

teelt van CONSUMPTIE-AARDAPPELEN

teelthandleiding nr. 57
november 1993

Auteurs : ir.C.D. van Loon, ir. A. Veerman en
ir. C.B. Bus
Bureauredactie : S. Zwanepol

Voor het kritisch doorlezen van gedeelten van de tekst komt dank toe aan: J. van Balen (DLV), ing. C.C.M. van de Boogaart (DLV), P.van der Eijk (DLV), ing. R. Metselaar (DLV), ing. K.B. van Bon (IKC-AGV), ing. H. Campmans (IKC-AGV), ing. D.N. de Ridder (IKC-AGV), ing. A. Scheer (IKC-MKT), ir. J.G. Lamers, ir. L.P.G. Molendijk, dr. ir. R.Y. van der Weide en ir. F.G. Wijnands.

Voorts komt dank toe aan IKC-MKT, IKC-AGV en de heren G. en C. Joppe te Melissant voor het beschikbaar stellen van fotomateriaal.



157 012 3

Inhoud

Inleiding	7
De aardappel in de wereld	7
De aardappel in Nederland	8
Morfologie (bouw) van de aardappelplant	9
Het loof	9
De knollen	10
De wortels	12
Bloei en besvorming	12
Factoren die de produktiesnelheid beïnvloeden	13
Productie van droge stof	13
Fotosynthese (= assimilatie)	13
Ademhaling (= dissimilatie)	13
Factoren die de productie van droge stof beïnvloeden	13
Lichtintensiteit	13
Water	14
Temperatuur	15
Kooldioxide	15
Leeftijd van het blad	15
Nutriënten	15
Hoe komt de knolopbrengst van een gewas tot stand?	16
Groeipatroon	16
Periode tussen poten en opkomst	16
Periode van loof- en knolgroei	16
Factoren die het groeipatroon beïnvloeden	17
Periode tussen poten en opkomst	17
Periode van loof- en knolgroei	18
Dagelijkse productie van droge stof	19
Seizoensproductie van droge stof	20
Droge-stofverdeling	21
Droge-stofgehalte van de knollen	21
Potentiële productie	21
Vruchtopvolging	23
Teeltfrequentie	23
Voorvrucht	24
Rassenkeuze	25
Pootgoedbehandeling	26
Fysiologie van de knol	26
Factoren die de lengte van de kiemrust bepalen	26
Factoren die de kiemgroei beïnvloeden	26

Fysiologische leeftijd van de knol en groeiverloop van het gewas	27
Pootgoedbehandeling	28
Standdichtheid	32
Opbrengst	32
Sortering.....	32
Pootgoedbehoefte per ha.....	33
Standdichtheid en rijenafstand	34
Standdichtheid en knokwaliteit	34
Potermaat en gewasontwikkeling.....	34
Snijden van pootgoed.....	35
Bemesting	36
Stikstof	36
Effecten op gewas en omgeving	36
Richtlijnen.....	37
Bijzondere situaties	38
Aftrekposten	38
Methoden om de stikstofbemesting te optimaliseren	39
Rijenbemesting	41
Toediening	41
Fosfaat	42
Kali en chloor.....	43
Magnesium.....	46
Sporenelementen.....	46
Pootbedbereiding en poten	47
Pootbedbereiding	47
Poten.....	48
Rugopbouw	51
Onkruidbestrijding	53
Mechanische onkruidbestrijding.....	53
Chemische onkruidbestrijding	53
Onkruidbestrijding in het begin van het groeiseizoen	53
Onkruidbestrijding later in het groeiseizoen	56
Ziekten en plagen	57
Ziekten veroorzaakt door schimmels, bacteriën en virussen.....	57
Phytophthora.....	57
Rhizoctonia	62
Gewone schurft	64
Netschurft.....	65
Fusarium-droogrot.....	65
Overige schimmelziekten	66
Phoma of gangreen.....	66
Roodrot	66
Verticillium of verwelkingsziekte.....	66
Sclerotinia of rattekeutelziekte	67

Bacterieziekten.....	67
Virusziekten.....	67
Beschadigingen veroorzaakt door dieren.....	70
Aardappelcysteaaltjes.....	70
Het maïswortelknobbelaaltje, Meloidogyne chitwoodi.....	78
Het noordelijk wortelknobbelaaltje, Meloidogyne hapla.....	78
Wortellesieaaltje, Pratylenchus spp.	79
Vrijlevende wortelaaltjes, Trichodoridae.....	79
Bladluizen.....	79
Toprol.....	80
Coloradokever.....	80
Aardappelstengelboorder.....	81
Aardrups.....	81
Ritnaald.....	81
Slak.....	82
Aardappelopslag.....	82
Aardappelopslag uit knollen.....	82
Aardappelopslag uit zaad.....	82
Bijzondere verschijnselen	84
Onderzeeërs.....	84
Doorwas.....	84
Holheid.....	85
Groeischeuren en andere knolmisvormingen.....	86
Roestvlekken.....	87
Zwarte harten.....	87
Naveleindverkleuring en naveleindrot.....	87
Beregening	89
Beregening en opbrengst.....	89
Beregening en kwaliteit.....	89
Wanneer beregenen?.....	89
Hoe beregenen?.....	90
Beregenen met zout water.....	91
Loofvernietiging	92
Loofklappen.....	92
Doodspuiten.....	93
Loofbranden.....	94
Doodspuiten en doorwas.....	94
Oogst	95
Rooibeschadiging.....	95
Rooiverlies.....	96
Moederknollen.....	96
Spuitsporen.....	96
Oogsten in twee werkgangen.....	97
Bewaring	98
Inleiding.....	98

Drogen van aardappelen.....	99
Wondheling	102
Koelen en bewaren	103
CO ₂ en bakkleur.....	105
Toepassing van kiemremmingsmiddelen	106
Enkele eisen en specificaties voor luchtgekoelde aardappelbewaarplaatsen	107
Opwarmen van aardappelen	109
Optreden van ziekten en gebreken tijdens de bewaring.....	111
Probleempartijen	113
Kwaliteitseigenschappen.....	114
Uitwendige eigenschappen en gebreken	114
Knolvorm	114
Oogdiepte.....	114
Schilkleur.....	114
Kieming	114
Beschadiging.....	115
Gewone schurft, netschurft, zilverschurft en Rhizoctonia.....	115
Inwendige eigenschappen en gebreken.....	115
Droge-stofgehalte.....	115
Glazigheid	117
Stootblauw	118
Onderhuidse verkleuringen, anders dan blauw	119
Holheid en roestvlekken	120
Bakkleur (gehalte aan reducerende suikers).....	120
Gruauwkleuring na koken en voorbakken	121
Nitraatgehalte.....	122
Gehalte aan glyco-alkaloïden.....	123
De teelt van vroege aardappelen	125
Uitbetaling naar kwaliteit	127
Saldoberekeningen	129
Geraadpleegde literatuur	133

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 Piemontese 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 met het toeslaan van de schimmelziekte *Phytophthora infestans*. In grote delen van Europa mislukten de oogsten van 1845 en 1846 grotendeels; de hongersnooden 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 op dit moment na maïs het gewas met wereldwijd de grootste verspreiding. 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 energieproductie als de eiwitproductie 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 gehalten aan andere stoffen, zoals vitamine-C. Niet al-

Tabel 1. Totale productie (x miljoen ton) en opbrengst per hectare (ton), (FAO production yearbook 1991).

	productie	opbrengst per hectare
wereld	261,2	14,7
ontwikkelde landen	177,9	16,0
ontwikkelingslanden	83,2	12,6
Europa	85,1	20,3
Nederland	6,7	38,4

leen 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 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

en Bintje hebben gekweekt. Deze rassen treffen we nog altijd aan op de Nederlandse Rassenlijst. Het op gang komen van de ontwikkeling van het landbouwkundig onderzoek en 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 verwerkende industrie zich explosief ontwikkeld tot de grootste afnemer van consumptie-aardappelen. Deze industrie stelt specifieke eisen aan de eigenschappen van de aardappelen, wat heeft geleid tot een specifieke teelt en bewaring van aardappelen voor verwerking.

In de periode 1955 tot 1980 is de productie van aardappelen in Nederland met maar liefst 65% gestegen. De productie per hectare was in 1991 een factor 2,6 hoger dan de gemiddelde productie in de wereld (tabel 1). De enorme stijging van de opbrengsten per hectare is bereikt door een grote inzet van bemesting, mechanisatie en gewasbescherming en kennis over de toepassing daarvan. De inzet van (organische) meststoffen en bestrijdingsmiddelen heeft in een aantal gevallen een dusdanig niveau bereikt, dat de uitwerking ervan op het milieu maatschappelijk niet langer wordt aanvaard. Het voldoen aan randvoorwaarden die de milieubelasting door de landbouw en ook de aardappelteelt aanvaardbaar moeten maken, zal in de komende jaren een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van de teelt. Dit gegeven is een belangrijk onderdeel van de context waarin deze teelthandleiding voor consumptie-aardappelen werd geschreven.

Morfologie (bouw) van de aardappelplant

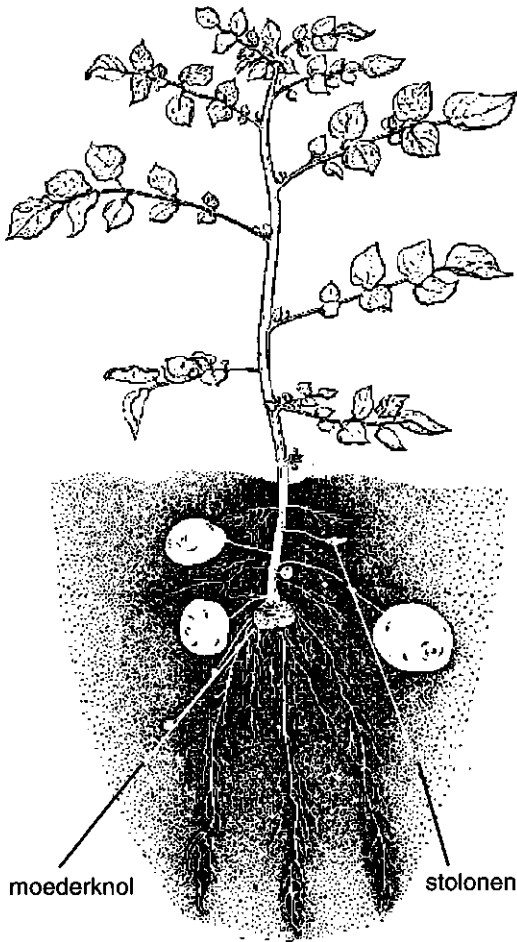
De aardappel maakt, evenals tomaat, aubergine, tabak, Spaanse peper en petunia, deel uit van de Solanaceae-familie. De geslachtsnaam waaronder de aardappel thuishoort, is *Solanum*. Tot dit geslacht behoren ook tomaat en bitterzoet. De volledige soortnaam van de cultuuraardappel is *Solanum tuberosum*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

stengels, wortels en knollen (zie ook afbeelding 1).

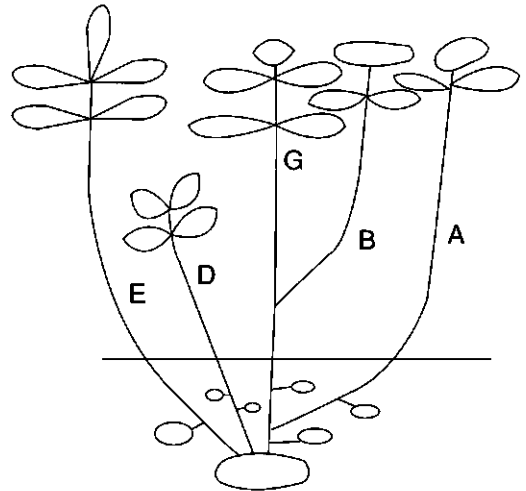
Het loof

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



Afb. 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 overschaduwed; levert geen marktbaare knollen.

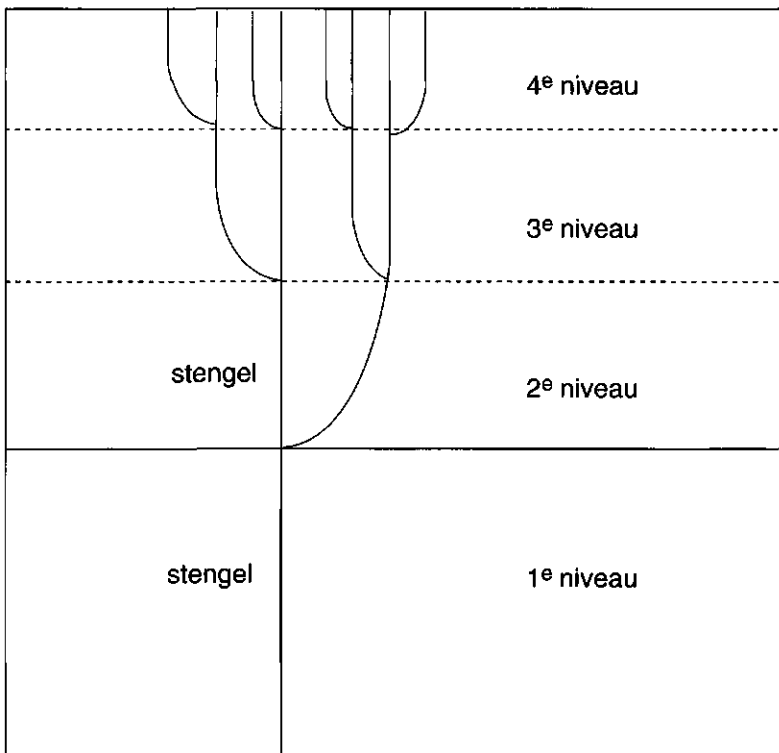
Afb. 2. Hoofdstengels en zijstengels (Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volleggrond).

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 gassen, 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. 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.

De knollen

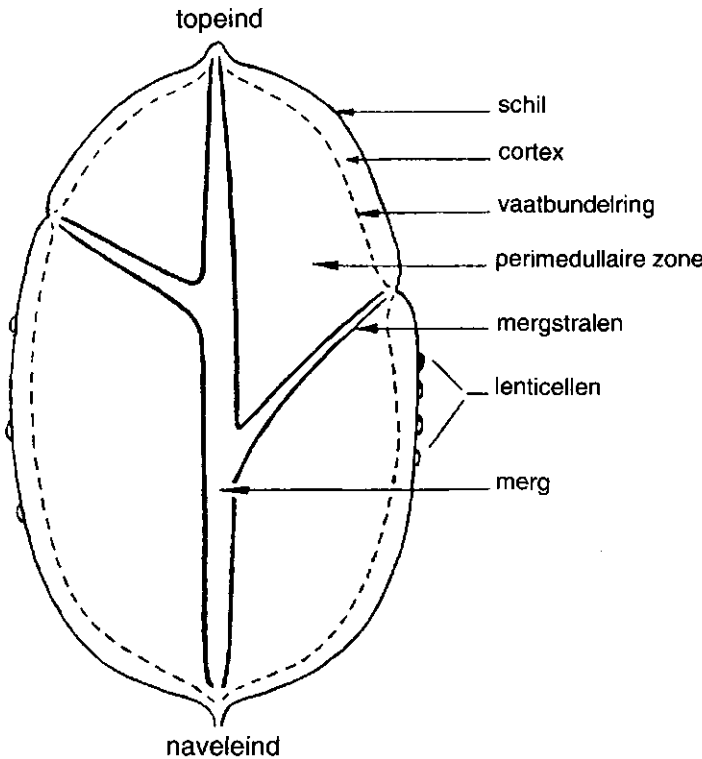
Uit de okselknoppen van het ondergrondse deel van de stengels kunnen stolonen groeien. Stolonen zijn stengeldelen die in het donker horizontaal groeien en zich, net als stengels, kunnen vertakken.



Afb. 3. Schematische weergave van een aardappelstengel met vertakkingen.

Aan de uiteinden van de stolonen worden de knollen aangelegd. We spreken van knolaanleg 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 navelind, 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 bestaat uit een aantal lagen verkurkte cellen:

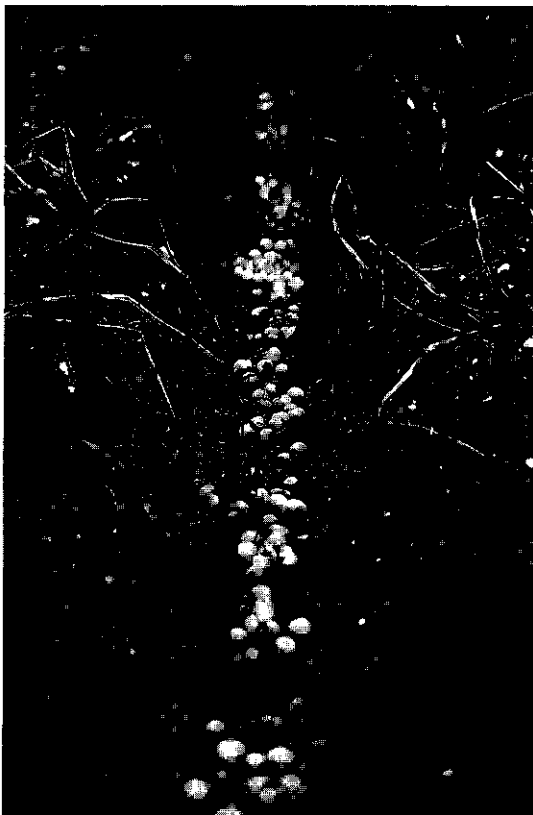
het periderm. Deze verkurkte laag bestaat bij een afgerijpte knol uit 5 tot 15 cellagen en beschermt de knol tegen micro-organismen en vochtverlies. Vlak onder de verkurkte zone zit het delingsweefsel dat de verkurkte cellen heeft geproduceerd: het kurkcambium. Onder het kurkcambium ligt de schors waarin zetmeel ligt opgeslagen. Na de schors volgt de vaatbundelring. Deze ring loopt vanaf het navelinde door de hele knol en heeft vertakkingen naar alle ogen. Door de ring verloopt het transport van water, mineralen en koolhydraten. Tijdens de groei verloopt het transport vanuit de stolon de knol in, tijdens de kieming verloopt het transport in de richting van de kiemen. Wanneer een knol wordt beschadigd, wordt op de plaats van beschadiging een nieuwe kurklaag gevormd om de bescherming van de knol te herstellen. Dit proces van wondhe-



Afb. 4. Lengtedoorsnede van een aardappelknol (schematisch).

ling verloopt het best bij een temperatuur van 12 tot 18° C, een hoge relatieve luchtvochtigheid en de aanwezigheid van voldoende zuurstof.

Een aardappelknol die in licht te kiemen wordt gezet, vormt zogenaamde lichtkiemen. De kiemen zijn het begin van de stengels en ze 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 kan de aanleg van wortels zichtbaar worden. Lichtkiemen bezitten een aantal per ras kenmerkende eigenschappen. Dit zijn onder andere kleur, 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.



Afb. 5. Bessen uit aardappelzaad in de geul.

De 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 langedaglengthe. 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 bloei. Ook rassen die normaal gesproken geen bloemen vormen (bijvoorbeeld Bintje) 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° C) 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 daarin 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.

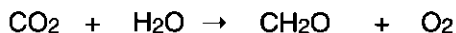
Factoren die de produktiesnelheid beïnvloeden

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 en het droge-stofgehalte van de knollen van belang. In dit hoofdstuk wordt besproken welke factoren van invloed zijn op de produktiesnelheid van de aardappelplant. Daarnaast wordt uiteengezet hoe het groeipatroon van de aardappel gedurende het seizoen er uitziet en waardoor het wordt beïnvloed.

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 kooldioxide 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:



kooldioxide + water → koolhydraat + zuurstof

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 plantedelen. 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 plantedelen en de derde vorm is voor het onderhoud van diezelfde plantedelen. 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 plantedelen.

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 de productie van droge stof beïnvloeden

Veel factoren hebben een directe of indirecte invloed op de fotosynthese en ademhaling en op 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. Ongeveer de helft 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 verdamping 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

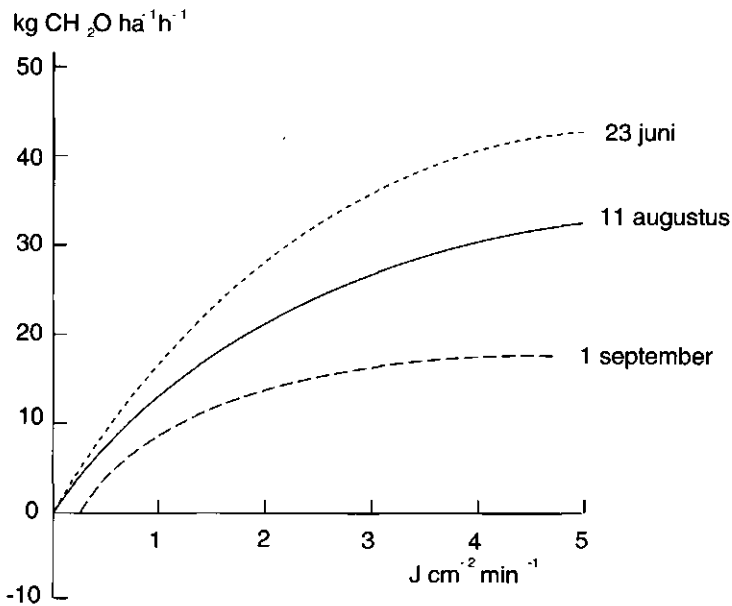


Fig. 1. De fotosynthese-snelheid in relatie tot de lichtintensiteit (naar Bodlaender, 1977).

meeropbrengst). Dit betekent in ons land dat op een zwaar bewolkte dag in de zomer de fotosynthese-snelheid 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, de knollen voor 75 à 80%. Een opbrengst van 50 ton aardappelen bevat dus ongeveer 40.000 liter water.

Het is echter de verdamping - ook wel trans-

piratie 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, dan worden de huidmondjes (gedeeltelijk) gesloten om uitdroging van de plant te voorkomen. Doordat de huidmondjes sluiten, kan echter minder kooldioxide worden opgenomen, waardoor de assimilatiesnelheid 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 optimum-temperatuur. Vooral boven de 30° C neemt de fotosynthese-snelheid echter 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 kooldioxidegehalte van de lucht neemt de assimilatiesnelheid 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 kool-dioxide 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, dan worden de huidmondjes (gedeeltelijk) gesloten. Dit leidt tot een afname van het stomataire geleidingsvermogen (figuur 2). Dit betekent dat de aanvoer van kool-dioxide geremd wordt en dat de 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 door jongere bladeren. Voor een maximale seizoensproductie van een gewas is het noodzakelijk dat tot 5 à 6 weken voordat de afrijping van het gewas begint, nieuw blad wordt gevormd, zodat bovenin het gewas blad aanwezig blijft met een hoge maximale fotosynthese-snelheid.

Nutriënten

De bovenstaande relaties tussen klimaatsfactoren en de aardappelplant zijn hierboven beschreven voor de situatie dat de plant naar behoren is voorzien van nutriënten. Wanneer echter tekort aan één of meerdere voedings-elementen optreedt, worden de relaties anders. Wanneer bijvoorbeeld een tekort aan stikstof ontstaat, loopt de maximale fotosynthese-snelheid terug en deze wordt bereikt bij een lagere lichtintensiteit. Het effect is dus vergelijkbaar met veroudering van het blad. De voorziening van een aardappelgewas met nutriënten wordt uitvoeriger besproken in het hoofdstuk 'Bemesting'.

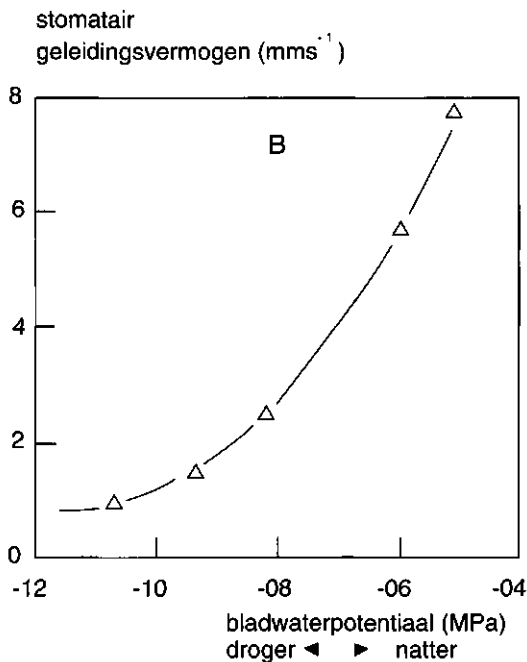


Fig. 2. Het stomatair geleidingsvermogen in relatie tot de bladwaterpotentiaal (naar Vos en Oyarzun, 1987).

Hoe komt de knolopbrengst van een gewas tot stand?

De uiteindelijke knolopbrengst van een gewas consumptie-aardappelen wordt in hoofdzaak bepaald door de hoeveelheid droge stof die het gewas in de loop van het seizoen produceert (produktie per dag maal aantal dagen), door de hoeveelheid die het gewas zelf verbruikt en door de manier waarop de geproduceerde droge stof wordt verdeeld over de verschillende delen van de plant.

Groeipatroon

De groei van de verschillende delen van de aardappelplant gedurende het groeiseizoen is een voor de aardappelplant karakteristiek proces. Er kunnen drie fasen worden onderscheiden:

- de periode tussen poten en opkomst;
- de periode van loofgroei;
- de periode van knolgroei.

De laatste twee fasen overlappen elkaar gedeeltelijk: tijdens de het eerste deel van de knolgroei vindt nog loofgroei plaats.

De hier geschetste openvolging van perioden is slechts een kwalitatieve weergave van het groeipatroon. In welke kwantitatieve verhoudingen in bovengenoemde fasen de droge stof wordt verdeeld over de verschillende plantdelen (loof, wortels, stolonen en knollen) wordt wederom mede bepaald door een groot aantal factoren: temperatuur, daglengte, watervoorziening, lichtintensiteit, stikstofvoorziening, fysiologische leeftijd van de moederknol en plantdichtheid. De reactie op de verschillende factoren verschilt bovendien per ras.

Veel factoren beïnvloeden het groeipatroon van een aardappelgewas en zijn daardoor in belangrijke mate bepalend voor opbrengstverschillen tussen percelen en regio's. Niet alle verschillen kunnen namelijk worden verklaard uit verschillen in (netto) fotosynthese en de lengte van het groeiseizoen. Een verschil is bijvoorbeeld dat het ene ras een gro-

ter aandeel van de geproduceerde droge stof in de knollen investeert dan het andere.

Periode tussen poten en opkomst

De vorming van kiemen gevolgd door de vorming 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 de kieming en 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. Hierdoor wordt de opkomst 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 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 al snel na de knolaanleg 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

ton per ha

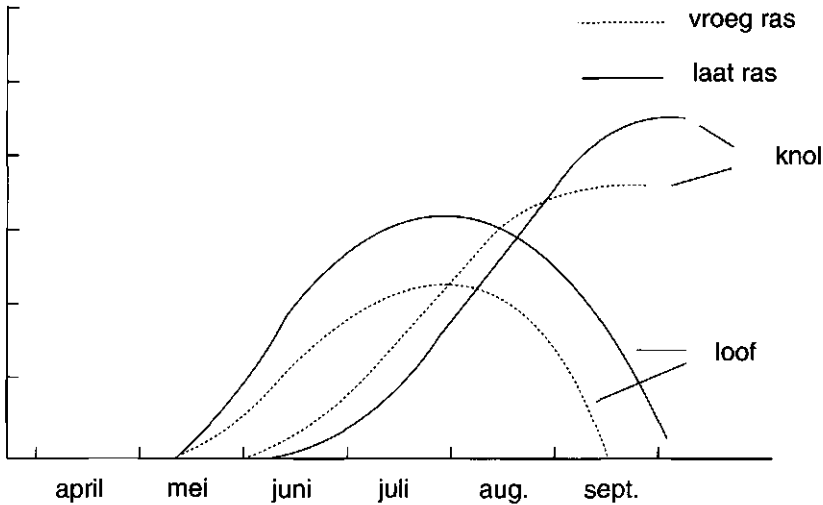


Fig. 3. Het groeipatroon van een vroeg en een laat ras (naar Beukema en van der Zaag, 1990).

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, maar doordat het late gewas 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 ontwikkelt.

Welk gewas de voorkeur heeft, hangt af van de bestemming (vroeg markt, 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 volggewas en het optreden van droogteperiodes 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, dan kunnen de kiemen wortels vormen en uitgroeien. In een grofkluitige, droge grond is de aansluiting van de grond op de kiemen minder goed en is de kans groot dat een aantal kiemen niet uitgroeit. Op zware grond is daarom als regel

het aantal stengels per knol lager dan op zavelgrond.

Periode van loof- en knolgroei

Daglengte en temperatuur

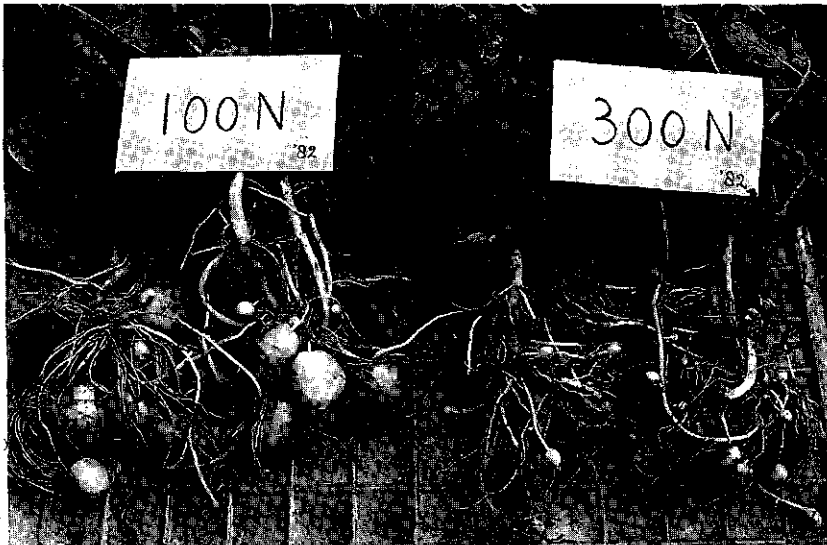
Het groeipatroon van loof en knollen wordt in belangrijke mate beïnvloed door de daglengte en de temperatuur. Deze twee factoren worden samen behandeld, omdat ze een gecombineerd effect hebben op de groei van de aardappelplant.

