de wortel zijn binnengedrongen, zetten ze de plant aan tot het vormen van de voor *Meloidogyne*-aantasting karakteristieke wortelknobbeltjes. Hierin ontwikkelen ze zich tot volwassen dieren, waarbij de vrouwtjes vrijwel bolrond opzwellen.

De vrouwtjes produceren 200 - 500 eieren die buiten het lichaam in een gelatineachtige massa worden afgezet, de eiprop. De zich hierin ontwikkelende infectieuze larven kunnen de wortels direct weer aantasten en geven de aanzet tot een tweede generatie dieren binnen hetzelfde groeiseizoen.

Aantastingsbeeld

Bovengronds zijn de symptomen niet specifiek. Aangetaste planten blijven achter in groei en ontwikkeling en verwelken op warme dagen makkelijk, wat aanvankelijk omkeerbaar is. Kenmerkend voor *Meloidogyne hapla* is dat ze voornamelijk op zijwortels parasiteert en daar kleine wortelknobbeltjes (galletjes) vormt waaruit weer een aantal bijworteltjes groeit (spinvorming).

De door de vrouwtjes afgezette eiproppen zijn aanvankelijk als kleine vuilwitte stipjes op de wortelknobbeltjes zichtbaar en later als bruine 'speldeknooppes'. De aaltjes kunnen zich ook op stolonen en knollen ontwikkelen, maar daarop ontwikkelen zich geen knobbels of gallen.

Voorkomen/bestrijden

Schade bij aardappel wordt voorkomen door het inzetten van granen en grassen en slechte waardgewassen zoals biet en koolzaad als voorvrucht. Daarbij is een goede onkruidbestrijding onontbeerlijk.

Uit onderzoek aan een viertal zetmeelaardappelrassen is gebleken dat er aanzienlijke verschillen in gevoeligheid voor schade door *Meloidogyne hapla* bestaan.

Behalve deze verschillen in tolerantie is in wilde *Solanum*-soorten resistentie aangetoond, maar nog niet in het assortiment van praktijkrassen geïntroduceerd. In tegenstelling tot wat door sommige telers wordt aangenomen, moet worden bedacht dat resistentie tegen verschillende pathotypen van de aardappelcysteaaaltjes geen effect heeft op de aantasting door en de vermeerdering van *Meloidogyne hapla*.

Wanneer het voorkomen van schade door gewas- en/of raskeuze niet mogelijk is, kan corrigerend worden opgetreden door de inzet van nematiciden. Daartoe kan na de oogst in nazomer en/of herfst een fumigant worden gebruikt, of kan kort voor of tijdens het poten respectievelijk zaaien een voorjaarsbehandeling worden uitgevoerd met een van de toegelaten niet-vluchtige nematiciden.

Maïswortelknobbelaaltje, (*Meloidogyne chitwoodi*)

Dit wortelknobbelaaltje, dat pas in 1980 werd beschreven en benoemd, wordt sinds 1990 ook in Zuid-Nederland aangetroffen en sinds 1996 in het zetmeelaardappelgebied. Het aaltje heeft een zeer uitgebreide waardplantreeks, waartoe naast zeer veel tweezaadlobbige gewassen en onkruiden ook monocotyle gewassen en sommige grassen en onkruiden behoren. De zeer goede en goede waardgewassen worden gevonden bij aardappel, biet, alle granen, de raigrassen, erwt en slaboon, koolzaad, gele mosterd en schorse-

neer. Voor een aantal van deze gewassen worden tussen de rassen grote verschillen in waardplantgeschiktheid gevonden, onder andere bij maïs, klaver, erwt, slaboon, bladrammenas en gele mosterd. Slechte-waardgewassen zijn onder andere rode en witte klaver, veldboon, bladrammenas, prei en ui. Het aaltje vermeedert zich niet op spinazie en witlof.

In tegenstelling tot *Meloidogyne hapla* veroorzaakt *Meloidogyne chitwoodi* bij aardappel niet alleen schade door opbrengstvermindering, maar heeft door vorming van gallen op de knollen die gepaard gaan met tot diep in de knol voorkomende necrotische vlekjes, ook een sterk negatief effect op de kwaliteit. Dit kan zodanige vormen aannemen dat partijen aardappelen onverkoopbaar worden.

Levenswijze

Maïswortelknobbelaaltjes overwinteren in de grond als eipakketjes of als vrije larven en overleven in de wortels van overwinterende gewassen in alle stadia van ontwikkeling. *Meloidogyne chitwoodi* is reeds infectieus bij 5°C en veroorzaakt daardoor vroeger in het seizoen en gedurende langere tijd schade dan

Meloidogyne hapla, die eerst vanaf 10°C infectieus is.

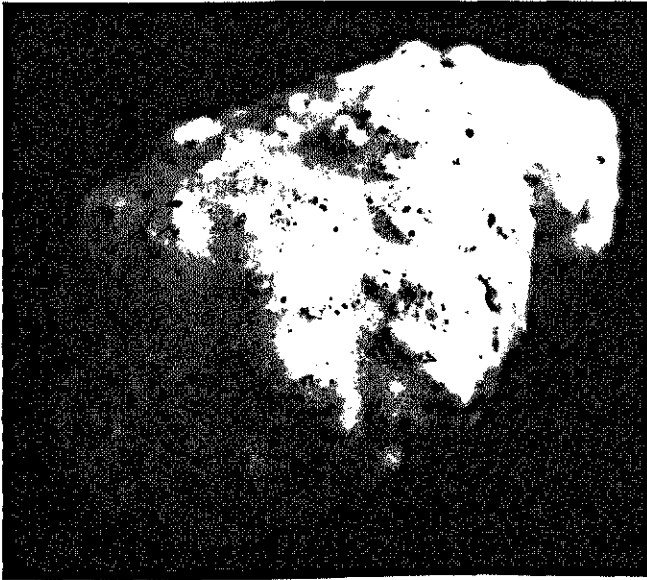
Evenals bij *Meloidogyne hapla* bewegen alleen de uit het ei komende larven zich vrijelijk naar de wortels en dringen deze meestal bij vertakkingen binnen. Het vrouwtje produceert 200 tot 1000 eitjes, die worden afgezet in een gelatine-achtige eiprop. De in deze eieren tot ontwikkeling komende larven kunnen zonder voorafgaande rustperiode de wortels direct weer aantasten en de aanzet geven tot een volgende generatie.

Onder de klimatologische condities van het zetmeelaardappelgebied kunnen per teeltseizoen drie generaties tot ontwikkeling komen. Knollen worden via de nog niet verkurkte schil en lenticellen geïnfecteerd.

De aaltjes kunnen tot diep in de knollen doordringen, maar verblijven bij voorkeur in de weefsels onder de schil en rond de vaatbun-
delring. De zich binnen de knol ontwikkelende vrouwtjes zetten ook hier hun eieren af. Binnen beschermende kapsels van verkurkte cellen ontwikkelen de eieren zich tot infectieuze larven, die daar gedurende langere tijd



Afbeelding 30a. Valplek veroorzaakt door *Meloidogyne chitwoodi*.



Afbeelding 30 b. Door het maïswortelknobbelaaltje *Meloidogyne chitwoodi* aangetaste knol.

in leven kunnen blijven, ook als de knol verdroogt en geheel verschrompelt.

Ook na strenge winters kunnen in het voorjaar nog hoge besmettingen van *Meloidogyne chitwoodi* in de grond aanwezig zijn, wat mogelijk samenhangt met de eigenschap dat dit aaltje zich aan koude onttrekt door dieper in de grond te dringen. Door haar grote verticale beweeglijkheid, waarbij dieptes van 1,80 meter zijn genoemd, kan dit aaltje aan strenge vorst ontsnappen.

Aantastingsbeeld

De eerste zichtbare symptomen in het gewas treden meestal pleksgewijs op als gevolg van plaatselijk zware besmettingen. De niet-typische symptomen zijn vertraagde groei en verlate bloei. Bij een lichte aantasting van de wortel is het door de wortelschors naar buiten gebarsten opgezwollen vrouwtjeslijf met de eiprop het enig zichtbare teken van aantasting. Zwaar aangetaste wortels vertonen klei-

ne, enigszins langwerpige, knotsvormige wortelknobbeltjes zonder zijworteltjes.

In het knolweefsel zijn kenmerkende bruine vlekjes zichtbaar die tot vrij diep onder de schil kunnen voorkomen. Ook kunnen gallen ontstaan waarin zich aaltjes en eieren bevinden (afbeelding 30b). Deze ontstaan meestal pas tijdens de bewaring. Dit symptoom wordt gemakkelijk verward met zich ontwikkelende pukkels van poederschurft.

Voorkomen/bestrijden

Voor de beheersing van *Meloidogyne chitwoodi* biedt vruchtwijsseling vooralsnog weinig perspectief, gezien het kleine aantal slechte-waardgewassen en hun beperkte inzetbaarheid. Het is nog te vroeg om een uitspraak te kunnen doen over verschillen tussen rassen en de mogelijkheden daarvan gebruik te maken; de kennis hierover ontbreekt nog grotendeels. Hetzelfde geldt voor de mogelijkheden die ontsnapping biedt door de teelt

van laat te zaaien/poten/planten gewassen zoals stamslabonen en spruitkool.

Evenals *Meloidogyne hapla* is *Meloidogyne chitwoodi* zeer gevoelig voor grondbehandelingen met zowel vluchtige als niet-vluchtige nematiciden. Wanneer schade niet door gewas- en/of rassenkeuze kan worden voorkomen, kunnen deze middelen corrigerend worden ingezet.

Vrijlevende aaltjes

Hiertoe worden aaltjes gerekend waarvan ook de vrouwtjes hun hele leven de slanke aaltjesvorm handhaven en zich dus vrijelijk kunnen bewegen.

Sommige geslachten leven voornamelijk binnen de plant, andere geslachten leven geheel buiten de plant in de rhizosfeer (de grond direct rond de wortels) en gebruiken de plant alleen als voedselbron.

Wortellesie-aaltje, *Pratylenchus penetrans*

Wortellesie-aaltjes ontleen hun naam aan de vorming van bruine vlekjes op de wortels, die ook wel lesies worden genoemd. Er bestaan diverse soorten van, waarvan *Pratylenchus penetrans* als de meest schadelijke wordt beschouwd. Deze aaltjes komen in het teeltgebied van zetmeelaardappelen algemeen verbreid voor.

Wortellesie-aaltjes hebben zowel bij akkerbouwmatig geteelde gewassen als bij onkruiden uitgebreide waardplantreeksen. Tot de goede en zeer goede waarden voor *Pratylenchus penetrans* behoren aardappel, granen inclusief maïs, vlinderbloemigen (klavers, erwten, bonen, veldbonen), schermbloemigen (peen, karwij, selderij) en bolgewassen (prei, ui, lelies). Tot de slechte-waardplanten behoren kruisbloemige gewassen (koolzaad en koolsoorten, mosterd) en de ganzevoetachtigen

(bieten en spinazie). Tot de goede waardplanten onder de onkruiden behoren onder andere de veel voorkomende soorten melganzervoet, muur, straatgras, kweekgras en knopkruid. Behalve dat het aaltje zich op deze slechte waarden slecht vermeerdert, zijn deze gewassen ook ongevoelig voor schade bij hoge populatiedichtheden van het aaltje na de teelt van goede-waardgewassen. Door de beperkte inzetbaarheid van de slechte-waardgewassen zijn de mogelijkheden van vruchtwisseling ter beperking van schade in aardappelen en andere gewassen gering.

Behalve directe schade door beschadiging van de wortels kan aanzienlijke extra schade optreden doordat via lesies op de wortels de planten aanmerkelijk vroeger gekoloniseerd kunnen worden door de schimmel *Verticillium dahliae*, de veroorzaker van de verwelkingsziekte, en daardoor vervroegd afrijpen.

Levenswijze

Wortellesie-aaltjes brengen vrijwel hun gehele leven binnen een waard door. Bij aardappel leven ze voornamelijk in de wortels, maar ook stolonen en knollen kunnen worden aangetast. Vergeleken met andere aaltjes hebben wortellesie-aaltjes een eenvoudige levenscyclus.

Bevruchte vrouwtjes leggen 1 tot 2 eitjes per dag. In de eitjes ontwikkelen zich de infectieuze larven, die binnendringen in gezond weefsel en zich daar verder ontwikkelen. Afhankelijk van de temperatuur en de lengte van het groeiseizoen kunnen tot zes van deze levenscycli per jaar plaats vinden. Het aaltje kan in alle levensstadia van ei tot volwassene overwinteren, zowel vrij in grond als in aangetaste plantenweefsels en in gewasresten. Als het weefsel te gronde is gegaan, migreren de aaltjes via de grond naar gezonde plantendelen.

Symptomen

Symptomen zijn in vroege aantastingsstadia

vooral zichtbaar aan de wortels. Deze vertonen aanvankelijk oppervlakkige necrosen in de vorm van bruine vlekjes. Later kunnen de aangetaste worteldelen geheel verrotten. Als respons hierop worden nieuwe zijwortels gevormd, waardoor het wortelstelsel een bossig uiterlijk krijgt. Bij sterke aantasting kan het gehele wortelstelsel te gronde gaan. Behalve op wortels kunnen ook symptomen voorkomen op stolonen en knollen. De symptomen op stolonen lijken op die van de wortelaantasting, terwijl de knolsymptomen de meeste overeenkomst tonen met een lichte vorm van oppervlakkige gewone schurft.

Bovengrondse symptomen zijn aanvankelijk een achterblijven in groei, gevolgd door verdorren en een vervroegd afsterven. Deze ziekte komt vaak pleksgewijs voor en kan in het laatste stadium makkelijk worden verward met door *Phytophthora infestans* veroorzaakte haarden van afstervende planten.

Bestrijding

Beheersing van wortellesie-aaltjes is mogelijk indien in het teeltplan in voldoende mate bieten en kruisbloemigen kunnen worden opgenomen. Mogelijkheden hierbij van de inzet van kruisbloemigen als groenbemestingsgewas (onder andere bladrammenas, bladkool, stoppelknollen, gele mosterd) worden momenteel onderzocht. Aangezien dit niet altijd tot het gewenste effect leidt, zijn bij het optreden van schadelijke populatiedichtheden naast vruchtwisseling andere beheersmethoden noodzakelijk. In alle gevallen is een effectieve onkruidbestrijding zowel tijdens als na het groeiseizoen noodzakelijk. Deze aaltjes zijn gevoelig voor grondbehandeling met vluchtige nematiciden (fumigantia). Sinds het vervallen van de verplichting tot grondontsmetting in 1988 wordt nog maar weinig ontsmet. Als gevolg daarvan nemen en nemen de populatiedichtheden van deze aaltjes gestaag toe en neemt de schade aan de gewassen als gevolg daarvan steeds grotere vormen aan.

Vrijlevende wortelaaltjes, Trichodorus- en Paratrichodorus-soorten

Van de vele geslachten vrijlevende wortelaaltjes zijn voor het aardappelgewas met name de Trichodoride-aaltjes van belang. Voor de zetmeelaardappelteelt zijn vooral *Paratrichodorus pachydermus*, *Paratrichodorus viruliferus* en *Trichodorus similis* van belang.

Deze strikt ectoparasitair levende aaltjesoorten ontleen hun naam aan hun levenswijze buiten de waardplant. De gehele levenscyclus van ei tot volwassen aaltje voltrekt zich in de grond. Behalve directe schade door het aanprikken van en voeden op ondergrondse plantendelen kan een aanzienlijke secundaire schade worden aangericht doordat deze aaltjes het tabaksratelvirus overbrengen dat stengelbont en kringerigheid veroorzaakt. Dit virus komt algemeen voor bij onkruiden, zoals muur, akkerviooltje, driekleurig viooltje en zwarte nachtschade en gaat over met het zaad. Het kan ook via besmet pootgoed overgaan naar de volgende teelt.

Levenswijze

Trichodoride-aaltjes kunnen vrijwel alle gewassen en onkruiden als voedingsbron gebruiken. Gewasvrije perioden worden voornamelijk overbrugd in het eistadium. Deze aaltjesoorten blijven hun hele leven (bij 15 tot 20°C zeven tot acht weken) mobiel en kunnen daardoor op meerdere plaatsen aan de plant schade veroorzaken. Gedurende haar leven legt het vrouwtje gemiddeld 40 eieren, die gedurende het groeiseizoen binnen tien dagen tot een nieuwe generatie aantastende aaltjes leiden. Per teeltseizoen kunnen zich drie tot vijf generaties ontwikkelen.

De aaltjes zijn tot op een diepte van 1 meter gevonden.



Afbeelding 31. Valplek veroorzaakt door Trichodoridae.

Symptomen van de aaltjesaantasting

Deze aaltjes voeden zich door ondergrondse plantendelen met hun lange mondstekel aan te prikken, bij voorkeur de wortelpunten vlak achter de wortelmutsjes. Daardoor stopt de lengtegroei van de wortel, maar gaat de diktegroei nog enige tijd door terwijl de wortelpuntjes bruin verkleuren. Ernstige aantasting door deze aaltjes is gekenmerkt door verdere verbruining van de wortels en streepachtige verbruiningen op ondergrondse stengeldelen. Deze stengelverbruining gaat vaak gepaard met ondergronds lokaal kromgroeien van de spruiten, veroorzaakt door eenzijdige groei-remming ter plaatse van de aantasting. In zeer ernstige gevallen komen de spruiten niet of zeer vertraagd boven de grond. Aangezien dit vaak pleksgewijs optreedt, geeft dit aanleiding tot zogenaamde valplekken in het gewas (afbeelding 31).

Symptomen van de virusaantasting in het loof

Afhankelijk van het aardappelras en de stam van het TRV kunnen symptomen in het loof en/of de knollen tot ontwikkeling komen. Daarbij worden primaire en secundaire aantastingen onderscheiden. Primaire aantasting komt voort uit het aanprikken van een gezond

de plant. Opvallend is dan ook dat planten voorkomen waarvan een enkele stengel met het virus besmet is geraakt en afhankelijk van het ras met bont (stengelbont) reageert.

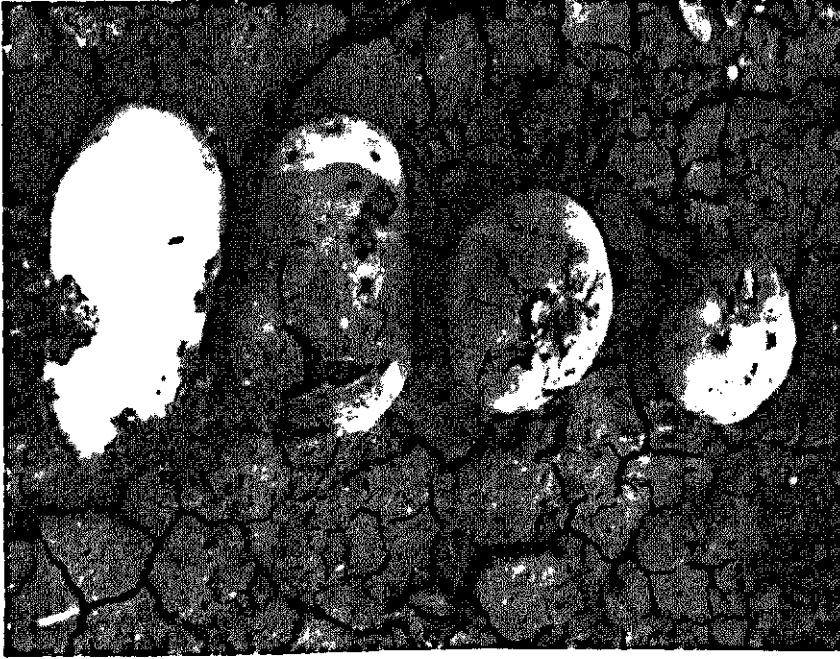
Doordat de gezonde stengels de zieke overgroeien, worden deze vrijwel onvindbaar en daardoor moeilijk uit te selecteren. Secundair zieke planten ontwikkelen zich uit geïnfecteerde knollen. Indien het betreffende ras reageert met stengelbont, vertonen alle stengels symptomen.

Symptomen van de virusaantasting in de knol

Zieke knollen van gevoelige rassen zijn gekenmerkt door de aanwezigheid van boogjes, ringen of vlekken van bruinverkleurd weefsel in het vruchtvlees (kringerigheid), die in een aantal gevallen ook op de schil zichtbaar zijn. Knollen van secundair zieke planten van daarvoor gevoelige rassen kunnen gekenmerkt zijn door misvormingen en inwendige necrosen.

Bestrijding

Gezien de zeer uitgebreide waardplantreeks draagt vruchtwisseling slechts in beperkte mate bij aan de beheersing van deze aaltjessoorten. Toch kan een doordachte gewasvolg-



Afbeelding 32. Door *Ditylenchus destructor* aangetaste knollen (foto HLB).

orde de beheersbaarheid van het aaltje in positieve zin beïnvloeden. Een strikte en effectieve onkruidbestrijding is zinvol om het reservoir van TRV uit te putten.

Trichodoride-aaltjes zijn gevoelig voor een intensieve grondbewerking, vooral als die onder droge omstandigheden plaatsvindt, zodat de grond uitdroogt. Dit heeft echter geen effect op het optreden van TRV, omdat hiervoor maar enkele aaltjes nodig zijn. Van alle maatregelen werkt een grondontsmetting met een vluchtig nematicide het best. Toegepast vóór een matig tot slechte waardplant als aardappel kan een gevoelig volggewas, zoals suikerbieten, hiervan ook nog profijt hebben.

Veenkoloniale aardappelaaltje of destructoraaltje (*Ditylenchus destructor*)

Ditylenchus destructor komt van oudsher voor in het teeltgebied van de zetmeelaardap-

pelen. Het aaltje tast vooral de ondergrondse delen van vele plantensoorten aan, zoals knollen, bollen en ook vlezige wortels en wortelstokken.

In het Nederlandse zetmeelaardappelgebied heeft dit aaltje in het verleden zeer veel schade veroorzaakt in aardappelen die te velde in kuilen werden bewaard.

Ditylenchus destructor heeft een uitgebreide reeks van één- en tweezaadlobbige waardplanten. Naast aardappel en een aantal andere knol- en bolgewassen (onder andere lis, dahlia, gladiool, hop, rabarber) behoren daartoe ook groenbemestingsgewassen als rode en witte klaver en vele onkruiden, zoals akkermunt, melkdistel, paardebloem, ridderzuring, akkermelkdistel, akkerdistel, moerasandoorn, klein hoefblad, kweekgras, leeuwebek en smeerwortel.

Als er geen waardplanten of resten daarvan aanwezig zijn, kan dit aaltje op een aantal veelvoorkomende bodemschimmels als *Fusarium oxysporum* en *Fusarium solani*, *Botrytis*

spp., *Alternaria solani* en *Phoma spp* overleven.

Levenswijze

De nematode kan knollen alleen door de epidermis, door de ogen en via de lenticellen aantasten als deze nog jong zijn. Via de verkurkte schil van afgeharde knollen is infectie niet mogelijk, wel echter via verwondingen. Aantasting is het hele jaar mogelijk, zowel te velde als in de bewaring. De ziekte kan via besmet pootgoed op het bedrijf ongewild in stand worden gehouden, maar ook over grote afstanden worden verspreid.

Symptomen

Destructoraaltjesrot is aanvankelijk een oppervlakkig rot dat enigszins aan *Phytophthora* doet denken en is aanvankelijk moeilijk te onderscheiden van dat van stengelaaltjes. Later wordt de schil papierachtig en toont vaak scheuren en stervormige barsten (afbeelding 32). In het aangetaste weefsel zijn witte kalkachtige stipjes zichtbaar waarin in grote getale levende alen aanwezig zijn. Het destructoraaltje veroorzaakt bij de aardappelplant geen bovengrondse symptomen.

Bestrijding

Schadelijk optreden van dit aaltje in akkerbouwgewassen is in Nederland alleen bekend bij aardappel die ook een goede waardplant voor dit aaltje is. Deze ziekte is bij aardappelen de laatste tientallen jaren niet meer waargenomen. De reden hiervoor is niet bekend, maar vermoed wordt dat drogere bewaaromstandigheden en een betere onkruidbestrijding hierbij een belangrijke rol hebben gespeeld.