Bij een korte daglengte wordt relatief weinig loof gevormd en worden knollen al snel na opkomst van het gewas aangelegd. Bij een lange daglengte 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 daglengte. Ieder ras heeft een kritische daglengte. Dat houdt in dat een ras alleen knollen gaat vormen wanneer de daglengte korter of gelijk is aan die kritische daglengte. Late rassen die in ons land (lange dag) worden geteeld, hebben een kortere kritische daglengte dan de vroegere rassen. Naarmate latere rassen bij kortere daglengte worden ge-

teeld, gaan ze zich meer gedragen als vroege gewassen. Sommige late rassen met een erg korte kritische daglengte 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 daglengte er uitziet. In het algemeen is het zo dat lage temperaturen, vooral lage nachttemperaturen, en korte daglengte de knolaanleg vervroegen en dat omgekeerd lange daglengte en hoge temperaturen de knolaanleg vertragen. 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 daglengte is bij lage en gematigde temperaturen (tot 20° C) sterker bij late dan bij vroege rassen.

Wanneer de knollen eenmaal zijn gevormd, zijn de effecten van daglengte 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.



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

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 daglengte knollen vormen, wordt bij lange daglengte de knolaanleg vertraagd of zelfs voorkomen. Rassen die zijn aangepast aan een lange daglengte gedragen zich bij korte dagen als vroegere rassen.

Lichtintensiteit

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

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, ontstaan er problemen met de opkomst en een trage ontwikkeling van het loof. De nadelige effecten zijn onder lange-dagcondities, zoals in Nederland, minder uitgesproken dan onder korte-dagcondities. Korte-dagcondities heersen in veel van de landen waarheen Nederland pootgoed exporteert.

Stikstof

Wanneer een gewas met veel stikstof is bemest, wordt er meer loof gevormd. Dit kan tot gevolg hebben dat de aanleg van knollen wordt uitgesteld, maar een belangrijker effect is 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 produktie 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, doordat met het oog

op een tijdige oogst het loof 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 (c.q. doodgespoten met behulp van veel actieve stof) hetgeen nadelig is voor de kwaliteit van de te oogsten aardappelen. Daarnaast heeft een hoge stikstofbemesting ook op andere manieren negatieve gevolgen voor de kwaliteit. Bij het streven naar een matige stikstofbemesting kan deling van de stikstofgift in combinatie met het gebruik van de 'bladsteeltjesmethode' een goed hulpmiddel zijn. Deze methode wordt beschreven in het hoofdstuk 'Bemesting'.

Water

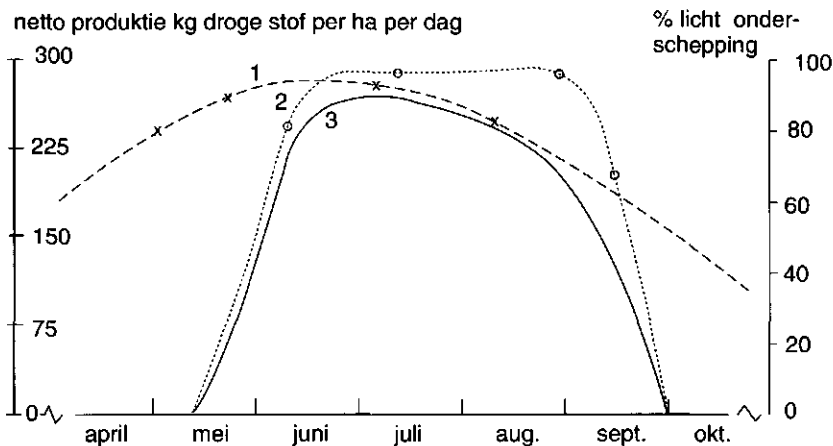
Naarmate water gemakkelijker opneembaar is, is de loofgroei uitbundiger. Dit is één van de redenen waarom er vaak op beregende en vochthoudende zand- en dalgrond meer loof wordt gevormd dan op kleigronden. Hierin speelt echter ook stikstof een rol. Door de aanwezigheid van veel water is ook de aanwezige 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 produktie van droge stof

Voor een hoge dagelijkse droge-stofproduk-



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

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

tie 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 produktie 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 buurt van hun optimum bevinden. Alleen dan kan het gewas een produktie bereiken die in de buurt komt van de produktie die op een dag maximaal mogelijk is.

Seizoensproduktie 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 seizoensproduktie is het daarom nodig dat de bodem zo lang mogelijk volledig met loof wordt bedekt. Dit vraagt een snelle beginontwikkeling en het 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. Ook kan de teelt worden vervroegd door de aardappelruggen na het poten af te dekken met plastic. De mogelijkheid tot vroeg poten kan echter worden beperkt door eigenschappen van ras en bodem en door de temperatuur. Sommige rassen verdragen het slecht om in een te koude grond te worden gepoot. Wanneer het doel van de teelt niet de vroege consumptiemarkt betreft, moet het ras vol-

doende laatrijpend zijn om vroeg poten en voorkiemen zinvol te laten zijn. Wanneer immers een ras na voorkiemen niet meer in staat is om tot eind augustus groen te blijven, dan gaat het voordeel van voorkiemen aan het eind van het seizoen weer verloren. Naarmate een ras nog later afrijpt, kan ook aan het eind van het groeiseizoen de groeiperiode worden verlengd. Ook dit wordt echter beperkt. In dit geval is het de toenemende kans op slechte rooi-omstandigheden die de lengte van het groeiseizoen beperkt. Hoe sterk deze beperking geldt, hangt uiteraard af van de grondsoort en het weer. Met het oog op de knolkwaliteit moet het gewas op het moment van loofvernietiging al vrij ver zijn afgerijpt. Bij voorkeur moet de grondbedekking met groen loof dan niet meer dan circa 40% bedragen.

Voor een voldoende lang groeiseizoen is het 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 onbeperkt met stikstof worden verlengd. De rijptijd van het ras kan deze mogelijkheid beperken.

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 noemt men de oogstindex. 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 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 (onderwatergewicht) 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 zo lang mogelijk de bodem 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 versgewicht betekent dit een knolopbrengst van ongeveer 100 ton. Niet alle rassen zijn echter in staat om zo'n lange groeiperiode vol te maken. Daarnaast is het bijvoorbeeld op zware grond in verband met oogstrisico niet verstandig om gewassen zo lang groen te houden. Voor het ras Bintje is een maximale groeiperiode van ± 20 mei tot ± 10 september realistischer. Bij een snelle beginontwikkeling in het voorjaar betekent dat een potentiële productie van 80 ton.

Er zijn verschillende redenen waarom meestal de potentiële productie niet wordt gehaald. Om te beginnen kan het voorkomen dat het maximaal aantal groeidagen niet kan worden gehaald, bijvoorbeeld door laat poten of een trage beginontwikkeling. Het loof moet gedurende de gehele periode gezond en onbeschadigd blijven. Door ziekten en plagen en gebrek aan nutriënten kan de oppervlakte

en/of het functioneren van het loof verminderen, waardoor eveneens de hoeveelheid onderschepte 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 produktiesnelheid af, waardoor de maximale dagproductie niet wordt gehaald.

Vruchtopvolging

Zowel de voorvrucht als de frequentie in het bouwplan kunnen opbrengst en kwaliteit van aardappelen beïnvloeden. Daarnaast heeft de teeltfrequentie ook effect op de bodemvruchtbaarheid. Teveel aardappelen (en andere rooivruchten) in het bouwplan leidt tot een verslechtering van de bodemstructuur en tot het optreden van bodemgebonden ziekten en plagen.

Teeltfrequentie

Naarmate het aandeel van aardappelen in het bouwplan groter is, neemt de opbrengst in het algemeen af, zoals enkele vruchtwisselingsproeven hebben aangetoond (tabel 2).

Uit de tabel blijkt dat - althans in de IJsselmeerpolders bij het ras Bintje - de teeltfrequentie een groot effect op de opbrengst kan hebben. In Westmaas is echter geen opbrengstverschil geconstateerd tussen 1 op 3 en 1 op 4 teelt. Eén keer in de twee jaar aardappelen leidde wel tot een flinke opbrengstdaling te opzichte van een ruimere vruchtwisseling. Gebleken is dat de opbrengstdaling bij een frequentere teelt op kleigrond vooral wordt veroorzaakt door bodemgebonden ziekten als *Verticillium*, netschurft en in mindere mate *Rhizoctonia*. Als rassen worden geteeld die tolerant zijn voor *Verticillium* en/of resistent tegen netschurft dan is de opbrengstda-

ling als gevolg van frequente teelt gering, zo is uit PAGV-onderzoek gebleken. Verder speelt ook de verslechterende bodemstructuur bij nauwe rotaties een rol bij de opbrengstdaling.

Behalve de opbrengst wordt ook de knolkwaliteit negatief beïnvloed bij toenemende frequentie van de aardappelteelt. Op 'De Schreef' werd een toename van zowel netschurft als het aandeel misvormde knollen in de oogst gevonden.

Op zandgrond blijken minstens zo grote opbrengstreducties als gevolg van een hoge teeltfrequentie te kunnen optreden als op kleigrond (tabel 3). Bij dit door de Landbouwuniversiteit uitgevoerde onderzoek bleken *Verticillium dahliae*, het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne spp.*) en *Rhizoctonia solani* de veroorzakers te zijn van de opbrengstverliezen.

Bij de keuze van de teeltfrequentie kan, afgezien van economische motieven, ook een besmetting met aardappelmoehed een rol spelen. Dat geldt met name bij besmettingen met populaties waartegen geen resistente rassen aanwezig zijn. Wat de maximale teeltfrequentie met het oog op een duurzame landbouw mag zijn, is moeilijk precies aan te geven. Vrij algemeen wordt echter aangenomen dat 25% aardappelen in het bouwplan (1 : 4) wel het maximum is.

Tabel 2. Effect van de teeltfrequentie op de afleverbare opbrengst van Bintje-consumptie-aardappelen, geteeld op een drietal locaties op kleigrond (naar Lamers en Hoekstra, 1989).

teeltfrequentie	De Schreef	PAGV	Westmaas
eerste keer aardappelen	123		
1 : 6	116		
1 : 4	105		100
1 : 3	100	100	100
1 : 2		97	90
1 : 1		81	

Tabel 3. Effect van de teeltfrequentie en van nematiciden-behandeling op de eindopbrengst (in relatieve cijfers, 1 : 5 zonder nematiciden = 100) van aardappelen, ras Element, op zandgrond (Scholte, 1990).

teeltfrequentie	opbrengst	
	zonder nematiciden	met nematiciden
1 : 1	63	80
1 : 2 (maïs-aardappelen)	87	97
1 : 2 (suikerbieten-aardappelen)	74	92
1 : 5	100	116

Voorvrucht

De meeste gewassen zijn in principe geschikt als voorvrucht voor aardappelen. Toch is uit onderzoek van Hoekstra op ondermeer 'De Schreef' gebleken, dat een aantal voorvruchten tot opbrengstverlaging aanleiding kan geven. Dit geldt in de eerste plaats suikerbieten, die in een 1 op 3 rotatie ten opzichte van graszaad tot een 9% lagere aardappelopbrengst leiden. Ook vlinderbloemigen als peulvruchten, rode klaver en luzerne bleken echter minder goede voorvruchten. Rode klaver en luzerne voor aardappelen gaven opbrengstdalingen bij het ras Bintje van circa 5% ten opzichte van haver als voorvrucht. Bintje-opbrengsten na erwten bleken gemiddeld over 15 jaar 5% lager dan na graszaad.

Voor droge erwten en veldbonen is aangetoond dat deze opbrengstreductie veroorzaakt werd door *Verticillium*. Er zijn aanwijzingen dat dezelfde oorzaak ook voor rode klaver en luzerne in het geding is. Grasland, kunstweide en graszaad staan bekend als zeer goede voorvruchten voor aardappelen.

De sterke stikstofmineralisatie na meerjarige kunstweide of grasland kan echter leiden tot een te laag onderwatergewicht of een hoog nitraatgehalte van aardappelen. Ook kan na kunstweide of grasland meer netschurft optreden. Stoppelgewassen en groenbemesters die worden ondergeploegd hebben dikwijls een opbrengstverhogend effect op aardappelen. Deze gewassen leveren bovendien een bijdrage aan de bodemvruchtbaarheid.

Rassenkeuze

De belangrijkste criteria voor rassenkeuze van consumptie-aardappelen zijn: past het ras bij de grond (textuur, bodemgebonden ziekten) waarop het moet worden geteeld en zijn er - tegen een redelijke prijs - afzetmogelijkheden voor het ras. In eerste instantie kan de Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen een leidraad zijn voor de rassenkeuze. Daarnaast bieden de meeste handelshuizen ook rassen aan die het nog niet tot de Rassenlijst hebben gebracht. Andere zaken waarop men bij de rassenkeuze moet letten zijn: resistenties tegen ziekten en plagen en vroegrijpheid.

Resistenties

Wat betreft resistenties is in de eerste plaats die tegen aardappelmoehed (AM) belangrijk. Om de wenselijkheid van het telen van een AM-ras te kunnen aangeven, is het zinvol om - afhankelijk van de AM-situatie op het bedrijf - per 1 à 2 teelten, een intensieve grondbemonstering (AMI) te laten uitvoeren. Deze AMI kan het best direct na een voorgaande aardappelteelt worden gedaan. Worden hierbij cysten gevonden dan kan een soort- en zo mogelijk een pathotype-bepaling uitsluitel geven over de gewenste resistentie in het te telen ras.

Als men regelmatig last heeft van het optreden van schurft op de knollen, dan verdient het aanbeveling om een ras te kiezen met een goede resistentie tegen deze ziekte.

Om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen bij de teelt van consumptie-aardappelen zoveel mogelijk te beperken, is een goede resistentie tegen *Phytophthora infestans* gewenst. Helaas is het aantal gangbare rassen met voldoende resistentie tegen deze ziekte nog beperkt.

Rijptijd

De rijptijd van een ras moet passen bij de beschikbare groeiperiode. Als men reeds eind juli wil oogsten, dan vraagt dit een tamelijk vroegrijpend ras, dat in een korte groeiperiode een relatief hoge opbrengst kan geven. Voor de primeurteelt, die vóór 15 juli wordt geoogst, zijn alleen de vroegste rassen geschikt. Deze rassen worden gekenmerkt door een vlotte beginontwikkeling, een matige loofontwikkeling, een relatief vroeg op gang komen van de knoigroei, een korte groeiperiode en een gunstige loof/knolverhouding.

Grond

Er zijn rassen die op kleigrond wel, maar op zandgrond niet goed presteren en omgekeerd. Verder moet men op zware kleigrond, waar om risico te mijden al vroeg moet worden geoogst, bij voorkeur geen laatrijpend ras kiezen.

Ook de stikstofrijkdom van de grond kan een rol spelen bij de rassenkeuze. Zo zal men op stikstofrijke grond liever geen rassen telen die van nature al veel loof vormen of laat afrijpen. Ook verdient het aanbeveling om op stikstofrijke grond geen rassen te telen die erg vatbaar zijn voor *Phytophthora*.

Kwaliteit

Als aardappelen die bestemd zijn voor verwerking tot frites of chips lang moeten worden bewaard, dan zullen ze ook laat in het bewaarperiode nog over een goede bakkleur moeten beschikken. Rassen, die vatbaar zijn voor *Fusarium*-droogrot zijn niet geschikt voor langdurige bewaring.

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 tenslotte 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 aanwezigheid van beschadigingen, de bewaar temperatuur en de bewaar atmosfeer. De kiemrustduur is bovendien rasafhankelijk. Zo kiemen rassen als Eersteling, Diamant en Bintje veel sneller dan bijvoorbeeld Alpha, Agria en

Désirée. 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.

Recent onderzoek van het ATO heeft aangetoond dat CA-bewaring met ten opzichte van lucht een verhoogde CO₂ en een verlaagde O₂-concentratie, het tijdstip van uit de kiemrust komen sterk kan versnellen. Door de Vakgroep Agronomie van de Landbouwwuniversiteit te Wageningen is kort geleden aangetoond dat hoge temperaturen (28° C) tijdens de bewaring de duur van de kiemrust ook sterk kunnen bekorten. Dit effect kan nog worden versterkt door circa één week voor de loofvernietiging een gewasbespuiting met gibberellinezuur uit te voeren. Dit kan van belang zijn voor de export van pootgoed naar landen waar in de loop van de herfst alweer moet worden gepoot.

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 'topspruitpe-

riode' 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;
- (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. Uit figuur 5 blijkt dat de lengte van de periode met maximale groei kracht rasafhankelijk is.

Planten uit fysiologisch ouder 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, zoals Bintje en Jaerla, kiemen de onderzeeërknoletjes 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 onderzeeërgevoelige rassen, zoals Doré, bij voorkeur laat en ondiep worden gepoot.

Het ideale fysiologische ontwikkelingsstadium van een pootaardappel hangt vooral af van de lengte van het voor de teelt beschikbare groeiseizoen. Zo is voor consumptieaardappelen, die volledig kunnen uitgroeien, fysiologisch jonger pootgoed gewenst dan voor pootgoedproductie van hetzelfde ras. Men kan ook zeggen: naarmate een bepaald gewas vroeger wordt geogst, moet het pootgoed - binnen het maximale groeivermogen - fysiologisch ouder zijn.

Verreweg de meeste in ons land gebruikte

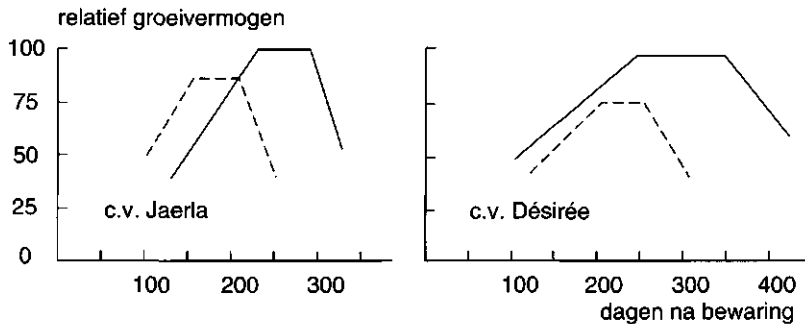


Fig. 5. Relatie tussen de chronologische ouderdom van pootgoed, in dagen na 18 augustus, en het relatieve groeivermogen van pootaardappelen (naar Van der Zaag en Van Loon, 1987).



Afb. 7. Onderzeeër

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, zoals Doré, Alcmaria, Jaerla en andere kunnen, zeker als pas laat kan worden gepoot, fysiologisch te oud zijn. Dit kan bij ongunstige groei-omstandigheden tot onderzeeërvorming leiden.

Enkele rassen met een erg lange kiemrust zoals Agria, Aziza en Morene 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.

Pootgoedbehandeling

Goed of beperkt voorkiemen?

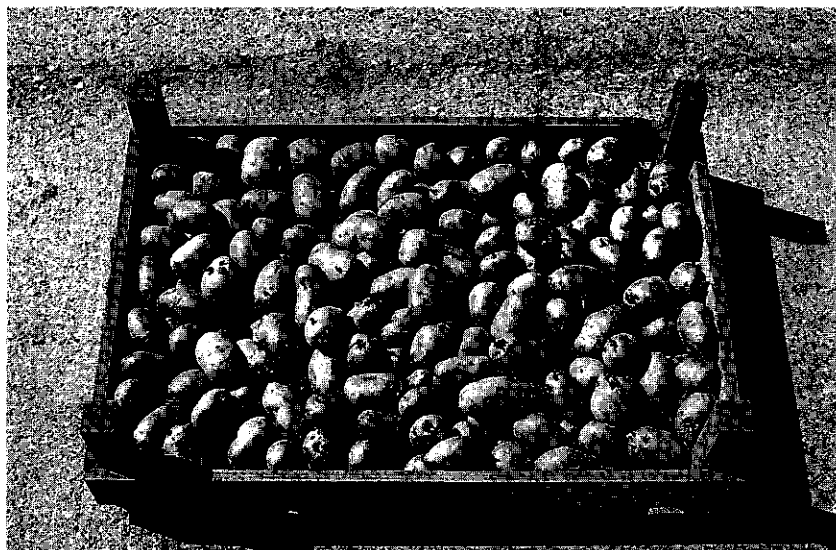
De voorbehandeling van pootgoed moet in principe gericht zijn op een vlotte opkomst en een snelle begingroei van het gewas na poten. Dit kan het best worden bereikt door pootgoed zodanig voor te kiemen, dat bij het poten afgeharde kiemen, met een lengte van 1 à 2 cm en voorzien van wortelprimordia, aanwezig 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.

Toch blijkt goed voorgekiemd pootgoed bij de teelt van consumptie-aardappelen niet altijd de hoogste opbrengst te leveren. Dit hangt af van ras, grondsoort en groei-omstandigheden. Vooral middenvroeg rijpende rassen sterven op zavelgrond vaak te vroeg af als voorgekiemd pootgoed is gebruikt. Met pootgoed dat in het 'wittepuntjes'-stadium wordt gepoot, worden in dergelijke gevallen dikwijls minstens zo goede resultaten bereikt.

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

- het groeiseizoen korter is en derhalve onrijper moet worden geoogst;
- de grond zwaarder is; op zware grond heeft men meestal minder last van het te vroeg afsterven van het gewas;
- het pootgoed op het tijdstip van poten zwakker is, bijvoorbeeld bij onderzeeërgewoelige rassen die één of meermalen zijn afgekiemd;
- beperking van het oogstrisico op zware grond een belangrijke rol speelt.

Bij laatrijpende rassen kan voorkiemen de opbrengst gunstig beïnvloeden, maar vooral ook een positieve invloed hebben op de kwaliteit, vanwege een betere afrijping op het tijdstip van loofvernietiging. Dit geldt ondermeer voor kwaliteitseigenschappen als droge-stofgehalte, bakkleur en grauwkleur na koken of voorbakken.



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

Ook de sortering kan door voorkiemen worden beïnvloed, ondermeer als gevolg van meer of minder stengels per plant, waardoor meer of minder knollen per plant worden gevormd.

Bij het poten moet het pootgoed in elk geval 'wakker' zijn, dat wil zeggen dat er kleine kiempjes ('witte puntjes') zichtbaar moeten 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 poten en kiemen aan te tasten. Dit kan leiden tot een holle, onregelmatige stand van het gewas. De thans in de praktijk veel gevolgde werkwijze, waarbij het pootgoed tot maximaal één week voor het poten in de mechanische koeling blijft, houdt daardoor risico's in. Dit geldt in het bijzonder voor pootgoed van rassen met een lange kiemrust en pootgoed dat niet vrij is van *Fusarium* en *Rhizoctonia*. Een periode van twee weken tussen uithalen uit de mechanische koeling en poten en bij traagkiemende rassen van drie tot vijf weken verdient dan ook de voorkeur boven een periode van enkele dagen tot een week.

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 en vermindert de kans op het optreden van doorwas.

Hoe voorbehandelen?

Pootgoed bestemd voor de teelt van consumptie-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 Bintje, 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 is dit - behalve soms voor enkele onderzeeërgevoelige rassen - geen bezwaar.

Als het pootgoed moet worden voorgekiemd wordt het - na het zonnig verwijderen van de topspruit - in de tweede helft van februari in kiembakken gedaan. Als op dat moment verder nog geen kiemen aanwezig zijn, wordt meestal een 'warmtestoot' gegeven. Bij een warmtestoot wordt meestal gedurende en-



Afb. 9. Voorkiemzakken (Foto Joppe).

kele dagen een temperatuur van 15 - 20° C in de bewaarruimte aangehouden totdat de kiemen een lengte hebben van ongeveer een halve cm. Daarna wordt het pootgoed in (diffuus) licht geplaatst om de kiemen te laten afharderen. In plaats van een warmtestoot kan men het pootgoed ook bij een temperatuur van 8 - 10° C plaatsen. Uit PAGV-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 afharderen 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 pootgoed 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.

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, dat het nogal bewerkelijk is. Dit betekent vooral bij het pooten vertraging. In plaats van kiembakjes wordt vooral door consumptie-aardappeltelers wel gewerkt met wijdmazige zakjes. Mits deze voor niet meer dan tweederde worden gevuld, buiten worden gezet en enkele malen worden omgekeerd, kan hiermee een goed voorkiemresultaat worden bereikt. 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 gaat aanmerkelijk sneller uit voorkiemzakken dan uit kiembakjes.

Op beperkte schaal worden ook tons - of kuubs-kisten gebruikt voor de voorbehandeling van pootaardappelen. Door de kisten tijdens de bewaarperiode enkele keren om te storten, blijven uiteindelijk enkele tamelijk stevige kiemen op de knol intact. PAGV-onderzoek heeft aangetoond, dat bij vroege oogstdata (begin augustus) met deze voorbehandelingsmethode een opbrengstniveau 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.

Voorbehandeling in jute zakken

Als het pootgoed in de loop van maart of be-

gin april op het bedrijf aankomt, wordt het bij voorkeur in een open kapschuur of binnen in een luchtige ruimte gezet.

De kiemgroei kan dan langzaam op gang komen. Als pas laat gepoot kan worden, zal het pootgoed wellicht omgestort moeten worden, om te uitbundige kiemgroei te voorkomen.

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 hoofdstengels of planten 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 knolkwaliteit, in het bijzonder van de knolgrootte.

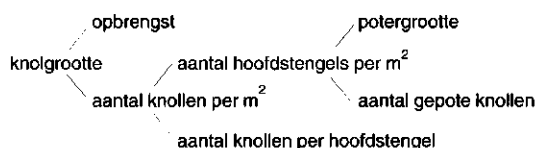
Opbrengst

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 eerst maximaal bij een volledige grondbedekking. Een te laat sluitend gewas kost daarom opbrengst. Bovendien kan zich bij een laat sluitend gewas meer onkruid ontwikkelen, dat nog tot extra opbrengstderiving 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 4.

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 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, pootgoedvoorbehandeling en wijze van poten. Het aantal knollen per hoofdstengel hangt ook af van de vochttoestand van de grond tij-

Tabel 4. Het effect van standdichtheid op 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
		per plant	per m ²	hoofdstengel	ton per ha	gram per plant
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

dens 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 grove sortering te bereiken wel gebruik gemaakt van kleine poters, bijvoorbeeld van de maat 28/35 mm. Dit heeft echter alleen effect als eenzelfde plantafstand wordt aangehouden als bij grote poters. Als gevolg van een geringer aantal stengels per m² bij de kleine poters zal dan de sortering grover worden. Wel kan dit, als gevolg van een tragere beginontwikkeling en daardoor later sluiten van het gewas een wat lagere opbrengst tot gevolg hebben.

Het gewenste aantal hoofdstengels per m² hangt af van het ras en van de gewenste sor-

tering. Bij consumptie-aardappelen varieert het gewenste aantal tussen ongeveer 15 en 22. Voor tafelaardappelen, waarbij de sortering van de oogst de 60 à 65 mm doorgaans niet te boven mag gaan, geldt een aantal van rond de 20. Voor fritesrassen, waarbij naar grote knollen wordt gestreefd, ligt het gewenste aantal stengels per m² meestal dicht bij de 15.

Pootgoedbehoefte per ha

Om te kunnen uitrekenen hoeveel pootgoed van een bepaalde maat en van een bepaald ras 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 6). Voor een ras als Bintje wordt voor de

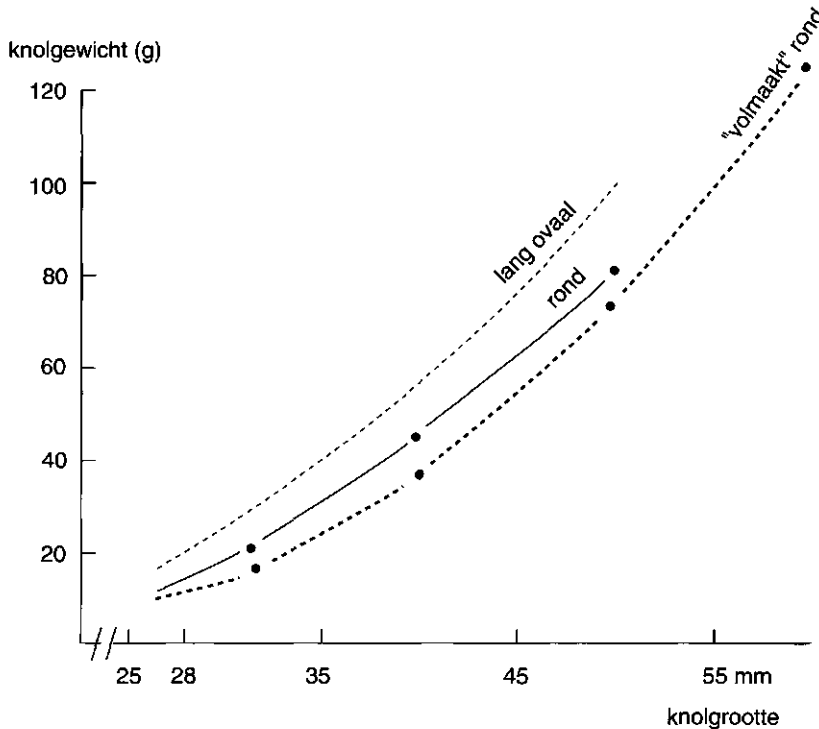


Fig. 6. Globaal verband tussen knolgrootte en knolgewicht (Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, 1989).

maten 28/35, 35/45 en 45/50 mm gemiddeld een aantal van respectievelijk 3,5; 5 en 6 hoofdstengels per poter aangehouden. Als het aantal stengels per knol bekend is, dan kan het benodigde aantal knollen per ha worden berekend en kan in bijlage 1 de benodigde hoeveelheid pootgoed worden afgelezen.

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 opbrengstderiving ten opzichte van 75 cm. Bij onderzoek met het ras Bintje op verschillende grondsoorten leverden rijenafstanden van 90 en 105 cm een bruto opbrengstderiving van respectievelijk 4 en 6%. In jaren met veel uitval is de reductie van de netto afleverbare opbrengst nog iets groter.

Standdichtheid en knol kwaliteit

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

Dit laatste is een gevolg van het meer optreden van knolmisvorming, doorwas en holhartigheid. PAGV-onderzoek in 1977 met 28, 16 en 11 hoofdstengels per m² leidde tot percentages doorwasknollen van respectievelijk 4, 13 en 19. Grotere rijenafstanden dan 75 cm geven doorgaans ook een wat hoger percentage knolmisvorming en soms iets minder groene knollen.

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 weersomstandigheden, zoals een koud, nat voorjaar. Bij consumptie-aardappelen die volledig kunnen uitgroeien, leidt dit echter als regel niet tot opbrengstverschillen van betekenis, mits het aantal hoofdstengels per m² in beide gevallen gelijk is. Op grond hiervan kan men de gebruikswaarde van een bepaalde potermaat als stengelleverancier berekenen (tabel 5).

In de laatste kolom van de tabel is aangegeven wat de andere potermaten mogen kosten ten opzichte van de maat 35/45 mm. Stel de

Tabel 5. 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 van het ras Bintje (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 prijsverhouding 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.

prijs van de maat 35/45 mm is f 50,- per 100 kg, dan mag, bij de hier gekozen uitgangspunten, de maat 45/50 mm niet meer kosten dan $100/135 \times f 50,- = f 37,-$ per 100 kg.

Snijden van pootgoed

Als een pootaardappel wordt doorgesneden, leveren beide helften samen meer stengels (+ 10 - 20%) dan de hele poter. Hierdoor kan pootgoed worden bespaard. Voor grote potermaten 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.

Om op elk knoldeel een gelijk aantal stengels te krijgen, moet de knol overlangs, van top naar naveleinde, worden doorgesneden. Lang ovale knollen zijn dan echter niet meer machinaal te poten. Dergelijke knollen zal men daarom overdwars moeten doorsnijden en daarmee een wat onregelmatiger stengelverdeling moeten accepteren.

Bemesting

Het doel van de bemesting van consumptie-aardappelen is het behalen van een goede opbrengst van hoge kwaliteit. Voor het bereiken van een financieel optimaal resultaat moeten de toegediende meststoffen zo efficiënt mogelijk worden gebruikt.

Het vaststellen van de optimale bemesting, vooral die van stikstof, is maar beperkt mogelijk. 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 als mineralisatie, denitrificatie 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 groenbemesters, het (langdurig) gebruik van organische mest en het weersverloop. Toch is het door gewasanalyse wel mogelijk tijdens het groeiseizoen enige controle en bijsturing uit te oefenen. Daarnaast helpt eerder opgedane ervaring de effecten van zoveel mogelijk factoren te schatten en te betrekken bij de samenstelling van de uiteindelijke bemesting.

Stikstof

Effecten op gewas en omgeving

Opbrengst

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 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. Bovendien wordt dan de periode van knolgroei naar later in het seizoen verschoven. Als vroeg wordt geoogst, kan hierdoor de knolopbrengst lager zijn (tabel 6). Vooral wanneer een hoge stikstofbemesting loofdo-

Tabel 6. Knolopbrengst (ton per ha) half juli en half september van het ras Bintje, geteeld bij zes stikstofniveaus. PAGV, 1980 (Van Loon en Houwing, 1989).

N-gift	half juni	half september
0	19,3	38,1
100	35,2	56,3
150	34,6	67,3
200	33,8	72,7
250	33,0	76,4
300	30,9	78,7

ding in een onrijp gewas nodig maakt, is een lagere opbrengst het gevolg. Ook kan teveel loof legering veroorzaken, waardoor de mate van grondbedekking afneemt en er minder licht kan worden onderschept. Ook dit verlaagt de opbrengst.

Kwaliteit

Een tweede nadeel van een (te) hoge stikstofgift is het negatieve effect op diverse kwaliteitseigenschappen. Het gaat dan om eigenschappen als onderwatergewicht, bakkleur, grauwkleur en het nitraatgehalte (zie 'Kwaliteitseigenschappen').

Milieu-aspecten

Wanneer consumptie-aardappelen 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. Onderzoek heeft aangetoond dat een verlaging van de

richtlijn met circa 45 kilo stikstof per ha, gemiddeld slechts een 2 % lagere opbrengst gaf. Dit betekent, bij een opbrengst van 50 ton, dat deze laatste 45 kilo stikstof slechts een ton opbrengst oplevert. Met deze ton aardappelen wordt ongeveer 3 kilo stikstof van de 45 toegediende (= 7 %) afgevoerd. Van de 45 kilo blijven er dus 42 (= 93 %) achter in de bodem! Deze stikstof staat gedurende de winter bloot aan uitspoeling en kan daardoor grond- en oppervlaktewater belasten. Overigens kan met behulp van de later te bespreken bladsteeltjesmethode het risico van de genoemde 2 % opbrengstderving worden beperkt.

Richtlijnen

In tabel 7 zijn economische richtlijnen voor de stikstofbemesting voor consumptie-aardappelen op klei- en zandgrond en industrie-aardappelen op zandgrond weergegeven. Deze richtlijnen zijn gebaseerd op een groot aantal proeven met het ras Bintje. Bij het opstellen van de richtlijnen is uitgegaan van een prijsverhouding van 1:10 (1 kilo stikstof = 10 kg aardappelen).

Tabel 8 bevat de richtlijnen die meer rekening houden met een aantal van de eerder beschreven nadelige effecten die hoge stikstof-

Tabel 7. Richtlijnen voor de hoogte van de stikstofbemesting (kilo N per hectare) voor consumptie-aardappelen op klei- en zandgrond en industrie-aardappelen op zandgrond.

bestemming	richtlijn
consumptie-aardappelen, kleigrond	285 - 1,1 (N-mineraal 0-60)
consumptie-aardappelen, zandgrond	300 - 1,8 (N-mineraal 0-30)
aardappelen voor de droogindustrie, zandgrond	275 - 1,8 (N-mineraal 0-30)

Tabel 8. Richtlijnen voor de hoogte van de stikstofbemesting (kilo N per hectare) voor consumptie-aardappelen op klei- en zandgrond en industrie-aardappelen op zandgrond, rekening houdende met de knolkwaliteit en het milieu.

bestemming	richtlijn
consumptie-aardappelen, kleigrond	240 - 1,1 (N-mineraal 0-60)
consumptie-aardappelen, zandgrond	260 - 1,8 (N-mineraal 0-30)
aardappelen voor de droogindustrie, zandgrond	260 - 1,8 (N-mineraal 0-30)

giften kunnen hebben op opbrengst, kwaliteit, inzet van bestrijdingsmiddelen en verliezen van stikstof.

De voor zand- en kleigrond verschillende richtlijnen zijn vastgesteld zonder rekening te houden met de teelt van groenbemesters en het gebruik van organische mest. Met deze laatste twee posten moet apart rekening worden gehouden, zoals in het navolgende nog wordt besproken.

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 de regel in het voorjaar 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 waarin minder stikstof uit de bemonsteringslaag is gespoeld dan in andere jaren. Ook door in het najaar toegediende dierlijke mest of een ondergewerkte groenbemester 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 kan op slempgevoelige gronden 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, hetgeen in het gewas zichtbaar wordt door een lichte kleur van het loof.

Om de gevolgen van deze omstandigheden

te beperken, moeten zodra de grond het toelaat de geulen worden losgetrokken. Dit kan bijvoorbeeld met een kleine ganzevoet worden gedaan. Door de geulen los te maken, kan weer zuurstof tot de grond toetreden. Daarnaast moet het gewas zo snel mogelijk een aanvullende stikstofgift krijgen.

Aftrekposten

Groenbemester

Wanneer in het najaar de teelt van een groenbemester plaatsvindt, mag hiervan in het volgende jaar een stikstofnalevering worden verwacht. De groenbemester neemt, afhankelijk van de stand, een zekere hoeveelheid stikstof op. Van een vroeg gezaaide, goed geslaagde groenbemester mag, afhankelijk van het tijdstip van onderwerken, een nalevering van 25 tot 50 kilo stikstof worden verwacht.

Dierlijke mest

Ook de stikstofbijdragen uit dierlijke mest mogen niet worden verwaarloosd. 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. Daarnaast is voor de bepaling van de stikstofwerking van belang of de mest in het najaar of in het voorjaar wordt toegediend.

Bij najaarstoediening moet geen rekening worden gehouden met de minerale stikstof die de mest bevat op het moment van uitrijden. Immers, het grondmonster dat in het voorjaar wordt genomen voor de bepaling van N-mineraal bevat reeds de minerale stikstof die van de dierlijke mest is overgebleven. Bij voorjaarstoepassing moet het bodemmonster 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 uit mineralisatie van de mest mag worden verwacht. Het percentage minerale stikstof van het totale stikstofgehalte is 50 voor varkens-, kip-

pen- en rundveedrijfmest. Voor droge kippen- en slachtkuikenmest 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 consumptie-aardappelgewas mag worden verwacht.

Laatrijpende rassen

Voor een aantal andere rassen dan Bintje moet de stikstofrichtlijn worden aangepast. Er is een aantal nieuwe rassen dat later afrijpt dan Bintje. Ervaringen met deze rassen hebben laten zien dat globaal voor ieder half punt dat het ras volgens de Rassenlijst later is dan Bintje, ongeveer 20 kg stikstof mag worden afgetrokken om een gewas te verkrijgen dat even lang groeit als een gewas Bintje (tabel 10). Bintje heeft een vroegrijpheidscijfer van 6,5. Bij een ras met een 5,5 kan dan $2 \times 20 = 40$ kg worden gekort op de landelijke richtlijn voor Bintje.

Sommige rassen zijn zo laat - vroegrijpheidscijfer 5 of 4,5 - dat ze voor zware en sterk mineraliserende gronden minder geschikt zijn, doordat op deze gronden zulke late rassen in de meeste jaren te laat afrijpen. Dit kan nega-

tieve gevolgen hebben voor onder meer opbrengst, bakkwaliteit en onderwatergewicht.

Methoden om de stikstofbemesting te optimaliseren

Ook al wordt de stikstofgift gebaseerd op de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem in het voorjaar, dan kan toch de hoeveelheid voor het gewas beschikbare stikstof sterk variëren. Dit is onder andere het gevolg van een meer of minder dan gemiddelde mineralisatie of denitrificatie. Men kan dit probleem voor een belangrijk deel ontlopen door vóór het potten slechts een deel (bijvoorbeeld 60%) te strooien van de hoeveelheid stikstof die was berekend op basis van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem. Een week na knol-aanleg wordt vervolgens 20% gestrooid. 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 eind juni - half juli, kan worden vastgesteld of het nodig is om het resterende deel van de berekende hoeveelheid alsnog toe te dienen.

Tabel 9. Hoeveelheid stikstof als percentage van N-totaal die, afhankelijk van het toedieningstijdstip na 1 maart mineraliseert uit dierlijke mest en beschikbaar komt voor consumptie-aardappelen (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

Tabel 10. Aftrek (kg stikstof per ha) van de landelijke Bintje-richtlijn voor rassen die later afrijpen dan Bintje.

vroegrijpheidscijfer	aftek (kg N per ha)
6,5	0
6	20
5,5	40
5	60
4,5	80

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, dan hoeft niet te worden bijgestrooid. Valt de uitslag onder de normlijn, dan moet wel stikstof worden bijgegeven.

Het al of niet bijstrooien van de laatste 40 kilo stikstof hangt af van de uitslag van de bladsteeltjesbemonstering. 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 stikstofgehaltenes 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.

Naarmate de te verwachten mineralisatie een groter deel van de totale gift uitmaakt, zit er meer onzekerheid in de hoeveelheid stikstof die beschikbaar komt.

De techniek en methodiek van de bladsteeltjesmethode wordt uitgebreid beschreven in een handleiding van het IKC-agv.

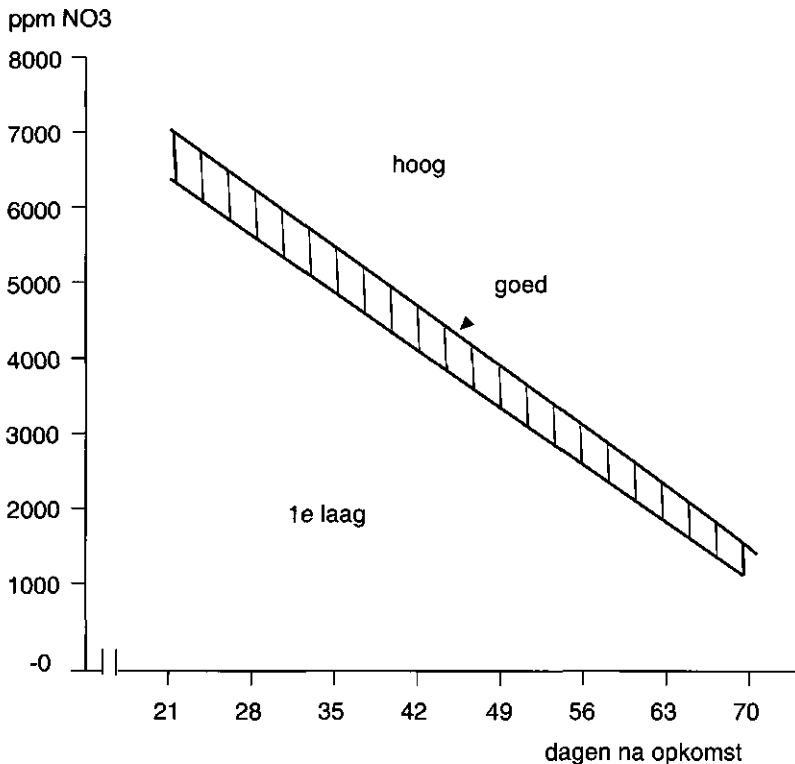


Fig. 7. Normlijn voor het nitraatgehalte in de bladsteeltjes gedurende het groeiseizoen (naar Van Loon en Houwing, 1989).

Het stikstof-bijmestsysteem (NBS)

Het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek werkt aan de ontwikkeling van een systeem dat is gebaseerd op grondmonsters. In dit systeem worden vanaf 3 à 4 weken na opkomst met tussenpozen enkele grondmonsters op stikstof onderzocht om vast te stellen of de bodem voldoende stikstof bevat om het gewas tot het eind van het seizoen voldoende groen te houden.

Rijenbemesting

Bij het toepassen van rijenbemesting wordt bij het poten op 5 centimeter onder en ter zijde van de knollen een band van stikstofkunstmest aangebracht. Onderzoek is gaande of door middel van rijenbemesting de benutting van stikstof kan worden verhoogd. De resultaten van oud onderzoek in deze richting zijn echter niet hoopgevend.

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 consumptie-aardappelen kan dierlijke mest worden gebruikt als een gedeeltelijke vervanger van kunstmest. 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 eens in de twee jaar 125 kg fosfaat in de vorm van dierlijke mest wordt toegediend, komt dat ongeveer overeen met de onttrekking van fosfaat door het gehele bouwplan.

Wanneer kunstmest wordt gebruikt, is dat bij de eerste gift vaak in de vorm van een meng-

meststof (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. Dit kan voordelig 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. Om het risico van bladverbranding te beperken, moet niet bij scherp zonnig weer worden gespoten. Wanneer men over de mogelijkheid van beregening beschikt verdient een overbemesting met kas, gevolgd door beregening de voorkeur.

Deling

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 beginontwikkeling 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. Wanneer de bodemvoorraad hoger is dan 250 kilo moet in het geheel geen stikstof worden gestrooid.

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 stikstof korter voor het poten wordt gegeven en er in het voorjaar (chloor)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 30 à 40 kilo minder is dan de totale gift. Met behulp van de bladsteeltjesmethode 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. De praktijk leert dat het risico van de eerder genoemde 2 % lagere totaalopbrengst bij een verlaging van de richtlijn met 45 kilo dan ook zeer beperkt is bij gebruik van de bladsteeltjesmethode.

Fosfaat

Het element fosfor is een belangrijk bestand-

deel van eiwitten in de plant. Het speelt ook een rol in de overdracht van energie bij de fotosynthese en de ademhaling. De dosering 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, doordat aardappelen als gevolg van een relatief beperkt wortelstelsel niet zo gemakkelijk fosfaat opnemen. Daarom moet worden gezorgd voor voldoende opneembaar fosfaat in de grond 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.

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 gering te zijn. Hiermee wordt voorkomen dat het fosfaat zich ophoopt in de bodem of uitspoelt.

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

grondsoort	streefgetal	toestand handhaven
zeeklei	25	25 t/m 45
zandgrond, rivierklei, löss	30	30 t/m 45

Tabel 12. Geadviseerde gewasgerichte fosfaatbemesting op consumptie-aardappelen in kg P₂O₅ 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 de gewasgerichte fosfaatbemesting

In tabel 12 zijn de hoeveelheden fosfaat vermeld die gemiddeld nodig zijn om bij het gevonden of verkregen Pw-getal voor alle Nederlandse gronden de voor consumptie-aardappelen economisch optimale opbrengst te bereiken.

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 fosfaadmeststoffen zoals die voorkomen in mengmeststoffen, superfosfaat en tripelsuperfosfaat.

Bij voorkeur moeten deze in water oplosbare fosfaadmeststoffen in de maand februari (eventueel maart) over het geploegde land worden gestrooid. Wanneer ze worden aangewend voor het ploegen in de herfst komt het fosfaat te diep te liggen, waardoor het minder goed bereikbaar is voor de plant en

iets minder goed werkt. Daar komt bij dat fosfaat gedurende de winter kan worden omgezet in voor de plant minder goed opneembare vormen. Ook bij toediening kort voor het potten werkt het vaak minder goed dan bij toepassing in februari, in dit geval als gevolg van droogte.

Kali en chloor

Het element kalium speelt onder andere een belangrijke rol bij enzymatische omzettingen en het transport van stoffen door de plant. De dosering wordt uitgedrukt in kilogrammen kali: K₂O.

Voor de opbrengst van consumptie-aardappelen zijn doorgaans twee kalibronnen van belang: de kali uit de grond en de kalibemesting die voor het gewas wordt toegediend (figuur 8). Voor de verschillende grondsoorten gelden streefgetallen voor de kalitoestand (tabel 13). De kalitoestand van de grond is bepalend voor de hoeveelheid kali die moet worden gestrooid. Wanneer de kalitoestand van de grond niet aan de streefwaarde voldoet, moet extra kali worden gestrooid om de kalitoestand richting streefwaarde te verhogen. Op kaliferende gronden is de hoeveel-

Tabel 13. Het voor een bouwplan met aardappelen gewenste kaligetel en het traject waar wordt geadviseerd om de toestand te handhaven. (Adviesbasis voor bemesting van landbouwgronden, 1984.)

grondsoort	streefgetal	toestand handhaven
zand- en dalgrond	11	11 t/m 17
zeezanden	11	11 t/m 15
zeeklei	14	14 t/m 20
	10-15% slib	18 t/m 26
	> 15% slib	14 t/m 20
rivierklei	14	14 t/m 20
	10-15% slib	18 t/m 26
	15-30% slib	14 t/m 26
	> 30% slib	14 t/m 26
löss	15 (K-HCl)	15 t/m 20 (K-HCl)

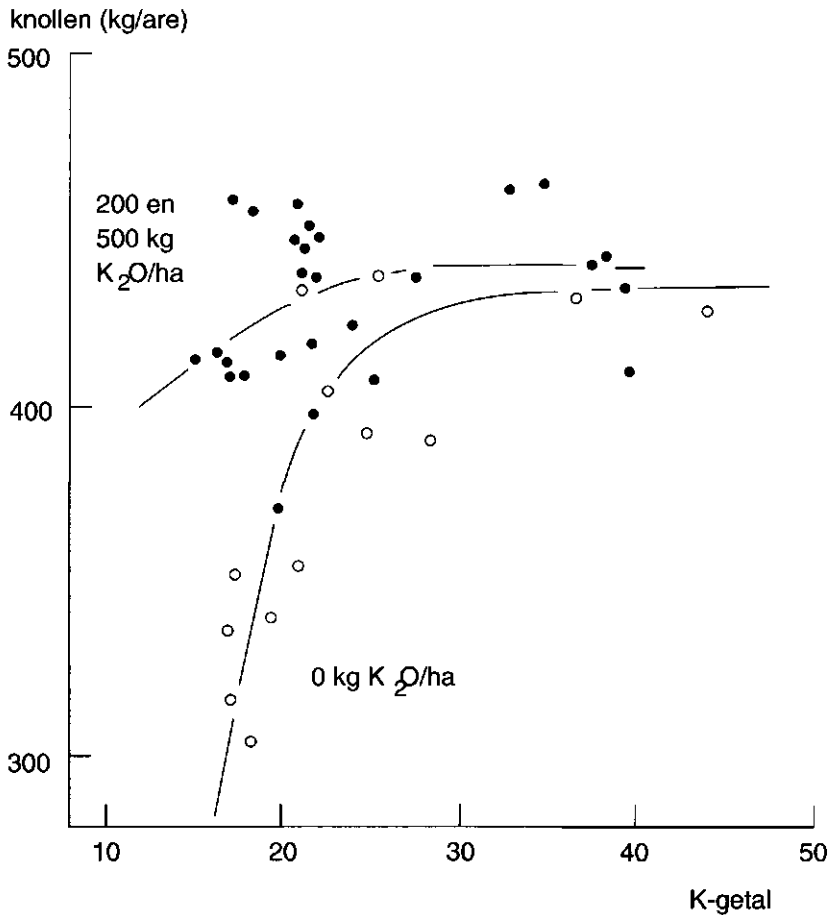


Fig. 8. Invloed van de kalitoestand van de grond (K-getal) en de kalibemesting op de opbrengst van aardappelen. IB 1927, kleigrond (naar Prummel, 1981).

heid kali die nodig is om de kalitoestand te verhogen groter dan op niet-fixerende grond. Een grotere kaligift dan voor de opbrengst nodig is, is effectief tegen blauwgevoeligheid (figuur 9). Vanwege dit effect wordt vaak de voor het gehele bouwplan benodigde kali vóór het gewas aardappelen gegeven. Net als bij de opbrengst kan echter een hoge bemesting de werking van een hoger kaligetal niet vervangen. Daarom is het met het oog op de beperking van blauwgevoeligheid zinvol om het kaligetal niet alleen te handhaven wanneer het zich in het streeftraject bevindt, maar ook wanneer het kaligetal hoger is.

Net als kali verlaagt chloor het onderwatergewicht en de blauwgevoeligheid. Chloor verlaagt het onderwatergewicht meestal wat sterker dan kali.

De strategie om chloorkali in het najaar te geven teneinde de chloor gedurende de winter uit te laten spoelen, is gebaseerd op de angst voor zoutschade in aardappelen. Zowel oud als meer recent onderzoek op klei- en zavelgrond heeft aangetoond dat de gevoeligheid van aardappelen voor chloor niet zo groot is als soms in de praktijk wordt gevreesd. Een deel van de chloorkali kan dan ook in het

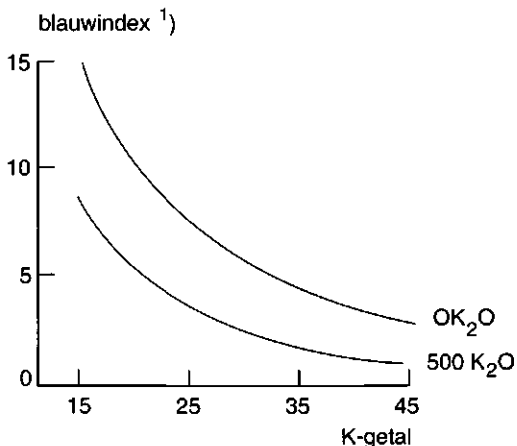


Fig. 9. Invloed van de kalitoestand van de grond (K-getal) en de kalibemesting op de blauwgevoeligheid van consumptie-aardappelen. IB 1927, kleigrond m (naar Prummel, 1981).

1) Blauwindex IBVL = $\frac{1}{6}$ (% licht + 2x %matig + 3x % zwaar).

voorjaar worden gegeven om daarmee de effectieve werking van chloor tegen blauwgevoeligheid te benutten.

Proeven van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid lieten bij 250 kilo chloor per hectare - toegediend in februari - een minder dan één ton lagere totaalopbrengst zien. De blauwgevoeligheid was echter geringer dan bij herfsttoepassing. Proeven van het PAGV met 200 tot 250 kg chloor (ruim 400 kilo kali-60) per hectare op klei- en zavelgrond gaven bij blauwgevoeligheid van enige betekenis een reductie daarvan met 20 tot 30 %. In deze proeven werd geen opbrengstderving van betekenis vastgesteld. Bovendien werd het aandeel knollen boven 50 mm verhoogd door een grovere sortering. Wanneer er al een iets lagere opbrengst leek te zijn, ging dat in geen geval ten koste van de grove knollen boven 50 mm, maar alleen van de maat 40/50. Ook dit komt doordat chloor een wat grovere sortering bevordert.

Toediening

Een bouwplanbemesting met kali betekent dat er vaak ongeveer 600 kg zuivere kali wordt gestrooid. Veelal wordt chloorkali gebruikt, omdat dit goedkoper is dan andere kalimeststoffen. Duizend kg chloorkali (600 kg K₂O) kan echter niet in z'n geheel in het voorjaar worden toegediend vanwege het gevaar voor zoutschade. Daarom wordt de chloorkali meestal in het najaar gegeven, zodat de chloor tijdens de winter kan uitspoelen.

Op percelen waar meestal veel blauw optreedt en bij de teelt van blauwgevoelige rassen verdient het aanbeveling om een deel van de kali-60 in het voorjaar te geven. Wanneer de chloorkali minimaal enkele weken voor het poten wordt toegediend, is de kans op zoutschade vrij gering. Naarmate de grond zwaarder is, is de kans op zoutschade geringer en kan meer chloor in het voorjaar worden gegeven.

Het strooien van chloorkali ná het poten verhoogt de kans op zoutschade, doordat de meststof zich dan in een beperkte laag grond bevindt. Het strooien van (chloor)kali over het gewas moet worden afgeraden in verband met de grote kans op schade aan het gewas. Van kali die zó laat wordt gegeven, mag bovendien weinig effect op onderwatergewicht en blauwgevoeligheid worden verwacht.

Op zeer lichte grond met minder dan 15% afslibbare delen wordt aanbevolen om patentkali te gebruiken. De adviezen zijn samengevat in tabel 14.

Op grondsoorten waar in de regel weinig blauw optreedt en bij de teelt van weinig blauwgevoelige rassen is er geen aanleiding om in het voorjaar chloorkali te strooien.

Magnesium

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

Gebrek aan magnesium (afbeelding 10, pag. 71) komt voor op zand-, dal- en veengronden met een lage pH. Het komt ook voor op lichte,

Tabel 14. Advies voor het toedienen van kali in het voorjaar, indien gewenst in verband met blauwgevoeligheid, afhankelijk van de zwaarte van de grond.

% slib	kali-dosering in het voorjaar (kg per ha)	
< 15	100	K ₂ O als K ₂ SO ₄
15 - 20	150 - 200	K ₂ O als Kali-60
> 20	200 - 300	K ₂ O als Kali-60

kalkrijke kleigronden, vooral als de structuur van de grond slecht is. 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.

Op kleigrond draagt een slechte structuur bij aan het optreden van 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 veel water. Zonodig moet de bespuiting na 10 dagen worden herhaald. Bespuitingen met magnesiumchelaten hebben doorgaans te weinig effect. Verhogen van de magnesiumtoestand van de grond is op kleigrond niet zinvol.

Ook op zand-, dal- en veengronden kan magnesiumgebrek met bovengenoemde bespuiting worden bestreden. Het kan na grondonderzoek echter ook nodig blijken om de magnesiumtoestand door middel van een gerichte bemesting te verhogen. Hiervoor kan kiesriet of een magnesiumhoudende mengmeststof worden gebruikt. Wanneer ook een kalkbemesting nodig is kan magnesium bevat-

tende kalk worden toegepast. Voor het bepalen van de benodigde gift van deze meststoffen wordt verwezen naar de Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen.

Sporenelementen

Sporenelementen zoals borium, koper, molybdeen en mangaan zijn weliswaar noodzakelijk voor de groei van aardappelen, maar ze zijn slechts in kleine hoeveelheden nodig en komen veelal van nature in voldoende mate voor in de bodem. Alleen mangaangebrek wordt een enkele maal waargenomen, vooral op kalkrijke klei- en zavelgronden. Het komt sterker voor naarmate deze gronden lichter zijn en meer organische stof bevatten. Ook op zandgronden met een pH-KCl hoger dan 5,4 kan mangaangebrek optreden.

In tegenstelling tot magnesiumgebrek wordt mangaangebrek het eerst zichtbaar in de top van de plant. De topblaadjes krijgen een bronsgele tint, waarin later bruine vlekjes zichtbaar worden.

Het gebrek kan worden bestreden door een bespuiting met 1000 liter per hectare van een 1,5 % oplossing van mangaansulfaat of 3 tot 5 liter mangaanchelaat per hectare in 550 liter water. Deze bespuiting moet worden uitgevoerd zodra het gebrek wordt waargenomen en ze moet na twee à drie weken worden herhaald.

Pootbedbereiding en poten

Pootbedbereiding

Een juiste wijze van pootbedbereiding is voor een succesvolle teelt van aardappelen een vereiste. Fouten die hierbij worden gemaakt, kunnen leiden tot versmering, verdichting, extra kluiten in de rug en tot verslemping. Een onregelmatige en vertraagde opkomst alsmede een slechte gewasgroei kunnen daarvan het gevolg van zijn. Tenslotte kan een slechte bodemstructuur als gevolg van een onjuiste wijze van pootbedbereiding oorzaak zijn van het optreden van extra misvormde, holle en groene knollen, knollen met schroeischuren en van doorwas.

Zand- en dalgronden

Op zand- en dalgronden kan laat worden geploegd (maart/april). Als dit gebeurt dan is het 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.

Deze dient om de grond zodanig aan te drukken dat de overgang van losse bovengrond naar de vaste ondergrond niet te groot is zodat de opstijging van vocht zo min mogelijk wordt gehinderd en ook de plantewortels bij de overgang van losse naar vaste grond zo min mogelijk hinder ondervinden. Ook het aanbrengen van een wiel achter de toedekschijven van ieder pootelement van de pootmachine kan zorgen voor een goede aansluiting tussen poten en grond.

Als vroeger is geploegd en de grond reeds is bezakt, kan een goed pootbed worden gemaakt onder andere met een cultivator. Hierbij moet vooral aandacht worden besteed aan de gelijkmatigheid van de werkdiepte. Een goede dieptebegrenzing aan de cultivator is daarom noodzakelijk. Een rol met een grote diameter is daarvoor het meest geschikt.