Omdat dit aaltje zich op onkruiden zeer sterk kan vermeerderen lijkt blijvende aandacht voor een effectieve onkruidbestrijding een eerste vereiste. Indien zich toch problemen voordoen, verdient het aanbeveling om van gezond pootgoed uit te gaan.

Stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*)

Van dit aaltje komen voor de verschillende gewassen gespecialiseerde typen voor. Voor de akkerbouw is het zogenaamde rogge/uien/aardappeltype van belang. Dit type komt schadelijk voor bij erwten en tuinbonen. Van oudsher is het bekend als een schadelijke parasiet die in rogge het reup veroorzaakt en in uien het kroef.

Het aaltje komt zowel op zavel- en kleigronden als op zand- en dalgronden voor. In het algemeen is het aardappelgewas weinig gevoelig voor dit aaltje, maar de aardappel is een goede waardplant. Het aaltje kan zich op een aardappelgewas zodanig vermeerderen dat ui en rogge als volggewas ernstige schade ondervinden.

Levenswijze

Het stengelaaltje tast zowel boven- als ondergrondse stengeldelen en knollen aan. In de wortels wordt het zelden aangetroffen. Infectie vindt altijd vanuit of via de grond plaats waarbij het aaltje door huidmondjes of lenticellen binnendringt. Het aaltje is reeds actief bij 1 à 2°C, de reproductie begint bij 5°C. Bij 15°C duurt de cyclus van ei tot ei 19 tot 23 dagen. Elk vrouwtje legt 200 - 500 eieren in de plant. Dit grote voortplantingsvermogen heeft tot gevolg dat dit aaltje reeds bij heel lage begindichtheden van enkele aaltjes per liter grond in gevoelige gewassen (bijvoorbeeld uien en rogge) en gevoelige aardappelrassen aanzienlijke schade kan aanrichten. Aan het eind van het groeiseizoen bevinden zich aaltjes in de jonge knollen, die daardoor ongeschikt zijn als pootgoed. De aantasting kan zich tijdens de bewaring sterk uitbreiden.

Bij het afsterven van de waardplant verlaten de aaltjes de plant en gaan op zoek naar een nieuwe geschikte waard. Jonge aaltjes kunnen zonder waard in normaal vochtige grond tot anderhalf jaar in leven blijven; bovendien

kunnen ze bij langzaam uitdrogen van de grond in 'anabiose' gaan. In deze staat van diepe rust kunnen ze ongunstige omstandigheden als droogte en strenge vorst jarenlang overleven.

Symptomen

Symptomen in het loof worden gekenmerkt door verkorting en verdikking van de internodiën en misvorming van stengels en bladeren. Typisch daarbij is een kroezig uiterlijk van de blaadjes en misvorming (knikken) van de hoofdnerf. Bij ernstige aantasting kan verwelking, en later verdorring optreden; de betrokken stengels zijn vaak hol.

Knolsymptomen lijken sterk op die veroorzaakt door het destructoraaltje, met als voornaamste verschillen dat dit aaltje vaak via de stolon binnendringt en daarbij diep in de knol optredend rot veroorzaakt, waarbij de voor *Ditylenchus destructor* typische witte 'kalkstipjes' ontbreken. Tenslotte ontstaat een bruinkorrelig droogrot, dat meestal overgaat in secundair droog- of natrot.

Bestrijding

Rassen van het aaltje die aardappelen aantasten, kunnen zich ook vermeerderen op uien, rogge, erwten en veldbonen. De teelt van aardappelen op percelen waarop één van deze gewassen werd aangetast, kan dus een risico inhouden. De korte generatieduur, het grote aantal eieren per vrouwtje en de vorming van meerdere generaties per teeltseizoen heeft tot gevolg dat uitgaande van zeer lage aanvangsdichtheden (1 à 2 aaltjes per kg grond) uiteindelijk toch aanzienlijke schade kan optreden.

Dergelijke lage aaltjesdichtheden liggen bij de huidige detectiemethoden buiten het meetbereik. Het vruchtwisselingsstelsel moet er dus op gericht zijn om de aaltjespopulatie beneden deze zeer lage begindichtheden te houden. Dit kan worden bereikt door rotatie met niet-waardplanten. Verder dragen een goede

onkruidbestrijding en het gebruik van schoon uitgangsmateriaal (pootgoed en zaad) bij tot de bestrijding.

Aangetaste partijen moeten zo snel mogelijk worden geruimd en verwerkt. Indien dergelijke partijen toch moeten worden opgeslagen, moeten ze zo snel mogelijk worden gedroogd en gekoeld tot beneden 5°C om uitbreiding van de aantasting te voorkomen of tenminste te vertragen.

Bladluizen

In principe kunnen bladluizen (afbeelding 33, pag. 82) op vier manieren schadelijk optreden: virusoverdracht, zuigschade, opwekken van toprol en vorming van roetdauw. Roetdauw ontwikkelt zich doordat de luizen een overmaat aan suikers uit het blad opnemen en vervolgens een groot gedeelte daarvan als honingdauw weer uitscheiden. Deze honingdauw vormt een goede voedingsbodem voor veel schimmels. Omdat zich daarop ook veel zwartschimmels ontwikkelen (roetdauw) wordt de lichtopname sterk verminderd, waardoor de productiviteit van het blad afneemt, wat weer tot productieverlies leidt.

Overdracht van virussen is vooral schadelijk bij de pootgoedteelt. Schade door zuigen en roetdauw treedt vooral later in het seizoen op, en is daarom met name voor de latere consumptie- en zetmeelaardappelen van belang. Toprol, samenhangend met zuigschade door de aardappeltopluis en gekenmerkt door het rollen en anthocyaanvorming van de hogere bladstages, gevolgd door uitgebreide necrose van het blad, komt in het zetmeelaardappelgebied zelden voor.

Zuigschade

Zuigschade is tamelijk zelden van economische betekenis. Bladluizen houden zich voornamelijk op aan de onderzijde van de bladeren. Als er veel luizen zijn, kunnen als luizenkoppes bekend staande groei-afwijkingen ontstaan. Bladluizen kunnen zich onder gun-

stige omstandigheden zeer snel vermeederen. In een week kunnen populaties vijf keer zo groot worden. Bij aanwezigheid van veel bladluisvijanden, zoals lieveheersbeestjes, zweef- en gaasvliegen, kan een populatie in één week echter ook weer zeer sterk afnemen. Ook zware neerslag kan de luizenpopulatie vrijwel elimineren.

Voorkomen/bestrijden

Bladluizen moeten alleen worden bestreden als er een gereede kans op opbrengstderving bestaat. Dit is het geval als er veel 'luizenkoppen' voorkomen of als op grote schaal honingdauw en roetdauw worden gevormd, of als gemiddeld méér dan 50 bladluizen per volgroeid samengesteld blad voorkomen.

Om parasieten en roofvijanden van de bladluis zoveel mogelijk te sparen, verdienen de middelen op basis van pirimicarb en heptenofos de voorkeur.

Coloradokever

De coloradokever is ongeveer 1 cm lang en 0,7 cm breed en is duidelijk te herkennen aan tien overlappende zwarte strepen op gele dekschilden (volksnaam "torretje tienstreep"), vijf op elk schild. De kever overwintert in de grond op een diepte van 20 tot 50 cm op percelen waar aardappelen hebben gestaan. Het volgende groeiseizoen komen ze eind april/mei weer bovengronds om op zoek te gaan naar jonge aardappelgewassen en opslagplanten.

Levenswijze/aantastingsbeeld

Het vrouwtje legt oranje gekleurde eieren op de onderkant van de bladeren. Na de eilegperiode sterven vrijwel alle overwinterde kevers. De jonge grijsachtig rode larven vreten eerst de resten van de eischaal en worden na enkele dagen vleesrood tot donkerrood. Aan weerszijden van het lichaam hebben ze twee rijen zwarte stippen. De larven zijn in onge-



Afbeelding 34. Volgroeide coloradokever met larven (naar Bonnemaïson, 1967).

veer drie weken volwassen, waarna zij zich in de grond verpoppen. In deze poppen ontwikkelen zich de kevers van de zomergeneratie die bij goed zomerweer voor een tweede generatie kunnen zorgen. Vanaf eind augustus verdwijnen de zomerkevers weer in de grond, waar ze zich gestuurd door de temperatuur en afhankelijk van de grondwaterstand en het al dan niet voorkomen van harde lagen ingraven tot een diepte van 20 tot 50 cm. De overwinterende kevers sterven als de temperatuur van de omgevende bodem lager dan -7°C wordt.

De schade wordt vooral veroorzaakt door de zeer vraatzuchtige larven die grote hoeveelheden bladgroen verslinden en alleen de wat grotere nerven en bladstelen laten staan. Bij grootschalig aantasting kan het gehele gewas worden kaalgevreten. Alleen stengels en bladstelen blijven dan over. Om deze reden wordt de coloradokever in vele landen geveesd. In Nederland is schade van betekenis gemakkelijk te voorkomen, mits zodig tijdig met de bestrijding wordt begonnen.

Om de belangen van de export te waarborgen, is de bestrijding wettelijk geregeld. Iedere

aardappelteler is verplicht de coloradokever zo goed mogelijk te bestrijden; niet alleen in aardappelen, maar ook op aardappelopslag in andere gewassen (afbeelding 34).

Voorkomen/bestrijden

Het beste tijdstip voor de bestrijding is het moment waarop jonge larven de eieren beginnen te verlaten en op het gewas worden aangekomen. Hiervoor zijn verschillende middelen beschikbaar. Zie hiervoor de handleiding Gewasbescherming in de Akkerbouw.

Ritnaalden, engerlingen, emelten

Deze bodembewoners zijn de larven van respectievelijk kniptorren en van mei-, rozen- en junikevers en de made van de langpootmug. Ze vreten aan de wortels van planten en kunnen daardoor aanzienlijke schade aanrichten, aan aardappelen vooral in gescheurd grasland en na langjarige groene braak. Ze vreten ook aan de moederknollen en aan kiemen en jonge stengels, met als gevolg een onregelmatige gewasstand. Ritnaalden en engerlingen kunnen nog grotere schade aanrichten door gaten en gangen te vreten in de knollen waardoor de oogst onverkoopbaar kan worden.

Een eventuele bestrijding dient voor het poten te worden uitgevoerd. Hiervoor zijn verschillende middelen beschikbaar. Zie de handleiding Gewasbescherming in de Akkerbouw.

Aardappelopslag

Aardappelopslag uit knollen

Bij de oogst van aardappelen blijven vaak tussen de 20.000 en 400.000 knollen per hectare op het veld achter. Dit zijn groten-deels ondermaatse knollen maar er kan ook nog een aanzienlijk deel marktbaar knollen bij zijn. Een ernstig probleem ontstaat wanneer deze achtergebleven knollen in de grond overwinteren. In het volgende gewas kunnen dan grote aantallen opslagplanten voorkomen. Deze opslagplanten vormen een lastig en

hardnekkig onkruid dat het eigenlijke gewas beconcurrereert. Veel ernstiger zijn echter de fytosanitaire consequenties van opslag. Vanwege de aardappelopslag kunnen allerlei ziekten, die in het gewas aardappelen problemen geven, zich veel gemakkelijker handhaven en zich soms zelfs uitbreiden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij aardappelcyste-aaltjes en Rhizoctonia. Het effect van vruchtwisseling kan hiermee teniet worden gedaan. Voor het witte aardappelcyste-aaltje zijn in tarwe- en haverpercelen met aardappelopslag drievoudige- en in percelen met het laatsluitende gewas maïs twaalfvoudige vermeerderingen van het aaltje gemeten. Aardappelopslag van vatbare rassen doet, evenals vermenging van een vatbaar met een resistent ras, het sanerend effect van een AM-resistent ras geheel of gedeeltelijk teniet.

Ook Phytophthora en virusziekten kunnen zich verspreiden vanuit aardappelopslag. Daarom is het van groot belang opslag te voorkomen. Ten onrechte wordt vaak gedacht dat aardappelopslag alleen een probleem is in het eerste jaar na een aardappelgewas. Ook opslagplanten vormen echter knollen, waardoor het probleem in de volgende jaren soms minstens zo groot is.

Aardappelopslag uit zaad

Sommige rassen vormen veel bessen. Hiermee worden enorme hoeveelheden kiemkrachtig zaad gevormd. Bij rassen als Elles en Stabilo gaat het daarbij om aantallen van honderd tot tweehonderd miljoen zaden per hectare (afbeelding 5, pag. 12). Dit zaad blijft in de bouwvoor voor een deel minstens 10 jaar kiemkrachtig.

Enerzijds kan de zaadopslag in sommige gewassen een lastig te bestrijden onkruid zijn, anderzijds kunnen ziekten en plagen, in het bijzonder het aardappelcyste-aaltje, zich via opslag in stand houden en vermeerderen. Dit geldt ook voor de knolletjes die door de zaailingen worden geproduceerd.



Afbeelding 35. Aardappelopslag in suikerbieten.

Voorkomen/bestrijden

Bij het rooien moeten rooiverliezen worden voorkomen. Deze worden voor een deel veroorzaakt door fouten in de teelttechniek, zoals onjuiste rugopbouw, ongelijke rijenafstand, slecht geklapt loof, onkruid, te brede trekkerbanden of een onjuiste spoorbreedte tijdens het rooien. Ook kunnen tijdens het rooien verliezen optreden als gevolg van een te grote afstand tussen de spijlen van de zeefkettingen en van een onjuiste afstelling alsmede van lekken in de rooimachine.

Een manier om knollen te vernietigen, is ze in de winter te laten bevriezen. Het vriest echter niet iedere winter overal in Nederland voldoende om hierop volledig te kunnen vertrouwen. De kans is echter het grootst als de knollen zoveel mogelijk aan de oppervlakte blijven.

Mechanisch valt er in het volggewas na aardappelen weinig te doen tegen opslag. Af-

schoffelen of onderwerken vertraagt de groei, maar de plant komt weer terug. Tot wel zes keer toe.

Bij hakken is de beste methode om de planten boven de grond te halen. Chemisch, met glyfosaat, lukt het beter. Iedere bovenkomende stengel moet dan met middel worden aangestroken. Hiervoor zijn onkruidstrijkers ontwikkeld die zowel in stroken als volvelds de opslagplanten kunnen raken en handmatige apparatuur om de planten individueel aan te stippen (afbeelding 35, pag. 105).

Besvorming kan worden voorkomen door een gerichte bespuiting met één liter MCPA (500 gram per liter) tijdens het vroege-knopstadium. Dit kan het aantal bessen met maximaal 90% beperken.

Verder is het van belang om de opslag afkomstig van zaad zo goed mogelijk te bestrijden in de volggewassen. In een vroeg stadium, liefst het kiemplantstadium, gaat dit het gemakkelijkst.

BIJZONDERE VERSCHIJSSELEN

Onderzeeërs

Onderzeeërs zijn poters die na het poten niet boven komen maar als gevolg van te sterke fysiologische veroudering direct knolletjes op de kiemen vormen. Soms gaan deze knolletjes weer kiemen en vormen alsnog vertraagd een stengel. Door onderzeeërvorming is in het veld veelal sprake van een vertraagde en onregelmatige opkomst van het gewas.

Te sterke fysiologische veroudering wordt veroorzaakt door een te warme bewaring, vaak in combinatie met te vaak afkiemen. Het verschijnsel wordt het meest waargenomen bij rassen met een korte kiemrust en een korte incubatieperiode (zie pag. 29).

Voorkomen/bestrijden

Problemen met onderzeeërs kunnen meestal worden voorkomen door hiervoor gevoelige rassen niet te warm te bewaren, niet te vaak af te kiemen en niet te vroeg in te koude grond te poten. Behalve door een koele bewaring kan de fysiologische veroudering ook enigszins worden tegengegaan door het pootgoed in het licht te plaatsen.

Holheid

Holheid is het verschijnsel waarbij midden in aardappelknollen een holte voorkomt die aan de buitenkant niet zichtbaar is. Holheid komt vooral voor op percelen met een te geringe standdichtheid. Het ontstaat als gevolg van onregelmatige groei van het gewas en treedt vooral op bij grote knollen. Er bestaan duidelijke rasverschillen in gevoeligheid voor holheid. Het verschijnsel komt meer voor op zandgronden dan op kleigronden. Holle

knollen hebben een relatief laag onderwatergewicht en hebben daardoor een voor de zetmeelaardappelteler ongunstig effect op het uitbetalingsgewicht. Door op de knollen te kloppen, kan men soms vaststellen of een knol hol is of niet. Zekerheid verkrijgt men echter alleen door de knollen door te snijden. Soms gaat holheid over in rot (afbeelding 36, pag. 82).

Voorkomen/bestrijden

Het optreden van holheid kan worden beperkt door rassen te telen die weinig gevoelig zijn voor dit verschijnsel. Voorts dient men te zorgen voor een niet te hoog stikstofaanbod en een zo regelmatig mogelijke vochtvoorziening zodat het gewas regelmatig kan doorgroeien. Ook een grotere stengeldichtheid kan holheid tegengaan aangezien dan meer knollen worden gevormd, die daardoor minder grof zullen worden. Een grotere stengeldichtheid kan worden bereikt door meer poters en/of grotere poters te gebruiken.

Groeischeuren

Groeischeuren kunnen vuilinsluiting veroorzaken bij zetmeelaardappelen. Dit gebrek wordt vooral veroorzaakt door een onregelmatige groei van het gewas, meestal als gevolg van een onregelmatige vochtvoorziening. Groeischeuren kunnen ontstaan doordat bij droogte de groei stopt, de schil verkurkt en zijn elasticiteit verliest. Als vervolgens na neerslag nieuwe groei optreedt, kan de knolscheuren of barsten. Ook kunnen, onder vochtige omstandigheden tijdens een periode van snelle knolgroei, de knollen barsten als gevolg van een te hoge celspanning. Daarnaast kunnen ook aantastingen van *Rhizoctonia* en netschurft tot groeischeuren leiden.

Naarmate groeischeuren vroeger in het seizoen ontstaan, zijn ze bij de oogst vlakker.

Voorkomen/bestrijden

Groeischeuren kunnen worden beperkt door een goede structuur van de grond, een regelmatige vochtvoorziening en een niet te zware stikstofbemesting.

Zwarte harten

Soms komt in het centrum van de knollen een donkergrijze tot zwarte vlek voor. Dit verschijnsel wordt zwarte harten genoemd.

Het wordt veroorzaakt door zuurstofgebrek binnenin de knol. Het kan ontstaan bij (vrijwel) luchtdichte bewaring van aardappelen (bijvoorbeeld onder plastic). De afwijking wordt echter meestal waargenomen na onjuist opwarmen van de aardappelen. Opwarmen

met lucht van een te hoge temperatuur (> 25°C) en/of met onvoldoende aanvoer van zuurstof in de bewaarplaats is onjuist. Dit laatste gebeurt meestal wanneer het opwarmen plaatsvindt met een in de bewaarplaats geplaatste luchtverhitter zonder aanvoer van lucht van buiten. Er kan dan onvoldoende zuurstof worden aangevoerd om de sterk verhoogde ademhaling van de knol bij te houden. Zwarte harten kunnen soms ook optreden als de knollen bij zonnig en erg warm weer na het rooien te lang in het zwad liggen.

Voorkomen/bestrijden

Voorkom een langdurige blootstelling aan hoge buitenluchttemperaturen bij het op voorraad rooien. Als (poot)aardappelen bij warm weer worden geogst en (vrij) sterk zijn ontveld, is het zaak om regelmatig, bijvoorbeeld om de paar uur, de lucht in de bewaarplaats te verversen.

BEREGENING

De aardappel is ondermeer vanwege zijn relatief zwakke wortelstelsel gevoelig voor droogte. Dit kan op droogtegevoelige gronden tot aanzienlijke opbrengstverliezen leiden. De vochtvoorziening van het gewas is bovendien medebepalend voor knolgrootte en kwaliteit. Het optreden van gewone schurft, knolmisvorming en holheid is afhankelijk van de vochtvoorziening van het gewas. Berekening van zetmeelaardappelen wordt (nog) slechts op beperkte schaal toegepast. Uit een recente studie van het PAV is gebleken, dat op bedrijven met een Veenkoloniaal bouwplan berekening op zandgrond rendabel is. Daarentegen werd het bedrijfsresultaat op venige (dal) grond door berekening niet verbeterd.

Berekening en opbrengst

Een gewas zetmeelaardappelen heeft in ons land vanaf het poten 400 - 450 mm vocht nodig. Vanaf het begin van de knolaanleg vraagt het gewas voor een maximale productie ongeveer 300 mm. Daar er een nauwe relatie bestaat tussen gewasverdamping en opbrengst is het mogelijk globaal te berekenen hoeveel kilogram aardappelen er per mm water kan worden geproduceerd. Bij een maximale opbrengst per ha van 70 ton uitbetalingsgewicht bedraagt de productie per mm water: $70.000 : 300 = \text{circa } 230 \text{ kg}$. Dit geeft aan wat in principe het maximale rendement van beregenen kan zijn als al het toegediende water aan het gewas ten goede zou komen. Dit rendement wordt echter in de praktijk verlaagd doordat een deel van het gegeven water tijdens het beregenen verdampt of wegzijgt.

Bij beregeningsonderzoek in de jaren 1994-1996 op de proefboerderijen 't Kompas en Kooijenburg bleek berekening een verhoging

van het uitbetalingsgewicht op te leveren van respectievelijk 10 en 9 ton per ha. Op Kooijenburg varieerde de opbrengstverhoging van 0 tot 19 ton per ha. In 1996 bedroeg de toename in uitbetalingsgewicht per mm beregeningswater op 't Kompas en Kooijenburg respectievelijk 110 en 140 kg.

Berekening en kwaliteit

Een regelmatige vochtvoorziening van het gewas met behulp van berekening kan het optreden van groeischeuren sterk beperken. Het knolaantal per plant neemt door berekening doorgaans toe, indien vanaf het tijdstip van stolooaanleg tot het eind van de knolaanlegperiode wordt beregend. Hierdoor wordt de sortering van een partij fijner.

Gewone schurft, veroorzaakt door de actinomyceet *Streptomyces scabies*, kan goed worden bestreden door de grond in de rug vanaf het begin van de knolaanleg gedurende drie weken vochtig te houden. Daarentegen kan het optreden van poederschurft door berekening worden bevorderd, vooral als overmatig wordt beregend of als kort na berekening een grote hoeveelheid natuurlijke neerslag valt.

Het onderwatergewicht van zetmeelaardappelen is als gevolg van een *correcte* berekening doorgaans iets hoger dan zonder berekening.

Wanneer beregenen?

Tenzij de grond erg ver is uitgedroogd, of men schurft wil bestrijden, moet niet met berekening worden begonnen vóór de knolgroei

goed op gang is gekomen. Te vroeg beginnen beperkt de bewortelingsdiepte en kan -vooral op stikstofrijke gronden- leiden tot een te uitbundige loofgroei.

Om vast te stellen wanneer het gewas aan beregening toe is, worden de volgende methoden gehanteerd:

- a) *Schatting van het vochtgehalte*, bijvoorbeeld onderin de rug. Dit vraagt ervaring en is niet erg nauwkeurig.
- b) *Het opstellen van een vochtbalans*. Deze methode wordt ondermeer toegepast bij de CLM-beregeningsplanner. In de vochtbalans worden betrokken: de vochtvoorraad in de bewortelde grond, de capillaire nalevering, de regenval en de gewasverdamping. Om de laatstgenoemde factor te kunnen vaststellen, kan men gebruik maken van de referentie-gewasverdampingscijfers die dagelijks onder andere door het KNMI worden verstrekt en van de zogenaamde f-factor voor aardappelen die afhankelijk is van het ontwikkelingsstadium van het gewas (tabel 21).