Klei- en zavelgronden

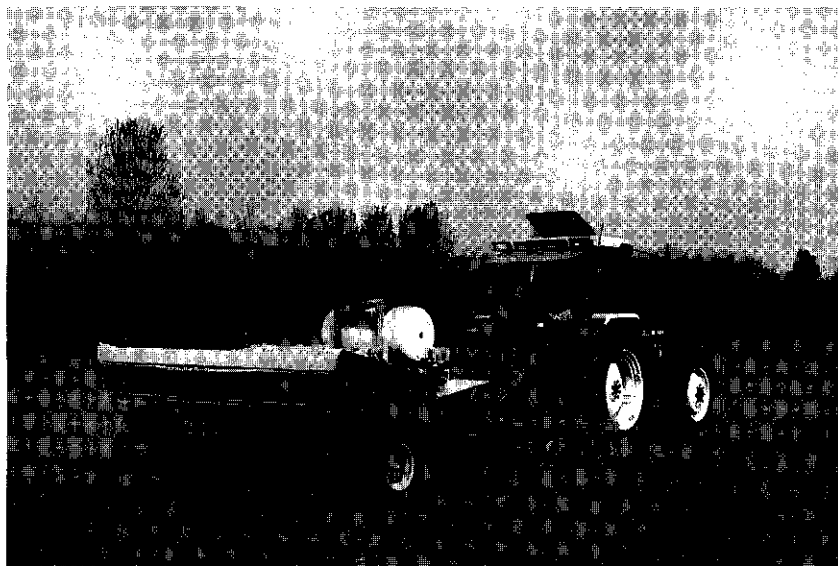
Klei- en zavelgronden worden voor de winter geploegd. De grond heeft dan in de meeste jaren voldoende tijd om te ververen zodat de structuur in het voorjaar voldoende los is. Vooral bij zwaardere gronden dient er op te worden gelet dat vlak wordt geploegd zodat de dikte van de verweerde laag uniform is. Bij de pootbedbereiding is het de bedoeling dat een losse laag zonder kluiten van ongeveer 8 cm dikte ontstaat. Na het ploegen moeten nieuwe verdichtingen in de bouwvoor zoveel mogelijk worden voorkomen. Vooral verdichtingen onder de ruggen vertragen de gewasontwikkeling en kunnen daardoor aanleiding geven tot het optreden van doorwas en opbrengstdervingen van wel 10%. Daarom is het strooien van kunstmest over de vorst alsmede grondbewerking en poten in één werkgang uit gewasoogpunt een goede zaak (afbeelding 11).

Heeft men bij de voorjaarsgrondbewerking slechts een beperkte hoeveelheid losse grond dan moet worden voorkomen dat deze bij het poten direct weer wordt vastgereden. Grondschiuvers voor de trekkerwielen kunnen dit voorkomen.

Versmering en verslemping

Een voorjaarsgrondbewerking op een te natte grond geeft kans op verdichting, versmering en kluitvorming. Als gevolg hiervan is de opkomst trager, vaak onregelmatiger en worden minder stengels en knollen gevormd. De kluiten zijn veelal bij het rooien nog aanwezig, geven dan kans op extra knolbeschadiging en leiden tot extra kosten als gevolg van langer drogen, en extra arbeid bij het sorteren en dergelijke.

Bij het klaarmaken van het pootbed kan de grond ook te fijn worden gemaakt. Dit geldt



Afb. 11. Grondbewerking en poten in één werkgang zorgt ervoor, dat de aardappelruggen op niet verdichte grond liggen.

vooral voor lichte grond (< 20% afslibbaar) als met aangedreven werktuigen zoals roterkop-eggen, schudeggen en volveldsfrezen wordt gewerkt. Een te fijne grond kan bij veel neerslag verslempen.

Wanneer dan ook de temperatuur hoog is, kan zuurstofgebrek bij de wortels optreden. Dit kan leiden tot vertraging in groei, onder andere als gevolg van stikstofgebrek, hetgeen vaak zichtbaar is aan de lichte kleur van het gewas. Als gevolg van zuurstofgebrek kan bij verslemping nitraatstikstof die zich in de omgeving van de wortels bevindt, worden afgebroken. Dit wordt denitrificatie genoemd; het draagt bij aan een tekort aan stikstof voor het gewas.

Als aangedreven werktuigen niet noodzakelijk zijn om de grond voldoende fijn te maken, verdienen niet-aangedreven werktuigen de voorkeur. Behalve dat ze goedkoper zijn, hebben ze ook als voordeel dat de kans op versmering en verslemping geringer is. Als toch aangedreven werktuigen worden gebruikt dient erop te worden gelet dat de grond voldoende grof blijft liggen en dat niet in de nog natte ondergrond wordt gewerkt.

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 grond is het verstandig 2 à 3 cm dieper te poten. Op zwaardere grond wordt de diepte vooral bepaald door de dikte van het pootbed. Het is daar vaak moeilijk om 8 cm losse grond te verkrijgen. Men kan dan beter met 1 à 2 cm losse grond minder volstaan, zonder versmering van de ondergrond, dan toch te streven naar een laag van 8 cm dikte.

Tussen de onderkant van de poter en de vaste ondergrond moet 1 à 2 cm losse grond aanwezig zijn. Is deze er niet of is de pootdiepte onregelmatig dan is de kans groot dat bij het rooien knollen worden doorgesneden. De afstand tussen de rijen moet bij het poten gelijk zijn zodat bij latere bewerkingen zoals frezen, aanaarden, schoffelen, loofklappen en rooien geen planten en knollen worden beschadigd. Bij een pootmachine met losse elementen is soms de afstand tussen de ele-

menten niet correct. Vaker doet zich echter het probleem voor dat de markeurs niet voldoende nauwkeurig zijn afgesteld, waardoor verschillende afstanden tussen aansluit- en niet-aansluitrijen ontstaan. 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. Het verdient aanbeveling zoveel mogelijk de werkgangen van de pootmachine te volgen (afbeelding 12).

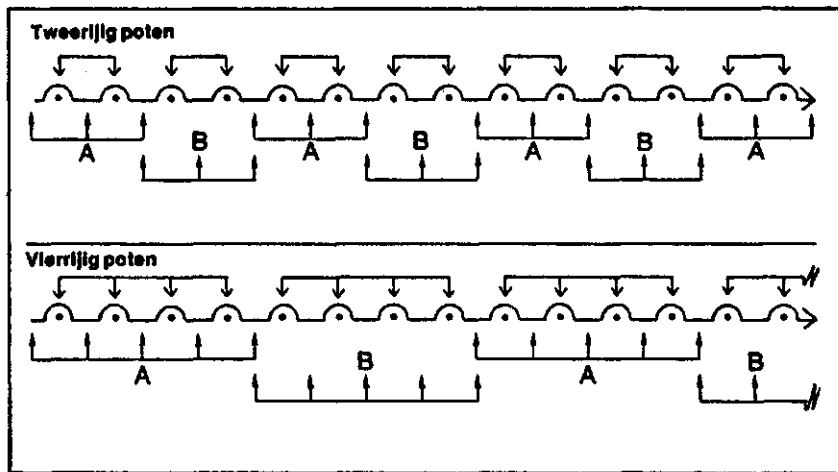
Bij de rugopbouw is het belangrijk dat de ruggen midden boven de gepote knollen worden opgebouwd. Gebeurt dit niet, dan groeien de planten aan de zijkant uit de rug, beschadigen de trekkerwielen loof en knollen en kunnen extra veel groene knollen ontstaan. Ook kunnen de poters uit de rij worden gedrukt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

met aanaarden of frezen!

Met behulp van een spoorvolgend systeem blijkt het goed mogelijk te zijn om de rug precies boven de poters te leggen (afbeelding 13). Er is een tweetal mogelijkheden:

- Mechanisch: midden achter de pootmachine wordt een geul getrokken. Op de aanaarder of frees zit een volgschijf, die door de geul loopt. De volgschijf voorkomt dan het 'drijven' van de machine zodat de rug precies boven de poters komt.
- Elektronisch: er zijn ook elektronische spoorvolgsystemen ontwikkeld, waardoor machines bij volgende bewerkingen na het poten precies de pootrug volgen.

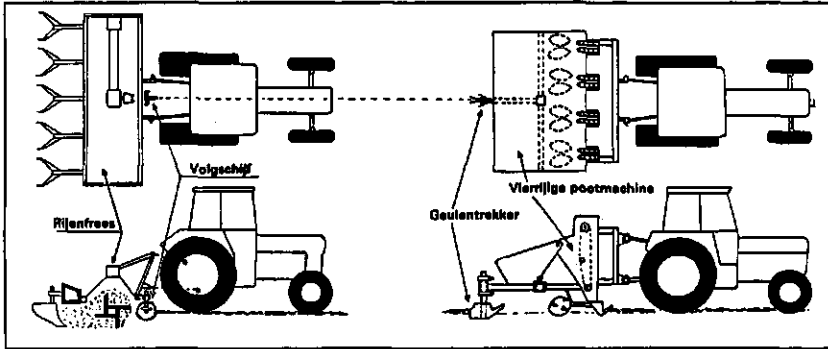
Het poten kan met verschillende typen pootmachines plaatsvinden. De meest gebruikte zijn de volautomatische twee- en vierrijige machines met pootbekers. In principe kunnen alle typen pootmachines goed werk leveren, al zal bij gelijke rijnsnelheid de kiembeschadiging bij de ene machine wat groter zijn dan bij de andere. Ook kan de regelmaat in afstand in de rij wat verschillen alsmede de



Afb. 12. Werkwijze gericht op het opbouwen van de ruggen midden boven de gepote knollen (naar Andringa, 1983). Na tweerijig poten passen aanaarders, rijenfreesen en schoffelmachines met drie elementen. Eerst werkgangen A bewerken, daarna B. Na vierrijig poten passen aanaarders, rijenfreesen en schoffelmachines met vijf elementen. Eerst werkgangen A bewerken, daarna B.

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 Struc-

tural en Koningsplanter de voorkeur. Grondbewerking en poten kan ook in één werkgang worden uitgevoerd (afbeelding 11). Het grote voordeel hiervan is dat de rijsporen van de grondbewerking niet onder de ruggen komen te liggen. Voorts kan één man al het werk doen, zij het op zavel- en kleigronden met een geringere pootcapaciteit omdat de grondbewerking geen al te hoge rijnsnelheid toelaat.



Afb. 13. Schematische voorstelling van de combinatie pootmachine/spoorvolgende rijenfrees (naar Pollema, 1984).

Rugopbouw

De teelt van aardappelen op ruggen biedt verschillende voordelen ten opzichte van vlakvelds 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 van 18° C en hoger, onder zuurstofarme omstandigheden, binnen één of enkele dagen verrotten.

Rugvorm en ruggrootte

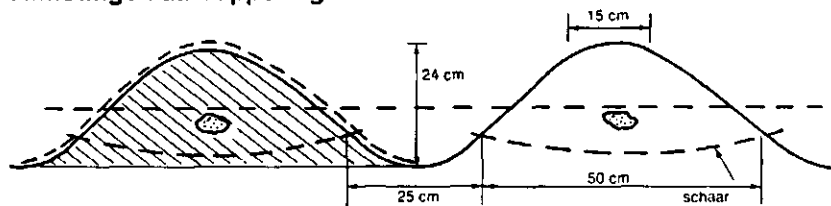
Ruggen moeten uniform van grootte en vorm zijn. In afbeelding 14 is aangegeven welke afmetingen een goede aardappelryg moet hebben. De flanken van de rug moeten bol zijn opdat de rug niet gemakkelijk afspoelt. De top moet vlak of iets puntig zijn, niet komvormig, zodat sporen van ziekteverwekkers zoals *P. infestans* minder gemakkelijk met regenwater in de rug spoelen en de knollen be-

smetten. Bij grote ruggen is de kans op groene knollen iets geringer dan bij kleinere ruggen.

Het tijdstip van rugopbouw

Het tijdstip van rugopbouw is afhankelijk van pootdatum, grondsoort en wijze van aanpak van de onkruidbestrijding. Naarmate vroeger in het voorjaar wordt gepoot, kan langer worden gewacht voordat een volledige rug wordt gevormd. Toch zien we op kleigronden vaak dat zodra het zaaien en poten klaar is, met het frezen wordt begonnen. Een nadeel van vroege rugopbouw is dat de ruggen vroeg in het voorjaar slechts langzaam opwarmen waardoor het langer duurt voordat de planten bovenkomen. Als gevolg hiervan is de kans op aantasting van de kiemen door *Rhizoctonia* groter. Dit kan leiden tot een onregelmatige opkomst, minder stengels per plant en meer knolmisvorming. Ook beperkt een vroege rugopbouw de mogelijkheden om zaadonkruiden mechanisch te bestrijden. Hiertegenover staat dat kleine ruggen in een droog voorjaar gemakkelijk uitdrogen waardoor de plantegroei ook kan worden geremd. Kiemen die droog komen te liggen, zullen minder snel

Afmetingen aardappelryg



Afb. 14. Goed gevormde rug (rijenafstand 75 cm). Grond onder de rug mag niet versmeerd of vastgereden zijn. De rugdoorsnede (IIII) direct na 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).

of helemaal geen stengel vormen. Op zandgronden is de Rhizoctonia-druk vanuit de grond veelal hoger. Daarom wacht men hier soms langer met de volledige rugopbouw. Bovendien kan dan tegelijkertijd het op deze gronden vaak overvloedig aanwezige onkruid worden bestreden.

De wijze van rugopbouw

Aardappelruggen dienen te zijn opgebouwd uit losse grond die bij het rooien goed zeefbaar is en waarin geen harde kluiten voorkomen die zo groot zijn dat ze bij het rooien niet worden uitgezeefd.

Ruggen kunnen op verschillende wijzen worden opgebouwd. Op klei- en zavelgronden wordt veelal gebruik gemaakt van een door de trekker aangedreven werktuig, de frees met aanaarders of rugvormers. Met dit werktuig, dat is uitgerust met freeshaken, is men in staat de grond fijn te maken. Op lichtere gronden is een aangedreven werktuig niet nodig. Hier kan van aanaarders of van zand-

rugvormers 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 terug zakt naar de geul. Op lichte gronden mag de grond niet te fijn worden gemaakt omdat te fijne grond onder natte omstandigheden onvoldoende stabiel is en kan verslempen.

Het aantal elementen van aanaardgarnituren en rijenfreesen moet passen bij het aantal rijen van de pootmachine of omgekeerd. Na twee- of vierrijig poten passen aanaarders/rijenfreesen 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 worden gereden. Belangrijk is voorts, dat er bij de rugopbouw op wordt gelet dat de ruggen midden boven de pots komen.

Onkruidbestrijding

Onkruid is in aardappelen ongewenst, omdat de onkruiden 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. Bestrijding van onkruid kan mechanisch en chemisch of gecombineerd mechanisch/chemisch plaatsvinden. Het resultaat van zowel een mechanische als een chemische onkruidbestrijding is sterk afhankelijk van het weer. Mechanische onkruidbestrijding vindt vaak plaats in combinatie met de rugopbouw.

Mechanische onkruidbestrijding

Op het gebied van mechanische onkruidbestrijding met behulp van eggen, schoffels, aanaarders en dergelijke zijn er de laatste jaren duidelijk nieuwe ontwikkelingen. De moderne eggen zoals veertand- en neteggen, die goed instelbaar zijn, geven weinig beschadiging aan de opkomende aardappelplanten. Voorwaarde voor een goede mechanische onkruidbestrijding is dat de poters voldoende diep en midden in de rug liggen. Bij mechanische onkruidbestrijding moet er rekening mee worden gehouden dat het gewas na een groundbewerking gevoeliger is voor vorst of winderosie.

Ook kan bij elke bewerking in de grond vochtverlies en/of beschadiging van wortels ontstaan. Dit kan op droogtegevoelige grond de gewasgroei vertragen. Om dit zoveel mogelijk te beperken, moeten de bewerkingen dan ook zo oppervlakkig mogelijk worden uitgevoerd. Voor een goede mechanische onkruidbestrijding is meer nog dan bij een chemische onkruidbestrijding slagvaardigheid vereist om in te spelen op gunstige weers- en bodemomstandigheden.

Chemische onkruidbestrijding

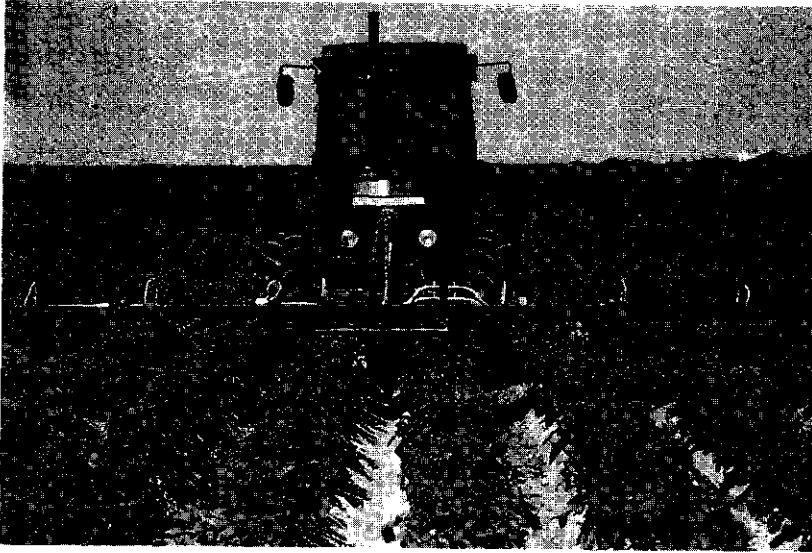
Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen een volvelds-onkruidbestrijding vóór of na opkomst van de aardappelen. Daarnaast kan tot het sluiten van het gewas een behandeling tussen de rijen plaatsvinden; de onderbladbespuiting. Onderbladbespuitingen worden ondermeer toegepast indien bodemherbiciden onvoldoende hebben gewerkt als gevolg van een eerdere verkeerde middelenkeuze of droogte tussen rugopbouw en opkomst. Ook is een onderbladbespuiting noodzakelijk als de mechanische onkruidbestrijding onvoldoende effectief is geweest (afbeelding 15).

De chemische onkruidbestrijding op klei- en zavelgronden wijkt af van die op zandgronden. Laatstgenoemde gronden worden gekenmerkt door een veelal grotere onkruidbezetting. Op gronden met hogere organische-stofgehalten is de werking van bodemherbiciden dikwijls onvoldoende. Chemische onkruidbestrijding heeft ten opzichte van mechanische onkruidbestrijding als voordeel dat geen wortels en stolonen worden beschadigd en dat de grond niet wordt beroerd zodat geen nieuwe onkruidzaden aan de oppervlakte kunnen worden gebracht. Een nadeel is evenwel dat chemische onkruidbestrijding niet altijd even effectief (droogte!) is en soms tot enige gewasschade kan leiden. Dit laatste is het geval als onzorgvuldig wordt gewerkt of als veel neerslag valt na toepassing van een bodemherbicide. Bovendien zijn er verschillen in rasgevoeligheid voor gewasschade.

Onkruidbestrijding in het begin van het groeiseizoen

Klei- en zavelgronden

Met het pootklaar maken van de grond,



Afb. 15. Onderbladbespuiting, een doelmatige noodmaatregel.

veelal met behulp van een aangedreven eg, kan het eerste onkruid worden vernietigd. Als men vervolgens een strategie kiest waarbij het onkruid zoveel mogelijk mechanisch wordt bestreden dan kan men wachten met de definitieve rugopbouw tot kort na opkomst. Om een vertraagde opkomst en daardoor opbrengstderving te voorkomen, moet de rugopbouw in elk geval plaatsvinden voordat de blaadjes van de bovenkomende stengels zich hebben ontvouwd. Met deze werkwijze kunnen de aanwezige onkruiden worden ondergedekt en blijkt het op klei- en zavelgronden veelal mogelijk aardappelpercelen zonder bodemherbicide voldoende onkruidvrij te houden. Ontwikkelt zich na aanaarden of frezen alsnog te veel onkruid dan kan dit worden bestreden door schoffelen of afeggen gevolgd door opnieuw aanaarden. Tot een gewaslengte van 20 - 30 cm kan men schoffelen in combinatie met aanaarden met daarvoor geschikte apparatuur. Belangrijk is dat de gebruikte apparatuur niet alleen het onkruid goed aanpakt maar ook de rug weer voldoende volume geeft. Klein onkruid boven op de rug kan men aanpakken met de eg. Dit eggen kan goed vanaf het moment dat de aardappelen 5 cm groot zijn. De aardappel-

kiemen staan dan stevig en worden met het eggen niet afgebroken. Het eggen kan worden uitgevoerd tot een gewashoogte van 15 - 20 cm. Na het eggen dienen de ruggen, bij voorkeur bij licht vochtige bodemcondities weer te worden aangeaard. Zonodig kan nog een chemische correctie worden uitgevoerd door middel van een onderbladbespuiting. Bij een volledig chemische onkruidbestrijding wordt na het poten meestal binnen twee weken een definitieve rug gevormd en vervolgens wordt na bezakken van de rug volvelds een bodemherbicide toegepast. Verdere onkruidbestrijding is dan veelal overbodig; zonodig kan een onderbladbespuiting worden uitgevoerd (afbeelding 16).

Zandgrond

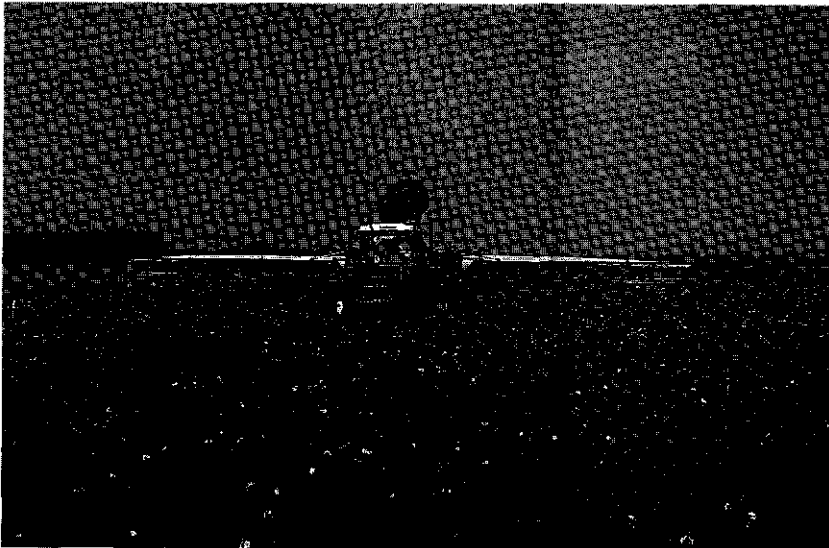
Als men onkruid op zandgrond mechanisch wil bestrijden dan zijn na het poten veelal vier tot vijf bewerkingen nodig om een goed resultaat te behalen. De eerste bewerking moet plaats vinden zodra kiemend onkruid aanwezig is. Er wordt dan geëgd. Hoe kleiner het onkruid, hoe beter het effect is van de eg. Om te voorkomen dat aardappelplanten worden losgetrokken, wordt enkele centimeters die-



Afb. 16. Mechanische onkruidbestrijding is doorgaans goed mogelijk

per gepoot dan wanneer niet wordt geëgd. Meestal is het nodig nogmaals te eggen voordat de aardappelen boven komen. Vervolgens kan een keer worden aangeaard en daarna, zodra weer kiemend onkruid aanwe-

zig is, kan opnieuw worden geëgd. De definitieve rugopbouw dient plaats te vinden voordat de aardappelen stolonen gaan vormen. Net als op klei moet men bij de laatste keer anaarden schoffels gebruiken als het on-



Afb. 17. Een volveldsbespuiting tegen nakiemers, als noodmaatregel.

kruid al meerdere blaadjes heeft. Het hangt vooral van de onkruidrijkdom van een perceel af hoe vaak geëgd en geschoffeld of aangeaard moet worden.

Chemisch kan het onkruid worden bestreden door een bodemherbicide met contactwerking kort voor opkomst van het gewas. Zonodig wordt een tweede bespuiting tegen nakiepers uitgevoerd (afbeelding 17).

Onkruidbestrijding later in het groeiseizoen

Komt later in het groeiseizoen nog onkruid tot ontwikkeling dan kan tot het sluiten van het gewas een onderbladbespuiting worden uitgevoerd waarbij met speciale kappen zodanig wordt gespoten dat de onkruiden wel en

de aardappelplanten niet worden geraakt. Als noodmaatregel kan na de bloei van de aardappelen een volveldsbespuiting tegen onder andere distels, melganzevoet en perzikkruid worden uitgevoerd. Het wordt een noodmaatregel genoemd omdat vaak ook het gewas onder de bespuiting lijdt.

Kweekgras kan in laat te oogsten aardappelgewassen chemisch worden bestreden ruim voor het sluiten van het gewas als het kweekgras 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 - wereldwijd - belangrijkste ziekte in aardappelen is de schimmelziekte *Phytophthora infestans*. Kenmerkend voor deze ziekte is dat ze in vatbare rassen in korte tijd, één à twee weken, in staat is het loof volledig te vernietigen en ook de knollen zodanig aan te tasten dat deze verrotten. Het huidige areaal consumptie-aardappelen in Nederland bestaat voor een groot deel uit voor de ziekte zeer vatbare rassen. Daarom vindt tijdens de teelt een intensieve preventieve bestrijding plaats, waardoor een groot aantal bespuitingen met fungiciden nodig is.

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. Op deze vlekken kan bij een hoge relatieve luchtvochtigheid binnen enkele uren een laag wit schimmelpluis ontstaan, meestal aan de onderzijde van het blad. Binnen een dag wordt dit sporulerende gedeelte van de vlekken bruin. Aan de randen van de vlekken groeit de schimmel verder totdat het hele blaadje is aangetast of totdat 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 weg. De volgende dag kan *Phytophthora* worden

herkend als zich aan de onderkant van de aangetaste blaadjes wit schimmelpluis heeft gevormd (afbeelding 18, pag. 71).

Op een aangetaste stengel komen grote, langwerpige, grauwbroune tot bruinzwarte vlekken voor die vaak de hele stengel omringen. Onder vochtige omstandigheden wordt hierop, evenals bij bladeren, sporulerend schimmelpluis gevormd. Stengelaantasting ontstaat meestal in bladoksels. Stengelaantasting komt relatief vaak voor in jonge, nog niet gesloten gewassen. In tegenstelling tot aangetast blad kan de schimmel in aangetaste stengels lange tijd in leven blijven en bij gunstige omstandigheden weer gaan sporuleren. Stengelaantasting kan ook vanuit een aangetaste moederknol ontstaan.

Op de knollen is de aantasting zichtbaar als blauwachtige, door de schil schemerende vlekken. Het aangetaste knolweefsel is roestbruin van kleur. Tussen deze bruingekleurde enigszins draadvormige structuren komen stukjes normaal weefsel voor. Een dergelijke aantasting wordt 'jong ziek' genoemd. Besmetting vindt plaats als sporen de groeiende knollen bereiken en bij het rooien. De sporen kunnen via lenticellen en beschadigingen de knol binnendringen. Knolaantasting komt op nattere gronden en op zware kleigrond (scheuren in de grond) meer voor dan op zandgrond. Onder vochtige omstandigheden kan ook op aangetaste knollen schimmelpluis te zien zijn. Tijdens de bewaring kan de ontwikkeling van de ziekte verder gaan, waarbij droog- of natrot kan optreden. Natrot kan zich ook naar gezonde knollen verspreiden.

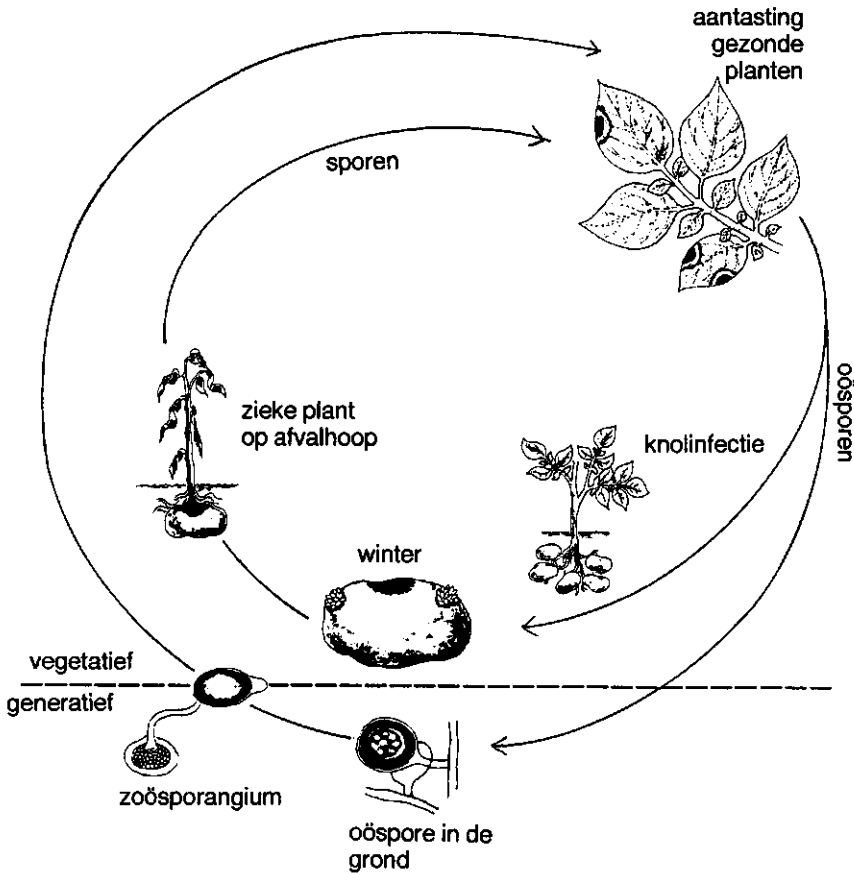
Levenswijze

Phytophthora overleeft ongunstige perioden als schimmeldraden in aangetaste knollen of stengels. De kans dat de ziekteverwekker in de winter in het veld in knollen overleeft is klein omdat aangetaste knollen onder die omstandigheden gemakkelijk weggrotten. In de bewaarplaats is de kans op overleven

voor de schimmel veel groter. De schimmel kan ook vrij in de grond overleven als oöspore, een soort rustspore. Na kiemen en boven de grond komen kan dan bijvoorbeeld een aardappelblad dat op de grond ligt vanuit een oöspore worden aangetast en kan van daaruit een nieuwe haard beginnen. Het overwinteren van oösporen onder praktijkomstandigheden is in Nederland echter nog niet aangetoond.

Dit geldt ook voor infectie in het voorjaar via oösporen. In de meeste gevallen groeit de schimmel vanuit een aangetaste knol mee door de plant, waarbij onder voor de schimmel gunstige omstandigheden (relatieve luchtvochtigheid > 90%) sporedragers met sporen op stengels en/of bladeren worden

gevormd. Deze sporen kunnen andere planten infecteren, waardoor de ziekte zich kan verspreiden. Met de infectie van knollen is de cyclus rond (afbeelding 19). Verspreiding van de sporen gebeurt met wind of opspattende regen. Kieming van sporen en infectie geschiedt 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 minimaal vier uur duurt. Na binnendringen duurt het vier tot vijf dagen voordat de schimmel weer naar buiten komt en sporedragers met sporen vormt. Om tot sporenvorming te komen, moet er in het gewas minimaal 10 uur lang een relatieve luchtvochtigheid van meer dan



Afb. 19. Levenscyclus Phytophthora.

90% heersen. Bij 15 tot 20° C duurt de cyclus van spore naar aangetaste plek tot een nieuwe generatie van sporen vier tot vijf dagen, mits de omstandigheden hiervoor gunstig zijn. Bij temperaturen boven de 25° C en beneden circa 10° C staat de groei van de schimmel stil.

Uit het voorgaande kan worden opgemaakt dat de cyclus van de aardappelziekte vaak wordt 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 zijn er overdag enkele uren zon, dan zullen veel sporen door ultraviolet licht en door de droogte worden gedood.

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 voorkómen van de aantasting. Hiertoe zijn zowel teelttechnische maatregelen als preventieve bespuitingen onmisbaar.

Teeltmaatregelen

Bedrijfshygiëne - *Phytophthora* kan alleen optreden bij aanwezigheid van infectiebronnen. Hierbij kan worden gedacht aan aardappelafvalhopen aangetaste knollen in het pootgoed, aardappelopslag, of niet bespoten percelen. Goede preventieve maatregelen, zoals het afdekken van afvalhopen met zwart plastic, controle van pootgoed op de aanwezigheid van *Phytophthora* en het voorkomen en bestrijden van opslag, zijn de eerste stappen waarmee het optreden van de ziekte kan worden voorkomen.

Rassen - Tussen de aardappelrassen zijn er zowel betreffende het loof als de knol grote verschillen in vatbaarheid voor *Phytophthora*. Geen enkel ras is volledig resistent. De teelt van minder vatbare rassen verdient natuurlijk de voorkeur. Naarmate de resistentie in het loof beter is, verloopt de binnendringing moeilijker, groeit de schimmel trager door het blad en worden minder sporen gevormd waardoor de epidemie zich langzamer ontwikkelt (figuur 10). Naarmate de knolresistentie beter is, worden de knollen minder gemak-

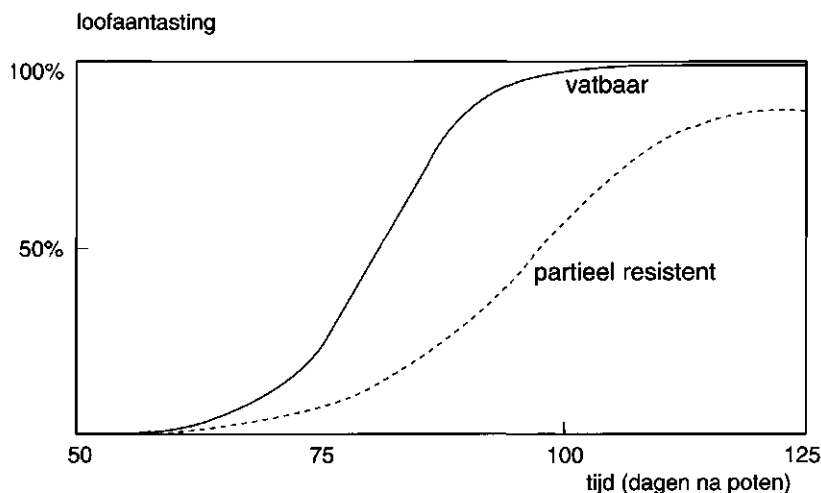


Fig. 10. Modelberekening van het verloop van aantasting door *Phytophthora infestans* in een vatbaar en een partieel resistent aardappelras (naar Dellaert et al, 1989).

kelijk aangetast. Loof- en knolresistentie zijn lang niet altijd aan elkaar gekoppeld. In de Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen is voor de schimmel de mate van resistentie in loof en knol aangegeven (tabel 15).

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 *Phytophthora* meer kans krijgt. Een zware stikstofbemesting kan daarom indirect de kans op aantastingen vergroten. 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 bladsteeltjes of in de grond (NBS) kan hierbij een hulpmiddel zijn.

*Tijdige loofvernietiging bij een loofaantasting door *Phytophthora** - Als de grond vochtig is bij het optreden van sporulatie kan knolaantasting plaatsvinden. De sporen kunnen dan namelijk in de grond overleven en door water naar de knollen worden gespoeld. Vooral bij aanhoudend nat weer moet bij vatbare rassen het loof met een snel werkend middel worden vernietigd zodra bij 20% of meer van de planten één of meer blaadjes is aangetast. Bij rassen met een hoge knolresistentie is de marge iets groter.

Soms is het loof in de tweede helft van augustus al grotendeels afgestorven, de opbrengst neemt dan nauwelijks meer toe, maar de kans op aantasting door *Phytophthora* blijft bestaan. In zulke gevallen is het verstandig om het loof te vernietigen. De anders noodzakelijke, preventieve bespuitingen kunnen dan achterwege blijven.

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. Bij goed afgeharde knollen zijn er minder wondjes en ontvellingen en dus minder invalspoorten voor de schimmel.

De levensduur van sporen in vochtige grond is bij kleigronden wat langer dan bij zandgronden. Bij kleigrond is dit ongeveer vijf weken en bij zandgrond vier weken. In droge grond sterven de sporen snel af. Door op natte grond in twee fasen te rooien, kan het drogen worden versneld.

Ook tijdens het inschuren moet met drogen worden doorgedaan. Door een aangetaste partij zo snel mogelijk droog te blazen, kan de aantasting worden beperkt. De aangetaste, jongzieke knollen gaan dan niet in natrot over en besmetten geen andere knollen.

Tabel 15. Resistentie van enkele rassen tegen *Phytophthora* (Rassenlijst, 1993).

	vatbaarheid	
	loof	knol
<i>consumptie-aardappelen</i>		
Agria	6	7
Bildtstar	3	3
Bintje	3	3
Eigenheimer	5	3
Irene	7	6
Santé	6	8
Saturna	5	9
Morene	6	7
Asterix	5,5	8,5

1 = zeer zwaar vatbaar, 2 = zwaar vatbaar, 5 = matig vatbaar, 7 = licht vatbaar, 10 = resistent.

Preventieve bespuitingen

Er is een aantal middelen dat, mits tijdig en voldoende vaak toegepast, geheel of in elk geval in belangrijke mate infectie kan voorkomen. Hierbij zijn belangrijke vragen: wanneer moet de eerste bespuiting worden uitgevoerd, wanneer zijn verdere bespuitingen nodig en welke middelen verdienen de voorkeur? Voor het antwoord op deze vragen is het belangrijk te weten of er in het perceel of in de directe omgeving daarvan reeds een *Phytophthora*-aantasting aanwezig is.

Tijdstip eerste bespuiting - Dikwijls wordt geadviseerd om op vatbare rassen met de eerste bespuiting te beginnen zodra het gewas 20 cm hoog is. Dit is echter niet altijd nodig. Zolang het gewas nog niet is gesloten en daardoor relatief snel opdroogt en de ziekte nog niet in de omgeving aanwezig is, is het risico op besmetting heel klein. Is de ziekte daarentegen al vroeg in de omgeving gesignaleerd dan moet niet worden gewacht tot 20 cm gewashoogte. Voorkómen moet 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 de ziekte in de omgeving voorkomt en gunstige weersomstandigheden voor sporulatie en infectie voor *Phytophthora* worden verwacht. 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), de weersomstandigheden, de mate waarin het gewas nog met een fungicide is bedekt en de vatbaarheid van het ras.

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 afgenomen.

Een vervolgbespuiting is niet nodig als de weersomstandigheden voor *Phytophthora* ongunstig zijn, dus zonnig, droog weer met droge nachten. Zodra echter een weersomslag dreigt, moet weer worden gespoten.

De kans op gunstige omstandigheden voor de schimmel is het grootst in het tweede deel van het groeiseizoen en vooral na half augustus. Als gunstige omstandigheden worden verwacht en het gewas is niet meer voldoende door een fungicide beschermd, dan 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 aan 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.

Curatieve bespuitingen

Behalve de chemische middelen die *Phytophthora* preventief kunnen bestrijden, is er ook een tweetal middelen met een curatieve werking: cymoxanil en metalaxyl.

Cymoxanil kan de schimmel nog onschadelijk maken wanneer binnen 48 uur 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 groen gewas. Een groeiend gewas is nodig opdat dit middel systemisch kan werken. 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.

Chemische middelen

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

Er kunnen drie groepen middelen worden onderscheiden.

- a. Preventief werkende middelen, bijvoorbeeld dithiocarbamaten zoals maneb en zineb; verder chloorthalonil, fluazinam en fentin- en koperbevattende middelen. Koperbevattende middelen geven groeiremning en bladbeschadiging en zijn daarom in principe alleen aan het eind van het seizoen bruikbaar.
- b. Preventief werkende middelen met een beperkt curatieve werking. Dergelijke middelen bevatten een preventief werkende component, meestal een dithiocarbamaat en cymoxanil als curatief werkende stof.
- c. Middelen met een preventieve en een volledig curatieve werking. Dit zijn mengsels van maneb/fentinacetaat met metalaxyl (Ridomil). Om het optreden van resistentie tegen metalaxyl zoveel mogelijk tegen te gaan, mag dit middel in een seizoen slechts twee keer worden toegepast met een interval van maximaal één week.

Dosering - Op het terrein van de minimaal benodigde dosering van met name preventieve middelen is er nog een aantal vragen. Wel geldt in het algemeen, dat naarmate de dosering hoger is, het middel wat langer bescherming biedt. Uit ondermeer Amerikaans onderzoek zijn er aanwijzingen, dat bij eenzelfde spuitfrequentie met lagere doseringen kan worden volstaan naarmate het geteelde ras meer veldresistentie bezit. In Nederland zijn soortgelijke ervaringen opgedaan. Er vindt nog onderzoek plaats om na te gaan in hoeverre dit tot praktische adviezen kan leiden.

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 per-

ceel zijn verzameld, in combinatie met de weersverwachting en gegevens over de uitgevoerde bespuitingen, het gewasstadium en de *Phytophthora*-druk in de omgeving van het perceel. Als men volledig op een dergelijk systeem zou kunnen vertrouwen en als men er zeker van kan zijn dat het betreffende perceel binnen 48 uur na een kritieke periode berijdbaar is om te spuiten, dan kan in principe na zo'n kritieke periode worden gespoten. Voorwaarde is dan wel dat met een middel met curatieve werking wordt gespoten, dus een middel dat cymoxanil bevat. De thans beschikbare waarschuwingssystemen lijken hiertoe echter nog onvoldoende betrouwbaar.

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.

Aantastingsbeeld

Bij aardappelen komen aantastingen voor van de jonge scheuten, stengels en stolonen die hierdoor volledig kunnen afsterven. Ook kunnen de knollen worden aangetast. Dit kan leiden tot misvormingen en groeischeuren. Daarnaast kunnen de knollen bezet zijn met lakschurft. Lakschurft is de korstvormige bruinzwarte ruststructuur van de schimmel. Vooral na wassen van de knollen is deze goed zichtbaar.

Vanuit deze ruststructuur, maar ook rechtstreeks vanuit de grond, kunnen kiemen en jonge stengels worden aangetast. De aantasting is herkenbaar aan licht- tot donkerbruin gekleurde ingezonken plekken op de ondergrondse stengeldelen, die de stengels helemaal kunnen omringen en doen afsterven. In het veld is een aantasting herkenbaar aan een onregelmatige opkomst, het afsterven (verdrogen) van stengels, 'knijpende' bladeren bij sommige stengels, misvormde knollen, krielnesten, bovengrondse knollen en soms door een wit schimmelmanchet aan de

stengelbasis. Sterft een beperkt aantal stollen af dan is een verminderd knoltal het gevolg. Als knollen worden aangetast, wordt soms op de plaats van de aantasting de groei geremd, waardoor misvormingen kunnen ontstaan die op groeischeuren lijken.

Voorkomen/bestrijden

De schade door *Rhizoctonia* uit zich bij consumptie-aardappelen in een lagere opbrengst, krielnesten (bron van aardappelopslag), misvormde knollen en een doorgaans wat grovere sortering.

Zowel door teeltmaatregelen als door knolontsmetting met chemische middelen is het mogelijk de schade door *Rhizoctonia* te beperken.

- *Rotatie en grondsoort.* Naarmate vaker aardappelen worden geteeld, is de kans op schade vanuit de grond groter. Bij een teeltfrequentie van eens per vier of meer jaren is de directe schade aan het gewas vanuit de grond doorgaans beperkt. De kans op schade is op zandgrond groter dan op kleigrond.
- *Voorvrucht.* Op kleigronden blijkt de voorvrucht gras of graszaad een *Rhizoctonia*-aantasting te bevorderen. Ook van stro wordt gezegd dat het *Rhizoctonia* bevordert. Er zijn echter ook publikaties waarin het tegendeel wordt aangetoond.
- *Voorkiemen, pootdatum en rugopbouw.* Met de vorming van bladgroen neemt de vatbaarheid 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 poten en door niet direct vroeg in het voorjaar een grote rug op te bouwen.
- *Rasverschillen.* Er zijn verschillen in tolerantie tussen de rassen. Dit heeft evenwel nog niet tot duidelijke behandelingsadviezen voor rassen geleid. Wel kan worden gesteld dat het bij een ras dat van nature weinig stengels maakt en erg grof groeit, belangrijker is aantasting te voorkomen dan bij een ras dat veel stengels en knollen vormt.
- *Lakschurftbezetting pootgoed en vitaliteit van de sclerotiën.* Naarmate het pootgoed meer is bezet met sclerotiën van lakschurft

is de kans op schade aan het gewas groter (afbeelding 20). 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 laboratoriumtest is het mogelijk de vitaliteit van sclerotiën vast te stellen.

- *Knolbehandeling.* De schade door *Rhizoctonia* kan ook worden beperkt door het pootgoed met fungiciden te behandelen. Zie hiervoor de Handleiding Gewasbescherming in Akkerbouw. In het algemeen wordt er echter van uitgegaan, dat een knolbehandeling niet nodig is als niet meer dan 25% van de, niet gewassen, knollen licht met sclerotiën is bezet.

Er wordt gewerkt aan een *Rhizoctonia*-adviesstelsel waarbij met bovengenoemde factoren rekening wordt gehouden. Met dit adviesstelsel kan een perceelsgericht advies worden gegeven voor wat betreft het al dan niet toepassen van een knolbehandeling.



Afb. 20. *Rhizoctonia*-schaal.

Gewone schurft

Dit is een bekende ziekte die de opbrengst niet beïnvloedt, maar algemeen op de knollen voorkomt. De schade bij consumptie-aardappelen bestaat bij zware aantasting vooral uit het onooglijk worden van de knollen en naarmate de aantasting dieper in de knol doordringt, uit grotere sorteer- en schilverliezen. Aangetaste knollen drogen tijdens de bewaring sterker uit. De ziekte wordt veroorzaakt door *Streptomyces scabies* en andere *Streptomyces*-soorten. Deze komen algemeen in de bodem voor.

Het ziektebeeld kan afhankelijk van de *Streptomyces*-soort en het aardappelras sterk uiteenlopen. Men onderscheidt daarom wel oppervlakkige schurft, diepe schurft en knobbel- of pokschurft. Deze ziektebeelden komen soms op dezelfde knol voor en gaan in elkaar over.

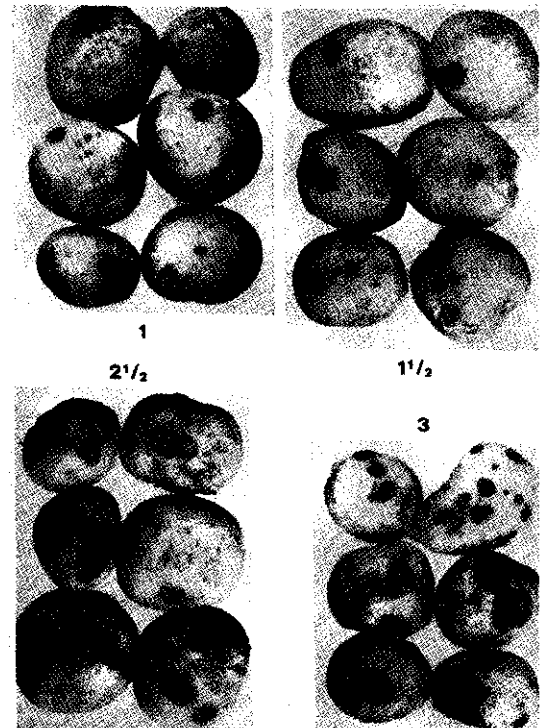
Het optreden van gewone schurft wordt in sterke mate beïnvloed door het weer en de bodemgesteldheid. Droogte en warmte bevorderen het optreden van schurft. Ook een hoge pH van de grond en op zandgronden een bemesting met kalk bevorderen het optreden. Schurft kan met pootgoed overgaan maar dit speelt in het algemeen geen grote rol. Belangrijk is vooral de mate waarin *Streptomyces*-soorten in de grond voorkomen.

Voorkomen/bestrijden

- *Beregening*. Alleen het schilweefsel van jonge knollen is vatbaar voor aantasting door gewone schurft. Gewone schurft geeft alleen aantasting onder droge omstandigheden. Een aantasting kan dan ook grotendeels worden voorkomen door de grond gedurende de eerste drie weken na het begin van knolaanleg 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. Daarom moet met name op zandgronden de pH niet te hoog worden. Op deze gronden is het mogelijk de pH te verlagen door

gebruik te maken van zure meststoffen zoals zwavelzure en vloeibare ammoniak. Het effect van een lage pH is evenwel vaak niet afdoende. Als een bekalking nodig is, met het oog op de verbouw van andere gewassen dan aardappel, dan is het in verband met schurft beter dit niet direct voor de aardappelteelt te doen. Bekalking kort voor het rooien van de aardappelen kan wel. Het heeft dan geen invloed meer op de schurftaantasting van dit gewas maar de kalk wordt bij het rooien wel goed door de grond verdeeld. Op klei- en zavelgronden is met beïnvloeding van de pH weinig te bereiken (afbeelding 21).

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



Afb. 21. Schurft-schaal.

Netschurft

Netschurft, ook wel graslandschurft genoemd, komt vaak voor op pas gescheurd grasland maar kan ook op oud bouwland voorkomen en wordt zowel aangetroffen op zandgrond met een vrij lage pH als op kleigrond met een hoge pH. Slechts enkele rassen zijn vatbaar voor netschurft. Erg vatbaar is onder andere het veel geteelde ras Bintje. Netschurft wordt door verschillende *Streptomyces*-soorten veroorzaakt.

Anders dan bij gewone schurft tast netschurft alle ondergrondse delen van de plant aan. Vooral de aantasting van de wortels - deze worden bruin, de fijne haarwortels rotten weg - remt aanvankelijk de ontwikkeling van de plant. Een aangetast gewas kan zich in de loop van het groeiseizoen enigszins herstellen van de aanvankelijke groeivertraging. Een ernstige aantasting kan een forse opbrengstderving en soms zelfs een misgewas tot gevolg hebben. Daarbij kunnen doorwasachtige verschijnselen optreden. Anders dan bij gewone schurft blijft bij deze ziekte de knolaantasting oppervlakkig. Jonge aangetaste knollen vertonen bruine vlekken. Deze bruine vlekken krijgen later een typisch netvormige structuur, waarbij vaak ook groeischeuren ontstaan (tabel 16). Vooral als de grond vroeg in het seizoen nat is, kan de aantasting zeer ernstig zijn.

Voorkomen/bestrijden

Niet of zo min mogelijk beregenen in het begin van het groeiseizoen. Een ruime vruchtwisseling toepassen, maximaal eens per vier jaar aardappelen. Op zwaar met netschurft besmette percelen is vervanging van een vatbaar ras zoals Bintje, Désirée, Climax, Eba en Edzina door een niet-vatbaar ras zeer effectief.

Fusarium-droogrot

Fusarium-droogrot is een typische bewaarziekte. Meerdere *Fusarium*-soorten kunnen droogrot veroorzaken. De twee belangrijkste zijn *Fusarium sulphureum* en de iets minder agressieve *Fusarium solani* var. *coeruleum*. Beide 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 kieren) 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 vatbaar voor de andere. De vatbaarheid van de knollen voor *Fusarium solani* var. *coeruleum* neemt toe naarmate de aardappelen langer worden bewaard. Aantasting door *F. sulphureum* kan al binnen enkele weken na het rooien zichtbaar worden.

Aangetaste knollen vertonen uitwendig iets ingezonken plekken, waarop talrijke witroze schimmelkussentjes kunnen voorkomen. Door het ter plaatse ineenschrompelen van de schil kunnen min of meer concentrische ringen ontstaan.

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 moet voorzichtig worden gerooid. Hierbij moeten rijsnelheid en valhoogte zo goed mogelijk aan de omstandigheden worden aangepast. Direct na het oogsten moet worden

Tabel 16. Relatie tussen netschurft-aantasting van de knollen en het percentage knollen met groeischeuren bij Bintje in 1984 (naar Scholte, 1991).

netschurft-aantasting	geen	matig	zwaar	zeer zwaar
% knollen met groeischeuren	0	2	8	14

gezorgd voor een goede wondheling. Als ontstane wondjes niet vlot helen, kan de ziekte zich snel uitbreiden. De aardappelen moeten verder koel en droog worden bewaard.

Wanneer bij controle in de herfst reeds *Fusarium* van betekenis wordt aangetroffen, verdient het de voorkeur deze partij niet langer te bewaren.

Overige schimmelziekten

Phoma of gangreen

Phoma exigua var. *foveata* veroorzaakt bij aardappelen een knolziekte die als gangreen of Phoma bekend staat. Het is een droogrot. Ernstige aantasting kan partijen aardappelen volledig doen wegrotten. In het algemeen doen zich in Nederland niet zoveel problemen voor met Phoma. Phoma is een koude-minnende schimmel, die vooral optreedt als relatief laat wordt gerooid en de knollen flink worden beschadigd. De ziekte kan met het pootgoed overgaan maar kan ook in de grond overblijven en van daaruit de plant aantasten. Phoma zorgt voor een donkergekleurd droogrot dat op het oog moeilijk is te onderscheiden van *Fusarium sulphureum*. Tussen de aardappelrassen komen opvallende verschillen in vatbaarheid voor.

Voorkomen/bestrijden

In gebieden of op bedrijven waar problemen met Phoma voorkomen, verdient de teelt van weinig vatbare rassen de voorkeur. Weinig vatbare consumptie-rassen zijn onder andere Doré, Eigenheimer, Irene, Marijke, Saturna en Ukama.

Het poten van partijen waarin Phoma-rotte knollen voorkomen, is ongewenst. Rotte knollen moeten in elk geval voor het poten worden verwijderd.

Evenals bij *Fusarium* moet knolbeschadiging bij het rooien en sorteren zoveel mogelijk worden voorkomen. Daarom moeten de knollen bij het rooien voldoende zijn afgehard en moet voorzichtig en bij voldoende hoge temperaturen, bij voorkeur niet beneden de 10° C, worden gerooid. Na het rooien of sor-

teren moet een wondhelingsperiode in acht worden genomen alvorens te koelen. Bij een bewaar temperatuur van 8° C en hoger breidt de schimmel zich nauwelijks uit.

Roodrot

Roodrot wordt veroorzaakt door de schimmel *Phytophthora erythroseptica*. Deze schimmel komt algemeen in alle gronden voor. Roodrot gaat niet met het pootgoed over. De ziekte treedt vooral op bij een combinatie van hoge temperaturen, structuurproblemen en regen of beregening. Roodrot is een erg vochtig en zich snel ontwikkelend rot dat zijn naam dankt aan het feit dat aangetast weefsel na doorsnijden van de knol in de loop van enkele minuten roze tot rood kleurt. Typisch voor roodrot is dat aangetaste knollen bij het erin knippen rubberachtig aanvoelen en lekken.

Voorkomen/bestrijden

Een goede structuur en goede ontwateringstoestand van de grond, zodat overmatige neerslag snel kan worden afgevoerd, gaat het optreden van deze ziekte tegen. Als de ziekte bij het rooien wordt geconstateerd, dienen de aardappelen zo snel mogelijk te worden drooggeblazen. Aardappelen afkomstig van natte plekken moeten apart worden opgeslagen. Aangetaste partijen moeten snel worden geruimd.

Verticillium of verwelkingsziekte

Verwelkingsziekte bij aardappelen wordt vooral veroorzaakt door de schimmel *Verticillium dahliae*. De ziekte wordt gekenmerkt door een vervroegd afsterven van het gewas. Omdat dit soms oploopt tot vier à zes weken voor het normale tijdstip van afsterven kan een aanzienlijke opbrengstreductie het gevolg zijn. De schade wordt bevorderd door stressfactoren zoals hitte, droogte, waterovermaat en een te gering aanbod van stikstof. Aaltjes, zoals aardappelpycsteaaltje, wortelknobbelaaltje en wortellesieaaltje bevorderen de infectie met *Verticillium dahliae*. De meest kenmerkende symptomen voor deze ziekte zijn de eenzijdige bladverkleuring tij-

dens het afsterven van de bladeren en de loodgrijze kleur van de afgestorven stengels. De schimmel heeft een uitgebreide waardplantenreeks en kan in de vorm van microsclerotieën ten minste zes jaar in de grond overblijven (afbeelding 22, pag. 72).

Voorkomen/bestrijden

Er zijn verschillen in tolerantie tussen rassen. Onder andere het ras Bintje is gevoelig voor schade. Op besmette grond kan schade worden beperkt door een evenwichtige bemesting en voldoende vocht gedurende het gehele groeiseizoen. Bepaalde voorvruchten, zoals veldbonen, droge erwten en blauwmaanzaad, zorgen voor meer infectie-materiaal in de grond dan andere. Daarom dienen dergelijke gewassen als directe voorvrucht te worden vermeden.

Sclerotinia of rattekeutelziekte

Sclerotinia wordt veroorzaakt door de schimmel *Sclerotinia sclerotiorum*, een schimmel die veel gewassen, zoals erwten, bonen, witlof, peen en aardappelen, in min of meer ernstige mate kan aantasten. In bouwplannen waarin deze gewassen vooral voorkomen, leidt Sclerotinia soms tot economische schade in aardappelen.

De schade bestaat uit een vervroegd afsterven van aangetaste stengels. In deze stengels kunnen de sclerotieën worden aangetroffen. Deze sclerotieën, in de volksmond rattekeutels genoemd, kunnen jarenlang in de grond overblijven. Ook de knollen kunnen worden aangetast. Dit komt echter niet vaak voor.

Vervanging van granen door groentengewassen kan er de oorzaak van zijn dat Sclerotinia de laatste jaren meer optreedt.

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 duur en niet altijd lonend. Zie voor toegelaten middelen de Handleiding Gewasbescherming in de Akkerbouw.

Bacterieziekten

De bacterieziekten die in Nederland aardappelplanten aantasten, worden veroorzaakt door bacteriën van het geslacht *Erwinia*. Kenmerkend bij aantasting is een slijmerig, stinkend rot. Deze bacterieziekten worden al naar de verschijnselen die zij in het veld laten zien zwartbenigheid of stengelnatrot genoemd. Beide ziekten kunnen in de knollen natrot veroorzaken. Natrot treedt ook vaak secundair op, bijvoorbeeld na een *Phytophthora*-aantasting van de knollen, na bevriezen, wateroverlast en dergelijke. Dit secundair natrot kan behalve door *Erwinia*-soorten ook worden veroorzaakt door andere soorten bacteriën en door schimmels van het geslacht *Pythium*.

In ons land treedt in consumptie-aardappelen slechts zelden schade op als gevolg van bacterieziekten.

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 waarin natrotte knollen voorkomen, is in verband met de verspreiding van bacterieziekten een riskante bezigheid. Voorts zijn van belang: een goede structuur en goede ontwateringstoestand van de grond, het voorkomen dat knollen nat regenen bij het rooien en de bewaring onder droge en koele omstandigheden. Rotte knollen moeten in een zo vroeg mogelijk stadium worden verwijderd om versmering tegen te gaan en ook moeten beschadigingen, overmatig vocht en hoge temperaturen tijdens de bewaring worden vermeden om het optreden en de uitbreiding van bacterieziekten te beperken.

Virusziekten

Een virus is een microscopisch kleine ziekteverwekker. Het heeft geen eigen stofwisseling maar kan wel de stofwisseling van aardappelen beïnvloeden, met als gevolg dat aardappelen minder goed groeien en de op-

brengrst lager blijft. Virussen zijn bovendien besmettelijk dat wil zeggen dat ze van zieke op gezonde planten kunnen 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 (Y^n , Y^c , Y^o) en bladrolvirus. Minder belangrijke zijn onder andere A-, X- en S-virus en het tabaksratelvirus (afbeelding 23 en 24).

Virussen kunnen op verschillende wijzen worden verspreid:

1. Door contact tussen zieke en gezonde plantedelen, zoals bij X- en S-virus het geval is.
2. Door nematoden. Het tabaksratelvirus, dat in Nederland op lichte zand- en zavelgronden voor kan komen, kan door aaltjes van

de geslachten *Trichodorus* en *Paratrichodorus* van plant op plant worden overgebracht. Ratelvirus veroorzaakt stengelbont in het loof en kringrigheid in de knollen.

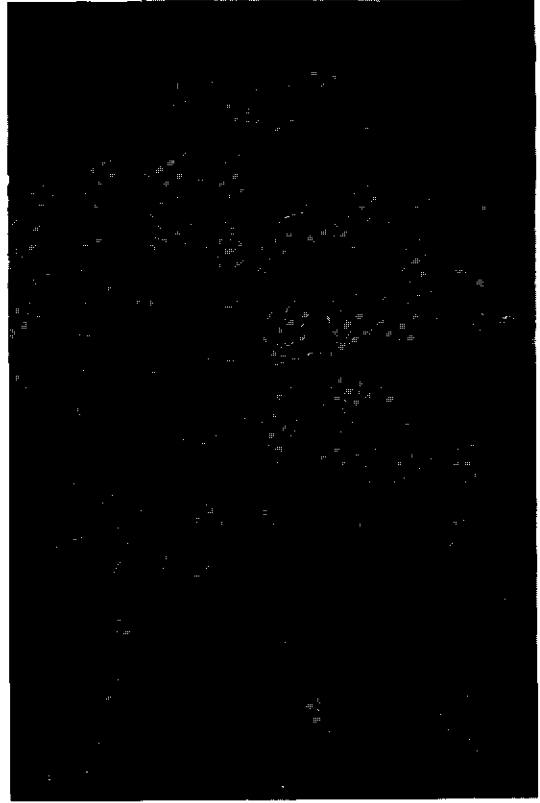
3. Door bladluizen. Y-virussen en A-virus worden vooral, en bladrolvirus uitsluitend door bladluizen overgebracht.