Verdamping aardappelgewas = f x referentieverdamping

- c) *Het plaatsen van tensiometers*. Dit zijn instrumenten die informatie geven over de vochttoestand van de grond. Het onder-einde, de poreuze kop, wordt in de rug geplaatst op circa 35 cm onder de top van derug, midden tussen twee aardappelplanten. Op een manometer kan men de zuigspanning van de grond aflezen. Is deze hoger dan 0,3 à 0,4 bar, dan is de grond toe aan beregening. Voor een betrouwbare



Afbeelding 37. Een tensiometer is een goed hulpmiddel om het juiste tijdstip voor beregening te bepalen.

meting zijn minstens drie tensiometers per (homogeen) perceel nodig. Als de grond te ver uitdroogt (0,8 - 0,9 bar), kunnen de tensiometers 'doorslaan'. Na herbevochtiging van de grond moeten ze dan opnieuw gevuld en geplaatst worden (afbeelding 37).

Tabel 21. f-factor voor de berekening van de gewasverdamping van aardappelen (Reuling, 1987).

grondbedekking	f-factor	gewasstadium	f-factor
0 - 10 %	0,6	tijdens bloei (100 % grondbedekking	1,3
10 - 30 %	0,9	vanaf bloei-maximaal 70% grondbedekking	1,1
30 - 70 %	1,0	afrijpend gewas	0,9
70 - 100 %	1,1		

Hoe beregenen?

Beregening gebeurt tegenwoordig meestal met haspelinstallaties die zijn uitgevoerd met een sproeikanon of een sproeiboom. Met het oog op een regelmatige verdeling van het beregeningswater over het gewas en een goede bevochtiging van de rug verdient de sproeiboom de voorkeur. Om op leemgronden structuurschade te voorkomen, moet - zeker zolang het gewas de grond nog niet volledig

bedekt - de regenintensiteit niet hoger zijn dan 10 mm per uur.

De hoeveelheid water die per keer moet worden verstrekt, varieert meestal tussen 20 en 30 mm per keer. Bij het al eerder genoemde beregeningsonderzoek op 't Kompas en Kooyenburg leek het rendement van 20 mm per keer wat groter te zijn dan dat van 30 mm per keer. Ook met het oog op de bestrijding van schurft verdienen meerdere kleine giften de voorkeur boven enkele grote giften.

LOOFVERNIETIGING

Loofvernieting van niet volledig natuurlijk afgerijpte gewassen is vooral nodig om knolbeschadiging bij het rooien tegen te gaan. Dit is in het bijzonder gewenst voor zetmeelaardappelen die langdurig moeten worden bewaard. Bij een ernstige aantasting van het gewas door *Phytophthora* is chemische loofvernieting geboden om een verdere uitbreiding van de ziekte tegen te gaan en daarmee het risico van knolinfectie te beperken. In gewassen die al vroeg grotendeels natuurlijk zijn afgestorven, moet worden afgewogen of men nog voor de oogst loofvernieting toepast of dat men het gewas volledig natuurlijk laat afsterven. Voordelen van loofvernieting zijn in zo'n geval dat men enkele *Phytophthora*-bespuitingen kan uitsparen en vroeg, onder dikwijls goede omstandigheden, met rooien kan beginnen. Het belangrijkste nadeel is dat men iets toegeeft op de opbrengst. Dit opbrengstverlies is bij een grondbedekking van 25% of minder echter niet groot, zoals uit tabel 22 valt af te lezen.

Na loofvernieting moet - afhankelijk van de rijpheid van het gewas - circa twee weken worden gewacht voordat met rooien kan worden begonnen. In deze periode moet de knolschil zich verdikken, zodat bij het rooien geen

beschadiging optreedt.

Loofvernieting gebeurde tot in het midden van de jaren negentig vrijwel uitsluitend chemisch. Onderzoek heeft echter aangetoond dat mechanische loofvernieting uitstekend mogelijk is, mits een eventueel aanwezige *Phytophthora*-aantasting geen gevaar kan opleveren.

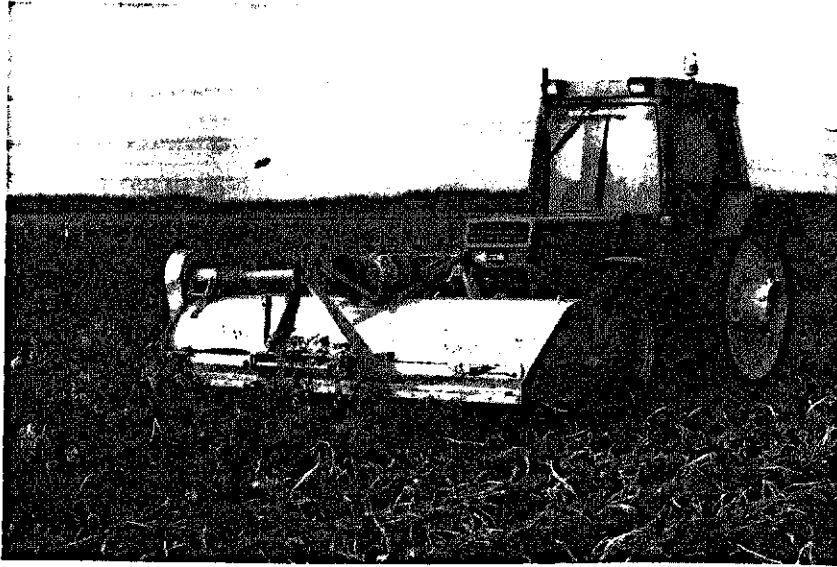
Loofklappen

Loofvernieting door uitsluitend loofklappen (afbeelding 38) blijkt bij droge grond ook in de nog groene gewassen (70% grondbedekking met groen loof) goed mogelijk te zijn. Zelfs in dergelijke onrijpe gewassen treedt geen hergroei van het loof op. De mate van afharding van de schil bleek, bij onderzoek van het PAV met consumptie-aardappelen, bij loofklappen gelijk te zijn aan die na doodspuiting. De eerste resultaten van onderzoek op de proefboerderij 't Kompas met het ras Karnico wijzen in een zelfde richting (tabel 23). Ook bleek er geen verschil tussen mechanische- en chemische loofddoding wat betreft het loslaten van de knollen van de stengel.

Tabel 22. Potentieel mogelijke knolproductie van zetmeelaardappelen in kg uitbetalingsgewicht per ha per dag voor een praktijkperceel met gezond loof, zonder vochttekort bij een verschillende mate van grondbedekking met groen loof.

		grondbedekking met groen loof (%)			
		100	75	50	25
1	- 11 september	680	510	340	170
11	- 21 september	610	455	305	150
21	- 31 september	530	400	265	130
1	- 11 oktober	430	320	215	105
11	- 21 oktober	350	260	175	90

(naar Van Loon, 1995)



Afbeelding 38. Een loofklapper voorop de trekker geeft betere resultaten dan een achterop de trekker bevestigde machine.

In gewassen waarin een *Phytophthora*-aantasting van betekenis voorkomt en de grond aan de bovenkant van de rug vochtig is, moet loofklappen bij rassen met en minder goede knolresistentie worden afgeraden met het oog op de verspreiding van *Phytophthora*sporen.

Bij droge grond heeft een *Phytophthora*-aantasting in het loof geen beletsel voor loof-

klappen te zijn omdat de sporen op droge grond snel afsterven.

Doodspuiten

Chemische loofdoding kan worden uitgevoerd met snelwerkende middelen zoals Reglone (*diquat*) of langzaam werkende zoals Puri-

Tabel 23. Ontvellingenindex* en % matig en zwaar ontvelde knollen 14 dagen na verschillende loofbehandelingen bij het ras Karnico (proefboerderij 't Kompas, 1996).

behandeling	ontvellingenindex	% matig en zwaar ontvelde knollen
klappen	18	2
klappen/spuiten (Reglone)	23	5
spuiten (Reglone)	17	3
spuiten (Purivel)	21	6
groenrooien/onderdekken	21	2
onbehandeld	25	10

* 0 = onbeschadigd; 100 = alle knollen zwaar ontveld

vel(*metoxuron*). Het middel Finale (*glufosinaat-ammonium*) staat wat snelheid van werken betreft tussen Reglone en Purivel in.

Langzaamwerkende middelen hebben het nadeel, dat de periode tussen behandeling en het goed afgehard zijn van de knollen wat langer is. Als men op een bepaalde datum wil gaan rooien, zal men langzaamwerkende middelen wat eerder moeten toepassen dan snelwerkende. Hierdoor gaan enkele groeidagen verloren.

Als loofvernietiging wordt toegepast bij een droge grond en relatief hoge temperatuur, waardoor het gewas een vochttekort heeft, bestaat bij Reglone kans op het optreden van naveleinde-rot of vaatbundelverkleuring. Met langzaamwerkende middelen treedt dit probleem zelden of nooit op. De kans op het optreden van naveleinderot is bij zetmeel-aardappelen voor bewaring, vanwege het relatief late tijdstip van loofdoding niet zo

groot. Om problemen te vermijden, wordt wel gewerkt met een halve dosering van een langzaamwerkend middel, na drie tot vier dagen gevolgd door eveneens een halve dosering van een snelwerkend product.

Als uitsluitend langzaamwerkende middelen worden gebruikt, is een extra Phytophthora-bestrijding nodig.

Loofbranden

Met name in de biologisch dynamische- en de ecologische aardappelteelt wordt het loofbranden, al dan niet in combinatie met loofklappen, toegepast als methode van loofvernietiging. Een nadeel van deze werkwijze is de geringe capaciteit (circa 0,4 ha per uur bij een vierrijige machine). Daarbij zijn de kosten relatief hoog. Een pluspunt van loofbranden is dat een eventueel aanwezige Phytophthora-aantasting in het loof meteen onschadelijk wordt gemaakt.

OOGST

Wanneer de knollen, al of niet na loofvernietiging, voldoende huidvast zijn, kan worden begonnen met rooien. Huidvast zijn de knollen wanneer de schil niet zonder moeite met de duim van de knol is te wrijven. De voorbereidingen voor het oogsten van een schone, gezonde en minimaal beschadigde partij beginnen al ver voor de oogst! Deze voorbereidingen zijn in de voorgaande hoofdstukken besproken: gebruik van gezond pootgoed, zorgen voor een goede bodemstructuur, goed pootwerk, een goede rugopbouw, goede ziekte- en plaagbestrijding en een juiste loofvernietiging.

Rooibeschatiging

Het oogsten van aardappelen gaat gepaard met het optreden van knolbeschadiging. Daar knolbeschadiging aanleiding kan geven tot

ondermeer vuilinsluiting, het optreden van rot en hogere bewaarverliezen, is het zaak om beschadiging zoveel mogelijk te beperken. Knolbeschadiging kan bij de oogst op veel plaatsen optreden. Zo kunnen te brede banden van trekker en rooimachine, in het bijzonder als ze niet midden door de geulen lopen, knollen uit de rug drukken en beschadigen. Wanneer smalle trekkerbanden onvoldoende draagkracht geven, kan dubbellucht op rijenafstand een oplossing zijn.

Er moet worden gezorgd voor een zodanige verhouding tussen rijsnelheid en zeefkettingsnelheid, dat pas aan het einde van de zeefketting de laatste grond wordt uitgezeefd. Door grond op de zeefketting te houden, worden de knollen beschermd tegen beschadiging. De aardappelen moeten nog juist door de ketting worden afgevoerd. De exacte verhouding tussen rijsnelheid en zeefkettingsnelheid die nodig is om dit te bereiken, hangt af



Afbeelding 39. Bunkerrooimachine.

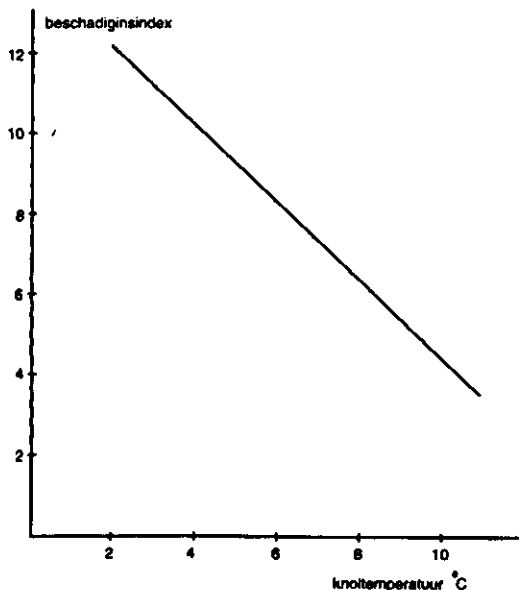
van de toestand van de grond. In veel gevallen blijkt een verhouding van ongeveer 1 op 1 een goede te zijn. Bij deze verhouding is de rijsnelheid gelijk aan de snelheid van de zeefketting. Verder is het van belang om de rooimachine op de wendakker niet leeg te draaien.

Er moet worden voorkomen dat proppen loof en onkruid de machine verstoppem. Wanneer deze proppen door de loofrollen worden getrokken of er in vastlopen, raken er knollen beschadigd of worden door de machine verloren. Bovendien geeft het verwijderen van verstoppingen tijdsverlies en zorgt het jaarlijks voor enkele ernstige ongevallen. Wanneer volvelds is doodgespoten en de loofresten niet door de rooimachine kunnen worden verwerkt, moet vóór het rooien het loof worden geklapt.

De schudders van de machine zijn bedoeld om de zevende werking van de ketting te verhogen, maar dienen zo weinig mogelijk te worden gebruikt. Wanneer schudders worden gebruikt om kluiten te breken, kan dit veel knolbeschadiging tot gevolg hebben. De spijlen van de zeefketting moeten bij voorkeur bekleed zijn; hiervoor zijn diverse materialen beschikbaar.

Valhoogtes van meer dan 30 à 40 cm dienen in de gehele keten van rooien en inschuren te worden voorkomen. Daar waar grotere valhoogtes onvermijdelijk zijn, dient het oppervlak waarop knollen vallen, bijvoorbeeld de wagens, te zijn voorzien van valbrekers of bekleding. Ook bij kleinere valhoogtes, bijvoorbeeld bij de inschuurapparatuur, behoren harde oppervlakken waarop knollen kunnen vallen, te zijn bekleed.

De snelheid van transportbanden mag niet te hoog zijn. Om te hoge valsnelheden van de knollen te voorkomen, mag deze snelheid niet meer zijn dan 40 meter per minuut.



Figuur 12. Verband tussen knoltemperatuur en knolbeschadiging (naar Van Loon, 1984).

De stortbak dient men gevuld te houden door deze stil te zetten zodra de kipwaggen leeg is. Hierdoor wordt voorkomen dat van iedere kipwaggen aardappelen onder in de lege stortbak vallen.

Het ene ras is gevoeliger voor rooibeschatiging dan het andere. De Rassenlijst geeft hierover informatie.

De mate waarin knollen beschadigd raken, hangt ook af van de temperatuur van de knollen op het moment dat ze gerooid en ingeschuurd worden. Naarmate de temperatuur van de aardappelen lager is, zijn ze gevoeliger voor beschadiging. Vooral onder de 8°C wordt de mate van beschadiging een probleem (figuur 12). Vandaar dat algemeen

wordt geadviseerd om geen aardappelen te rooien die kouder zijn dan 8°C. Afhankelijk van de omstandigheden en het ras, kan het nodig zijn deze grens naar boven bij te stellen. De knoltemperatuur volgt de bodemtemperatuur op de voet: wanneer na een koude nacht de grondtemperatuur weer 8°C is geworden, hebben ook de knollen deze temperatuur bijna bereikt.

Rooiverlies

De uitrusting en afstelling van de rooimachine hoort zodanig te zijn dat er zo min mogelijk knollen of delen daarvan op het perceel achterblijven. Openingen in de rooier waardoor knollen kunnen ontsnappen, moeten worden afgedicht.

In de eerste plaats blijft er met de verliesknollen een deel van de financiële opbrengst achter op het perceel. Verder leiden verliesknollen (afbeelding 35) tot aardappelopslag in volggewassen. Hierdoor krijgt ondermeer het aardappelcyste-aaltje de kans om zich sneller te vermeerderen. De opslagplanten kunnen ook als infectiebron of overlevingsplaats dienen voor andere ziekten en plagen, zoals *Phytophthora* en virusziekten.

Moederknollen

Soms kan het, met name bij de pootgoedteelt, voorkomen dat de moederknollen op het moment van oogsten nog niet helemaal zijn weggerot of zelfs nog intact zijn. Het mee inschuren van moederknollen kan in de bewaring rot veroorzaken.

Wanneer de mogelijkheden ontbreken om de moederknollen te verwijderen, moet extra aandacht aan het drogen van de partij worden besteed en moet gedurende langere tijd gecontroleerd worden of de moederknollen droog blijven en niet gaan 'lekker'.

Spuitsporen

Door ongunstige omstandigheden kunnen de ruggen naast spuitsporen soms alleen met veel grond worden geoogst. Bovendien kunnen er in deze ruggen meer rotte knollen voorkomen dan in die van de rest van het perceel. In dat geval moeten de spuitspoorruggen zo mogelijk apart worden geoogst en opgeslagen en bij voorkeur niet langdurig worden bewaard.

BEWARING

Inleiding

Bij de oogst verkeert de zetmeelaardappel, mits onbeschadigd, doorgaans in een optimale toestand. Tijdens de bewaring zal er zowel verlies van gewicht als van kwaliteit optreden. Bij een goede bewaring kunnen deze verliezen echter sterk worden beperkt.

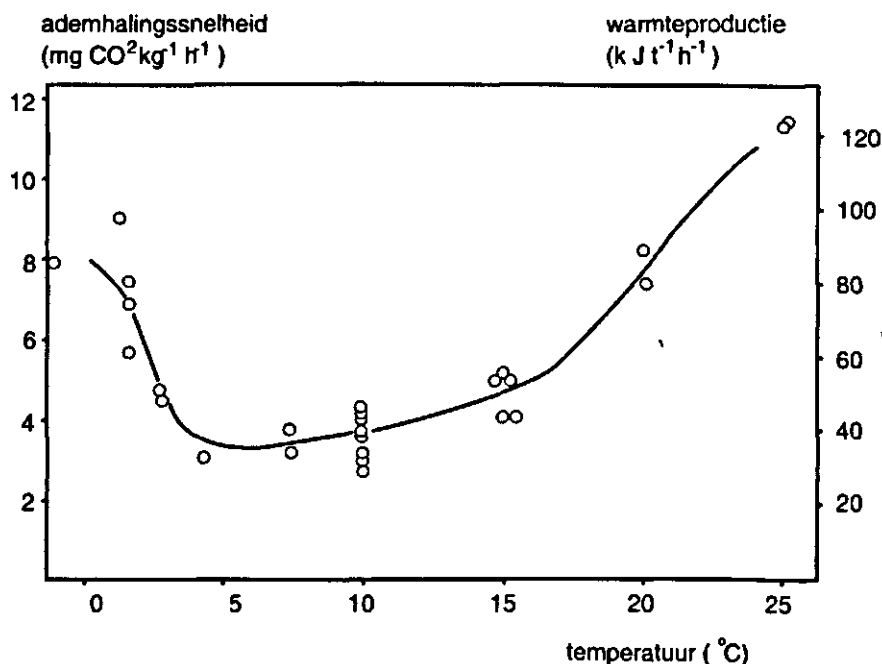
De aardappelknol is een levend organisme, dat voor 75 - 80% uit water bestaat. Tijdens de bewaring verliezen knollen gewicht als gevolg van vochtverlies (verdamping), verlies van droge stof (ademhaling) en door aantasting van ziekten.

Verdamping

Aardappelen verliezen vocht door verdamping, afhankelijk van:

- de dampdoorlatendheid van de schil;
- de producttemperatuur in combinatie met de relatieve vochtigheid en de temperatuur van de omgevingslucht;
- de aanwezigheid van kiemen.

De vochtdoorlaatbaarheid van de schil van een onrijpe knol is veel groter dan die van een goed afgerijpte knol. Nog groter is het vochtverlies dat optreedt via wonden en kiemen. De hoeveelheid vocht, die per eenheid van oppervlakte verloren gaat via schil, kiemen en wonden, verhoudt zich als 1:100:300.



Figuur 13. Ademhalingssnelheid en warmteproductie van aardappelknollen in relatie tot de temperatuur (naar Burton, 1989).

Naarmate de relatieve vochtigheid van de omgevingslucht lager is, neemt het vochtverlies van de knollen toe. De relatieve vochtigheid geeft de hoeveelheid waterdamp in de lucht aan als percentage van de maximale hoeveelheid waterdamp, die de lucht bij die temperatuur kan bevatten. Daarom wordt voor de koeling van aardappelen bij voorkeur lucht gebruikt met een relatieve vochtigheid die zo dicht mogelijk bij de 100% ligt. Voor zetmeelaardappelen vormt enig vochtverlies van de knollen echter geen probleem.

De gewichtsverliezen van onbeschadigde knollen tijdens de bewaring in een met buitenlucht gekoelde bewaarplaats, bedragen globaal gedurende de eerste maand circa 1 - 3%, afhankelijk van de schildichtheid, en daarna 0,5 - 0,6% per maand. Ook rasverschillen spelen hierbij een rol.

Ademhaling

Voor het op gang houden van zijn levensprocessen heeft de knol energie nodig, die vrijkomt door de verademing van suikers. Hiervoor is zuurstof nodig, terwijl er CO₂, water en warmte bij vrijkomen. De ademhalingsactiviteit van aardappelen is het laagst bij een temperatuur van 5 - 7°C en loopt zowel bij hogere als bij lagere temperatuur op (figuur 13). Zo is de ademhalingsintensiteit bij 0°C en 20°C ruim het dubbele van die bij 6°C. Onrijpe en beschadigde knollen hebben een veel grotere ademhalingsintensiteit dan rijpe, onbeschadigde aardappelen. Als onrijpe knollen (pootgoed) worden geoogst bij temperaturen van circa 25°C en hoger dan kunnen in de bewaarplaats bij onvoldoende luchtverversing zwarte harten ontstaan als gevolg van zuurstofgebrek.

Schimmel- en bacterieziekten

Als met schimmel- of bacterieziekten besmette knollen in een partij voorkomen, kan dit tot flinke verliezen leiden als gevolg van

rot. Dit geldt bijvoorbeeld voor partijen met 'jong ziek' (Phytophthora), die tijdens de bewaring kunnen gaan rotten als niet snel genoeg wordt gedroogd. Natrot als gevolg van een besmetting met bacterieziekten kan zich tijdens de bewaring sterk uitbreiden. Een besmetting met Fusarium kan leiden tot droogrot. Het ontstaan en de uitbreiding van schimmel- en bacterieziekten kan worden beperkt door:

- het voorkómen van knolbeschadiging bij de oogst; veel bewaarziekten dringen de knol via wonden binnen;
- een snelle droging na binnenbrengen in de bewaarplaats of kuil en drooghouden van de partij gedurende de bewaarperiode;
- een goede en snelle wondheling;
- een zo laag mogelijke bewaartemperatuur.

Drogen van aardappelen

Een gezonde partij zetmeelaardappelen die onder droge omstandigheden is geoogst, behoeft niet speciaal te worden gedroogd. Dit is wel het geval als aardappelen met veel natte grond worden ingeschuurd of als 'jong ziek' of natrot in de partij voorkomen. Partijen zetmeelaardappelen met 'jong ziek' of (nat) rot moeten bij voorkeur niet worden opgeslagen, maar kunnen beter direct worden afgezet.

Wanneer is buitenlucht drogend?