De mate waarin de symptomen van een virusaantasting 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 voedingstoestand van het gewas.

Een secundaire aantasting, dat wil zeggen een aantasting vanuit een aangetaste poter, is bij bladrol vaak zichtbaar aan het rollen van vooral de onderste bladeren en het achterblijven in groei.



Afb. 23. Door Y^n -virus aangetaste plant.



Afb. 24. Het bladrolvirus veroorzaakt een rolling van de bladeren.

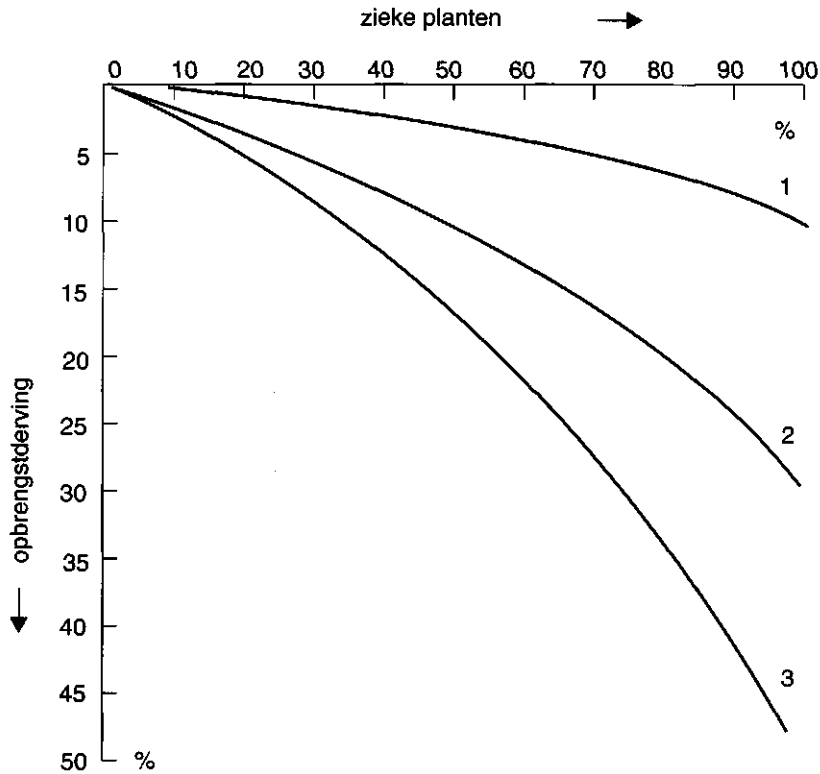


Fig. 11. Het verband tussen het percentage viruszieke planten en de opbrengstderving bij aardappelen (naar Van der Zaag, 1977) (S en X).
 1. Virussen die de groei van de planten weinig beïnvloeden (Y^N en A).
 2. Virussen die de groei van de planten matig beïnvloeden (bladrol en Y^0).
 3. Virussen die de groei van de planten sterk beïnvloeden.

Bij de andere virusziekten blijkt een aantasting uit min of meer 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 van het percentage viruszieke planten op de opbrengst is in figuur 11 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.

Voorkomen/bestrijden

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 dan is het extra van belang om te zorgen voor gunstige groei-omstandigheden voor het gewas: een goede structuur en bemestings-toestand van de grond en voldoende vocht.

Beschadigingen veroorzaakt door dieren

Aardappelcysteaaltjes

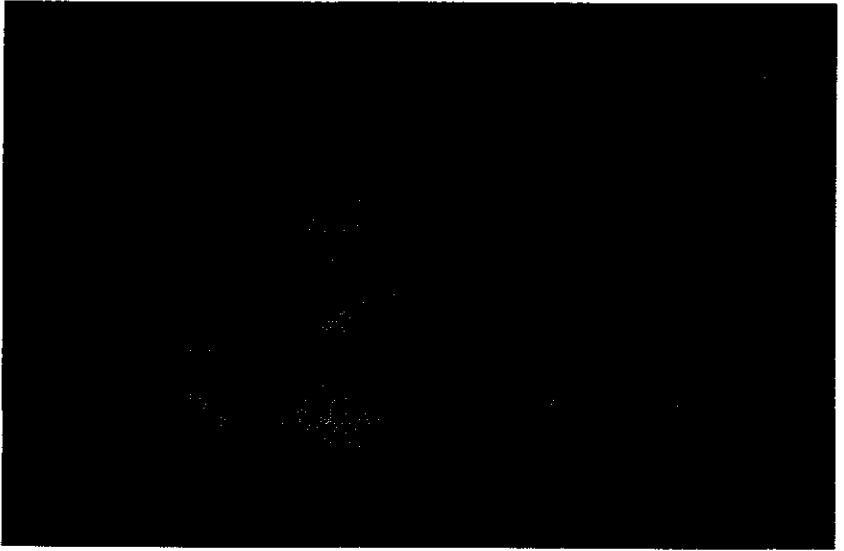
Aardappelcysteaaltjes vormen een gevaar voor de aardappelteelt omdat ze door beschadiging van de wortels de opbrengst negatief beïnvloeden en zelfs valplekken, perceelsgedeelten met sterk in groei achterblijvende planten, kunnen veroorzaken. Is de grond eenmaal besmet met aardappelcysteaaltjes dan is het door aardappelmoehedsresistente rassen (AM-rassen) te telen respectievelijk grondontsmetting wel mogelijk het aantal aaltjes terug te dringen maar helemaal vrij van aardappelcysteaaltjes wordt de grond niet meer.

Tenslotte vormt besmetting van de grond met

aardappelcysteaaltjes een bedreiging voor de export van plantmateriaal van dat perceel en, vooral bij stuifgevoelige grond, een bedreiging voor omliggende percelen.

Aardappelcysteaaltjes kennen slechts enkele waardplanten. Naast de aardappel zijn dat tomaat en aubergine. Typerend voor cysteaaltjes is dat ze cysten vormen. De afgestorven vrouwtjes met daarin eieren en larven worden cysten genoemd. Een cyste kan meer dan 100 eieren en larven bevatten. De cyste geeft een goede bescherming waardoor eieren en larven vele jaren in de grond kunnen overleven.

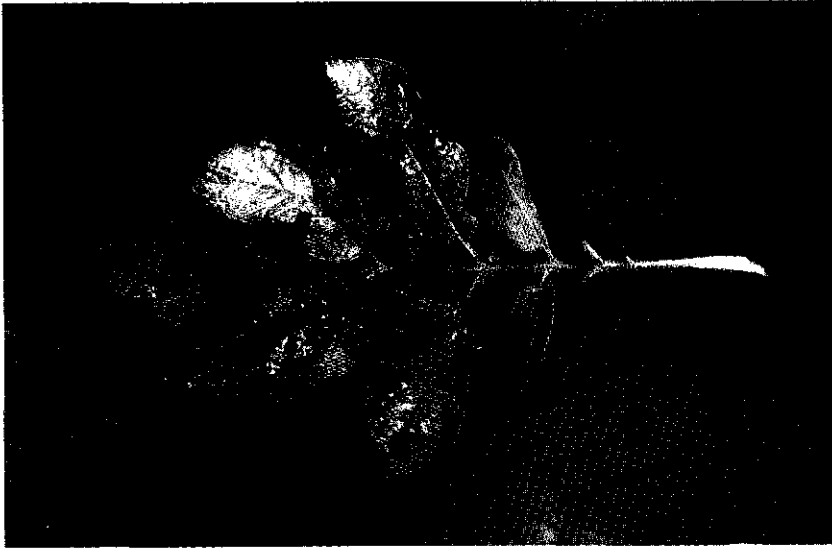
Nadat aardappelen beginnen te groeien en de bodemtemperatuur boven de 10° C komt, worden de aaltjes gelokt. Ze gaan naar aardappelwortels, dringen binnen, voeden en vermeerderen zich. Per jaar (per teelt) wordt één nieuwe generatie gevormd. Bij voldoende



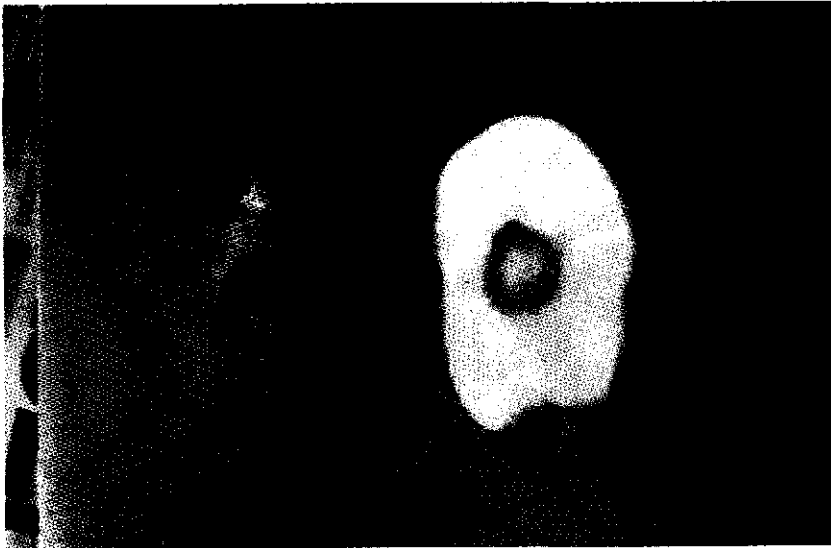
Afb. 10.
Magnesiumgebrek,
pagina 46.



Afb. 18.
Door *Phytophthora in-*
festans aangetaste
blaadjes, pagina 57.



Afb. 22
Vertillicum dahliae is te herkennen aan een eenzijdige vergeling, gevolgd door een eenzijdige afsterving van het blad, pagina 67.



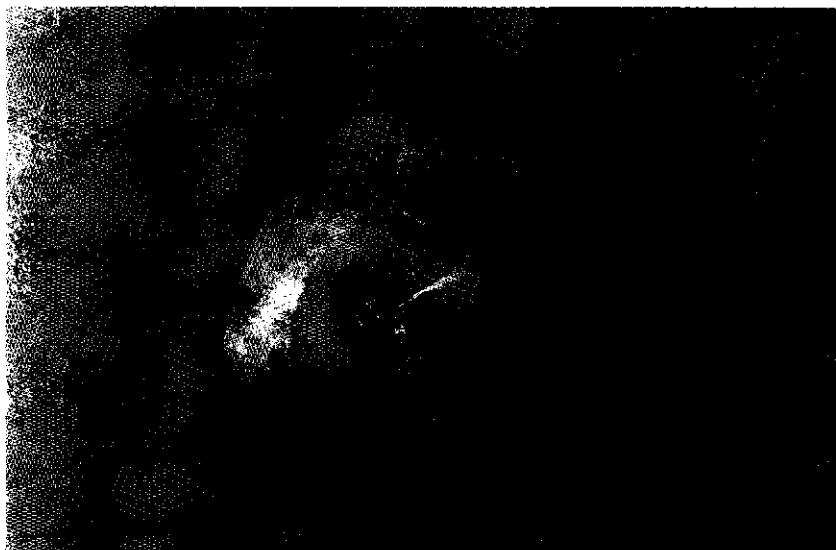
Afb. 28.
Kringrigheid, pagina 79.

Afb. 29.
Bladluizen op een
aardappelblad,
pagina 80.

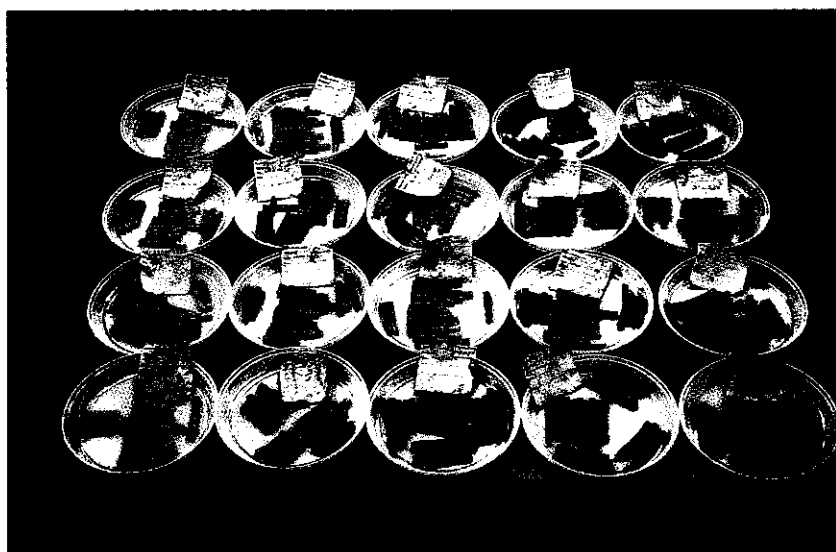


Afb. 33.
Een holle aardappel,
pagina 85.





Afb. 40.
Onderhuidse verkleuring ontstaan bij het rooien (rooierslag), pagina 120.



Afb. 41.
Het effect van stikstof op de bakkleur van fritesaardappelen. Van links naar rechts bedroeg de N-bemesting respectievelijk 0, 100, 200, 300 en 400 kg N per ha, pagina 121.

hoge temperaturen kunnen de eerste volwassen vrouwtjes (cysten) al begin juni op de wortels zichtbaar zijn. Er zijn twee soorten aardappelcysteaaltjes: *Globodera rostochiensis* en *Globodera pallida*, soms afgekort tot Ro en Pa. Binnen deze soorten zijn er ook nog verschillende pathotypen. Soorten en pathotypen verschillen in vermogen zich te vermeerderen op rassen met een bepaalde resistentie. Beide soorten veroorzaken hetzelfde aantastingsbeeld.

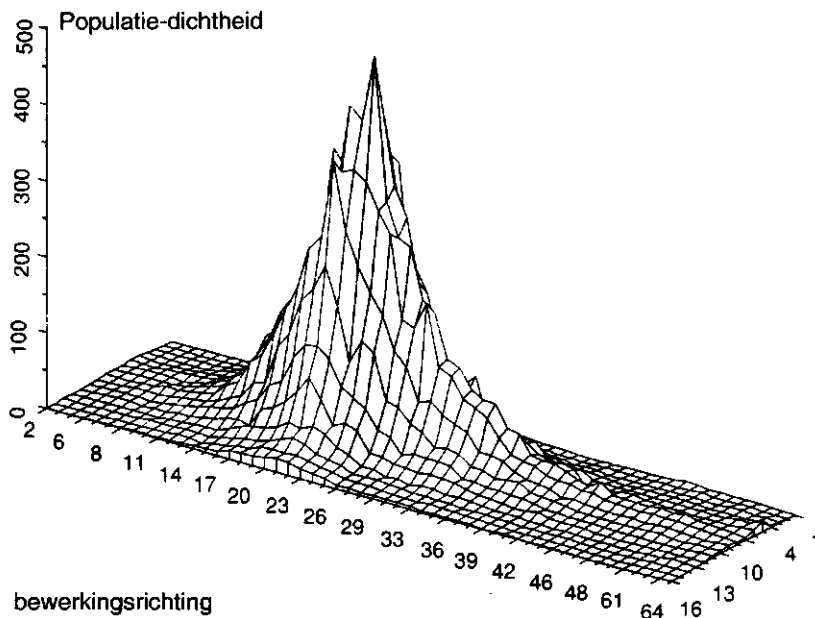
Van *G. rostochiensis* worden in Nederland twee groepen pathotypen onderscheiden: A (Ro-1,4) en BC (Ro-2,3) en van *G. pallida* twee pathotypen: D (Pa-2) en E (Pa-3). A is het pathotype aardappelcysteaaltje dat in Nederland het meest voorkomt. De meeste AM-rassen zijn resistent tegen Ro-1 en Ro-4. Het aantal rassen met resistentie tegen *G. pallida* is nog gering.

De resistentie tegen pathotype A van *G. rostochiensis* is gebaseerd op één gen en werkt absoluut. Voor de pathotypen D en E van *G. pallida* is de resistentie ingewikkelder. Deze is gebaseerd op twee of meer genen en niet

absoluut. We spreken van partiële resistentie. Dat wil zeggen dat op een bepaald ras nog wel vrouwtjes volwassen worden en eieren produceren, maar veel minder dan bij een vatbaar ras. Hoeveel vermeerdering op een *G. pallida*-resistent ras optreedt hangt af van de mate van resistentie voor de betreffende populatie. In de praktijk hebben we te maken met een groot aantal in virulentie (agressiviteit) verschillende populaties. Daarom kan het voorkomen dat een ras de ene *G. pallida*-populatie echt bestrijdt, terwijl een andere populatie zich in een bepaalde mate op datzelfde ras kan vermeerderen. Het benoemen van een *G. pallida*-populatie als pathotype D of E is daarom niet goed mogelijk. Besmettingen komen vaak in haarden voor. De machinale verplaatsing van grond en cysten bepaalt de vorm van besmettingshaarden. De verspreiding van cysten vindt voornamelijk plaats in de lengterichting (de bewerkingrichting) van het perceel (afbeelding 25).

Voorkomen/bestrijden

Wettelijke maatregelen - Voor de bestrijding



Afb. 25. Karakteristieke haardvorm AM (naar Been en Schomaker).

van aardappelmoehheid geldt met ingang van 1993 nog slechts de regel dat aardappelen niet vaker dan eens per drie jaar op hetzelfde perceel mogen worden geteeld. Ten aanzien van de chemische bestrijding van aardappelmoehheid geldt de regulering grondontsmetting. Deze is bedoeld om het gebruik van grondontsmettingsmiddelen terug te dringen.

De regeling heeft alleen betrekking op de natte grondontsmettingsmiddelen en houdt een frequentiebeperking in die is gebonden aan vergunningen.

Vanaf 1993 mag maximaal eens per vier jaar en vanaf 2000 eens per vijf jaar op een perceel of perceelsgedeelte nat worden ontmet.

De invloed van teeltmaatregelen - Door teeltmaatregelen en bedrijfshygiëne is het mogelijk de populatie aardappelcystealtjes te beheersen:

1. *Vruchtwisseling en aardappelopslagbestrijding.*

Als in een perceel aardappelcystealtjes aanwezig zijn, zal de populatie in één seizoen bij de teelt van een vatbaar ras, gemiddeld 15 - 25 keer zo groot worden. De mate van vermeerdering varieert echter sterk. Als geen waardplant aanwezig is, vermindert het aantal aardappelcystealtjes jaarlijks met ongeveer een derde. Naarmate de vruchtwisseling ruimer is, zal ook de opbouw van de populatie trager verlopen. In dit verband speelt aardappelopslag een belangrijke rol. Als opslag voorkomt in een niet-waardgewas zal in plaats van een afname van de populatie een toename plaats kunnen vinden. Bij enkele opslagplanten per vierkante meter kan al gauw een drievoudige vermeerdering van de populatie optreden. Hierdoor wordt het effect van de vruchtwisseling teniet gedaan. Daarom is het van groot belang aardappelopslag tijdig (voor half juni) te bestrijden.

2. *Resistente rassen.*

Een belangrijke mogelijkheid om de populatie aardappelcystealtjes in de hand te houden, is het inzetten van resistente ras-

sen. Resistente rassen of AM-rassen zijn rassen waarop het aardappelcystealtje zich niet kan vermeerderen. Een tegen *G. rostochiensis* resistent ras kan in een seizoen de populatie aardappelcystealtjes met maximaal 80% doen afnemen.

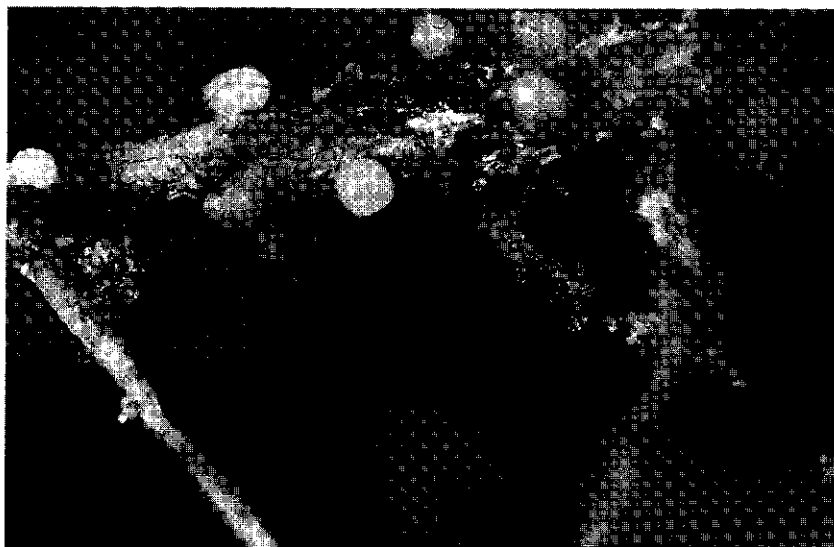
De wortels van resistente rassen worden wel beschadigd door aardappelcystealtjes. Dit betekent dat een resistent ras, evenals een vatbaar ras, grote schade kan lijden, tenzij het ras tolerant is voor deze wortelbeschadiging. Bij een resistent ras dat weinig tolerant is, is als gevolg van een beperkte wortelontwikkeling, de populatieafname geringer dan 80%.

Bij het inzetten van resistente rassen is het van groot belang dat een ras met een passende resistentie wordt ingezet. Dus een ras dat resistent is tegen het in het perceel aanwezige pathotype. Het gebruik van een AM-ras dat niet de juiste resistentie heeft, staat veelal gelijk aan het gebruik van een vatbaar ras (afbeelding 26).

Ook bestaat het gevaar van selectie van een ander pathotype. Het is namelijk mogelijk dat in een perceel een mengsel van beide soorten aardappelcystealtjes voorkomt of dat verschillende pathotypen van één soort aanwezig zijn. Door de teelt van AM-A- of AM-ABC- resistente rassen wordt in dat geval Ro onderdrukt en zal Pa gaan overheersen. Maar ook binnen een soort kan een verschuiving optreden. Als bijvoorbeeld het pathotype E binnen een D-populatie aanwezig is, wordt door de teelt van het D-resistente ras het pathotype E uitgeselecteerd. Dit is een gevaarlijke ontwikkeling omdat tegen pathotype E nog nauwelijks resistente rassen beschikbaar zijn.

3. *Intensieve bemonstering en pathotypebepaling.*

Nieuwe besmettingen van aardappelcystealtjes komen veelal in haarden voor. Deze zijn goed op te sporen door middel van intensieve bemonstering. Door haarden vroegtijdig op te sporen, is het mogelijk tijdig goede maatregelen te nemen en zodoende verdere uitbreiding te voorkomen. Het is dan wel nodig om behalve de



Afb. 26. Aardappelcysteaaaltje op wortels.

plaats van de haard ook de soort en het pathotype te laten vaststellen, zodat op basis hiervan een juiste rassenkeuze kan plaatsvinden en eventueel een grondontsmetting kan worden toegepast.

4. Grondontsmetting.

Grondontsmetten was tot voor kort een veel gebruikte methode om de aaltjespopulatie terug te dringen. Een geslaagde natte grondontsmetting kan op lichte gronden 80% van de populatie doden. In de praktijk wordt dit percentage echter vaak niet gehaald. Op gronden met meer dan 35% afslibbare delen is 80% doding een hoge uitzondering. Daarnaast kan op vele gronden adaptatie een negatieve rol spelen. Dit is het verschijnsel waarbij micro-organismen de werkzame stof van grondontsmettingsmiddelen versneld afbreken, waardoor de dodingsresultaten veel lager zijn. Natte grondontsmetting vertraagt de opbouw van de aaltjespopulatie, maar is niet afdoende. Dit geldt nog sterker voor granulat. Deze leiden in beperkte mate tot doding.

Daarnaast veroorzaken ze een tijdelijke verdooving van aaltjes zodat het gewas pas later in het groeiseizoen wordt aangetast.

Het gewas is dan al minder gevoelig voor aantasting waardoor een grote opbrengstderving kan worden voorkomen. Vermee-dering vindt echter wel plaats, zodat er toch sprake is van een populatietoename. In feite kan men de schade door aardappelcysteaaaltjes, alleen op lichtere gronden met granulat. Op zwaardere gronden zijn ze weinig effectief en als bestrijdingsmiddel niet goed bruikbaar. Recent onderzoek heeft uitgewezen dat de besmettingen in de consumptie-aardappelteeltgebieden in de meeste gevallen doeltreffend met resistente rassen kunnen worden bestreden. Alleen in geval van een pathotype E-besmetting kan grondontsmetting nodig zijn.

5. Bedrijfshygiëne.

Voorkomen moet worden dat de grond besmet raakt met aardappelcysteaaaltjes. Besmetting kan plaatsvinden door aanvoer van cysten via grond, zoals zeef- en sorteerg- grond, door grond aan plantgoed en aan machines, zoals bietenrooiers, trekkers en dergelijke en door verstui- ven van grond. Dit geldt eveneens voor besmet pootgoed, besmette verse dierlijke mest en besmet schoeisel.

(afbeelding 29, pag. 73). Bij aanwezigheid van veel bladluisvijanden, zoals lieveheersbeestjes, zweef- en gaasvliegen, kan een populatie in één week echter ook tien keer zo klein worden.

Toprol

Bladluizen kunnen ook het verschijnsel toprol veroorzaken. De stam Rosa van de aardappeltopluis is hiervoor verantwoordelijk. Bij een beginnende aantasting krullen de bladranden naar boven om. Bij sommige rassen (onder andere Bintje) zien we een donkerpaarse verkleuring van de omgekrulde bladranden optreden. In een later stadium treedt necrose aan de bladranden op, die kan overgaan in afsterving van het gehele blad. Toprol wordt vaak in haarden waargenomen. Vanuit de haarden kan het hele veld egaal worden aangetast. De eerste aantasting wordt meestal niet voor juli waargenomen. Er lijken duidelijke rasverschillen te bestaan met betrekking tot de vatbaarheid voor toprol. Onder andere Bintje kan sterk worden aangetast. Verondersteld wordt dat de aardappeltopluis een toxische stof in het blad brengt, waardoor de rolling ontstaat. Een duidelijke aantasting van het gewas zien we meestal pas, wanneer de bladluisbezetting reeds enige omvang heeft bereikt. Het verschijnsel gaat niet met het pootgoed over.

Voorkomen/bestrijden

Tegen bladluizen dient alleen een bestrijding te worden uitgevoerd als er een kans is op opbrengstderving. Dit is het geval als in een perceel veel zogenaamde 'luizenkoppen' voorkomen of als op grote schaal op het blad zwartschimmels gaan groeien als gevolg van honingdauw. Dit beperkt het groene bladoppervlak en remt daardoor de produktie. Als in een gewas niet op grote schaal luizenkoppen of zwartschimmels te zien zijn, is een bestrijding pas zinvol als er gemiddeld méér dan 50 bladluizen per volgroeid samengesteld blad voorkomen. Toprol is te voorkomen door de aardappeltopluis te bestrijden. Aanbevolen wordt om in gebieden waar in het verleden schade door toprol is opgetreden en waar

toprol wordt gevreesd, een bespuiting uit te voeren met een luisdodend middel in de periode van 10 tot 15 juni. Laat ontwikkelde gewassen kunnen het beste omstreeks 15 juni worden gespoten, vroeg ontwikkelde bij voorkeur omstreeks 10 juni. Een schadelijk optreden van toprol kan in de regel met deze ene bespuiting worden voorkomen. Wanneer toprol zichtbaar wordt, heeft het bestrijden van bladluizen geen zin meer. Als bij intensief waarnemen omstreeks half juni blijkt dat in het gewas geen aardappeltopluizen voorkomen dan is een bespuiting niet zinvol.

Indien tegen bladluizen wordt gespoten, is het belangrijk dat dit gebeurt onder goede omstandigheden; dat wil zeggen bij een voldoende hoge relatieve luchtvochtigheid. Op zonnige dagen is de kans hierop het grootst 's avonds laat, eventueel 's morgens vroeg. Voorts moet minimaal 400 liter water per hectare worden gebruikt en een fijne druppel.

Als wordt gespoten, is het belangrijk om de parasieten en roofvijanden van de bladluizen zoveel mogelijk te sparen. Zij helpen mee de bladluispopulatie laag te houden. In dit verband verdienen de middelen op basis van pirimicarb en heptenofos de voorkeur.

Coloradokever

De coloradokever is een kever van ongeveer 1 cm lang en 0,7 cm breed en duidelijk te herkennen aan 10 overlappende zwarte strepen op gele dekschilden. De kever overwintert in de grond. Eind april/begin mei verschijnt de kever en legt geel/oranje gekleurde eieren op de onderkant van de bladeren van de aardappelplant. De jonge larven zijn donkerrood, maar worden later meer oranje. Aan weerszijden van het lichaam hebben ze twee rijen zwarte stippen. Deze larven zijn in ongeveer drie weken volwassen. Zij kruipen dan in de grond om zich te verpoppen. Deze poppen komen nog dezelfde zomer uit en de nieuwe kevers kunnen dan bij goed zomerweer zorgen voor een tweede generatie. De schade die coloradokevers en hun larven veroorzaken, bestaat uit het vreten aan de bladeren. Bij grootschalig optreden kan het

gehele gewas worden kaalgevreten. Alleen stengels en bladstelen blijven dan over. Om deze reden was de coloradokever tot in de vijftiger jaren gevreesd, maar komt nu in Nederland weinig meer voor. Uitbreiding kan echter elk moment weer optreden, zodat bestrijding noodzakelijk blijft. Om de belangen van de export te waarborgen, is de bestrijding wettelijk geregeld. Iedere aardappelteler is dan ook verplicht de coloradokever zo goed mogelijk te bestrijden; niet alleen in aardappelen, maar ook in andere gewassen (afbeelding 30).

Voorkomen/bestrijden

Het beste tijdstip voor de bestrijding is het moment waarop jonge larven op het gewas worden aangetroffen. Hiervoor zijn verschillende middelen beschikbaar. Zie hiervoor de Handleiding Gewasbescherming in de Akkerbouw.

Aardappelstengelboorder

De vleeskleurige rups van de bruinrode uil (nachtvlinder) verschijnt eind april, boort zich in stengels en vreet deze inwendig leeg waardoor de stengels verwelken. Aantasting treedt op vanuit slootkanten waar de vlinder

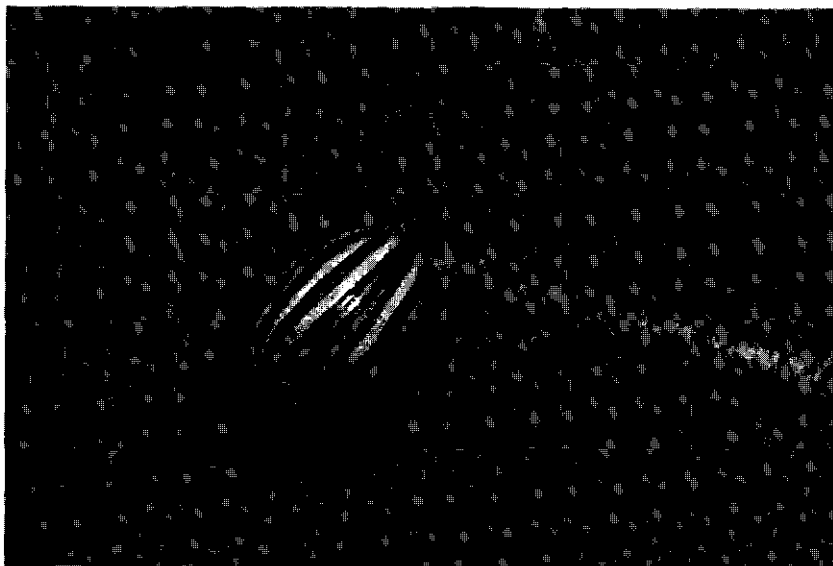
haar eieren afzet. Soms komt er plaatselijk in het noordoosten van Nederland aanzienlijke schade voor. Deze schade kan gedeeltelijk worden voorkomen door in augustus en september de begroeiing van slootkanten kort te houden.

Aardrups

De rupsen van uilen, onder andere Agrotis-soorten (nachtvlinders), vreten gaten in aardappelknollen. De rupsen zijn te herkennen aan hun grijsgrauwe kleur en het typische oprollen in een C-vorm. Schade van betekenis treedt doorgaans alleen op in erg warme zomers. Zie voor de bestrijding de Gewasbeschermingsgids.

Ritnaald

Ritnaalden zijn de harde, geelbruine larven van de kniptor. Deze larven vreten gaatjes en soms ook gangen in de knollen waardoor de waarde van aardappelen sterk achteruit kan gaan. Ze vreten ook aan het pootgoed en aan kiemen en jonge stengels waardoor een onregelmatig gewas kan ontstaan. Een eventuele bestrijding dient voor het po-



Afb. 30. Volgroeide coloradokever met larven (naar Bonnemaïson, 1967).

ten te worden uitgevoerd. Hiervoor zijn verschillende middelen beschikbaar. Zie de Handleiding Gewasbescherming in de Akkerbouw.

Slak

Voor zover bekend veroorzaakt in Nederland alleen de slanke kielslak soms schade aan aardappelen. Het is een bruinzwarte naaktslak die in de grond leeft en kleine tot grote gaten en holtes in knollen vreet. Ze komen sterk pleksgewijze op percelen voor, vooral op nattere gedeelten. Als men schade door slakken wil tegengaan, moet worden getracht schuilmogelijkheden zoveel mogelijk te beperken. Zorg voor een goede onkruidbestrijding en maak de grond zo fijn mogelijk.

Aardappelopslag

Aardappelopslag uit knollen

Bij de oogst van aardappelen blijven vaak tussen de 20.000 en 300.000 knollen per hectare op het veld achter. Dit zijn grotendeels 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 fyto-sanitaire 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 aardappelcysteaaltjes, *Phoma* en *Rhizoctonia*. Het effect van vruchtwisseling kan hiermee teniet worden gedaan. Ook *Phytophthora* en virusziekten kunnen zich verspreiden vanuit aardappelopslag. Daarom is het van groot belang opslag te voorkomen.

Aardappelopslag uit zaad

Sommige rassen vormen veel bessen. Hiermee worden enorme hoeveelheden kiemkrachtig zaad gevormd. Bij rassen als *Saturna*, *Désirée*, *Hansa*, *Van Gogh* en *Morene* gaat het daarbij om aantallen van honderd tot tweehonderd miljoen zaden per hectare (afbeelding 5). 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 aardappelcysteaaltje, zich via opslag in stand houden en vermeerderen. Dit geldt ook voor de knolletjes die door de zaailingen worden geproduceerd. Als in de toekomst een deel van het Bintje-areaal wordt vervangen door andere, AM-resistente en minder *Phytophthora*-gevoelige, rassen betekent dat, dat het areaal aardappelen dat bessen vormt waarschijnlijk verder zal toenemen.

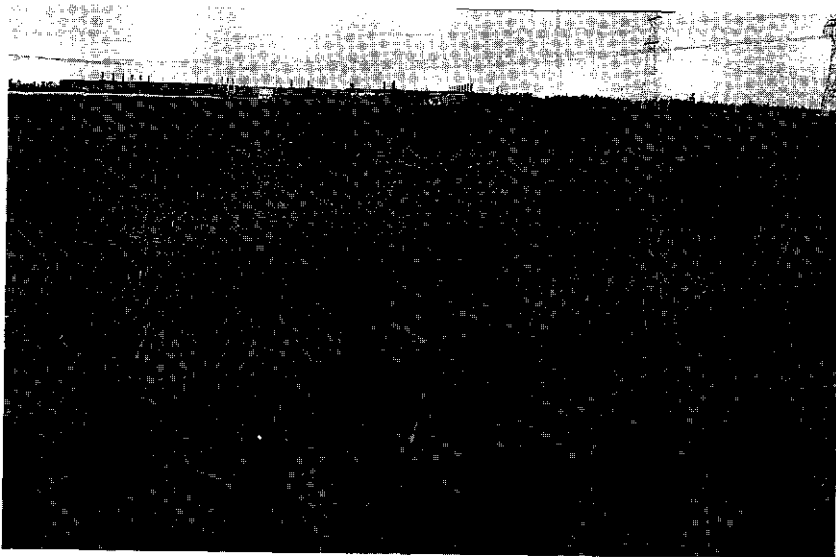
Voorkomen/bestrijden

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 en 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. Dit kan door in plaats van te ploegen een niet-kerende grondbewerking uit te voeren met behulp van een vaste-tand-cultivator. Hierbij moet de grond dan na aardappelen in één bewerking tot bouwvoordiepte zodanig worden bewerkt, dat een grove ligging wordt verkregen. Mechanisch valt er in het volgende na aardappelen weinig te doen tegen op-

slag. Afschoffelen 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 aangestoken. Hiervoor zijn onkruidstrijkers ontwikkeld die zowel in stroken als volvelds de opslagplanten kunnen raken en handmatige apparatuur om de plan-

ten individueel aan te stippen (afbeelding 31). 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.



Afb. 31. Aardappelopslag in uien.

Bijzondere verschijnselen

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 28). Soms worden onderzeeërs ook bij een minder gevoelig ras als Bintje waargenomen. Dat was bijvoorbeeld in 1983 het geval, toen als gevolg van overvloedige regen de meeste consumptie-aardappelen pas in juni konden worden gepoot.

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.

Doorwas

Doorwas kan de knolkwaliteit van consumptie-aardappelen op verschillende wijzen nadelig beïnvloeden. De sortering wordt fijner, een deel van de knollen kan glazig en daarmee ongeschikt worden voor consumptie, en het percentage misvormde knollen neemt toe. Het onderwatergewicht van doorwaspartijen is lager en loopt vaak binnen een partij sterk uiteen. Van een doorwaspartij kan geen goede frites worden gebakken, omdat kleur en textuur van de fritesstaafjes niet goed zijn. Doorwas bij aardappelen wordt veroorzaakt door hitte tijdens de gewasgroei, met name bij maximum-luchttemperaturen boven 25° C in combinatie met een droge grond en een niet gesloten bladerdek. Naarmate er meer loof is, is de kans op directe instraling op de grond geringer en zal de grondtemperatuur minder hoog oplopen, waardoor de kans op het optreden van doorwas geringer is (tabel 17). Als gevolg van vooral een hoge bodemtemperatuur wordt de kiemrust van de knollen verbroken en ontstaan één of meer kiemen. Als de grond weer afkoelt na een hitteperiode en er voldoende vocht beschikbaar is, kunnen zich aan de kiemen zogenaamde secundaire knollen vormen. De eerstgevormde knollen worden primaire knollen genoemd. Als de produktie van voedingsstoffen (suikers) vanuit het loof stopt, omdat het loof vernietigd wordt, kan de secundaire knol de primaire knol gaan leegzuigen. Het onderwa-

Tabel 17. Relatie tussen grondbedekking met groen loof en het optreden van doorwas (naar Van Loon, 1978).

object	% grondbedekking op 29 juni	% gekiemde knollen op 12 juli
bouwvoor onverdicht met beregening	97	0
bouwvoor onverdicht	85	18
bouwvoor matig verdicht	76	40
bouwvoor sterk verdicht	65	70

tergewicht van primaire knollen neemt dan af, ze kunnen zelfs glazig worden en tijdens de bewaring tot zogenaamde 'waterzakken' overgaan. Primaire knollen hebben ook vaak een zeer hoog suikergehalte. Als secundaire knollen laat in het seizoen worden gevormd, hebben ze vaak een laag onderwatergewicht en een verhoogd suikergehalte (afbeelding 32).

Voorkomen/bestrijden

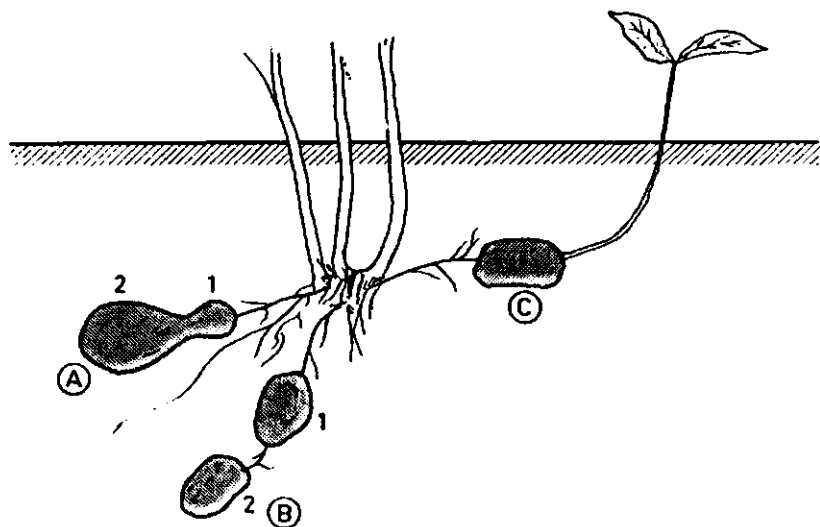
Wanneer de grond vochtig is, zal minder gauw doorwas optreden. De ingestraalde warmte zal dan gemakkelijker naar diepere lagen worden afgevoerd, waardoor de temperatuur in de ruggen minder hoog zal oplopen. Gebleken is dat een hoge stikstofbemesting doorwas kan verergeren. Stikstofdeling kan de kans op het optreden van doorwas beperken. Er zijn duidelijke rasverschillen in gevoeligheid voor doorwas. Onder andere Bintje en Eigenheimer zijn erg gevoelig voor dit verschijnsel. De gevolgen van een doorwasinductie kunnen worden beperkt

door een bespuiting uit te voeren met één liter MCPA (500 gram per liter) over het gewas. Hoe korter na de inductie deze bespuiting plaatsvindt des te groter is het effect.

Holheid

Holheid is het verschijnsel waarbij midden in aardappelknollen een holte voorkomt die aan de buitenkant niet zichtbaar is. Holheid ontstaat als gevolg van onregelmatige groei van het gewas en komt vooral voor bij grote knollen. Er bestaan duidelijke rasverschillen in gevoeligheid voor holheid. Het verschijnsel komt meer voor op zand- dan op kleigronden. Vooral bij tafelaardappelen en aardappelen voor de verwerkende industrie zijn holle knollen een ernstig probleem omdat ze niet kunnen worden uitgesorteerd.

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 33, pag. 73).



Afb. 32. Vormen van doorwas (naar Lugt, 1960).

A = misvormde knol

B = ketting met 1 = primaire knol, 2 = secundaire knol

C = kiem die tot plant uitgroeit

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 door-groeien. 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 en andere knolmisvormingen

Groeischeuren en andere misvormingen aan de knollen geven bij het schillen meer verlies en kunnen het uiterlijk van een partij sterk nadelig beïnvloeden. Deze gebreken worden 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 verkurt en zijn elasticiteit verliest. Als vervolgens na neer-

slag nieuwe groei optreedt, kan de knol scheuren 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. Misvormde knollen kunnen ontstaan als knollen als gevolg van droogte minder assimilaten krijgen toegevoerd en daardoor gaan afrijpen. Als de produktie na regen weer op gang komt, treedt alleen nog celdeling op in de jongste delen van de knol (topeind, rond de ogen), die dan gaan uitgroeien. Dit leidt dan tot flesvorming en popperigheid. Stikstof kan dit proces versterken, met name bij een onregelmatige vochtvoorziening (tabel 18).

Ook een beperkte doorwasinductie kan tot misvormde (bijvoorbeeld flesvormige) knollen leiden. In grotere knollen komt een groter percentage knollen met groeischeuren en andere misvormingen voor dan in kleinere knollen (tabel 19).

Daarom is het in het algemeen bij consumptie-aardappelen die bestemd zijn voor de fri-

Tabel 18. Invloed van de stikstofbemesting op het optreden van knolmisvorming op lössgrond (Wijnandsrade) bij een regelmatige (1981) en een onregelmatige vochtvoorziening (1982).

N kg per ha	% misvormde knollen	
	1981	1982
100	11,2	5,5
200	9,5	7,9
300	11,5	10,5
400	11,2	10,2

Tabel 19. Invloed van de knolgrootte op het percentage misvorming (gewichtsprocenten). PAGV-bedrijf, 1981).

sortering	percentage misvorming
35/50	3,8
50/55	5,9
55/70	9,2
> 70	12,8

tesbereiding, niet verstandig bij de teelt te streven naar een zo grof mogelijk produkt, bijvoorbeeld zoveel mogelijk > 70 mm. Beter is het te trachten een zo groot mogelijk aandeel in de maat 50 tot 70 mm te verkrijgen.

Voorkomen/bestrijden

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

Roestvlekken

Roestvlekken zijn bruine vlekken in aardappelknollen die aan roest doen denken. Ze komen vaak willekeurig verspreid in het knolvlees voor. Het is geen ziekte maar een fysiologisch verschijnsel. Soms zijn de vlekken moeilijk te onderscheiden van kringerigheid. Het verschijnsel roestvlekken komt het meest voor in warme zomers op zandgronden. Bij het koken worden de roestvlekken hard. Het gevolg is dat een partij waarin roestvlekken voorkomen een lagere kwaliteit heeft. Roestvlekken komen vooral voor in knollen die onregelmatig zijn gegroeid (vochttekort!). Waarschijnlijk worden deze vlekken veroorzaakt door een laag calciumgehalte als gevolg van het slechte transport van dit element in het knolweefsel. Vroeg in het seizoen gevormde bruine vlekjes kunnen soms weer geheel of gedeeltelijk verdwijnen. De aantasting verergert niet tijdens de bewaring.

Zwarte harten

Soms komt in het centrum van knollen een donkergrijze tot zwarte vlek voor. Dit verschijnsel wordt zwarte harten genoemd. Het wordt veroorzaakt door zuurstofgebrek binnen in 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

Bij het opwarmen mag de temperatuur van de opgewarmde ventilatielucht niet hoger zijn dan 20 à 22° C. Indien met directe luchtverhitters in de bewaarplaats wordt gewerkt, moet worden gezorgd voor voldoende luchtverversing. Voorkom een langdurige blootstelling aan hoge buitenluchttemperaturen bij het op voorraad rooien.

Naveindverkleuring en naveindrot

Als het loof van aardappelen onder droge omstandigheden plotseling wordt vernietigd, kan soms in de knollen naveindverkleuring en naveindrot optreden. Het treedt vooral op als een nog groen gewas aan vochtgebrek lijdt en de temperatuur hoog is. Het verschijnsel wordt vooral waargenomen na een behandeling met snelwerkende chemische loofdodingsmiddelen, maar het is ook na loofklappen en looftrekken vastgesteld. Bij het overlans doorsnijden van de knol ziet men bij het naveleinde bruingekleurd necrotisch weefsel, dat zich voort kan zetten in de vaatbundelring. Soms is het naveleinde licht ingerot. Dit rot kan verergeren door het secundair optreden van schimmels zoals *Fusarium*-soorten of bacteriën.

Voorkomen/bestrijden

Het loof bij droge grond niet plotseling vernietigen met een snelwerkend loofvernietigingsmiddel, maar wachten tot de grond vol-

doende vochtig is of een langzaam werkend middel gebruiken. Als men het loof toch onder droge omstandigheden met een snelwer-

kend loofvernietigingsmiddel wil doden, dan bij voorkeur 's morgens vroeg spuiten in een fris groen gewas.

Beregening

De aardappel is ondermeer vanwege zijn relatief zwakke wortelstelsel gevoelig voor droogte. Dit kan niet alleen op zandgrond, maar ook op zavelgrond en vooral zware kleigrond tot opbrengstverlies leiden. De vochtvoorziening van het gewas is bovendien medebepalend voor de knolgrootte en de kwaliteit. Het optreden van pokschorft, knolmisvorming, holheid en doorwas zijn afhankelijk van de vochtvoorziening.

Beregening en opbrengst

Een consumptie-aardappelgewas heeft in ons land vanaf het poten 350 - 400 mm vocht nodig. Vanaf het begin van de knolaanleg vraagt het gewas voor een maximale produktie ongeveer 250 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 60 ton bedraagt de produktie per mm water: $60.000 : 250 = 240$ kg. Dit geeft aan wat in principe het rendement van beregenen kan zijn. Dit rendement kan worden verlaagd door negatieve gevolgen van beregening, zoals verslamping en het verdwijnen van stikstof uit de bewortelde zone. Deze negatieve gevolgen zijn op zavelgrond doorgaans groter dan op zandgrond of zware klei.

Daar de natuurlijke beschikbaarheid van vocht op zandgrond relatief gering is, kan beregening hier in droge jaren opbrengstverhogingen tot enkele tientallen tonnen per ha geven. Op klei- en zavelgrond is het effect van beregening op de opbrengst veel kleiner. Zo werd op zware kleigrond in de IJsselmeerpolders van 1977 tot en met 1982 gemiddeld een vijf ton hogere opbrengst per ha bereikt met beregening. Op een zavelgrond in dezelfde polder bedroeg de opbrengstverhoging gemiddeld over de droge jaren 1976 en 1977 slechts drie ton per ha.

Beregening en kwaliteit

Een regelmatige vochtvoorziening van het gewas met behulp van beregening kan het optreden van knolmisvorming (popperigheid, groeischeuren) sterk beperken. Als de beregening echter niet correct gebeurt, bijvoorbeeld met te lange tussenpozen, dan kan knolmisvorming zelfs worden gestimuleerd. Doorwas en daardoor het optreden van glazigheid kan met beregening vrijwel geheel worden voorkomen.

Het knolaantal per plant neemt door beregening doorgaans toe, indien vanaf het tijdstip van stoloonaanleg wordt beregend. Hierdoor wordt de sortering van een partij fijner.

Diepe pokschorft, 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 goed vochtig te houden. Om structuurbederf te voorkomen, moet bij beregening met een lage regenintensiteit worden gewerkt, bij voorkeur niet meer dan 10 mm per uur. Regelmatig kleine giften van bijvoorbeeld 10 mm voldoen beter dan enkele grote giften.

De blauwgevoeligheid van consumptie-aardappelen blijkt op beregende percelen vaak geringer te zijn dan op niet beregende velden.

Wanneer beregenen?

Tenzij de grond erg ver is uitgedroogd, of men schurft wil bestrijden, moet niet met beregening worden begonnen vóór de knolgroei goed op gang is gekomen. Te vroeg beginnen beperkt de bewortelingsdiepte en kan leiden tot een te uitbundige loofgroei.

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

- Schatting van het vochtgehalte, bijvoorbeeld onderin de rug. Dit vraagt wel ervaring en is niet erg nauwkeurig.

Tabel 20. f-factor voor berekening gewasverdamping aardappelen (Reuling, 1987).

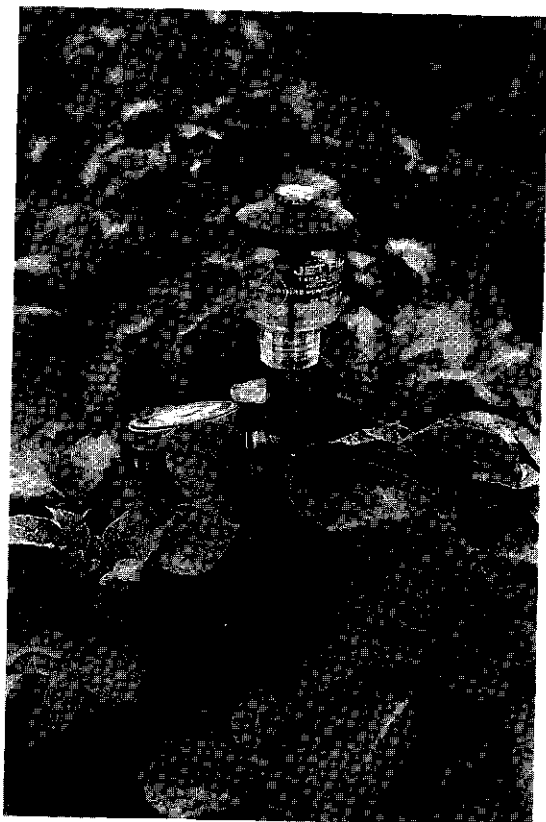
grondbedekking	f-factor	gewasstadium	f-factor
0-10%	0,6	tijdens bloei	1,3
10-30%	0,9	vanaf bloei-maximaal 70% grondbedekking	1,1
30-70%	1,0	afrijpend gewas	0,9
70-100%	1,1		

b. Het opstellen van een vochtbalans. Hierin 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 door het KNMI worden verstrekt en

van de zogenaamde f-factor voor aardappelen die afhankelijk is van het ontwikkelingsstadium van het gewas (tabel 20).

Verdamping aardappelgewas = $f \times$ referentieverdamping

c. Tensiometers. Dit zijn instrumenten die informatie geven over de vochttoestand van de grond. Het ondereinde, de poreuze kop, wordt op circa 35 cm onder de top van de rug, in de rug geplaatst, 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 meting zijn minstens drie tensiometers per (homogeen) perceel nodig. Als de grond te ver uitdroogt (0,8 - 0,9 bar) dan kunnen de tensiometers 'doorslaan'. Na herbevochtiging van de grond moeten ze dan opnieuw gevuld en geplaatst worden (afbeelding 34).



Afb. 34. Een tensiometer is een goed hulpmiddel om het juiste tijdstip voor beregening te bepalen.

Hoe beregenen?

Beregening wordt tegenwoordig meestal uitgevoerd met haspelinstallaties die zijn uitgevoerd met een sproeikanon of een sproei-boom. Met het oog op het beperken van structuurschade door beregening en voor een goede bevochtiging van de rug verdient de sproei-boom de voorkeur. Om 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 hangt ondermeer af van de grondsoort. Het verdient aanbeveling om de volgende maxima aan te houden:

zavelgrond	:	20 mm;
zandgrond	:	25 - 30 mm;
kleigrond	:	20 - 25 mm.

Beregemen met zout water

Beregemen met zout water kan opbrengstderiving geven. Bovendien wordt hierdoor de structuur van de grond negatief beïnvloed. Uit al wat ouder onderzoek in Friesland en Zuid-Holland kan worden afgeleid dat bij drie keer beregenen met 20 mm water, zoutgehalten boven de 1 gram chloor per liter op lichte zavelgrond en boven 1,5 gram chloor

per liter op zwaardere gronden opbrengstschade van betekenis (> 5%) kunnen geven ten opzichte van zoet water. Beregenen met zout water kan - om bladverbranding te voorkomen - het best in de namiddag of avond gebeuren. Bij gebruikmaking van zout water is veelvuldig beregenen met kleine giften beter dan enkele keren een grote gift. Sterke uitdroging van de grond moet worden vermeden.

Loofvernietiging

Loofvernietiging van niet volledig natuurlijk afgerijpte gewassen is vooral nodig om knolbeschadiging bij het rooien tegen te gaan. Bij een ernstige aantasting van het gewas door *Phytophthora infestans* is loofvernietiging 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 men een afweging maken of men nog voor de oogst loofvernietiging toepast of dat men het gewas volledig natuurlijk laat afsterven. Voordelen van loofvernietiging 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 op de opbrengst toegeeft. Dit opbrengstverlies is bij een grondbedekking van 25% of minder echter niet groot, zoals uit tabel 21 valt af te lezen.

Na loofvernietiging moet - afhankelijk van de rijpheid van het gewas - twee tot drie weken worden gewacht alvorens met rooien kan worden begonnen. In deze periode moet de knolschil zich verdikken, zodat bij het rooien geen beschadiging optreedt.

Loofvernietiging gebeurde tot in het begin van de jaren negentig vrijwel uitsluitend chemisch. Onderzoek van het PAGV heeft echter aangetoond dat mechanische loofvernietiging uitstekend mogelijk is, mits men dit onder droge (grond)omstandigheden kan uit-

voeren en een eventueel aanwezige *Phytophthora*-aantasting geen gevaar kan opleveren.

Loofklappen

Loofvernietiging door uitsluitend loofklappen 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 op. De mate van afharding van de schil bleek in het PAGV-onderzoek bij loofklappen gelijk te zijn aan die na doodspuiten (tabel 22).

Verder is uit dit onderzoek en inmiddels ook uit praktijkervaringen op het PAGV gebleken, dat - mits de loofklapper voorop de trekker is gebouwd (of bij achteraanbouw achteruit rijden) - er geen sprake is van meer groene knollen dan na doodspuiten (tabel 22). Wel kan het soms nodig zijn om de spuitsporen en de uiteinden van de rijen chemisch te behandelen (afbeelding 35).

In gewassen waarin een *Phytophthora*-aantasting van betekenis voorkomt en de grond aan de bovenkant van de rug vochtig is, moet loofklappen met het oog op de verspreiding van *Phytophthora*-sporen worden afgeraden. Bij droge grond behoeft een *Phytophthora*-aantasting in het loof geen beletsel voor loofklappen te zijn omdat de sporen van deze schimmel op droge grond snel afsterven.

Tabel 21. Mogelijke knolproductie in kg per ha per dag voor een praktijkperceel met een gezond gewas, zonder vochttekort, bij een verschillende mate van grondbedekking met groen loof.

periode	grondbedekking met groen loof (%)			
	100	75	50	25
3 ^e decade augustus	760	570	380	190
1 ^e decade september	680	510	340	170
2 ^e decade september	610	455	305	150
3 ^e decade september	530	400	265	130

Tabel 22. Ontvellingsindex van de knollen 14 dagen na de loofbehandeling in 1989 en 1990, alsmede het percentage (licht)groene knollen in 1990 op het PAGV.

behandeling	ontvellingsindex		% (licht)groene knollen (1990)
	1989	1990	
sputen	3	8	4
klappen	3	8	3
onbehandeld	5	15	3,5

Doodspuiten

Chemische loofdoding kan worden uitgevoerd met snelwerkende middelen zoals bijvoorbeeld *diquat* of langzaam werkende als *metoxuron*. Het middel *glufosinaat-ammonium* staat wat betreft snelheid van werken tussen *diquat* en *metoxuron* in. Langzaam werkende 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, dan zal men langzaam werkende 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 de kans op het optreden van navelende-rot of vaatbundelverkleuring. De kans op het optreden van deze verschijnselen is het grootst als wordt doodgespoten met snelwerkende middelen.

Met langzaam werkende middelen treedt dit probleem zelden of nooit op. Om problemen te vermijden, wordt wel gewerkt met een halve dosering van een langzaam werkend middel, na drie tot vier dagen gevolgd door eveneens een halve dosering van een snelwerkend produkt. Als uitsluitend langzaam werkende middelen worden gebruikt, is ook een extra *Phytophthora*-bestrijding nodig.



Afb. 35. Een loofklapper voorop de trekker geeft betere resultaten dan een achterop de trekker bevestigde machine.

Loofbranden

Met name bij 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.

Doodspuiten en doorwas

Als het optreden van doorwas heeft geleid tot het ontstaan van zogenaamde kettingen, primaire (eerstgevormde) met daaraan secun-

daire knollen, dan kan loofvernietiging van een nog groen gewas het optreden van glazigheid bevorderen. Bij een natuurlijke afsterfing van het gewas is de kans op glazigheid klein, mits de vochtvoorziening in orde is.

Men kan na loofvernietiging van een nog groen gewas het ontstaan van glazigheid beperken door zo spoedig mogelijk te rooien. Hoe lang men kan wachten, hangt ondermeer af van het onderwatergewicht van de primaire knollen op het tijdstip van doodspuiten.

Bij een ras als Bintje zijn primaire knollen met een onderwatergewicht lager dan 280 gram in meerdere of mindere mate glazig. Is het onderwatergewicht van de primaire knollen bij loofvernietiging bijvoorbeeld 330 à 340 gram, dan heeft men meer speling dan bij 300 à 310 gram.

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

Op veel plaatsen kunnen bij de aardappel-oogst knolbeschadigingen optreden. Om te beginnen moeten de banden van trekker en rooimachine midden door de geulen lopen en niet te breed zijn, zodat ruggen en knollen niet worden beschadigd en knollen niet uit de rug worden gedrukt. 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 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.

Voorkomen moet worden dat proppen loof en onkruid de machine verstoppert. Wanneer deze proppen door de loofrollen worden ge-

trokken 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 voor het rooien het loof worden geklapt.