1. De temperatuur van de lucht is lager dan die van de aardappelen.

Lucht met een lagere temperatuur dan het product droogt altijd, ook als deze lucht met waterdamp is verzadigd en dus een relatieve vochtigheid heeft van 100%. Als lucht met een relatieve luchtvochtigheid van 100% en een temperatuur van 10°C door aardappelen met een temperatuur van 12°C wordt gevoerd, wordt de lucht opge-

Tabel 24. Hoeveelheid waterdamp in gram per kg droge lucht bij verschillende temperaturen en relatieve luchtvochtigheid van de lucht (naar Van Dusseldorp, 1984).

luchttempe- ratuur in °C	relatieve luchtvochtigheid in procenten							
	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,1	3,5	4,0
3	1,4	1,8	2,2	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4
4	1,6	2,1	2,5	3,0	3,6	4,2	4,6	5,0
5	1,8	2,4	2,9	3,6	3,9	4,4	4,9	5,4
6	1,9	2,6	3,0	3,6	4,2	4,8	5,2	5,8
7	2,0	2,6	3,1	3,8	4,4	5,1	7,5	6,2
8	2,1	2,8	3,4	4,0	4,8	5,5	6,1	6,8
9	2,2	2,9	3,6	4,3	5,1	5,9	6,5	7,2
10	2,4	3,3	3,9	4,6	5,4	6,2	7,0	7,6
11	2,5	3,5	4,1	5,0	5,8	6,8	7,5	8,2
12	2,6	3,6	4,4	5,3	6,2	7,2	8,0	8,8
13	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,4	9,4
14	3,0	4,0	5,0	6,1	7,0	8,2	9,2	10,0
15	3,2	4,4	5,4	6,5	7,5	8,8	9,8	11,0
16	3,4	4,6	5,8	7,0	8,0	9,2	10,4	11,5
17	3,7	4,8	6,0	7,4	8,6	9,6	11,0	12,1
18	3,8	5,2	6,5	7,9	9,2	10,5	11,8	13,0
19	4,2	5,5	7,0	8,4	9,8	11,2	12,5	13,8
20	4,4	5,9	7,4	9,0	10,5	12,0	13,4	14,6
21	4,5	6,3	8,0	9,6	11,2	12,6	14,2	15,6
22	5,0	6,6	8,4	10,2	11,8	13,6	15,1	16,8
23	5,2	7,0	9,0	10,8	12,5	14,4	16,1	17,8
24	5,8	7,5	9,6	11,6	13,4	15,2	17,2	18,9
25	6,0	8,0	10,1	12,2	14,2	16,2	18,3	20,0

gewarmd. De lucht die bovenuit de hoop komt, heeft dan een temperatuur van 12°C. Daar warmere lucht meer vocht kan opnemen dan koude lucht (tabel 24) zal droging optreden, zoals uit onderstaand voorbeeld blijkt.

Voorbeeld: Bij 10°C kan lucht maximaal 7,6 gram per m³ waterdamp opnemen en bij 12°C maximaal 8,8 gram per m³. Als de lucht tijdens haar gang door de partij wordt opgewarmd van 10 tot 12°C, zal per m³ ingeblazen lucht zelfs bij een relatieve luchtvochtigheid van de lucht van 100% toch nog 8,8 - 7,6 = 1,2 gram vocht wor-

den afgevoerd.

Naarmate de relatieve vochtigheid van de ingeblazen lucht lager is, zal het drogend vermogen van de lucht groter zijn.

2. De temperatuur van de lucht is hoger dan die van de aardappelen.

Als de temperatuur van de ingeblazen lucht hoger is dan die van de aardappelen is soms wel en soms geen droging mogelijk. Dit hangt af van de dauwpunttemperatuur van de ingeblazen lucht. (De dauwpunttemperatuur is de temperatuur waar-

Tabel 25. Maximale toegestane relatieve vochtigheid van de buitenlucht voor het drogen van aardappelen (naar Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, 1989).

aardappel- temperatuur in °C	luchttemperatuur in °C																		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
3	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32	30	28
4	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32	30
5	+	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32
6	+	+	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	51	47	45	42	40	37	35
7	+	+	+	+	93	87	81	76	71	66	62	59	54	51	48	45	42	40	37
8	+	+	+	+	+	93	87	81	76	72	67	62	59	54	51	48	45	42	40
9	+	+	+	+	+	+	93	87	82	76	72	67	63	59	55	51	48	46	43
10	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	76	72	67	63	59	55	52	49	46
11	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	67	63	59	55	52	49
12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	63	59	56	53
13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	64	60	56
14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	64	60
15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	82	77	72	68	64
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	77	72	68
17	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	77	73
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	78
19	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83
20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	94	88

+ betekent dat er geventileerd mag worden, ongeacht de relatieve vochtigheid van de buitenlucht

bij waterdamp in de lucht begint te condenseren als diezelfde lucht wordt afgekoeld.) Bij welke temperatuur het dauwpunt wordt bereikt, hangt af van de temperatuur en de relatieve vochtigheid van de lucht. Als de dauwpunttemperatuur van de lucht hoger is dan de temperatuur van de aardappelen, zal bij ventileren waterdamp op de aardappelen neerslaan en wordt het product dus natter. Drogend ventileren is dan ook alleen mogelijk als de dauwpunttemperatuur van de lucht lager is dan de temperatuur van de aardappelen. Voor een drogend effect van betekenis moet de dauwpunttemperatuur tenminste 2°C lager zijn dan de producttemperatuur. Beschikt men niet over de dauwtemperatuur, maar over de relatieve vochtigheid van de lucht,

dan kan met behulp van tabel 25 worden vastgesteld of droging bij een bepaalde combinatie van lucht- en producttemperatuur mogelijk is.

Voorbeeld: De luchttemperatuur is 18°C, en de producttemperatuur 15°C. Uit tabel 25 kan worden afgelezen, dat de lucht een drogend effect zal hebben bij een relatieve luchtvochtigheid van 82% of lager.

Koude nachten benutten om te drogen?

Uit tabel 25 kan worden afgeleid, dat het drogend effect van lucht die kouder is dan het product, groter is naarmate het verschil tussen lucht- en producttemperatuur groter is. Het drogend ventileren met lucht die veel kouder

is dan het product heeft echter het nadeel dat ook de producttemperatuur flink gaat dalen. Dit is zowel een gevolg van de lagere luchttemperatuur als van de verdamping van vocht. Daardoor zal het bijvoorbeeld overdag moeilijker worden om te drogen met lucht die warmer is dan het product.

Voorbeeld: Als de producttemperatuur bijvoorbeeld in september al gezakt is tot 10°C, moet de relatieve luchtvochtigheid van de lucht met een temperatuur van 18°C al lager zijn dan 59% om drogend te kunnen ventileren (tabel 25). Zulke lage waarden voor de relatieve luchtvochtigheid treden in de herfst zelden op. Zou daarentegen de producttemperatuur 15°C zijn dan kan met lucht van 18°C al drogend worden geventileerd bij een relatieve luchtvochtigheid van maximaal 82%. Dit voorbeeld maakt duidelijk, dat het belangrijk is om de producttemperatuur relatief hoog, op circa 15°C, te houden om efficiënter te kunnen blijven drogen.

Lucht opwarmen?

Indien vanwege de aanwezigheid van rot of 'jong ziek' in een partij, snel drogen noodzakelijk is, moet worden geprobeerd om - zo mogelijk - dag en nacht drogend te ventileren. Zoals hierboven is duidelijk gemaakt, kan dit streven gedwarsboemd worden door een te ver dalende producttemperatuur. Dit kan, zolang, worden voorkomen door de koude nachtlucht enkele graden op te warmen. Hierdoor wordt tevens het drogend effect van de lucht nog versterkt. Laat in de herfst, bijvoorbeeld eind oktober, is drogen veel lastiger, omdat de temperatuur dan lager is (de lucht kan daardoor minder waterdamp bevatten) en de dauwpunttemperaturen doorgaans relatief hoog zijn. Daardoor zijn er per etmaal dikwijls maar enkele uren beschikbaar, die drogend ventileren toelaten. Ook dan kan het 's nachts opwarmen uitkomst bieden, mits de dauwpunttemperatuur van de buitenlucht la-

ger is dan die van de aardappelen.

Berekening kachelcapaciteit

Het opwarmen van lucht met 1°C vraagt per m³ een vermogen van 0,35 Wh. Stel dat we de ventilatielucht maximaal 3°C willen opwarmen, bij een ventilatiecapaciteit van bijvoorbeeld 70.000 m³ per uur. De benodigde kachelcapaciteit is dan netto $3 \times 70.000 \times 0,35 = 73,5$ kW of 63.000 kcal per uur.

Wanneer droog?

Tenzij over goede vochtmeetapparatuur kan worden beschikt, is het vrij lastig om vast te stellen of een partij droog is. Een praktische methode is het 'graven' van een gat bovenin de hoop. Als de knollen en de aanhangende grond op 30 - 40 cm onder de oppervlakte winddroog aanvoelen, kan bij een gezonde partij met drogen worden gestopt. Ook als de temperatuur van de uittredende lucht gelijk is aan die van de inblaaslucht is de partij droog. In een partij waarin 'jong ziek', natrot of 'waterzakken' voorkomen, is langer drogen, tot de afwijkende knollen zijn ingedroogd, noodzakelijk of zal het drogen van tijd tot tijd moeten worden hervat. Goede (dagelijkse) controle van dergelijke partijen is essentieel. Enkele wenken voor het drogen van aardappelen:

- bij risicopartijen moet met drogen worden begonnen zodra de eerste aardappelen in de bewaarplaats liggen;
- de storthoogte van moeilijk te drogen partijen dient te worden beperkt; dit kan echter alleen als een volledige rooster-vloer aanwezig is of als de afstand tussen de ventilatiekanalen kan worden aangepast (de afstand van de ventilatiekanalen moet 0,8 x de storthoogte zijn);
- met het oog op een goede luchtverdeling moet de storthoogte overal in de bewaarplaats gelijk zijn;
- de aangezogen lucht mag zich niet kunnen

- vermengen met afgewerkte lucht;
- met het oog op (brand)veiligheid moeten kachels bij voorkeur buiten worden geplaatst;
- de dauwpunttemperatuur en de relatieve vochtigheid van de buitenlucht maken deel uit van het regionale weerbericht;
- de lucht niet meer dan 3°C opwarmen;
- de temperatuur van de inblaaslucht mag niet hoger zijn dan 20°C.

Wondheling

Tijdens de oogst en het binnenbrengen van aardappelen in de bewaarplaats treden altijd in meer of mindere mate beschadigingen op in de vorm van ontvellingen en vleeswonden. Een snelle heling van deze wonden verspert de weg voor ziekten als *Fusarium* en beperkt gewichtsverliezen. Bij de wondheling wordt een kurklaagje gevormd, waardoor de wond wordt afgedekt. Deze verkurving verloopt sneller naarmate de temperatuur in het traject 3 - 20°C hoger is. Een hoge relatieve vochtigheid (80 - 95%) versnelt het proces. Als knollen nat zijn, treedt echter geen wondheling op. In dat geval en bij aanwezigheid van 'jong ziek', natrot of 'waterzakken' zal de partij eerst moeten worden gedroogd alvorens met de wondheling kan worden begonnen.

Een volledige wondheling vraagt bij een optimale luchtvochtigheid drie tot zes weken bij een temperatuur van 5°C, één tot twee weken bij 10°C en drie tot zes dagen bij 20°C. Een hoge luchtvochtigheid kan worden bereikt door heel weinig te ventileren, bijvoorbeeld enkele keren per dag een paar minuten om de lucht te verversen en daarmee te voorkomen dat het CO₂-gehalte in de bewaaratmosfeer te veel oploopt. Als ventilatienorm hiervoor geldt 10 m³ lucht per ton aardappelen per 24 uur. Tijdens de wondhelingsperiode moet worden voorkomen, dat de temperatuur van aardappelen tot boven de 20°C stijgt.

Koelen en bewaren

Na de wondhelingsperiode moet de temperatuur van de aardappelen worden teruggebracht tot de gewenste bewaar temperatuur. Vroeg in de herfst zullen de nachttemperaturen onvoldoende laag zijn om dit snel te bereiken. In principe is met buitenluchtkoeling een temperatuur bereikbaar, die ongeveer overeenkomt met de gemiddelde minimumtemperatuur voor het betreffende tijdvak. Voor medio september, oktober en november bedraagt deze respectievelijk 10,5, 7 en 5°C (figuur 14). Door vroeg in de herfst enkele zeer koude nachten te benutten, kan soms al wat eerder een laag temperatuurniveau worden bereikt. Dit is niet altijd gewenst, want volgt er daarna weer een aantal warme nachten, dan kan de knoltemperatuur weer flink stijgen. Dergelijke temperatuursschommelingen kunnen soms, met name bij rassen met een lange kiemrust, leiden tot een iets kortere kiemrustduur, hetgeen ongunstig is. Om de gewichtsverliezen tijdens de bewaring te beperken, moet het aantal ventilatie-uren zo laag mogelijk worden gehouden. Het gewichtsverlies is namelijk vrijwel recht evenredig met de duur van de ventilatie. De koeling van het product zal sneller verlopen naarmate de ventilatiecapaciteit en het temperatuursverschil tussen product en buitenlucht groter zijn. Tijdens de afkoelperiode verdient een flink temperatuursverschil, bijvoorbeeld circa 5°C, tussen buitenlucht en product daarom de voorkeur.

Bewaring van zetmeel-aardappelen

Tegenwoordig wordt meer dan 1,5 miljoen ton zetmeelaardappelen kortere of langere tijd bewaard. Van de namalers wordt ongeveer tweederde in schuren bewaard en de rest in kuilen en sleufsilos.

Bij de bewaring van zetmeelaardappelen is naast de beperking van bewaarverliezen in de vorm van rot en als gevolg van ademhaling ook van belang dat zo weinig mogelijk zetmeel wordt omgezet in suikers. Immers ook hierdoor wordt de zetmeelopbrengst verlaagd. Suikervorming kan ondermeer worden beperkt door de bewaartemperatuur relatief hoog te houden: 5 - 6°C.

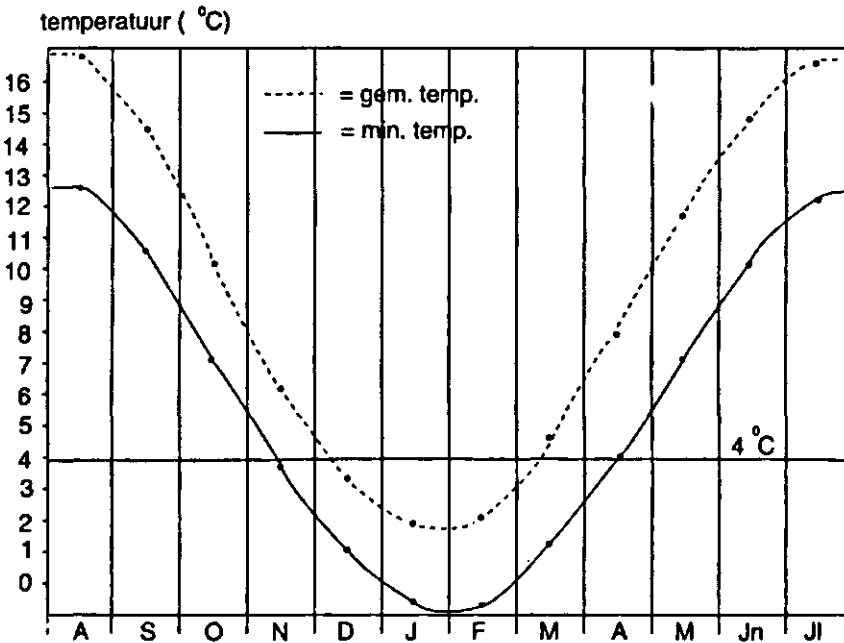
Voorwaarden voor een goed bewaarresultaat zijn:

- een goed afgerijpt gewas en een afgeharde schil;
- een gezonde partij, zonder natrot van betekenis;
- onbeschadigde knollen; knolbeschadiging vergroot de kans op knolrot;
- een regelmatige controle van de partij en van de knoltemperatuur.

Gewenste bewaartemperatuur

De gewenste bewaartemperatuur van zetmeelaardappelen is 5 - 6°C. De hoogte van de bewaartemperatuur is een compromis tussen beperking van suikervorming (vergt een relatief hoge temperatuur) en een beperking van de kiemgroei (vergt een relatief lage temperatuur). Rassen met een lange kiemrust kunnen daarom het beste bij 6°C worden bewaard en rassen die vlot kiemen bij 5°C.

Een geleidelijke daling van de temperatuur van de aardappelen, waarbij de beoogde temperatuur in de loop van november wordt bereikt, verdient daarbij de voorkeur. Een lagere bewaartemperatuur vertraagt weliswaar de kieming van de aardappelen, maar hier staat tegenover dat de omzetting van zetmeel in



Figuur 14. Gemiddelde maandelijkse temperatuur (gemiddelde en minimum) op vijf stations van het KNMI 1931-1960 (naar Van der Schild, 1986).

suikers toeneemt, waardoor de zetmeelopbrengst bij verwerking daalt.

Hoe ventileren als het gewenste temperatuurniveau is bereikt?

Als de gewenste knoltemperatuur is bereikt, is het van belang om dit niveau met niet al te grote schommelingen (maximaal 1 à 1,5°C) te handhaven. Als tijdens deze periode wordt gekoeld, geeft een temperatuurverschil tussen ventilatielucht en aardappelen van 1,5 - 2°C de beste resultaat. Om suikerophoping in de knollen te vermijden, mogen zetmeelaardappelen niet worden geventileerd met lucht die kouder is dan 4,5 à 5°C. Als onverhoopt toch gedurende enige tijd met te koude lucht is geventileerd, is het belangrijk dat direct daarna intern wordt geventileerd, om daarmee de temperatuurverschillen in de hoop te nivelleren en de aardappelen onderin de hoop weer op de gewenste temperatuur te brengen. Intern ventileren is ook noodzakelijk als het temperatuurverschil in de hoop meer dan 1,5°C bedraagt.

Tijdens vorstperiodes, wanneer de buitentemperatuur te laag is om uitsluitend met buitenlucht te ventileren, zal met menglucht moeten worden gewerkt. In bewaarplaatsen, waar geen mengluchtinstallatie aanwezig is, kan men menglucht creëren door tijdens intern ventileren de luchtinlaatluiken iets te openen. Een minimum-thermostaat in het luchtkanaal zal daarbij moeten voorkomen dat met te koude lucht wordt geventileerd.

Eisen en specificaties voor bewaarinrichtingen van zetmeelaardappelen

Tegenwoordig wordt meer dan 1,5 miljoen ton zetmeelaardappelen kortere of langere tijd bewaard. In de herfst gebeurt dit vooral in kuilen. Van de namalers wordt tweederde deel

in schuren bewaard en de rest in kuilen en sleuvsilo's.

Achtereenvolgens zal een drietal bewaarssystemen worden beschreven, die worden toegepast in het gebied waar zetmeelaardappelen worden geteeld.

1. Bewaring in kuilen.
2. Bewaring in sleuvsilo's.
3. Schuurbewaring.

Bewaring in kuilen

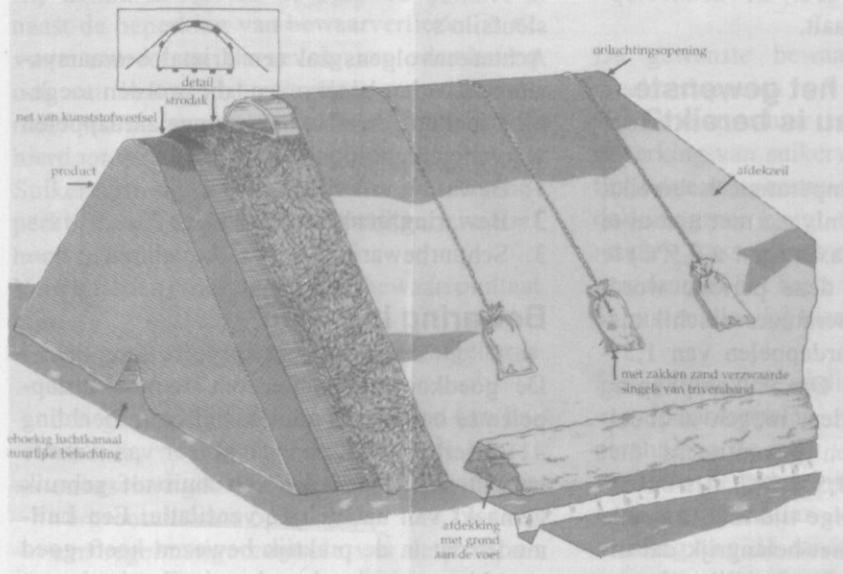
De goedkoopste manier om zetmeelaardappelen te bewaren, is die in kuilen (afbeelding 41). Hierbij wordt voor de afvoer van warmte en CO₂ en de aanvoer van zuurstof gebruik gemaakt van natuurlijke ventilatie. Een kuilmodel dat in de praktijk bewezen heeft goed te voldoen, ziet er als volgt uit: Een basis van 5 meter en in het midden een hoogte van 1.80 meter. Per strekkende meter kan dan 3 ton aardappelen worden opgeslagen. Een aardappelkuil moet op een draagkrachtige grond op een zodanige plaats worden gelegd dat er geen water naar toe kan stromen.

Om voldoende te kunnen ventileren, wordt de kuil bij voorkeur in de oost-west-richting gelegd. Met het oog op een goede belichting van de gehele kuil verdient het aanbeveling om deze niet langer te maken dan circa 45 meter. Op basis van het systeem van natuurlijke ventilatie worden twee typen kuilen onderscheiden:

- Type 1, met een driehoekig luchtkanaal (basis 64 cm en hoogte 37 cm), dat in de lengterichting op de bodem van de kuil wordt gelegd en een halfrond toprooster bovenop de kuil (afbeelding 40).
- Type 2, met uitsluitend een halfrond toprooster bovenop de kuil.

De afmetingen van het driehoekige bodemrooster zijn dan een basis van 64 cm en een hoogte van 37 cm.

De doorsnede van het toprooster dient 0,1 m² te zijn per ton aardappelen die per strekkende



Afbeelding 40. Schema van een aardappelkuil.

meter aanwezig is. Dus bij 3 ton aardappelen per strekkende meter moet de doorsnede van het toprooster 0.3 m^2 zijn.

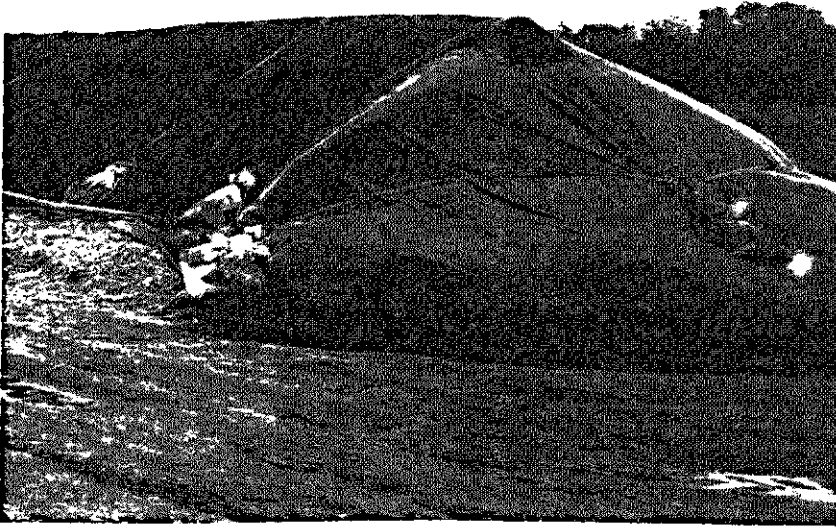
Uit het oogpunt van be- en ontluchting verdient type 1 de voorkeur. Hierbij kan de voet van de kuil na afdekken direct definitief worden afgesloten. Nadelen van dit systeem zijn de extra investering voor een bodemroosterkanaal en de kans op beschadiging van het kanaal bij het verladen. Verder vraagt het tijdig afsluiten van de uiteinden van het kanaal in perioden met lage temperaturen meer aandacht van de teler. Voordelen van type 2 zijn het geringe vorst risico tijdens de bewaarperiode en de lagere investering. Het enige nadeel van dit kuiltype is dat na aanleg het plastic aan de voet van de kuil gedurende 7 - 10 dagen teruggeslagen moet blijven om de aardappelen in de kuil voldoende te laten drogen.

Bedekking kuil

Als de kuil zijn definitieve vorm heeft gekregen, wordt hij afgedekt met stro. Voor bewa-

ring tot december is circa 6 kg stro per m^2 voldoende; bewaring tot en met februari vraagt een strodek van 10 kg per m^2 . Voor het opvangen van condens wordt op de top van de kuil een extra strolaag van 20 cm aangebracht. Daar de voet van de kuil eerder bevriest, wordt ook hier een dikkere strolaag (totaal 40 cm) aangebracht wanneer langdurig moet worden bewaard.

Plastic: Over het stro wordt een plastic-kleed (PE 0.15 mm) gelegd, dat strak wordt aangehouden. Rond de beide uiteinden van het toprooster moet in het plastic een opening worden aangebracht. Om beschadiging van het plastic door het toprooster te voorkomen, worden wel jutezakken over het rooster gelegd. Onder de uiteinden van het toprooster wordt een extra stuk plastic van 1 à $1,5$ meter lengte gelegd om condens en bevroering te voorkomen. Tijdens vorstperioden wordt nog een tweede laag plastic aangebracht, met bij voorkeur een laagje stro tussen de beide plasticlagen. Het plastic wordt vastgelegd met behulp van treviraband, verzwaard met zakjes zand, dat om de 1 à $1,5$ meter over de kuil



Afbeelding 41. Bewaring van zetmeelaardappelen in een kuil (foto AVEBE).

wordt gelegd. Het plastic wordt aan de zij-kanten van de kuil vastgelegd door er een laag grond op aan te brengen (afbeelding 41).

Drogen aardappelen: De snelste droging wordt, zolang het niet regent, verkregen in een niet afgedekte kuil. De weersomstandigheden laten het echter dikwijls niet toe om de kuil meerdere dagen onafgedekt te laten. Als de aardappelen voor het afdekken van de kuil nog onvoldoende droog zijn, dient de onderste 50 cm van de kuil open te blijven liggen. Zodra de aardappelen droog zijn, kan de voet van de kuil worden afgesloten.

Voorkómen bevroering: Om een te lage temperatuur van de aardappelen te voorkómen en vorstschade te vermijden, wordt bij buiten

temperaturen lager dan 5 à 6°C - afhankelijk van het type kuil - het bodemluchtkanaal afgesloten of de voet van de kuil dicht gelegd. Het toprooster wordt met stro of jutezakken dichtgemaakt zodra matige tot strenge vorst wordt verwacht.

Een regelmatige controle van de temperatuur en de kwaliteit van de aardappelen alsmede van de afdekking van de kuil is een voorwaarde voor een goed resultaat.

Bewaring in sleufsilos

Bewaring van aardappelen in sleufsilos (afbeelding 42) is weliswaar duurder dan bewaring in kuilen, maar aanmerkelijk goedkoper



Afbeelding 42. Bewaring van aardappelen in een sleufsilos (foto Avebe).

dan bewaring in schuren. Wel vraagt een sleufsilos meer arbeid. Wat het bewaarresultaat betreft houdt de sleufsilos, mits niet te lang, het midden tussen kuil en schuur. Daar geforceerde ventilatie wordt toegepast, kan ten opzichte van kuilen het drogen worden versneld en kan de bewaar temperatuur beter in de hand worden gehouden. Dit komt de kwaliteit van de aardappelen ten goede. Om de investering laag te houden, wordt in sleufsilos meestal gekozen voor horizontale ventilatie door middel van zuigen. Mits correct toegepast bij een gezonde partij behoeft het resultaat niet veel onder te doen voor dat van blazend ventileren.

1. Ventileren door middel van blazen.

Voor blazend ventileren is een luchtverdeel-

systeem onder of op de bodem van de sleufsilos nodig. Om snel te kunnen drogen en koelen, is een ventilatiecapaciteit nodig van 100 m^3 lucht per m^3 aardappelen bij een tegendruk van 150 Pa. Als storthoogte wordt 3,5 - 4 meter aangehouden. Voor de afvoer van de ventilatielucht zijn op de hoop ontluchtungskokers nodig. De hoop wordt bedekt met een laag stro van 20 cm en vervolgens afgedekt met plastic (PE, minimaal 0,15 mm dik). Het goed vastleggen van het plastic vraagt bij dit systeem extra aandacht. Een kunststofnet met mazen van ongeveer 7×7 cm onder het stro vergemakkelijkt het weghalen van het stro als de hoop moet worden geruimd.

2. Ventileren door middel van zuigen.

Deze methode van ventileren is relatief goed-

koop, omdat geen luchtverdeelsysteem onderin de hoop nodig is. Een nadeel van deze methode is de relatief lage en onregelmatige luchtverplaatsing door de hoop, met als gevolg een weinig uniforme temperatuurverdeling en een slechts langzame droging van de aardappelen.

Door de snel toenemende tegendruk van de aardappelen die de lucht bij zuigen ondervindt bij langer wordende hopen, neemt de luchtverplaatsing door de hoop snel af (tabel 26). Om een redelijke luchtverplaatsing (65-80 m³ per m³ aardappelen per uur) te houden, moet de lengte van de hoop bij zuigen worden beperkt tot maximaal 10 à 12 meter. De breedte van de sleufsilos is in principe onbeperkt, terwijl de storthoogte van de aardappelen de vier meter niet te boven mag gaan. Als stropakken als zijwanden worden gebruikt, bedraagt de maximale storthoogte twee meter. Door achter de ventilatoren een onderdrukkamer te plaatsen, wordt de uniformiteit van de luchtverdeling verhoogd. De drukkamer kan worden gemaakt van sleufsilos-elementen en een 'wand' bestaande uit beton- en kippengaas. Aarden wallen afgedekt met plastic kunnen fungeren als zijwanden van de sleufsilos. De wand tegenover de ventilatoren zal gedeeltelijk open moeten blijven opdat tijdens het ventileren voldoende lucht kan worden ingelaten. Het verdient aan-

Tabel 26. Luchtverplaatsing bij horizontale ventilatie bij een storthoogte van 3 m, een hoopbreedte van 13 meter en een ventilatiecapaciteit van 48.000 m³ lucht per uur bij 150 Pa).

hoopbreedte	bewaarcapaciteit	luchtverplaatsing
8	200	> 100
10	250	82
12	300	65
15	370	45
18	440	35
21	520	30

(naar gegevens AVEBE, 1995)

beveling om op de hoop een toprooster aan te brengen. Hierdoor kan tijdens vorstperioden, wanneer niet kan worden geventileerd, warmte uit de hoop worden afgevoerd.

De afdekking van de hoop gebeurt op dezelfde wijze als bij 'blazen' is aangegeven.

Schuurbewaring

Een belangrijk pluspunt van schuurbewaring is dat het weerrisico geringer is, zodat men de bewaaromstandigheden beter in de hand heeft. Daar staat tegenover dat dit bewaarstelsysteem aanmerkelijk duurder is dan dat in kuilen en sleufsilos's.

De constructie en inrichting van een luchtgekoelde bewaarplaats moet zodanig zijn, dat zetmeelaardappelen bij een temperatuur van 5-6°C met behoud van voldoende kwaliteit zes tot zeven maanden kunnen worden bewaard. Om onder ongunstige omstandigheden snel te kunnen drogen, is een minimale ventilatiecapaciteit nodig van 100 m³ lucht per m³ product per uur.

Om het optreden van drukplekken te beperken, mag de storthoogte niet groter zijn dan vier meter. Het volumegewicht van zetmeelaardappelen is circa 700 kg per m³. Bij een storthoogte van vier meter kan dus per m² vloeroppervlak circa 2800 kg aardappelen worden bewaard.

In de bewaarplaats moet, afhankelijk van de inbrengapparatuur, 1,0-1,5 meter vrije ruimte boven de aardappelen aanwezig zijn.

Wanden, vloer, plafond en dek

Wanden en vloer van de bewaarplaats moeten voldoende bestand zijn tegen de druk die erop wordt uitgeoefend. De zijwaartse druk (wanddruk) bij bulkopslag hangt af van de storthoogte en is per strekkende meter wand als volgt:

storthoogte (meters)	zijwaardse druk (in kg per m ¹)
2	300
2,5	470
3	675
3,5	920
4	1200

De vloer moet in principe niet alleen de druk van de aardappelen maar bovendien die van beladen kip- en vrachtwagens kunnen weerstaan. De vloerdruk van zetmeelaardappelen bedraagt circa 700 kg per meter storthoogte. De vloer moet een asbelasting van 10 ton kunnen opnemen, gebaseerd op voertuigen met een wielprent van 30 x 40 cm en een spoorbreedte van 1,50 meter.

Om het warmteverlies cq. de aanvoer van warmte tot een aanvaardbaar niveau te beperken, dienen aardappelbewaarplassen goed te worden geïsoleerd. Dikwijls wordt een isolatiewaarde van $K = 0,3$ W per m² K aangehouden. Voor dak en plafond bij voorkeur nog iets lager, bijvoorbeeld 0,25 W per m² K. De vloer behoeft niet te worden geïsoleerd.

Ventilatiesysteem

De gewenste ventilatiecapaciteit bedraagt bij zetmeelaardappelen minimaal 100 m³ lucht per m³ product per uur, bij een tegendruk van 150 Pa. Het ventilatiesysteem moet een uniforme luchtverdeling door de hoop mogelijk maken. In Nederland worden de volgende ventilatiesystemen gebruikt:

- volledige roostervloer;
- ondergrondse kanalen;
- bovengrondse kanalen;
- horizontale ventilatie door middel van zuigen.

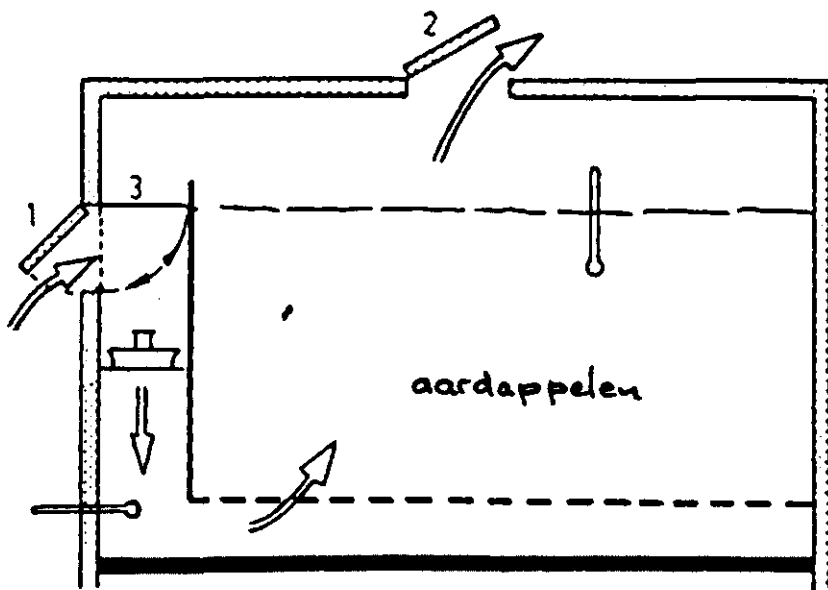
De volledige roostervloer met dwarsventilatie biedt de meeste mogelijkheden en de beste luchtverdeling en is nauwelijks duurder dan ondergrondse kanalen. De ruimte tussen de

ondergrondse kanalen mag niet groter zijn dan circa 1,50 meter. Lengteventilatie met bovengrondse kanalen is relatief goedkoop, maar minder flexibel. Bovendien vormen de bovengrondse kanalen een obstakel bij het leeghalen van de bewaarplaats. Voor bovengrondse kanalen geldt als tussenruimte 0,8 x de storthoogte. De afmetingen van de ventilatiekanalen zijn afhankelijk van de capaciteit van de ventilator en van de gewenste luchtinlaatsnelheid. De maximale lichtsnelheid bedraagt voor ondergrondse kanalen zes meter per seconde en voor bovengrondse kanalen acht meter per seconde, in beide gevallen aan het begin van het kanaal gemeten.

Dwarsventilatie door middel van zuigen wordt - ondanks lagere investeringskosten - weinig toegepast. Een nadeel van deze methode is de relatief geringe ventilatiecapaciteit. Dit houdt meer risico in bij niet geheel gezonde partijen of bij partijen met veel grond.

Voor de luchtinlaatluiken geldt een maximum lichtsnelheid van vijf meter per seconde en bij de luchtuitlaatluiken van vier meter per seconde. Bij een automatische regeling van de ventilatie moeten in- en uitlaatluiken automatisch openen en sluiten.

De luchtinlaat- en -uitlaatluiken moeten zo ver mogelijk van elkaar verwijderd zijn, om te vermijden dat 'afgewerkte' lucht weer in de bewaarplaats wordt gebracht. Ventilatoren moeten rechtstreeks buitenlucht kunnen aanzuigen. Meestal wordt tussen de ventilatoren en de ventilatiekanalen een centrale drukgang geplaatst. Ventilatoren die direct voor een kanaal zijn geplaatst, geven een relatief slechte luchtverdeling. Behalve met buitenlucht moet ook intern kunnen worden geventileerd. Bovendien is een mengluchtinstallatie gewenst, zodat bij te koude buitenlucht met een mengsel van buitenlucht en (warmere) lucht uit de bewaarplaats kan worden geventileerd (afbeelding 43).



Afbeelding 43. Buitenluchtcooling met mengluchtsysteem.

1 = klep voor luchttoevoer

2 = drukklep voor luchtafvoer

3 = mengklep

(naar Rastovski, Van Es et al., 1987).

Condensatiepreventie

Ter beperking van condensatie in de bewaarplaats bij lage buitentemperaturen is een goede isolatie essentieel. Daarnaast kan men boven het product enkele plafondventilatoren met een verwarmingselement plaatsen, met een capaciteit van 10 m^3 lucht per ton product per uur. Dergelijke ventilatoren kunnen de lucht bovenin de bewaarplaats in beweging houden. Als het langdurig blijft vriezen, is bovendien een afzuigventilator nodig. Alleen een afzuigventilator, met een minimale capaciteit van $1,5 \text{ m}^3$ lucht per ton aardappelen per uur, in combinatie met een aanzuigrooster met verwarmingselement, kan bij langdurige vorstperioden ongewenste condensatie voorkomen.

Automatisering

Besturing van de ventilatoren gebeurt steeds meer automatisch met bewaar-microprocessors. Ook door differentiaalregeling met een minimum-thermostaat is echter nog altijd een goede besturing mogelijk. Een goede temperatuurmeting in en buiten de bewaarplaats is essentieel voor een goede bewaring.

Elektronische temperatuurmeting, met voelers in elk ventilatiekanaal en op verschillende plaatsen en hoogten in de partij, verdient de voorkeur boven het gebruik van steekthermometers. Bij automatische regeling van de ventilatie is elektronische temperatuurmeting noodzakelijk.

Bewaarverliezen

Er zijn slechts in beperkte mate gegevens beschikbaar over bewaarverliezen van zetmeel-aardappelen in de verschillende typen bewaarruimten. Onderzoek van AVEBE in de jaren 1988 en 1989 heeft voor een bewaarperiode van 85-90 dagen in kuilen de volgende verliescijfers opgeleverd:

- goede kwaliteit aardappelen, koel bewaard 2-4% uitbetalingsgewicht;
- goede kwaliteit aardappelen, warm bewaard 5-8% uitbetalingsgewicht;
- onrijp geogste aardappelen 10-30% uitbetalingsgewicht.

Aangenomen wordt dat de verliezen bij bewaring in sleufsilos en schuren iets lager zijn. Tussen rassen bestaan aanzienlijke verschillen in geschiktheid voor bewaring. Goed tot vrij goed bewaarbaar zijn onder andere de rassen Elkana, Karnico, Kardal en Kartel. Daarentegen zijn Astarte en Kanjer minder, respectievelijk niet geschikt voor bewaring.

Optreden van ziekten en gebreken tijdens de bewaring

Het beste bewaarresultaat wordt bereikt met een gezonde partij, waarin geen rotte of beschadigde knollen voorkomen en waarin de hoeveelheid grond - goed verdeeld over de partij - niet meer bedraagt dan 10%. Als bovendien een correcte wondhelingsperiode wordt toegepast, zullen de bewaarverliezen doorgaans gering zijn.

Als in een partij rotte (moeder)knollen voorkomen of 'jong ziek' van *Phytophthora*, dan is het van belang om de partij snel te drogen en de temperatuur zo laag mogelijk te houden. Partijen waarin rot voorkomt, moeten totdat

ze droog zijn, dag en nacht worden geventileerd, zo mogelijk steeds met drogende lucht. In perioden dat geen drogende lucht beschikbaar is, kan men intern ventileren. Daarna is het belangrijk om de partij droog te houden. Dergelijke partijen moeten dagelijks worden gecontroleerd. De aanwezigheid van kleine vliegjes of van stank in de bewaarplaats alsmede snelle temperatuurstijgingen kunnen op rot wijzen. Het rot zal zich, behalve bij Phoma, sneller uitbreiden naarmate de temperatuur hoger is. In partijen met rot of 'jong ziek' moet de temperatuur tijdens het drogen bij voorkeur niet boven de 15-18°C uitkomen.

Ziekten

1. *Natrot*. Als bij de oogst in een partij knollen met natrot voorkomen, zullen door versmering ook andere (beschadigde) knollen worden besmet. Als niet snel genoeg wordt gedroogd, zal het rot zich uitbreiden en ontstaan er nesten rotte knollen, vooral in stortkegels van grond. Partijen waarin meer dan 1% knollen met natrot voorkomt, zijn niet of heel moeilijk bewaarbaar.
2. *Fusariumdroogrot*. Deze schimmelziekte treedt pas op na het inschuren. Tijdens de oogst kan de schimmel via wonden de knol binnendringen. Voorzichtig oogsten en een goede wondhelingsperiode verkleinen de kans op het grootschalig optreden van *Fusarium*.
3. *Phytophthora*. Door *Phytophthora* aangeaste knollen kunnen bij de oogst in een partij aanwezig zijn in de vorm van (nat)rotte knollen of van 'jong ziek'. Het rot treedt bij *Phytophthora* op als secundaire aantasting door bijvoorbeeld natrotbacteriën of *Fusarium*. Onder 'jong ziek' worden door *Phytophthora* aangetaste knollen verstaan, die nog niet tot rotting zijn overgegaan.

Als meer dan circa 1% knollen met natrot voorkomt in een door *Phytophthora* aange-taste partij, zal de partij niet of moeilijk be-waarbaar zijn. 'Jong ziek' hoeft weinig proble-men op te leveren mits snel wordt ge-droogd. In het najaar van 1992 zijn partijen 'gered' met tot 10% 'jong ziek'. Voor een der-gelijk resultaat moet continu met veel dro-gende lucht worden geventileerd. Daartoe zal de lucht meestal 's nachts moeten worden op-gewarmd. Dit betekent wel extra gewichts-verliezen voor het gezonde deel van de partij. Direct afzetten kan dan een beter alternatief zijn.

Probleempartijen

1. *Erg natte partijen met veel grond.* Het is in de eerste plaats van belang om de grond zo goed mogelijk te verdelen zodat geen stortkegels ontstaan. Vervolgens zal de partij zo snel mogelijk moeten worden ge-droogd. Dit is lastiger naarmate later in het seizoen is geroid. Opwarming van de lucht zal dan vaak nodig zijn. Als een natte partij in een bewaarplaats wordt gebracht waarin zich al droge aard-appelen bevinden en waarbij het ventila-tiekanaal zowel onder de droge als de natte aardappelen ligt, zal de lucht groten-deels via de droge partij ontsnappen. Door de droge aardappelen met bijvoorbeeld

plastic af te dekken, kan men de lucht dwingen door de natte partij te gaan.

2. *Partijen met natrot.* Hier is snel drogen bij zo laag mogelijke temperatuur (maximaal 15 - 18°C) geboden om uitbreiding van het rot te voorkomen. Er dient continu te worden geventileerd. Als geen drogende lucht beschikbaar is, dan intern ventileren. Partijen waarin meer dan 1% natrot voor-komt, kunnen meestal niet lang worden bewaard en moeten dagelijks op verdere uitbreiding van rot worden gecontroleerd.
3. *Partijen met 'jong ziek'.* Dergelijke partij-en moeten eveneens zo snel mogelijk worden gedroogd. Als heel snel en goed wordt gedroogd, kunnen partijen met 10% 'jong ziek' nog houdbaar zijn.
4. *Natgeregende partijen.* Als een partij in de wagen flink nat is geregend, dan is bewa-ring temidden van een niet-natgeregende partij riskant. Beter kan men natgeregende aardappelen apart opslaan en snel afzetten. Op de raakvlakken van de knollen kan vanwege afdichting met versmeerde grond, zuurstofgebrek optreden, hetgeen kan leiden tot rot.

De kans op rot is gering als een natgere-gende partij pas wordt verwerkt nadat de-ze weer is opgedroogd.

KWALITEITSEIGENSCHAPPEN

De kwaliteitseigenschappen van de knollen worden enerzijds bepaald door de erfelijke eigenschappen van het ras. In wisselwerking daarmee beïnvloeden anderzijds de groeiomstandigheden in hoge mate de uiteindelijke kwaliteit. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen uit- en inwendige kwaliteitseigenschappen en -gebreken.

Uitwendige eigenschappen en gebreken

Knolgrootte

Met het oog op een zo hoog mogelijk rendement (en voor het beperken van aardappelopslag) zijn kleine knollen ongewenst. Deze geven relatief meer afval, terwijl hun onderwatergewicht meestal laag is.

Vuilinsluiting

De kwaliteit van aardappelmeel wordt in belangrijke mate ongunstig beïnvloed door vuil-

insluiting als gevolg van bepaalde gebreken zoals knolbeschadigingen, groeischeuren en schurft (tabel 27).

Knolmisvorming: Een onregelmatige groei van de knollen, veroorzaakt door een wisselende vochtvoorziening, kan leiden tot een onregelmatige knolvorm en tot groeischeuren. Dit wordt nog versterkt door een zware stikstofbemesting. Groeischeuren vormen een bron van vuilinsluiting.

Oogdiepte: Ondiepe ogen en een glad schiloppervlak maken een goede reiniging van de knollen mogelijk, waardoor zo min mogelijk verontreinigingen in het meel terecht komen.

Beschadiging: Uitwendige beschadiging van knollen kan bestaan uit ontvellingen, snij- en vleeswonden en barsten. Vooral de gevoeligheid voor het optreden van barsten is rasgebonden. Dit kan aanleiding zijn om bij sommige rassen extra zorg te besteden aan de behandeling van de aardappelen. Tegen de eerste drie vormen van beschadiging is geen en-

Tabel 27. Oorzaken vuilinsluiting oogst 1991.

tijdstip	eind augustus	begin oktober	eind december	totaal
aantal vrachten onderzocht	873	881	1081	2835
aantal met vuilinsluiting	576	659	1006	2241
door alleen beschadigingen	514	553	744	1811
door alleen groeischeuren	0	0	3	3
door alleen zware schurft	12	2	2	16
door alleen ziek	0	0	0	0
door gecombineerde gebreken	50	104	257	411
aantal met: 3% korting	3	36	301	340
5% korting	0	0	20	20

(naar gegevens AVEBE)

kel ras bestand. De normale zorg voor het product hoort deze beschadigingen te voorkomen. Dit betekent het oogsten van alleen goed afgeharde knollen alsmede een juiste afstelling en gebruik van oogst- en inschuurapparatuur.

Schurft: Knollen die door schurft, hetzij gewone (pok)schurft of poederschurft, zijn aangetast, kunnen gemakkelijk vuil opnemen door versmering of beschadiging.

Aantasting door schurft wordt uitgebreid besproken in het hoofdstuk 'Ziekten en plagen'.

Inwendige eigenschappen en gebreken

De samenstelling van zetmeelaardappelen kan worden afgelezen uit tabel 28. Van de droge stof is zetmeel verreweg het belangrijkste bestanddeel. Daarnaast vormen eiwit en vezel de grootste bestanddelen.

Bij de productie van aardappelzetmeel wordt een scheiding gemaakt tussen de componenten vezel, vruchtwater en zetmeel. Hoe hoger het zetmeelrendement (kg zetmeel per 100 kg grondstof) des te lager zijn de productiekosten per kg zetmeel in de fabriek. Het zetmeelrendement hangt in de eerste plaats af van het zetmeelgehalte van de aardappelen. Het zetmeelgehalte is weer nauw gerelateerd aan het

droge-stofgehalte. Het zetmeelrendement wordt verder beïnvloed door de verhouding zetmeel en opgeloste stoffen (suikers, eiwit, mineralen etc.) in de droge stof. Een laag percentage opgeloste stoffen betekent een hoog zetmeelrendement.

Droge-stofgehalte

Het droge-stofgehalte van de knol wordt vooral bepaald door de mate waarin de cellen zijn gevuld met zetmeel. In de praktijk wordt veelal gesproken van het onderwatergewicht. Het onderwatergewicht is het gewicht van 5050 gram (natte) aardappelen onder water. Droge-stofgehalte en onderwatergewicht zijn heel nauw met elkaar verbonden, zodat het onderwatergewicht een goede maat is voor het droge-stofgehalte van aardappelen. De hoogte van het onderwatergewicht bepaalt het basis- of uitbetalingsgewicht van zetmeelaardappelen volgens de formule:

$$\text{Basisgewicht (=uitbetalingsgewicht)} = \frac{\text{veldgewicht} * \times \text{onderwatergewicht} / 1.01 - 100}{300}$$

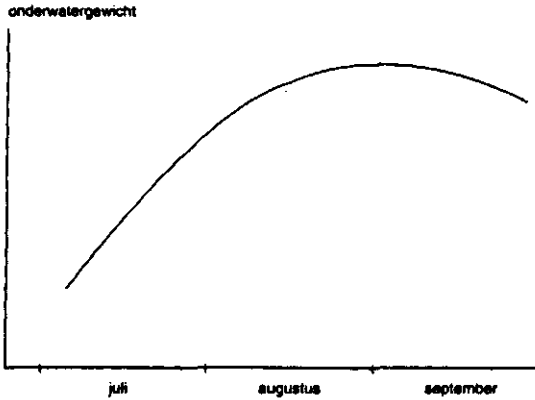
* = gewassen gewicht na aftrek van kortingen

Dit betekent dat veldgewicht en basisgewicht gelijk zijn bij een onderwatergewicht van 404 gram. Is het onderwatergewicht hoger, dan neemt het basis- of uitbetalingsgewicht ten opzichte van het veldgewicht toe.

Tabel 28. Samenstelling van zetmeelaardappelrassen (% van het verse product) in de periode 1992-1996.

component	gemiddeld	variatie
water	76,4	72,6 - 79,0
totale droge stof	23,6	21,0 - 27,4
zetmeel	17,7	16,2 - 21,8
totaal suikers	0,5	0,29 - 0,76 (afgerijpt gewas bij de oogst)
winbaar eiwit	1,22	0,88 - 1,64

(naar gegevens NIKO-TNO, 1997)



Figuur 15. Globaal verloop van het onderwatergewicht gedurende het groeiseizoen.

Het droge-stofgehalte van zetmeelaardappelen ligt meestal tussen de 21 en 28%, hetgeen overeenkomt met een onderwatergewicht van respectievelijk 400 en 540 gram.

Het onderwatergewicht wordt beïnvloed door een complex van factoren, waarbij iedere factor zijn eigen invloed heeft, maar waarvan sommige factoren elkaars effect ook kunnen versterken of verzwakken. Ras, neerslag, temperatuur, lichtintensiteit, bodem, bemesting: alle groeifactoren spelen een rol. De beïnvloeding van het onderwatergewicht is dusdanig ingewikkeld dat wij ons hier beperken tot de invloed van de belangrijkste factoren, en de factoren die met behulp van teeltmaatregelen zijn te beïnvloeden.

Het onderwatergewicht is in sterke mate een raseigenschap. Verschillende rassen geteeld op dezelfde plaats en onder dezelfde omstan-

digheden kunnen zeer verschillende onderwatergewichten geven. Naast het ras beïnvloeden ook de groei-omstandigheden het onderwatergewicht. In het algemeen kan worden gesteld dat factoren die de loofgroei stimuleren, zoals veel vocht en stikstof, het onderwatergewicht van de knollen verlagen en dat factoren die de knolgroei bevorderen het onderwatergewicht verhogen.

Wanneer er geen factoren zijn die de groei sterk beperken, neemt het onderwatergewicht in de loop van het groeiseizoen toe (figuur 15). De toename is het sterkst tijdens het eerste deel van de groeiperiode. Het onderwatergewicht is het hoogst wanneer alleen de toppen van de planten nog groen zijn, daarna neemt het weer iets af. Het oogsttijdstip, beter gezegd tijdstip van loofvernietiging, heeft dan ook invloed op het onderwatergewicht. Wanneer het groeiseizoen voortijdig wordt beëindigd, blijft het onderwatergewicht lager dan wanneer het gewas uit had kunnen groeien. Van sommige laatrijpende rassen moet het loof vaak groen worden vernietigd om tijdig te kunnen oogsten. Dergelijke gewassen kunnen worden vervroegd door het pootgoed voor te kiemen en door de stikstofbemesting te verlagen. Een verlaging van de stikstofgift heeft twee effecten: het niveau van het onderwatergewicht is gedurende het hele groeiseizoen hoger, terwijl bovendien het gewas wordt vervroegd, waardoor eerder een hoger onderwatergewicht en een hoger uitbetalingsgewicht wordt bereikt.

De vochtvoorziening speelt een belangrijke rol bij de totstandkoming van het uiteindelijke onderwatergewicht. Wanneer de vochtvoorziening niet optimaal is, wordt er weliswaar minder droge stof geproduceerd, maar het droge-stofgehalte van de knollen neemt toe. Dit betekent dat het onderwatergewicht toeneemt. In droge jaren zijn de onderwatergewichten dan ook meestal hoger dan in natere jaren.

Naast de vochtvoorziening heeft de bemesting een belangrijke invloed op het onderwaterge-

wicht. Stikstof verlaagt in het algemeen het onderwatergewicht. Hetzelfde geldt voor de kalibemesting. Chloor uit chloorkali heeft ook een verlaging van het onderwatergewicht tot gevolg. Chloorkali - toegediend na de winter - verlaagt daarom het onderwatergewicht sterker dan patentkali.

Gehalte aan suikers

Bij zetmeelaardappelen moet worden gestreefd naar een zo laag mogelijk gehalte aan suikers. Deze suikers ontstaan immers ten koste van zetmeel. Suikervorming kan vooral tijdens (te koude) bewaring optreden. Met name in strenge winters kost suikervorming de zetmeelindustrie miljoenen.

Veel factoren hebben invloed op het suikergehalte van aardappelknollen: ras, rijpheid, bemesting, weersomstandigheden en bewaaromstandigheden. Veel van deze factoren vertonen wisselwerkingen met elkaar. Dit maakt het gehalte aan suikers tot uitkomst van een bijzonder ingewikkeld proces, waarvan nog veel zaken niet bekend zijn.

Een belangrijke factor is het ras. Rassen kunnen (na bewaring) aanzienlijke verschillen in suikergehalte laten zien. Een ras als Karakter scoort daarbij doorgaans beter dan bijvoorbeeld Elkana.

Naarmate het gewas afrijpt, neemt het suikergehalte van de knollen af; enkele weken voor het volledig afsterven van het loof bereikt het suikergehalte zijn dieptepunt. Wanneer het loof wordt vernietigd voordat de knollen het minimale suikergehalte hebben bereikt, heeft het gehalte tijdens de bewaring ook de neiging om sterker toe te nemen dan bij volledig uitgerijpte knollen. In dit mechanisme speelt ook de stikstofbemesting een rol. Stikstof vertraagt immers de afrijping en verhoogt de kans dat een te groen gewas moet worden geklapt of doodgespoten, waarbij het minimumsuikergehalte in de knollen nog niet is bereikt.

De bewaartemperatuur heeft een grote in-

vloed op het suikergehalte. Een temperatuur van 8-10°C geeft de minste kans op suikerop-hoping. Bij een dergelijke bewaartemperatuur zal echter doorgaans te veel kieming optreden. Als compromis tussen deze twee kwaden wordt als bewaartemperatuur 5-6°C geadviseerd.

Eiwit

Het (winbaar) eiwitgehalte van zetmeelaardappelen is rasafhankelijk en varieert van 0,9 - 1,65%. Rassen met een relatief hoog eiwitgehalte zijn ondermeer Kartel, Karida, Kardent, Kanjer en Seresta. Daar het eiwit bij de verwerking van zetmeelaardappelen als bijproduct wordt gewonnen, wordt een hoog eiwitgehalte als een goede raseigenschap beschouwd.

Viscositeit en korrelgrootte van zetmeel

De viscositeit is een belangrijke fysische eigenschap van zetmeel. Afhankelijk van de bestemming van het zetmeel is een hogere of een lagere viscositeit gewenst. De viscositeit is vrij sterk gerelateerd aan het fosforgehalte van het zetmeel. Hoe hoger het fosforgehalte des te hoger is de viscositeit. De viscositeit is ook rasafhankelijk. Elkana produceert zetmeel met een grote viscositeit. Ook de korrelgrootte van het zetmeel is voor de productie van bepaalde derivaten van belang. Ook deze eigenschap is rasafhankelijk. Verwacht wordt dat eigenschappen als viscositeit en korrelgrootte in de toekomst een grotere rol zullen gaan spelen, om gericht bepaalde producten te kunnen produceren. Daartoe zullen rassen afzonderlijk moeten worden opgeslagen en verwerkt.

Amylose / amylopectine

Aardappelzetmeel bestaat uit twee soorten korrels, amylose en amylopectine in een ver-

houding van ongeveer 1:4. Amylose is een onvertakte, amylopectine een vertakte glucosopolymeer. Daar voor bepaalde doeleinden de ene soort geschikter is dan de andere, moeten beide componenten soms worden gescheiden. Met het ras Apriori, dat is ontstaan via genetische modificatie van het ras Karnico, is het mogelijk geworden om amylosevrije zetmeelaardappelen te produceren.

Gehalte aan glyco-alkaloïden

Glyco-alkaloïden komen voor in alle delen van de aardappelplant. Het zijn stoffen die in hoge dosering giftig zijn. In de aardappelknollen komt het hoogste gehalte vlak onder de schil voor. Wanneer het gehalte hoger is dan 150 mg per kg, kan mogelijk een bittere smaak worden waargenomen. Aardappelen met zulke hoge gehalten zijn niet geschikt voor consumptie.

Het gehalte aan glyco-alkaloïden wordt door een aantal factoren beïnvloed zoals: ras, blootstelling aan licht, rijpheid, beschadiging en groei-omstandigheden.

Er zijn grote verschillen tussen rassen in hun gehalte aan glyco-alkaloïden. Bij het inkruisen van resistenties worden vaak wilde aardappelsoorten gebruikt die soms een hoog gehalte aan glyco-alkaloïden hebben. Naast de gewenste resistentie wordt dan soms ook ongewild een hoog gehalte aan glyco-alkaloïden ingekruist. Daarom vormt de bepaling van het gehalte aan glyco-alkaloïden een onderdeel van het rassenonderzoek. Een aantal zetmeelaardappelrassen is vanwege een te hoog gehalte aan glyco-alkaloïden niet geschikt voor menselijke consumptie.

Factoren als bemesting, bodem, temperatuur en neerslag tijdens het groeiseizoen hebben weinig effect op het gehalte aan glyco-alkaloïden.

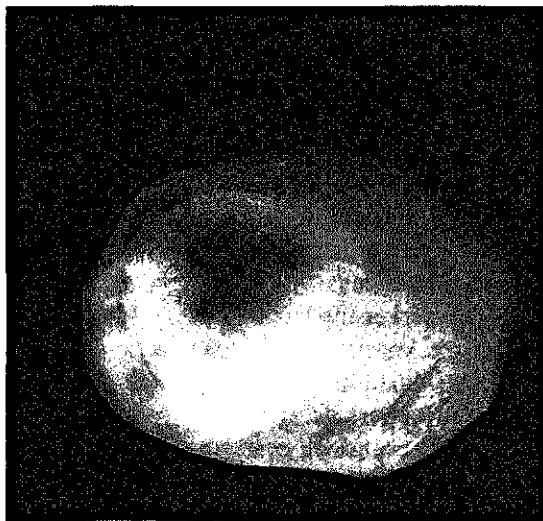
Stootblauw

Stootblauw, kortweg blauw, is een blauwgrij-

ze of soms bruingrijze inwendige verkleuring van het knolweefsel, die meestal niet uitwendig aan de knol valt waar te nemen (afbeelding 44). Het verschijnsel treedt het sterkst op rond de vaatbundelring. Blauw als gevolg van mechanische beschadiging bij de oogst (rooierslag) resulteert in plekken opgedroogd zetmeel in de knol, die de zetmeelwinning bemoeilijken. Bij stoten of vallen worden cellen en celdelen beschadigd. Hierdoor kunnen het aminozuur tyrosine en andere fenolen worden omgezet in het bruingrijze of blauwzwarte melanine. Voor de vorming van de laatste stof is het noodzakelijk dat voldoende zuurstof bij de beschadigde cellen kan komen.

Er is een groot aantal factoren van invloed op de blauwgevoeligheid. De belangrijkste hiervan zullen in het navolgende kort worden besproken.

De gevoeligheid voor stootblauw is sterk rasafhankelijk. Het ene ras is gevoeliger dan het andere (zie Rassenlijst). Verder is de gevoeligheid sterk afhankelijk van de groeiomstandigheden en de grondsoort.



Afbeelding 44. Blauw vormt ook in zetmeelaardappelen een kwaliteitsgebrek.

Het onderwatergewicht speelt een belangrijke rol bij de blauwgevoeligheid. Naarmate het onderwatergewicht van aardappelen van één en hetzelfde ras hoger is, is meestal de blauwgevoeligheid groter. Niet alle rassen met een hoog onderwatergewicht zijn echter ook blauwgevoelig. Het onderwatergewicht wordt beïnvloed door de kali-, chloor- en stikstof-voorziening van het gewas. Vooral kali en chloor verlagen het onderwatergewicht, waardoor meestal de blauwgevoeligheid afneemt. Het meest effectief is chloor, gevolgd door kali (zie hoofdstuk 'Bemesting'). Behalve via het onderwatergewicht verlagen kali en chloor de blauwgevoeligheid ook nog langs een andere weg. Een grote kalirijkdom van de grond (hoog kaligetal) heeft een groter effect op de blauwgevoeligheid dan een hoge kalibemesting. Stikstof verlaagt net als kali en chloor het onderwatergewicht en vermindert daarmee vaak ook de blauwgevoeligheid enigszins. Het effect van stikstof is echter veel minder uitgesproken dan dat van kali en chloor.

Tot slot is de temperatuur van de aardappelknollen sterk bepalend voor de blauwgevoeligheid. Naarmate de bodemtemperatuur in de herfst lager wordt, neemt de kans op blauw (rooierslag) bij het rooien toe.

Holheid

Dit verschijnsel kan soms aanleiding geven tot knolrot. Beschrijving en maatregelen ter voorkoming zijn besproken in het hoofdstuk 'Bijzondere verschijnselen'.

Uitbetaling naar kwaliteit

Bij de uitbetaling van zetmeelaardappelen worden door AVEBE premies en kortingen toegepast, die afhankelijk zijn van de kwaliteit van het geleverde product (voor gedetailleerde informatie wordt verwezen naar het jaarlijks verschijnende zogenaamde groene boekje). Van de per vracht aangevoerde bruto

hoeveelheid aardappelen wordt eerst de tarra (aardappelvreemde bestanddelen zoals grond, stenen, kienhout) afgetrokken. Vervolgens wordt zonodig nog een zogenaamde kg-korting toegepast, die afhankelijk is van de mate waarin knollen met gebreken en/of aardappelvreemde bestanddelen aanwezig zijn. Daarbij wordt getarreerd op:

- knollen met vuilinsluiting als gevolg van beschadiging, ziek, groeischeuren en zware schurft(roest)aantasting;
- rotte, zieke, bevroren en verbroeiende knollen;
- overige gebreken: groen, blauw en schurftaantasting.

Bij de vaststelling van de uiteindelijke kwaliteit worden ook verontreinigingen met darg en veen in aanmerking genomen.

Het netto veldgewicht minus de kg-korting, vermenigvuldigd met de prijs per ton veldgewicht (is afhankelijk van het onderwatergewicht) bepaalt de hoogte van het bedrag dat per vracht wordt uitbetaald. Vrachten die aan hoge kwaliteitseisen voldoen, worden gepremieerd.

Pootgoedteelt voor eigen gebruik

Bij de zetmeelaardappelteelt is het -uit kostenoverwegingen- gebruikelijk om het benodigde pootgoed zelf te vermeerderen. Daartoe wordt regelmatig een hoeveelheid basis- of gecertificeerd pootgoed aangeschaft, dat vervolgens een of meerdere keren wordt vermeerderd. Deze pootgoedvermeerdering vindt plaats volgens de regels van T.B.M. (Teeltbeschermende maatregelen) (Bijlage 2). Daarbij geldt als uitgangspunt dat het pootgoed op AM-vrije grond wordt geteeld. Verder wordt door de NAK een veldkeuring en een partijkeuring uitgevoerd. De daarbij gestelde eisen zijn minder zwaar dan die aan de NAK-klasse C worden gesteld.

Kwalitatief goed pootgoed vormt de basis

voor een gezonde zetmeelaardappelteelt. Zwaar met virus besmet pootgoed kan tot tientallen procenten opbrengstderiving leiden. Daarom is er alle aanleiding om veel aandacht te besteden aan de eigen pootgoedvermeerdering. Dit betreft met name het beperken van de virusbesmetting en de besmetting met bacterieziekten zoals zwartbenigheid en stengelnatrot, alsmede een goede bewaring opdat het pootgoed met een optimale groeikracht kan worden gepoot.

Binnen het bestek van deze teelthandleiding kan slechts in het kort worden ingegaan op de verschillende aspecten van de pootgoedteelt. De nadruk zal daarbij liggen op enkele specifieke aspecten van de pootgoedteelt in het TBM-gebied. Voor meer informatie wordt verwezen naar teelthandleiding nr. 72 van het PAV, 'Teelt van pootaardappelen'.

Pootgoedvoorbehandeling

Voor de pootgoedteelt moet de voorbehandeling van het pootgoed gericht zijn op een vlotte opkomst en een snelle beginontwikkeling van het gewas. Dit kan het best worden bereikt door het pootgoed goed voor te kiemen en - tenzij het pootgoed helemaal vrij is van sclerotia - een behandeling tegen Rhizoctonia toe te passen. Als vervolgens voorzichtig wordt gepoot, zodat weinig kiembeschadiging optreedt, mag op een snelle en uniforme opkomst worden gerekend. Dit heeft als voordeel dat al vroeg met de selectie kan worden begonnen. Bovendien krijgen ziekten als Rhizoctonia en Fusarium dan minder kans.

Poten

Ook bij de teelt van TBM-pootgoed verdient het aanbeveling om een grondbehandeling in de rij uit te voeren met een fungicide. Om problemen met Fusarium en bacterieziekten zoveel mogelijk te beperken, moet worden

vermeden dat droog- of natrotte poters in de pootmachine terecht komen. In het geval er rotte knollen in het pootgoed aanwezig zijn, is het dan ook van belang om deze er voor het poten uit te halen.

Bestrijding virusziekten

De belangrijkste virusziekten zijn bladrol en Y-virus. Bladrol is een zogenaamd persistent virus. Een besmette bladluis kan hiermee gedurende langere tijd een groot aantal planten besmetten. Het non-persistente Y-virus blijft slechts kort in de luis achter en kan daardoor slechts één of twee planten besmetten.

Een effectieve bestrijding van virusziekten bestaat uit een combinatie van de volgende maatregelen:

- Het gebruik van gezond uitgangsmateriaal; bij voorkeur basispootgoed van de klasse E of hoger.
- Een zo vroeg mogelijke start van de selectie in een luisvrij gewas; des te eerder zieke planten zijn verwijderd des te beter.
- Het uitvoeren -zodra de NAK de noodzaak hiervan aangeeft- van een luisbestrijding om een besmetting met het bladrolvirus te voorkomen, door middel van een gewasbespuiting met bijvoorbeeld een systemisch middel; wanneer bij het poten TEMIK is gebruikt voor de bestrijding van aardappelmoehed, dan zijn geen gewasbespuitingen nodig.
- Als door omstandigheden onvoldoende selectie kan worden uitgevoerd of in geval van rassen die vatbaar zijn voor Y-virus, kunnen bespuitingen worden uitgevoerd met 7 liter minerale olie + 0,2 liter van een pyrethroïde; hiermee moet worden begonnen zodra 90% van de planten boven staat, terwijl elke 7 - 10 dagen (bij zeer snelle gewasgroei elke 5 dagen) een vervolgbespuiting moet worden uitgevoerd tot één week voor de loofvernietiging. Als minerale olie wordt toegepast, kunnen voor de Phytophthora-bestrijding geen ko-

per- of tinhoudende middelen of Shirlan worden gebruikt. Zie voor middelen de 'handleiding Gewasbescherming in de Akkerbouw en Veehouderij' van DLV.

- In een strook van 25 meter rond het pootgoedperceel dienen eventueel aanwezige zetmeelaardappelen luisvrij te worden gehouden.
- Een tijdige loofvernietiging voorkomt een zware besmetting van het pootgoed met virusziekten.

Loofvernietiging en oogst

Om aantasting van de knollen door *Rhizoctonia* zoveel mogelijk te beperken, verdient looftrekken de voorkeur bij de loofvernietiging van pootaardappelen. Doorgaans zal nog een bespuiting met een chemisch middel nodig zijn om onvoldoende verwijderde stengels te doden. Een andere methode van loofvernietiging die de laatste jaren opgang maakt in het zetmeelaardappelgebied is het groenrooien en onderdekken. Een voordeel van deze methode is, dat de loofdoding volledig mechanisch kan worden uitgevoerd en er geen hergroei optreedt. Tijdens het groenrooien kan een knolbehandeling tegen *Rhizoctonia* worden uitgevoerd, wat de mogelijkheid biedt om het pootgoed enkele weken in de grond te laten zitten voor een goede afharding van de schil. Om het optreden van *Rhizoctonia* te beperken, is het verder van belang dat zo weinig mogelijk groene gewasdelen bij de aardappelen in de nieuwe rug terecht komen. Daartoe verdient een loofklapper met zijafvoer de voorkeur.

Als de loofvernietiging door middel van klappen en spuiten of alleen spuiten wordt uitgevoerd, zal -vooral als geen grondbehandeling tegen *Rhizoctonia* is toegepast - binnen 14 dagen moeten worden gerooid om te voorkomen dat het pootgoed te zwaar door *Rhizoctonia* wordt aangetast.

Dit betekent vaak dat moet worden toegegeven op een goede afharding van de schil, die van groot belang is om beschadigingen bij de oogst te beperken. Beperking van beschadiging is essentieel om knolaantasting door bacterieziekten of schimmelziekten zoals *Fusarium* te voorkomen.

Met het oog op beperking van problemen met bacterieziekten zoals stengelnatrot en zwartbenigheid is het van het allergrootste belang dat rotte knollen en (rotte) moederknollen zo vroeg mogelijk worden verwijderd. Bij voorkeur moet dit op de rooimachine gebeuren of anders bij het inschuren.

Bestrijding bewaarziekten

Zilverschurft en *Fusarium* kunnen tijdens de bewaring flink afbreuk doen aan de kwaliteit van het pootgoed. Problemen met *Fusarium* kunnen worden verminderd door te oogsten met zo weinig mogelijk beschadiging en door het hanteren van een wondhelingsperiode, direct na het binnenbrengen van het pootgoed in de bewaarplaats. Een goede wondheling kan worden gerealiseerd door gedurende ongeveer 10 dagen een temperatuur van 15-18°C aan te houden en een relatieve luchtvochtigheid >90%. Laatstgenoemde eis kan worden gerealiseerd door tijdens de wondhelingsperiode zo weinig mogelijk te ventileren. Meestal kan worden volstaan met enkele keren per dag een paar minuten draaien voor luchtverversing.

Voor de bestrijding van zilverschurft is het essentieel dat de aardappelen binnen een week na het inbrengen in de bewaarplaats droog zijn en vervolgens droog worden gehouden. Condens op de knollen tijdens de bewaring is funest; het leidt onmiddellijk tot een zware aantasting. Condens kan worden voorkomen door een goede isolatie van de bewaarplaats en door niet met lucht te ventileren die warmer is dan de temperatuur van

de aardappelen.

Als ondanks toepassing van bovenstaande maatregelen toch problemen met bewaarziekten worden verwacht, kan een chemische behandeling worden overwogen. Hiertoe moeten de pootaardappelen tijdens het binnenbrengen in de bewaarplaats met een fungicide worden behandeld. Van belang hierbij is dat aan de ene kant zo weinig mogelijk vloeistof wordt gebruikt, maar dat anderzijds alle knollen uniform met het middel worden bedekt.

Bewaring

Pootaardappelen moeten zodanig worden bewaard, dat ze bij het poten over een optimale groeikracht beschikken. Dit vraagt in de eers-

te plaats een goede wondhelingsperiode na het inschuren om overmatig vochtverlies en problemen met *Fusarium* te vermijden (zie 'bestrijding bewaarziekten'). Vervolgens moet de temperatuur van de knollen langzaam omlaag worden gebracht tot circa 4°C in begin november. Rassen met een erg lange kiemrust, die bovendien niet snel fysiologisch verouderen, zoals Karnico, kunnen beter bij een temperatuur van 5 à 6°C worden bewaard. Worden ze kouder bewaard, dan zullen ze bij het poten fysiologisch nog onvoldoende ver ontwikkeld zijn om een vlotte opkomst en een snelle begingroei te geven, zeker wanneer niet wordt voorgekiemd. Als wel wordt voorgekiemd, moeten traag kiemende rassen medio februari een warmtestoot krijgen. Zodra de kiemen een halve cm lang zijn, kan het pootgoed in het licht worden gezet voor een goede afharding van de kiemen.

ORGANISATIE EN ECONOMIE

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de saldoberekeningen en de arbeidsbehoefte voor de teelt van zetmeelaardappelen en tevens voor de teelt van TBM-pootgoed. De in de voorgaande hoofdstukken behandelde aspecten omtrent de teelt van de zetmeelaardappel worden in dit hoofdstuk gekwantificeerd naar financiële en organisatorische aspecten. Om als ondernemer zetmeelaardappelen af te kunnen zetten via AVEBE is een aantal punten van belang:

- De ondernemer moet aandelen van AVEBE bezitten om zetmeelaardappelen te leveren.
- Op basis van het gebiedsgemiddelde wordt een individueel zetmeelequivalent aan de ondernemer toegewezen. Dit is de basis voor de te leveren hoeveelheid zetmeelaardappelen.
- De ondernemer moet gevestigd zijn in het werkgebied van AVEBE, grofweg van Groningen tot de Achterhoek en de Veluwe.

Saldoberekening

De bedrijfseconomische vergelijking tussen de teelt van zetmeelaardappelen en andere gewassen vindt onder andere plaats op basis van het saldo. Het saldo is de bruto geldopbrengst minus alle toegerekende kosten. Dit zijn de kosten die recht evenredig variëren met de omvang van de teelt. Het saldo per hectare (na aftrek loonwerkkosten) geeft de vergoeding weer voor de kosten van eigen mechanisatie, berekende arbeid en de overige vaste kosten. De saldoberekening van zetmeelaardappelen is weergegeven in tabel 29, die van TBM-pootgoed in tabel 30.

Opbrengsten en prijzen

De fysieke opbrengsten zijn het vijfjaarlijkse gemiddelde van oogst 1993 tot en met oogst 1997 (LEI-DLO). Aangezien geen bewaarvergoeding is meegenomen (en dus ook geen kosten voor bewaring), is de opbrengst gecorrigeerd voor bewaarverliezen.

Deze bewaarvergoeding betreft een vergoeding ter compensatie van bewaarverliezen en bewaarkosten. Voor alle aardappelen gold in 1998 een variabele bewaarvergoeding van f 0,15 per ton basisgewicht per dag vanaf 15 december. Bovendien geldt voor deelnemers aan de namalersregeling een vergoeding van f 7,- per ton basisgewicht uit de kuil of f 10,- per ton basisgewicht uit de schuur/-sleufsilo.

Toegerekende kosten

Voor de toegerekende kosten is uitgegaan van prijspeil 1997 (KWIN 1997). De vermelde bedragen zijn inclusief BTW.

Uitgangsmateriaal

Bij aangekocht pootgoed van maat 28/55 voor de TBM-pootgoedteelt is de benodigde hoeveelheid ongeveer 3500 kg per ha. Als uitgegaan wordt van maat 35/55 bedraagt de hoeveelheid ongeveer 4000 kg.

Voor de zetmeelaardappelen is uitgegaan van een kostprijs van TBM-pootgoed van f 0,44 per kg. In deze prijs is, naast de toegerekende kosten, ook een vergoeding verwerkt voor het teeltrisico, de ingezette arbeid en de gebruikte mechanisatie. Er is vanuit gegaan dat 1 ha pootgoed voldoende is voor 10 ha zetmeelaardappelen.

Tabel 29. Saldoberekening van zetmeelaardappelen.

saldoberekening opbrengsten	zetmeelaardappelen				
	freq.	hoeveelheid	eenheid	prijs	bedrag
netto veldgewicht ¹⁾		40000	kg	0,1314	5255
bruto geld opbrengst (a)					5255
uitgangsmateriaal					
pootgoed		2500	kg	0,44	1100
meststoffen					
KAS		200	kg N	1,26	252
tripelsuper		95	kg P ₂ O ₅	0,91	86
patentkali		100	kg K ₂ O	1,45	145
onkruidbestrijding					
rimsulfuron (25%)	1	0,03	kg	2438,00	73
monolinuron (120 paraquat-dichloride (180)	1	3,00	liter	35,35	106
minerale olie (800)	1	1,50	liter	5,19	8
bestrijding ziekten en plagen					
pencycuron (12,5%) ^{d)}	0,5	4,40	kg	27,88	61
metam-natrium (510)	0,25	300,00	liter	2,65	199
aldicarb (10%)	1	7,50	kg	36,04	270
fluazinam (500)	6	0,30	liter	130,06	234
fentin-acetaat (11%) maneb (33%)	6	2,00	kg	15,37	184
afzetkosten					
tarra-bijdrage		2,8	ton	8,71	24
overige productgebonden kosten					
berkende rente		2154	gulden	6,50%	140
verzekering ²⁾		5255	gulden	0,38%	20
collectieitshheffing		1	ha	12,52	13
rente aandelen		650	gulden	6,5%	42
productschapsheffing		40	ton	0,6	24
TBM-heffing		40	ton	1,3	52
researchfondsheffing		1,4	eenh	1	1
toegerekende kosten (b)					3036
saldo per eenheid eigen mechanisatie (c)					2219

Bemesting

De benodigde hoeveelheden N, P en K zijn weergegeven in kg zuivere meststof per ha. De giften zijn gebaseerd op de adviesbasis van N, P en K.

Bestrijding van ziekten en plagen

Er wordt van uitgegaan dat geen natte grondontsmetting plaatsvindt, maar alleen een rijenbehandeling met granulaat. Bij de zetmeelaardappelteelt is uitgegaan van één keer in de

vier jaar een natte grondontsmetting en een jaarlijkse granulaatbehandeling in de rij. Na het jaar 2000 zal dit waarschijnlijk beperkt worden tot één keer in de vijf jaar. De mate van besmetting, de teeltfrequentie en de ras-senkeuze beïnvloeden de kosten voor bestrijding van aardappelmoehheid aanzienlijk.

Afzetkosten

Bij de teelt van zetmeelaardappelen is een kostenpost voor tarra opgenomen. Hierbij is

uitgegaan van 7% tarra. De kosten voor 0-5% tarra bedragen f 5,- per ton en voor 5-10% tarra f 18,- per ton (kostenniveau 1998). De totale tarrakosten komen hierdoor uit op f 24,- per ha. Dit bedrag is exclusief stenen (kosten: f 12,50 per ton).

Tabel 30. Loonwerkadviestarieven per ha per keer bewerken.

bewerking	loonwerktaarif per ha
ploegen	f 190,-
poten	f 225,-
spuiten	f 45,-
looftrekken	f 475,-
loofklappen	f 125,-
groenrooien	f 550,-
klappen/spuiten	f 250,-
rooien	f 600,-
cultiveren	f 90,-

bron: DLV

Overige productgebonden kosten

Voor de TBM-pootgoedteelt geldt alleen een collectiviteitsheffing (voorheen de landbouwschapsheffing). Voor de zetmeelaardappelteelt vindt naast de collectiviteitsheffing ook een productschapsheffing plaats (het fabrieksaardappelfonds), een TBM-heffing en een Researchfondsheffing. In beide teelten is een hagelverzekering opgenomen. De rente is berekend over het vastgelegde vermogen in de toegerekende kosten tot het moment van uitbetaling. Hierbij is rekening gehouden met een gespreide betaling:

Een uitbetaling direct na oogst van f 50,- per ton, op 1 april f 40,- per ton en het resterende bedrag per 30 juni. De rentekosten van het TBM-pootgoed zijn berekend bij een bewaring tot half april. Voor de levering van zetmeelaardappelen zijn aandelen noodzakelijk. Per aandeel kan maximaal 30 ton geleverd worden, zodat bij een opbrengst van 40 ton per ha 1,3 aandeel nodig is. De aandelen hebben een nominale waarde van f 500,- per stuk.

Arbeid

In tabel 31 is de arbeidsbehoefte weergegeven voor beide teelten in de vorm van taaktijden. De taaktijd is de menstijd die nodig is om het gehele werk te kunnen uitvoeren, inclusief storings-, aan- en aflooptijden en een rusttoeslag. De periode van uitvoering is weergegeven in weeknummers. Uit deze tabel kan afgeleid worden dat de teelt van zetmeelaardappelen een arbeidsbehoefte heeft van ongeveer 25 uur per ha en de teelt van de TBM-pootaardappelen een arbeidsbehoefte van ongeveer 45 uur per ha. Het verschil in arbeidsbehoefte wordt met name veroorzaakt door het selecteren en sorteren van de pootaardappelen. Voor loofvernietiging en het oogsten zijn meerdere werkmethoden opgenomen, gebaseerd op in de praktijk voorkomende methoden.

Machines en werktuigen

De bewerkingen kunnen uitgevoerd worden met eigen mechanisatie of door de loonwerker. Bewerkingen zoals het rooien en inschuren kunnen ook in samenwerking met één of meerdere collega's worden uitgevoerd. Samenwerking resulteert in lagere jaarkosten van de werktuigen per bedrijf.

De loonwerktarieven voor de belangrijkste bewerkingen zijn vermeld in tabel 32. Er moet rekening mee worden gehouden dat de adviestarieven altijd hoger liggen dan de praktijktarieven. De praktijktarieven kunnen sterk variëren.

De keuze om werkzaamheden wel of niet in loonwerk uit te voeren, kan worden gebaseerd op een berekening van het omslagpunt. Het omslagpunt is het aantal hectares waarbij de loonwerkkosten gelijk zijn aan de kosten van eigen mechanisatie. Dit geeft een indicatie bij hoeveel hectare het rendabel is om een machine aan te schaffen. Bij het berekenen hier-

Tabel 31. Arbeidsbehoefte voor de teelt van zetmeelaardappelen en TBM-pootgoed.

bewerking	werk breedte in m	werksnel- heid in km per uur	aantal be- werkingen	aantal per- sonen	taaktijd per bewerking	periode van uitvoering zetmee- laard	periode van uitvoering pootgoed
grondontsmetten	3	5	1	1	1,1	35-44	35-44
wentelploegen	1,2	6	1	1	2,3	7-16	9-12
rondgaand ploegen	1,6	6	1	1	1,7	7-16	9-12
pootklaar maken	3	4	1	1	1,2	11-16	11-16
aanvoer en poten	3	5	1	1	1,2	11-16	11-16
kunstmest strooien	21	6	3	1	0,3	9-12	9-12
rijen frezen/aanaarden	21	6	1	1	1,5	19-24	17-24
spuiten onkruiden	21	6	2 zetmeel	1	0,35	17-20	
			1 pootgoed				19-20
spuiten ziekten en plagen	21	6	10 zetmeel	1	0,35	17-35	
			5 pootgoed				21-30
selecteren			1	1	6,5		21-28
loofklappen	3	6	1	1	1,0	30-41	
looftrekken	1,5	6	1	1	1,9		29-34
groerooien	3	5	1	1	2,6		29-34
klappen/spuiten	3	4	1	1	1,4		29-34
1 rijig bunkerrooien in kuil	0,75	4	1	2	7,0	33-44	31-36
2 rijig wagenrooien in schuur	1,5	4	1	4	3,0	33-44	
sorteren pootgoed		12	1	2	20		31-36
kuilafdekken (stro + plastic)				1	5,9	33-44	
cultivateren	3	4	1	1	1,2	33-44	33-38

bron: PAV-databank

van zijn de volgende kosten van belang:

- De loonwerkkosten voor de bewerking, bepaald door het tarief per hectare (of per uur) en het aantal hectares (of uren).
- De kosten van eigen mechanisatie. Deze bestaan uit jaarkosten voor afschrijving, verzekering, rente en onderhoud (vaste kosten). Daarnaast zijn er nog variabele kosten. Dit zijn kosten die direct afhankelijk zijn van de te bewerken oppervlakte, zoals brandstofkosten en eventuele extra

benodigde losse arbeid voor het uitvoeren van de bewerking.

Bij het berekenen van het omslagpunt worden geen kosten voor vaste arbeid meegenomen. Er wordt van uitgegaan dat de ondernemer bij de keuze voor loonwerk in plaats van eigen mechanisatie zijn beschikbaar gekomen tijd niet buiten het bedrijf te gelde kan maken. Is dit wel het geval dan moet er tevens een bedrag voor vaste arbeid meegenomen worden in de berekening.

Tabel 32. Saldoberekening TBM-pootgoed.

saldoberekening opbrengsten	TBM-pootgoed				
	freq.	hoeveelheid	eenheid	prijs	bedrag
hoofdproduct		25000	kg	0,44	11000
bruto geld opbrengst (a)					11000
uitgangmateriaal					
pootgoed		3500	kg	0,70	2450
meststoffen					
KAS		115	kg N	126	145
tripelsuper		95	kg P ₂ O ₅	0,91	86
patentkali		100	kg K ₂ O	1,45	145
onkruidbestrijding					
monolinuron (120) paraquat-dichl. (180)	1	3,00	liter	35,35	106
minerale olie (800)	1	2,00	liter	5,19	10
diquat dibromide (200) ³⁾	2	3,00	liter	33,92	204
bestrijding ziekten en plagen					
pencycuron (12,5%) ⁴⁾	1	5,00	kg	27,88	139
fluazinam (500)	3	0,30	liter	130,06	117
maneb (80%)	3	3,00	kg	11,66	105
esfenvaleraat (25)	5	0,20	liter	132,50	133
aldicarb (10%)	1	7,50	kg	36,04	270
energie					
bewaring ⁵⁾					86
overige productgebonden kosten					
berekende rente		3261	gulden	6,50%	212
verzekering		11000	gulden	0,35%	39
collectiviteitsheffing		1	ha	42,55	43
toegerekende kosten (b)					4290
saldo per eenheid eigen mechanisatie (c)					6710

- 1) De opbrengst betreft het aantal kilo's netto veldgewicht bij een gemiddeld onderwatergewicht van 448 gram. Prijs is afboerderij, inclusief Mac Sharry-compensatie. Exclusief extra inkomsten in het kader van de kwaliteitsstimulering.
- 2) Exclusief 7% assurantiebelasting en exclusief bruinrotverzekering.
- 3) T.b.v. loofvernietiging.
- 4) Rijenbehandeling.
- 5) Bewaring tot half april.

LITERATUUR

Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen, 1992, 8^e druk, IKC-agv, Lelystad.

Beukema, H.P. en D.E. van der Zaag, 1990. Introduction to potato production. PUDOC, Wageningen, 208 p.

Burton, W.G., 1989. The potato, 3rded, Longman Scientific & Technical, Harlow, 742 p.

Bus, C.B., C.D.van Loon en A. Veerman, 1996. Teelt van Pootaardappelen. Teelthandleiding nr. 72, PA(G)V, Lelystad, 151 p.

Commissie voor de samenstelling van de Rassenlijst voor Landbouwgewassen. 72^e Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen 1997, 335 p.

Dekkers, W.A. en J. Smid, 1996. Meerjarig rendement van beregenen op noordelijke zand- en dalgronden. Verslag nr. 224, PAGV, Lelystad, 42 p.

Gewasbeschermingsgids, 1996. Handboek voor de bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden en de toepassing van groeiregulatoren in de akkerbouw, veehouderij, tuinbouw en het openbaar groen. 1996, Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, 631 p.

Gewasbescherming in de Akkerbouw en Veehouderij, 1998. DLV, Wageningen, 143 p.

Harris, P.M. (ed), 1992. The Potato Crop. 2nd.ed. Chapman and Hall Ltd, London, 909 p.

Kroon, J.J., 1990. Bepaling van het nitraatgehalte in bladsteeltjes in aardappelen, IKC-agv, Lelystad.

Loon, C.D.van, K.H. Wijnholds en A.H.M.C. Baltissen, 1995. Optimalisering van de N-

voeding van zetmeelaardappelen. Verslag nr. 192 PAGV, Lelystad.

Mulder, A., Js. Roosjen & G. Veninga, 1990. Duurzame landbouw op de zand- en dalgronden van Noordoost-Nederland. Mogelijkheden en onmogelijkheden voor de beheersing van bodemgebonden ziekten en plagen in het kader van het Meerjarenplan Geasbescherming. Assen, Stichting interprovinciaal onderzoekcentrum voor de akkerbouw op zand en veenkoloniale grond in Middenoost- en Noordoost-Nederland. Verslag HLB 90-2, 52 pp.

Neeteson, J.J., 1989. Assessment of fertilizer nitrogen requirement of potatoes and sugar beet. Proefschrift. Landbouwuniversiteit Wageningen, 141 p.

Onderzoek 1990 t/m 1996. St. Interprovinciaal onderzoekcentrum voor de Akkerbouw en Groenten in de Vollegrond op zand- en veenkoloniale grond in Middenoost- en Noordoost-Nederland.

Rastovski, A., A. van Es et al., 1987. Storage of potatoes. Pudoc, Wageningen, 354 p.

Ridder, D.N. de, 1992. Bewust omgaan met mineralen: Akkerbouw, IKC-AT, Ede.

Stikstofbemestingsrichtlijnen voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond, 1992. IKC-agv, Lelystad.

Vereijken, P. en F. Wijnands, 1990. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk; strategie voor bedrijf en milieu. PAGV-publicatie nr. 50, 86 p.

Zaag, D.E. van der, 1994 (Ed.) Aardappelziektenboek. Uitgave Aardappelwereld BV. Den Haag, 180 p.

BIJLAGEN

Bijlage 1.

Verband tussen rijenafstanden, aantal planten per ha en benodigde hoeveelheid (kg) pootgoed (= aantal planten per ha x gemiddeld knolgewicht) voor diverse sorteringen en knolvormen.

rijenaf- stand en afstand in de rij	aantal planten per ha	28/28 mm		28/35 mm		35/45 mm		45/55 mm	
		gemiddeld knol- gewicht		gemiddeld knol- gewicht		gemiddeld knol- gewicht		gemiddeld knol- gewicht	
		rond	lang/ovaal	rond	lang/ovaal	rond	lang/ovaal	rond	lang/ovaal
		12 g	16 g	22 g	27 g	45 g	56 g	80 g	98 g
75x40	33300	400	530	730	900	1500	1870	2670	3270
75x35	38100	460	610	840	1030	1710	2130	3050	3730
75x30	44400	530	710	980	1200	2000	2490	3560	4360
75x25	53300	640	850	1170	1440	2400	2990	4270	5230
75x20	66700	800	1070	1470	1800	3000	3730	5330	6530
75x15	88900	1070	1420	1960	2400	4000	4980	7110	8710
90x35	31700	380	510	700	860	1430	1780	2540	3110
90x30	37000	440	590	810	1000	1670	2070	2960	3630
90x25	44400	530	710	980	1200	2000	2490	3560	4300
90x20	55600	670	890	1220	1500	2500	3110	4440	5440
90x15	74100	890	1190	1630	2000	3330	4150	5930	7260

Bijlage 2

Doel en werkwijze van de stichting teeltbeschermingsmaatregelen fabrieksaardappelen

Doel van de Stichting TBM is "het nemen en bevorderen van al die maatregelen, die van belang kunnen zijn voor de bescherming van de zetmeelaardappelteelt in Noordoost-Nederland". De maatregelen bestaan uit controle op grond, gewas en pootgoed bij de eigen pootgoedteelt, terwijl daarnaast het kweekwerk zoveel mogelijk wordt gestimuleerd.

Elke Nederlandse teler van zetmeelaardappelen, bestemd voor de Nederlandse aardappelzetmeelindustrie is verplicht zich aan de TBM-regels te houden, op straffe van statutair mogelijke sancties door deze industrie. Door het instellen van deze vrijwillige regeling verdween de behoefte aan een wettelijke aardappelteeltregeling.

Grondmonsteronderzoek: In dit kader wordt jaarlijks bij elke teler 50% van het te telen areaal zetmeelaardappelen onderzocht op de aanwezigheid van het aardappelcysteaaaltje. Op basis van deze informatie kan de teler voor zijn bedrijf komen tot de meest effectieve bestrijding van het aardappelcysteaaaltje te weten, inzet resistente rassen in combinatie met grondontsmetting en toepassing van granulaten.

Veldinspectie: Op TBM-pootgoedpercelen vindt een eenmalige veldinspectie plaats. Hierbij worden de betreffende percelen beoordeeld op het voorkomen van ziekten en aantastingen als gevolg van bacteriën, virussen, aardappelmoehed (valplek), wratziekte, bruinrot en andere factoren als vermenging, nachtvorstschade enz. Bij constatering van aardappelmoehed, wratziekte en bruinrot wordt het gewas afgekeurd. Aantasting door

virusziekten of andere ziekten vormt geen reden tot afkeuring. Wel wordt de teler advies uitgebracht naar de criteria "geschikt", "matig geschikt" of "niet geschikt" voor uitpoot als gewas bestemd voor aflevering aardappelzetmeelindustrie.

Het aldus geproduceerde pootgoed is uitsluitend bestemd voor het eigen bedrijf en mag dus onder geen voorwaarde verhandeld worden.

Knolinspectie: Tijdens de bewaarperiode wordt 10 à 15% van het pootgoed steekproefsgewijs beoordeeld en zonodig onderzocht op de aanwezigheid van gevaarlijke ziekten als wratziekte en bruinrot. Bij constatering hiervan wordt de partij afgekeurd. Verder wordt een onderverdeling gemaakt in een groep ernstige knolziekten en in een groep minder ernstige gebreken, waarbij de mate van aantasting geldt als basis voor een advies aan de teler over de geschiktheid van de partij als uitgangsmateriaal voor teelt van zetmeelaardappelen.

Controleveld: Om de resultaten van de eenmalige beoordeling van het TBM-pootgoed bij de veldinspectie te kunnen toetsen op praktijkwaarde, wordt jaarlijks een controleveld voor TBM-pootgoed aangelegd. Dit controleveld geeft een goed inzicht in de gezondheid van het TBM-pootgoed.

Uitvoering: Het grondmonsteronderzoek wordt uitgevoerd door de Stichting Nederlandse Algemene Keuringsdienst en het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek. De veldinspectie en de knolinspectie worden uitgevoerd door de Stichting Nederlandse Algemene Keuringsdienst. De verantwoordelijkheid voor de uitvoering van grondbemonstering, veld- en knolinspectie blijft bij de Stichting TBM.

Stimulering kweekwerk: Om het kweken van bruikbare fabrieksrassen met de gewenste

resistenties te bevorderen en de kwekers te vergoeden voor het gebruik van hun rassen, zijn er twee financiële maatregelen overeengekomen, een stimuleringsregeling en een areaalbijdrageregeling.

Stimuleringsregeling: Bij een loyale medewerking aan de doelstellingen van de Stichting TBM kan een kweker van een toekomstig fabrieksras vanaf een vroeg stadium in het kweekproces een premie vragen.

Areaalbijdrageregeling: Bij deelname met een of meer rassen aan de areaalbijdrageregeling krijgt de kweker een vergoeding per geteelde hectare zetmeelaardappelen inclusief de oppervlakte eigen pootgoedteelt van zijn ras(sen). Om dubbele betaling en areaalbijdrage en kwekerslicentie te voorkomen, kunnen zetmeelaardappelteelers eventueel be-

taalde kwekerslicentie terugvragen.

In verband met de invoering per teeltjaar 1997 van het farmer's privilege zal deze areaalbijdrageregeling worden afgebouwd.

Financiering: De kosten van grondmonsteronderzoek, veldinspectie, knolinspectie, stimuleringsregeling, areaalbijdrageregeling en overige kosten worden voldaan uit een heffing, via het Productschap voor Aardappelen, per 100 kg uitbetalingsgewicht van aan een aardappelzetmeelfabriek afgeleverde aardappelen.

Bestuur: Het bestuur van de Stichting TBM is samengesteld uit vier vertegenwoordigers namens de telers (landbouwstandorganisaties) en drie vertegenwoordigers namens de aardappelzetmeelverwerkende industrie.

Nog verkrijgbare uitgaven ¹

Verlagen

228. Effecten intensieve bouwplannen op lichte zavelgronden in de Noordoostpolder (WG 140). A. Rops, december 1996 f 15,-
227. Verbetering van de opbrengst en trekrijpheid van roodlofwortels. Ing. C.A.Ph. van Wijk en P. Bleeker, december 1996 f 15,-
226. Effecten van grondbewerking en organische stof op de structuur van de bouwvoor. Ing. V.P.H.M. de Kok en ing. J. Alblas, december 1996 f 15,-
225. De gebruikswaarde van GFT-compost voor de akkerbouw en de groenteteelt in de volle grond. Ing. V.P.H.M. de Kok, december 1996 f 15,-
224. Meerjarig rendement van beregenen op noordelijke zand- en dalgronden. Ir. W.A. Dekker M.Sc. en ir. J. Smid, december 1996 f 15,-
223. Bedrijfssystemen-onderzoek Meterik; evaluatie 1991-1993. Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, M.H.J.P. van der Burgt en ing. M. van der Ham, december 1996 f 20,-
222. Cichorei. Verslag van vier jaar teeltonderzoek. Ir. C.E. Westerdijk, oktober 1996 f 15,-
221. Natmaken, drogen en helen van peen en witlofwortels. Ing. J.A. Schoneveld en ing. H.P. Versluis, oktober 1996 f 15,-
220. Toepassing van het stikstofbijmeststelsel in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser, oktober 1996 f 15,-
219. Teeltonderzoek wortelgewaskruiden *Angelica*, *levisticum* en *valeriaan* 1987-1993. Ing. H.J. van der Mheen, oktober 1996 f 15,-
218. Teeltonderzoek *Digitalis lanata* 1987-1994. Ing. H.J. van der Mheen, oktober 1996 f 15,-
217. Effecten van maïs-gras vruchtwisseling. Ir. W. van Dijk, oktober 1996 f 15,-
216. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van broccoli. Dr. ir. A.P. Everaarts, C.P. de Moel en dr. ir. P. de Willigen, oktober 1996 f 15,-
215. Invloed van N-rijenbemesting op drogestofproductie en N-benutting bij snijmaïs. Ir. W. van Dijk, juli 1996 f 15,-
214. Effect van rijenafstand, plantdichtheid en stikstofbemesting op de opbrengst, kwaliteit en gevoeligheid voor *Botrytis cinerea* bij stamslaboon (*Phaseolus vulgaris*). Ing. J.J. Neuvel, ing. H.P. Versluis en ir. K.J. Osinga, september 1996 f 15,-
213. BEA, LP-model en Orspel; een beschrijving en vergelijking van hulpmiddelen in het bedrijfseconomische onderzoek. Ir. J. Smid, drs. A.T. Krikke en ir. H.B. Schoorlemmer, maart 1996 f 15,-
212. Effecten van bodembedekking op de opbrengst en kwaliteit van groentegewassen. J.T.K. Poll en ing. C.G.M. Geven, september 1996 f 15,-
211. Optimalisatie van erosieremmende teeltsystemen van maïs en suikerbieten op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, drs. F.J.P.M. Kwaad, drs. E.J. van Mulligen, drs. A.G. Wansink, drs. M. van der Zijp en ir. W. van den Berg, mei 1996 f 15,-

¹Een volledig overzicht van de uitgaven wordt u op aanvraag graag toegezonden.

210. Optimalisering van de biologisch-dynamische en ecologische pootgoedteelt; eindrapport over de onderzoeksjaren 1992 tot en met 1995. Ir. M. Hospers, februari 1996 f 15,-
209. Bedrijfssystemen-onderzoek vollegrondsgroente/bloembollen, proeftuin Zwaagdijk; evaluatie 1991-1993. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, F.C.G. Kreuk en ing. M. van der Ham, februari 1996 f 20,-
208. Perspectieven voor korrelmaïs als zetmeelbron voor het noordelijke veenkoloniale- en zandgebied. Ir. W. van Dijk, dr. A.C. van Swaaij, ing. K.H. Wijnholds en ing. G. Veninga, januari 1996 f 15,-
207. Waarnemingsmethoden voor bepaling van verschillen in onvolledige resistentie bij vollegrondsgroenterassen. Ir. J. Hoek, ing. I.P.M. Commandeur, ir. W. Sukkel en ing. H.J. Hylkema, november 1995..... f 15,-
206. Vruchtwisselingsproef AGM 600 proefboerderij A.G. Mulderhoeve Emmercompascuum 1981-1989. Ing. K.H. Wijnholds en ir. W. van den Berg, november 1995..... f 20,-
205. Aanbod en opname van stikstof bij hoge produktieniveaus van wintertarwe op klei- en zavelgrond. Dr. ir. A. Darwinkel, oktober 1995 f 15,-
204. Bedrijfssystemen-onderzoek Borgerwold 1986-1990. Ir. Y. Hofmeester, ing. A. Bos ir. F.G. Wijnands, drs. A.T. Krikke en drs. ing. B.J.M. Meijer, augustus 1995... f 25,-
203. Resultaten van onderzoek naar geïntegreerde bestrijding van onkruiden in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser en ing. L. Hoekstra, juli 1995..... f 15,-
202. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van witte kool. Dr. ir. A.P. Everaarts, augustus 1995..... f 15,-
201. Effecten van wintergewassen op verliezen en benutting van stikstof bij de teelt van snijmaïs. Ir. W. van Dijk, ir. J.J. Schröder, L. ten Holte en ing. W.J.H. de Groot, augustus 1995..... f 15,-
200. Interactie tussen rassen en proefplaatsen bij witlof. Ing. A.R. Biesheuvel en ir. G. van Kruistum, juni 1995 f 15,-
199. Ontwikkeling van een gewasgroeimodel voor peen op basis van SUCROS 87. Ir. C.L.M. de Visser, ing. J.A. Schoneveld en ing. M.H. Zwart-Roodzant, juni 1995 f 20,-
198. Stikstofbemesting en nutriëntenopname van bloemkool. Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, maart 1995..... f 15,-
197. Toediening dierlijke mest op löss, dal- en lichte zavelgrond. Ing. S. Postma, maart 1995..... f 20,-
196. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw; beknopt overzicht technische en economische resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. P. van Asperen, ing. G.J.M. van Dongen, ing. S.R.M. Janssens, ir. J.J. Schröder en ing. K.B. van Bon, maart 1995..... f 20,-
195. Inventarisatie naar de mogelijkheden van een waarschuwingssysteem voor *Phytophthora infestans* in aardappelen. Dr. ir. H.T.A.M. Schepers, ing. E. Bouma, ir. C. Bus en ir. W.A. Dekkers, maart 1995..... f 15,-
194. Beheersing van lage-temperatuurbederf bij witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. A.R. Biesheuvel, ir. R.C.F.M. van den Broek, ing. P.M.T.M. Geelen en ing. J.G.M. Jeurissen, maart 1995 f 15,-
193. Het forceren van asperges in een geconditioneerde ruimte. J.T.K. Poll, ir. W. van

- den Berg en ir. C.F.G. Kramer, maart 1995 f 15,-
192. Optimalisering van de N-voeding van zetmeelaardappelen. Ir. C.D. van Loon, ing. K.H. Wijnholds en ir. A.H.M.C. Baltissen, maart 1995..... f 15,-
191. De invloed van plantveredeling, zaaitijdstip en koude-tolerantie op de stikstof benutting door maïs tijdens de jeugdgroei. Ing. D.A. van der Schans, ir. W. van Dijk en dr. ir. O. Dolstra, juni 1995 f 15,-
190. Teelt van crambe. Ing. N. van Dijk en ir. G.E.L. Borm, april 1995..... f 15,-
189. Maatregelen tegen verbruiningsziekte ter vergroting van de opbrengstzekerheid van karwij. Resultaten van onderzoek 1990-1994. Ir. A. Evenhuis en ing. B. Verdam, maart 1995..... f 25,-
188. Stikstofbemesting, zaaidichtheid en groeiregulatie bij haver. Dr. ir. A. Darwinkel, A.H.J. Rops en ing. K.H. Wijnholds, maart 1995 f 15,-
187. Reactie van graszaad op fosfaatbemesting. Ing. J.W. Steenhuizen, ing. J.G.N. Wander, ir. P.A.I. Ehlert en S. Vreeke, februari 1995 f 15,-
186. Resultaten bedrijfssystemen-onderzoek intensieve vollegrondsgroenten 1991-1993. Ing. M. van der Ham, februari 1995..... f 15,-
185. Ontwikkeling van een biotoets voor het aantonen van herinplantproblemen bij asperge. J.T.K. Poll en ing. Th. Huiskamp, december 1994 f 15,-
184. Vergelijking en verloop van de zaad- en carvonopbrengst van karwij en dille. Ing. H.J. van der Mheen, december 1994..... f 15,-
183. Effecten van plantdatum en plantdichtheid op groei, ontwikkeling, opbrengst en sortering van spruitkool (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*). Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, november 1994 f 15,-
182. Inventarisatie van onderzoeksvragen over de fosfaatvoorziening. Ing. J. Alblas, ir. W. van Dijk en ing. C.A.Ph. van Wijk, november 1994 f 15,-
181. Modificatie rassenkeuzetoets AM, PAGV en Hilbrands-laboratorium 1993. Ing. T.G. van Beers, drs. H. Regeer en ir. L.P.G. Molendijk, oktober 1994 f 15,-
180. Onkruidbestrijding in de teelt van zaaiuien met herhaalde toepassing van combinaties van herbiciden na opkomst. Ing. L. Hoekstra, oktober 1994 f 15,-
179. Herfstbehandeling van roodzwenk- en veldbeemdgewassen op zandgrond. Ir. G.E.L. Borm, oktober 1994 f 15,-
178. Onderzoek naar effectieve chemische bestrijding van bladvlekkenziekte en koprot en naar voorspelling van koprot in uien. Ir. C.L.M. de Visser, ing. L. Hoekstra en D. Hoek, augustus 1994 f 15,-
177. Vezelhennep als papiergrondstof; teeltonderzoek 1990-1993. Dr.ir. H.M.G. van der Werf en ing. W.C.A. van Geel, september 1994..... f 15,-
176. Bedrijfs-Systemen Onderzoek Vredepeel - Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1993. Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, ir. Y. Hofmeester en ir. F. Wijnands, september 1994 f 15,-
175. Inhoudelijke beschrijving van de teeltbegeleidingsssystemen BETA, CERA en KOBAS. Ir. W.A. Dekkers en ing. A. Grunefeld, augustus 1994 f 20,-
174. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in het Noordelijk kleigebied. Drs. A.T. Krikke en ing. A. Bos, augustus 1994 f 35,-
173. Opbrengst, rendement en kwaliteit van wintertarwe bij extensiever telen. Dr.ir. A. Darwinkel, juli 1994 f 15,-
172. Breken van storende lagen in zavelgronden in de Noordoostpolder. A.H.J. Rops,

	ing. C.A.M. Schouten, G.A. van Soesbergen en ing. J. Alblas, juli 1994	f 15,-
171.	Chemische bestrijding van valse meeldauw (<i>Bremia lactucae</i>) in sla. Ing. R. Meier, mei 1994	f 15,-
170.	Zaadkwaliteit en veldopkomst van witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. J.J. Neuvel en ir. W. van den Berg, mei 1994	f 15,-
169.	Optimalisatie van de teelt en afzet van kwaliteitsrogge voor de maalindustrie. Ing. S. Postma, april 1994	f 15,-
168.	Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van <i>Rhizobium phaseoli</i> bij stamslaboon <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Ing. J.J. Neuvel, ing. H.W.G. Floot, ing. S. Postma en ir. M.A.A. Evers, maart 1994	f 15,-
167.	Onderzoek naar de mogelijkheden van stikstofrijentoediening bij suikerbieten. M.A. van der Beek en P. Wilting, maart 1994	f 15,-
166.	De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Ing. E. Bouma en prof. dr. ir. L. Wartena, januari 1994	f 15,-
165.	Mens- en milieuvriendelijke treksystemen voor witlof: een verkenning van mogelijkheden. Ing. E.A. van Os, ir. C.F.G. Kramer, ir. G. van Kruistum, ing. F.X.C. Looijesteijn, dr. H.H.E. Oude Vrielink, januari 1994.....	f 15,-
164.	Zekerheid van de veldopkomst bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1993	f 15,-
163.	De waardplantgeschiktheid van groenbemestingsgewassen voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje. Ir. J.G. Lamers en ing. Js. Roosjen, december 1993.....	f 15,-
162.	Herfstbehandeling van Engels raaigras bestemd voor de eerste en tweede zaadoogst, en van veldbeemd en roodzwenk bestemd voor de tweede en latere zaadoogst op kleigronden. Ir. G.E.L. Borm, december 1993.....	f 20,-
161.	Bestrijding van het gerstevergelingsvirus in granen. Ing. R.D. Timmer, november 1993.....	f 15,-
160.	Rhizomanie-onderzoek 1990-1993. Ir. L.W. Ebbers, november 1993	f 15,-
159.	Onderzoek naar een systeem voor geleide bestrijding van bladvlekkenziekte in zaaiuien. Ir. C.L.M. de Visser, september 1993	f 25,-
158.	Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 1993.....	f 15,-
157.	The information model for crop protection in arable farming. Ir. A.J. Scheepens, april 1993	f 15,-
156.	Perspectieven van de teelt van brouwerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied. Ing. R.D. Timmer, april 1993.....	f 15,-
155.	Productie- en kwaliteitsverloop bij snijmaïs. Ing. D. van der Schans, ing. H.M.G. van der Werf MSc en ir. W. van den Berg, april 1993	f 15,-
154.	Gebruik van insectengaas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., februari 1993	f 15,-
153.	Arbeidsprestatie bij de oogst van ijsbergsla en bloemkool; een verkennende studie. Ing. C.I. Dekker en ing. B.J. van der Sluis, februari 1993	f 15,-
152.	Informatiemodel "gewasgroei en -ontwikkeling". Ir. P.W.J. Raven, ing. W. Stol, dr.ir. H. van Keulen, ing. R.F.I. van Himste, dr. M.A. van Oijen en ir. H. Marring, maart 1993.....	f 15,-

Publicaties

97.	Zorg voor kwaliteit en voedselveiligheid, oktober 1999.....	f 25,-
96.	Wildschade in Nederland. Ing. M.H. Zwart-Roodzant en ir. R. Stokkers, augustus 1999.....	f 25,-
95.	Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Ir. W. van Dijk, maart 1999.....	f 20,-
94.	Werkplan 1999, februari 1999.....	f 25,-
93.	Perspectieven voor akkerbouwbedrijven in het zetmeelaardappeltelend gebied. Ir. J. Smid, februari 1999.....	f 25,-
92.	Bedrijfssystemen-onderzoek vollegrondsgroenten Meterik Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, november 1998.....	f 25,-
91.	Bedrijfssystemen-onderzoek vollegrondsgroenten ROC Westmaas. Ing. J. Rovers, september 1998.....	f 25,-
90.	Bedrijfssystemen-onderzoek vollegrondsgroenten proeftuin Noord-Brabant. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, juni 1998.....	f 25,-
89.	Bedrijfssystemen-onderzoek vollegrondsgroenten/bloembollen proeftuin Zwaagdijk. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, mei 1998.....	f 25,-
88.	Werkplan 1998, februari 1998.....	f 25,-
87.	Perspectieven geïntegreerde akkerbouw in Noordoost-Nederland, februari 1998	f 25,-
86.	Perspectieven voor de akkerbouw in het Zuidwestelijk kleigebied. Ir. J. Smid, december 1997.....	f 15,-
85.	Kwantitatieve Informatie 1997/1998, december 1997.....	f 60,-
84.	Bedrijfsbegroten in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, september 1997.....	f 15,-
83.	Werkplan 1997, maart 1997.....	f 25,-
82.	Geagrificeerd ABC. Ir. H.B. Schoorlemmer, drs. J.P.P.J. Welten en drs. A.T. Krikke, maart 1997.....	f 25,-
81a.	Jaarboek 1995/1996 akkerbouw, december 1996.....	f 35,-
81b.	Jaarboek 1995/1996 vollegrondsgroenteteelt, december 1996.....	f 30,-
80.	Jaarverslag 1995, juli 1996.....	f 20,-
79.	Werkplan 1996, februari 1996.....	f 20,-
78a.	Jaarboek 1994/1995 akkerbouw, november 1995.....	f 30,-
78b.	Jaarboek 1994/1995 vollegrondsgroenteteelt, november 1995.....	f 30,-
77.	Jaarverslag 1994, juni 1995.....	f 20,-
76.	Werkplan 1995, januari 1995.....	f 20,-
75.	Kwantitatieve informatie 1995, december 1994.....	f 30,-
74.	Onkruidbestrijding in de graszaadteelt. Ir. P. Baltus, december 1994.....	f 15,-
73a.	Jaarboek 1993/1994 akkerbouw, november 1994.....	f 30,-
73b.	Jaarboek 1993/1994 vollegrondsgroenteteelt, november 1994.....	f 20,-
72.	Jaarverslag 1993, mei 1994.....	f 20,-
71.	Werkplan 1994, februari 1994.....	f 15,-
70a.	Jaarboek 1992/1993 akkerbouw, oktober 1993.....	f 30,-
70b.	Jaarboek 1992/1993 vollegrondsgroenteteelt, oktober 1993.....	f 20,-
69.	Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993.....	f 30,-

- | | |
|---|--------|
| 68. Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig.
Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993 | f 20,- |
| 67. 28 jaar De Schreef, april 1993 | f 40,- |
| 65. Werkplan 1993, februari 1993 | f 15,- |

Themaboekjes

- | | |
|--|--------|
| 21. Ruwvoederproductie bij droogte, mei 1998 | f 20,- |
| 20. Vollegrondsgroente telen met perspectief, januari 1998 | f 15,- |
| 19. Themadag maïs, november 1995 | f 15,- |
| 18. Stikstofstromen in de vollegrondsgroenteteelt, december 1994 | f 15,- |
| 17. Agrificatie en 'nieuwe' gewassen, maart 1994 | f 35,- |
| 16. Aardappelen, december 1993 | f 25,- |
| 15. Duurzame onkruidbestrijding, november 1993 | f 25,- |

Teelthandleidingen

- | | |
|---|--------|
| 88. Teelt van zetmeelaardappelen, november 1999 | f 35,- |
| 87. Teelt van zomergerst, mei 1999 | f 25,- |
| 86. Teelt van radicchio, mei 1999 | f 25,- |
| 85. Teelt van vezelvlas, februari 1999 | f 25,- |
| 84. Teelt van luzerne, december 1998 | f 25,- |
| 83. Teelt van sjalotten, september 1998 | f 25,- |
| 82. Teelt van rabarber, juni 1998 | f 25,- |
| 81. Teelt van plantuien, april 1998 | f 25,- |
| 80. Teelt van witte asperges, januari 1998 | f 30,- |
| 79. Teelt van witlof en roodlof, januari 1998 | f 50,- |
| 78. Teelt van kruidenwortelgewassen Angelica, Levisticum en Valeriana, oktober 1997 | f 25,- |
| 77. Teelt van spruitkool, september 1997 | f 25,- |
| 76. Teelt van wintertarwe, maart 1997 | f 25,- |
| 75. Teelt van knoflook, januari 1997 | f 15,- |
| 74. Teelt van bosui, januari 1997 | f 15,- |
| 73. Teelt van sluitkool, oktober 1996 | f 35,- |
| 72. Teelt van pootaardappelen, augustus 1996 | f 35,- |
| 71. Teelt van krotten, juli 1996 | f 35,- |
| 70. Teelt van Chinese kool, februari 1996 | f 20,- |
| 69. Teelt van graszaad, oktober 1995 | f 25,- |
| 68. Teelt van peulen en doperwten voor de verse markt, juli 1995 | f 25,- |
| 67. Teelt van courgette en pompoen, april 1995 | f 25,- |
| 66. Teelt van stamslabonen, december 1994 | f 40,- |
| 65. Teelt van andijvie, december 1994 | f 30,- |
| 64. Teelt van suikerbieten, september 1994 | f 30,- |
| 63. Teelt van sla, augustus 1994 | f 40,- |
| 62. Teelt van bleekselderij, maart 1994 | f 25,- |
| 61. Teelt van haver, februari 1994 | f 20,- |
| 60. Teelt van karwij, januari 1994 | f 15,- |
| 59. Teelt van dille, januari 1994 | f 15,- |

58. Teelt van maïs, december 1993	f 25,-
57. Teelt van consumptie-aardappelen, november 1993	f 30,-
56. Teelt van prei, oktober 1993	f 30,-
55. Teelt van knolvenkel, augustus 1993	f 25,-
54. Teelt van broccoli, juli 1993	f 30,-
53. Teelt van suikermaïs, juli 1993	f 25,-
52. Teelt van zaaiuien, juni 1993	f 30,-
51. Teelt van bloemkool, april 1993	f 35,-
50. Teelt van Digitalis lanata, februari 1993	f 10,-
49. Teelt van thijm, februari 1993	f 10,-

WORDT ABONNEE VAN HET PAV

De uitgaven van het PAV zijn los te bestellen, maar ook via een abonnement. Wat zijn de mogelijkheden?

Pakket-abonnementen:

PAV-uitgaven	Akkerbouw	Vollegrondsgroente	Totaal
Werkplan			+
Jaarverslag	+	+	+
PAV-bulletin Akkerbouw	+		+
PAV-bulletin Voll. groente		+	+
Kwantitatieve Informatie	+	+	+
Teelth. Akkerbouw	+		+
Teelth. Voll. groente		+	+
Publicaties Akkerbouw	+		+
Publicaties Voll. groente		+	+
Publicaties Algemeen	+	+	+
prijs per jaar (f)	125,-	125,-	225,-

Deel-abonnementen

Deel-abonnementen zijn mogelijk op:

PAV-bulletin Akkerbouw (f 75,- per jaar)

PAV-bulletin Vollegrondsgroente (f 75,- per jaar)

Bestelabonnement voor losse PAV-uitgaven (f 25,- per jaar).

U kunt zich schriftelijk, telefonisch of per fax opgeven voor een pakket-abonnement of een deel-abonnement. Zie voor de benodigde gegevens onder colofon (binnenkant omslag).

Losse bestellingen

U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgirorekening nr. 22.49.700 van het PAV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.