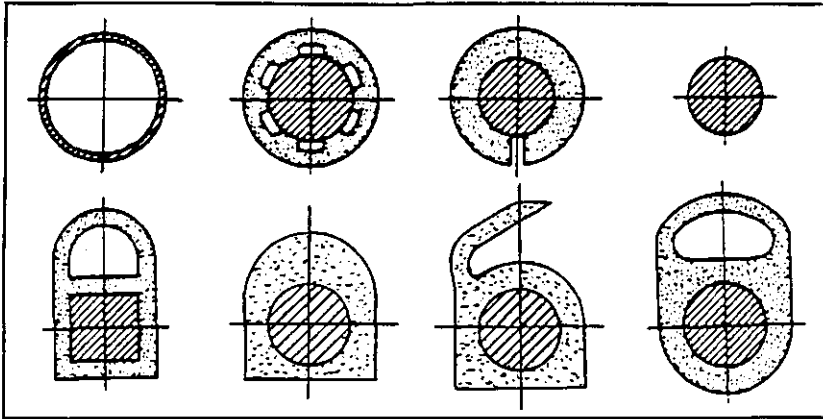
De schudders van de machine zijn bedoeld om de zevende werking van de ketting te verhogen, maar dienen zo weinig mogelijk te worden gebruikt. Wanneer schudders worden gebruikt om kluiten te breken, kan dit veel knolbeschadiging tot gevolg hebben. De spijlen van de zeefketting dienen bekleed te zijn; hiervoor zijn diverse materialen beschikbaar (afbeelding 36). Wanneer veel droge, scherpe kluiten in de rug voorkomen, moet bij voorkeur niet worden gerooid. Deze kluiten kunnen veel knolbeschadiging veroorzaken. Indien de mogelijkheden aanwezig zijn, kan voor het rooien worden berekend om de kluiten zacht te laten worden.

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 hoger zijn dan 40 meter per minuut.

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

Het ene ras is gevoeliger voor rooibeschadi-



Afb. 36. Acht soorten spijlbekleding; bovenste rij v.l.n.r.: onbeklede holle spijl, ster pvc, split pvc en onbeklede massieve spijl; onderste rij v.l.n.r.: luchtkussen Grimme, volledige rubber bekleding, opstaand rubber flapje en zacht luchtkussen (naar Huijsmans, 1989).

ging dan het andere. De Rassenlijst geeft hierover goede 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, dan hebben ook de knollen deze temperatuur bijna bereikt.

Rooverlies

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 31) tot aardappelopslag in volggewassen. Hierdoor krijgt ondermeer het aardappelcysteaaltje 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 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

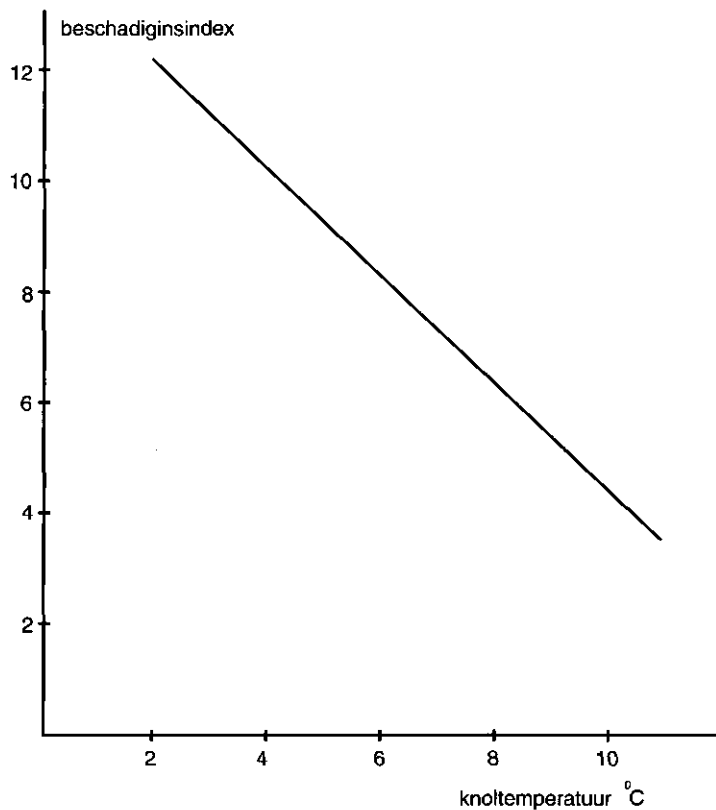


Fig. 12. Verband tussen knoltemperatuur en knolbeschadiging (naar Van Loon, 1984).

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 spuitsporruggen bij voorkeur apart worden geoogst en opgeslagen, zodat risico's tijdens de bewaring worden beperkt.

Oogsten in twee werkgangen

Door veel neerslag kunnen de rooi-omstandigheden zó slecht zijn dat er teveel grond dreigt te worden meegeroid. Rooien in twee werkgangen kan deze hoeveelheid grond beperken. Bij deze methode worden de aardappelen eerst in het zwad gerooid, waarna ze enkele uren kunnen drogen. Bij het oprapen

raakt men dan meer grond kwijt dan bij het rooien in één werkgang. Door de velddroging en doordat minder grond wordt ingeschuurd, kost het in de bewaarplaats minder moeite om de aardappelen te drogen. Daarnaast heeft men minder kosten (bijvoorbeeld strafkorting bij afleveren). Op zandgrond heeft de methode als voordeel dat de aardappelen een betere kleur krijgen doordat ze beter van het donkere zand worden ontdaan.

Tegenover de voordelen van deze methode staan de nadelen van de kosten van de extra benodigde apparatuur, de extra benodigde mankracht om met dezelfde capaciteit te kunnen werken en het weersrisico tijdens de velddroging. Wanneer er regen valt in de op het veld liggende zwaden, wordt het soms moeilijk om de zwaden goed op te rapen.

Bewaring

Inleiding

Bij de oogst verkeert de consumptie-aardappel 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 transpiratie, afhankelijk van:

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

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 de schil, kiemen en wonden verhoudt zich als 1:100:300.

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 moet voor de koeling van aardappelen lucht worden gebruikt met een relatieve vochtigheid die zo dicht mogelijk bij de 100% ligt.

De gewichtsverliezen van onbeschadigde knollen tijdens de bewaring bedragen globaal gedurende de eerste maand circa 1 - 3%, afhankelijk van de schildichtheid, en 0,5 - 0,6%

tijdens de volgende maanden. 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 vrij komen. De ademhalingsintensiteit 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 worden geoogst bij temperaturen van circa 25° C en hoger dan kunnen in de bewaarplaats bij onvoldoende luchtverversing zwarte harten ontstaan als gevolg van zuurstoftekort.

Schimmel- en bacterieziekten

Als met schimmel- of bacterieziekten besmette knollen in een partij voorkomen, dan kan dit tot flinke verliezen als gevolg van rot leiden. 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 uitbreiden. Een besmetting met Fusarium of Phoma kan leiden tot droogrot. Het ontstaan en de uitbreiding van schimmel- en bacterieziekten kan worden beperkt door:

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

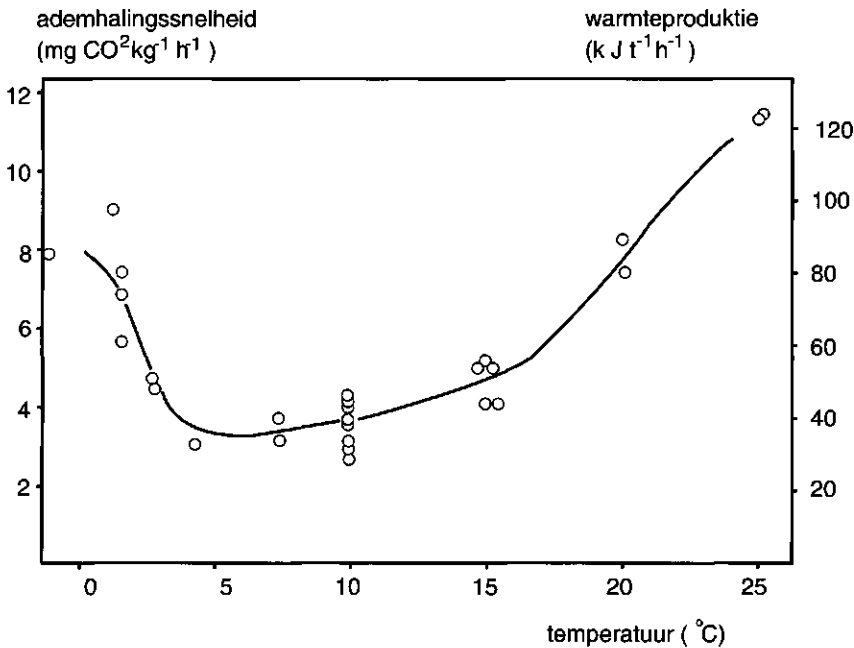


Fig. 13. Ademhalingssnelheid en warmteproductie van aardappelknollen in relatie tot de temperatuur (naar Burton, 1989).

dit geldt echter niet voor Phoma, die zich juist uitbreidt bij temperaturen beneden de 8° C.

Drogen van aardappelen

Een gezonde partij aardappelen die onder droge omstandigheden is geoogst, heeft niet speciaal te worden gedroogd. Dit is wel het geval als aardappelen met veel natte grond worden ingeschuurd of als 'jong ziek', natrot of 'waterzakken' in de partij voorkomen. Vooral bij de aanwezigheid van 'jong ziek' en natrot van betekenis is een snelle droging essentieel. Dergelijke partijen moeten bij voorkeur apart worden opgeslagen.

Wanneer is buitenlucht drogend?

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

Lucht met een lagere temperatuur dan het produkt 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 opgewarmd. 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 23) zal droging optreden, zoals uit onderstaand voorbeeld blijkt.

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

Tabel 23. Hoeveelheid waterdamp in gram per kg droge lucht bij verschillende temperaturen en relatieve vochtigheden van de lucht (naar Van Dusseldorp, 1984).

lucht-temp. in ° C	relatieve luchtvochtigheid in procenten									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2	0,4	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,1	3,5	4,0
3	0,45	1,0	1,4	1,8	2,2	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4
4	0,5	1,1	1,6	2,1	2,5	3,0	3,6	4,2	4,6	5,0
5	0,6	1,2	1,8	2,4	2,9	3,6	3,9	4,4	4,9	5,4
6	0,7	1,3	1,9	2,6	3,0	3,6	4,2	4,8	5,2	5,8
7	0,8	1,4	2,0	2,6	3,1	3,8	4,4	5,1	7,5	6,2
8	0,85	1,5	2,1	2,8	3,4	4,0	4,8	5,5	6,1	6,8
9	0,9	1,6	2,2	2,9	3,6	4,3	5,1	5,9	6,5	7,2
10	0,95	1,7	2,4	3,3	3,9	4,6	5,4	6,2	7,0	7,6
11	1,0	1,8	2,5	3,5	4,1	5,0	5,8	6,8	7,5	8,2
12	1,05	1,85	2,6	3,6	4,4	5,3	6,2	7,2	8,0	8,8
13	1,1	2,0	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,4	9,4
14	1,15	2,1	3,0	4,0	5,0	6,1	7,0	8,2	9,2	10,0
15	1,2	2,3	3,2	4,4	5,4	6,5	7,5	8,8	9,8	11,0
16	1,25	2,4	3,4	4,6	5,8	7,0	8,0	9,2	10,4	11,5
17	1,3	2,5	3,7	4,8	6,0	7,4	8,6	9,6	11,0	12,1
18	1,4	2,6	3,8	5,2	6,5	7,9	9,2	10,5	11,8	13,0
19	1,5	2,8	4,2	5,5	7,0	8,4	9,8	11,2	12,5	13,8
20	1,6	3,0	4,4	5,9	7,4	9,0	10,5	12,0	13,4	14,6
21	1,7	3,1	4,5	6,3	8,0	9,6	11,2	12,6	14,2	15,6
22	1,8	3,2	5,0	6,6	8,4	10,2	11,8	13,6	15,1	16,8
23	1,9	3,5	5,2	7,0	9,0	10,8	12,5	14,4	16,1	17,8
24	2,0	3,7	5,8	7,5	9,6	11,6	13,4	15,2	17,2	18,9
25	2,1	3,9	6,0	8,0	10,1	12,2	14,2	16,2	18,3	20,0
26	2,2	4,2	6,4	8,6	10,8	13,0	15,0	17,2	19,4	21,4
27	2,4	4,4	6,8	9,0	11,4	13,8	16,2	18,3	20,6	22,6
28	2,5	4,5	7,2	9,5	12,0	14,6	17,1	19,4	21,8	24,0
29	2,6	4,6	7,6	10,2	12,8	15,4	18,2	20,0	23,0	25,6
30	2,8	4,8	8,0	10,9	13,6	16,4	19,3	22,7	24,5	27,4

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 de 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 waarbij waterdamp in de lucht begint te condenseren.) 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, dan zal bij ventileren waterdamp op de aardappelen neerslaan en wordt het produkt dus natter. Drogend ventileren is dus 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 produkttemperatuur. Beschikt men niet over de dauwpunttempera-

tuur, maar over de relatieve vochtigheid van de lucht, dan kan met behulp van tabel 24 worden vastgesteld of droging bij een bepaalde combinatie van lucht- en produkttemperatuur mogelijk is.

Voorbeeld: De luchttemperatuur is 18° C, en de produkttemperatuur 15° C. Uit tabel 24 kan worden afgelezen, dat de lucht een drogend effect zal hebben bij een relatieve luchtvochtigheid van 82% of lager.

luchttemperatuur als van de verdamping van vocht. Daardoor zal het bijvoorbeeld overdag moeilijker worden om te drogen met lucht die warmer is dan het produkt.

Voorbeeld: Als de produkttemperatuur in september al gezakt is tot 10° C, dan moet de relatieve luchtvochtigheid van de lucht met een temperatuur van 18° C al lager zijn dan 59% om drogend te kunnen ventileren (tabel 24).

Koude nachten benutten om te drogen?

Uit tabel 24 kan worden afgeleid, dat het drogend effect van lucht die kouder is dan het produkt, groter is naarmate het verschil tussen lucht- en produkttemperatuur groter is. Het drogend ventileren met lucht die veel kouder is dan het produkt heeft echter het nadeel dat ook de produkttemperatuur flink gaat dalen. Dit is zowel een gevolg van de lagere

Zulke lage waarden voor de relatieve luchtvochtigheid treden in de herfst zelden op. Zou daarentegen de produkttemperatuur 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 produkttemperatuur relatief hoog te houden om efficiënter te kunnen blijven drogen.

Tabel 24. Maximaal toegestane relatieve vochtigheid van de buitenlucht voor het drogen van aardappelen (naar Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, 1989).

aard. temp. 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.

Lucht opwarmen?

Indien vanwege de aanwezigheid van rot of 'jong ziek' in een partij, snel drogen noodzakelijk is, dan 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 produkttemperatuur. Dit kan, zonodig, 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 lager is dan die van de aardappelen.

Berekening kachelcapaciteit

Het opwarmen van lucht met 1°C vraagt per m^3 0,35 kW. Stel dat we de ventilatielucht maximaal 3°C willen opwarmen, bij een ventilatiecapaciteit van bijvoorbeeld 70.000 m^3 per uur. De benodigde kachelcapaciteit is dan netto $3 \times 70.000 \times 0,35 = 73,5$ kW of 630.000 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 boven in 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 inblaasluft is de partij droog. In een partij waarin 'jong ziek', natrot of 'waterzakken' voorkomen, is langer drogen, tot de afwijkende knollen zijn ingedroogd, nood-

zakelijk 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 roostervloer aanwezig is of als de afstand tussen de ventilatiekanalen kan worden aangepast (de afstand van de ventilatiekanalen moet 0,8 x de storthoogte 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 inblaasluft 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 Phoma en Fusarium en beperkt gewichtsverliezen. Bij de wondheling wordt een kurklaagje gevormd, waardoor de wond wordt afgedekt. Deze verkurking 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. Ook kiemremmingsmiddelen remmen de wondheling. Op ontvelde partijen en om poederbrand te vermijden, is het dan ook van belang om bij voorkeur geen poedervormige IPC/CIPC-bevattende middelen te gebruiken. In de praktijk is een periode van 7 - 14 dagen bij een temperatuur van 12 - 18° C en een relatieve luchtvochtigheid van 80 - 95% nodig voor een goede wondheling. Een hoge luchtvochtigheid kan worden bereikt door heel weinig te ventileren, bijvoorbeeld 1 à 2 maal per dag enkele minuten om de lucht te verversen en daarmee te voorkomen dat het CO₂-gehalte in de bewaaratmosfeer teveel 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. Volgt er daarna weer een aantal warme nachten, dan kan de knoltemperatuur weer flink stijgen. Dergelijke tempe-

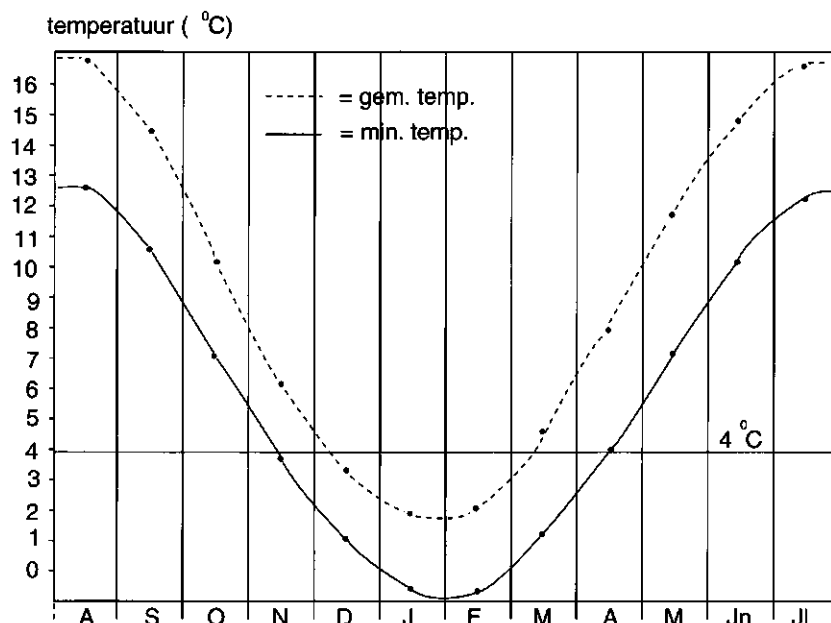


Fig. 14. Gemiddelde maandelijkse temperatuur (gemiddelde en minimum) op vijf stations van het KNMI; standaardperiode 1931-1960 (naar Van der Schild, 1986).

ratuursschommelingen kunnen soms, met name bij rassen met een lange kiemrust, leiden tot een iets kortere kiemrustduur. Om de gewichtsverliezen tijdens de bewaring te beperken, moet het aantal ventilatie-uren zo laag mogelijk worden gehouden. Het gewichtsverlies is namelijk recht evenredig met de duur van de ventilatie. De koeling van het produkt zal sneller verlopen naarmate de ventilatiecapaciteit en het temperatuursverschil tussen produkt en buitenlucht groter zijn. Tijdens de afkoelperiode verdient een flink temperatuursverschil, bijvoorbeeld circa 5° C, tussen buitenlucht en produkt daarom de voorkeur.

Gewenste bewaartemperatuur

De gewenste bewaartemperatuur hangt af van de bestemming van de aardappelen. Zo kunnen tafelaardappelen bij een wat lagere temperatuur worden bewaard dan aardappelen voor industriële verwerking. Bij laatst genoemde groep leiden bewaartemperaturen lager dan 5 à 6° C tot ongewenste suikervorming in de knol, de zogenaamde koudeverzoeting, waardoor de bakkleur negatief wordt beïnvloed. Voor de verschillende soorten consumptie-aardappelen worden onderstaande bewaartemperaturen geadviseerd.

- tafelaardappelen: 4 - 5° C;
- aardappelen voor de frites- en droogindustrie: 6 - 8° C;
- chipsaardappelen: 7 - 10° C.

Voor welke kant van de temperatuurrange wordt gekozen, is afhankelijk van bewaar-duur en ras. Zo moeten rassen, die gevoelig zijn voor suikeroophoping bij een wat hogere temperatuur worden bewaard dan rassen

waarbij dit niet het geval is (tabel 25). Ook de bewaar-duur speelt echter een rol. Zo loopt men bij rassen die snel fysiologisch verouderen, het risico dat in de tweede helft van het bewaar-seizoen ouderdomsversuikering optreedt als ze bij een te hoge temperatuur worden bewaard. Bij dergelijke rassen moet naar een compromis worden gestreefd tussen de kans op koudeverzoeting en die op ouderdomsversuikering. Bij het ATO-DLO loopt thans onderzoek naar het optimale temperatuursregime van verschillende rassen bij verschillende bewaar-duur.

Rassen die tot juni/juli moeten worden bewaard en die gevoelig zijn voor ouderdomsversuikering zullen in de eerste helft van de bewaarperiode bij een wat lagere temperatuur moeten worden bewaard, dan wanneer ze vroeger worden geruimd. Overigens kunnen aardappelen die gevoelig zijn voor welk type suikeroophoping dan ook, beter vroeg worden afgezet. In tegenstelling tot ouderdomsversuikering kan koudeverzoeting vaak grotendeels worden 'teruggedraaid' door middel van het zogenaamde reconditioneren. Door tijdelijk bij een hogere temperatuur te bewaren (bijvoorbeeld twee weken bij 15 - 20° C), wordt een deel van de suikers verademd, waardoor de bakkleur weer beter wordt.

Hoe ventileren als het gewenste temperatuurniveau is bereikt?

Als de gewenste knoltemperatuur is bereikt, is het van belang om dit niveau met slechts geringe schommelingen (maximaal 1 à 1,5° C) te handhaven. Als tijdens deze periode

Tabel 25. Bakkleur in mei van twee partijen van vier rassen, bewaard bij drie temperaturen, oogst 1988 (Van Eijck, 1991).

ras	bewaartemperatuur (° C)		
	4	6	8
Agria	6,0	3,1	2,1
Diamant	5,9	4,6	3,7
Morene	6,0	5,4	3,8
Van Gogh	6,0	4,8	3,3

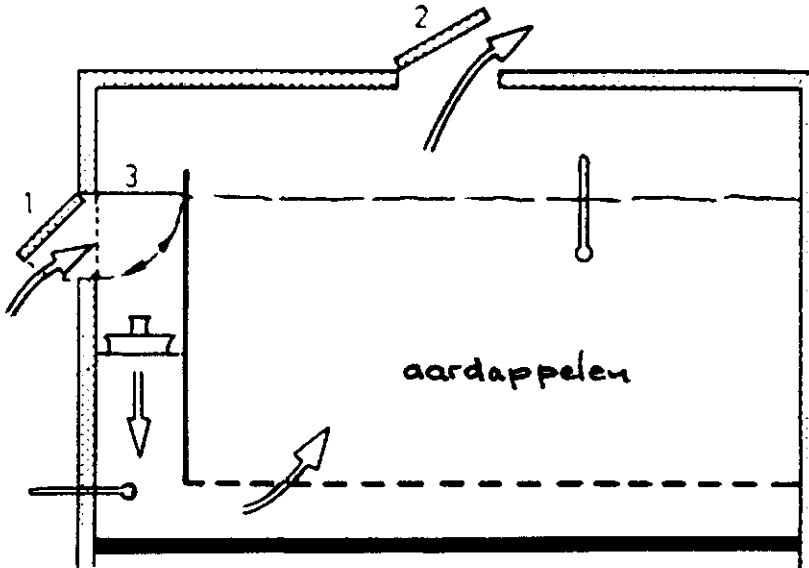
wordt gekoeld, geeft een temperatuurverschil tussen ventilatielucht en aardappelen van 1,5 - 2° C de beste resultaten. Om suikerophoping in de knollen te vermijden, mogen aardappelen bestemd voor verwerking tot frites, chips of droge producten niet worden geventileerd met lucht die kouder is dan 4,5 à 5° C. Als onverhoopt toch gedurende enige tijd met te koude lucht is geventileerd, is het belangrijk dat direct 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 buiten-temperatuur 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.

CO₂ en bakkleur

Recent onderzoek van ATO-DLO heeft uitge-
wezen, dat verhoogde CO₂-gehalten in de
bewaarplaats gedurende de eerste weken na
inschuren, de bakkleur van frites en chips ne-
gatief kunnen beïnvloeden. Bovendien bleek
de kieming hierdoor sterk te worden gestimu-
leerd. Ook later in het bewaarperiode leiden
verhoogde CO₂-gehalten tot een slechtere
bakkleur. Nog niet duidelijk is hoelang de
aardappelen moeten zijn blootgesteld aan
een verhoogd CO₂-gehalte alvorens dit een
ongunstig effect heeft op de bakkleur. Al met
al lijkt het verstandig om verhoogde CO₂-ge-
halten te vermijden door - vooral in dichte be-
waarplaatsen - regelmatig (dagelijks) de lucht
in de bewaarplaats even te verversen met
circa 10 m³ lucht per ton produkt.



Afb. 37. Buitenluchtkoeling met mengluchtsysteem.

- 1 = klep voor luchttoevoer
- 2 = drukklep voor luchtafvoer
- 3 = mengklep

(naar Rastovski, van Es et al., 1987).

Toepassing van kiemremmingmiddelen

De eerste maanden na de oogst treedt als regel geen kieming op bij consumptie-aardappelen. De aardappelen zijn dan in kiemrust. De kiemrustduur is afhankelijk van ras en bewaartemperatuur. Bij langdurige bewaring kunnen aardappelen alleen kiemvrij worden gehouden bij een temperatuur van 3 - 4° C of lager, tenzij kiemremmingmiddelen worden gebruikt. Bij aardappelen, die vóór december/januari worden afgezet, is meestal geen behandeling met kiemremmingmiddelen nodig. Voor rassen met een lange kiemrust, zoals Agria, geldt dit tot februari.

In Nederland zijn tot nu toe slechts kiemremmingmiddelen op basis van IPC/CIPC (profam/chloorprofam) toegelaten. Van deze combinatie van stoffen zijn twee formuleringen beschikbaar, een poedervormige en een vloeibare.

Er wordt thans gewerkt aan de introductie van een nieuw kiemremmingmiddel op basis van de uit karwij- of dillezaad gewonnen stof carvon.

Doseringen

De toegestane dosering voor het poedervormige IPC/CIPC is 1 kg per ton aardappelen van een 1% produkt (10 ppm). Van het vloeibare middel mag in totaal 20 ppm werkzame stof worden gebruikt, dat is bijvoorbeeld 80 ml per ton van een 25% produkt. Tegenwoordig wordt dikwijls een combinatie van beide formuleringen toegepast. Bij het inschuren wordt dan het poedervormig middel gebruikt, bijvoorbeeld in een dosering van 0,5 kg per ton aardappelen van een 1% produkt. Later in het seizoen volgt dan nog een aantal behandelingen met een vloeibare formulering. Als 0,5 kg per ton van een poedervormig 1% middel is toegepast, mag volgens wettelijk voorschrift nog 40 ml van een vloeibare formulering worden gebruikt. Na het toepassen van kiemremmingmiddelen moet een veiligheidstermijn van twee maanden in acht worden genomen.

Toepassing van het vloeibare middel

Bij gebruik van uitsluitend de vloeibare formulering werden oorspronkelijk drie behandelingen toegepast. Hiervoor is speciale vernevelingsapparatuur nodig, die het vloeibare produkt in gasvormige toestand brengt. Deze behandeling wordt vaak aangeduid met 'gassen'. Op grond van vooral praktijkervaringen is de laatste jaren het aantal behandelingen vergroot tot één keer per vijf tot zes weken. Uiteraard dient de dosering hieraan te worden aangepast. Bij de eerste keer gassen wordt vaak een hogere dosering gebruikt, namelijk het dubbele van die van latere behandelingen (afbeelding 38a). Vloeibaar IPC/CIPC wordt met behulp van vernevelingsapparatuur bij voorkeur onder of achter de ventilator in het ventilatiekanaal gebracht. Gebeurt dit vóór de ventilator, dan zet een deel van het middel zich af op de ventilatorbladen. Uit veiligheidsoverwegingen verdient het aanbeveling om de vernevelingsapparatuur buiten de bewaarplaats op te stellen. Via een met steenwol geïsoleerde stalen pijp door de buitenwand van de bewaarplaats kan het middel dan in de luchtstroom worden gebracht. Na een behandeling moet bij voorkeur gedurende een etmaal niet met buitenlucht worden geventileerd.

Als geen poedervormige formulering is gebruikt, moet de eerste keer 'gassen' bij vlot kiemende rassen na de wondhelingsperiode, twee à drie weken na het inschuren, gebeuren op een droog produkt.

Opdat voor de behandeling ook de bovenste laag aardappelen goed droog is, verdient het aanbeveling om vooraf enige tijd met (drogende) buitenlucht of intern te ventileren. Essentieel voor een goede kiemremming is, dat de tweede en volgende behandeling in elk geval plaats vinden voor de aardappelen een begin van kieming tonen. Daar aardappelen op 30 - 40 cm diepte in de hoop het eerst kiemen, kan men het beste hier regelmatig controleren. Naarmate de bewaartemperatuur hoger is, worden voor het bereiken van een goed resultaat hogere eisen gesteld aan een correcte toepassing van kiemremmingmiddelen. Zo is de kans op het optreden van in-



Afb. 38a. Buiten opgestelde swingfog-apparatuur voor het toedienen van vloeibare kiemremmingsmiddelen.

wendige kieming groter naarmate de bewaar-temperatuur hoger is (vooral boven de 10°C) en als kiemremmingsmiddelen pas worden toegepast wanneer de kieming al op gang is gekomen.

Toepassing van het poedervormige middel

Poedervormige middelen worden doorgaans met behulp van een op een transportband gemonteerd doseerapparaat, bij het inschuren toegepast. Bij bewaring tot en met mei leveren poedervormige middelen, mits goed verdeeld, dikwijls een minstens zo goed resultaat als vloeibare middelen.

Poedervormig IPC/CIPC heeft echter wel enkele nadelen. Zo kan bij toepassing op vooral ontvelde, maar ook op natte knollen de zogenaamde poederbrand optreden. Dit is een huidbeschadiging, die vooral bij industriële verwerking van aardappelen problemen geeft. Verder geven poedervormige middelen aanleiding tot extra stofvorming bij het leeghalen van de bewaarplaats. Sommige mensen zijn allergisch voor dit stof.

Enkele eisen en specificaties voor luchtgekoelde aardappelbewaarplaatsen

De constructie en inrichting van een luchtgekoelde bewaarplaats moet zodanig zijn, dat consumptie-aardappelen bij een temperatuur van $4 - 9^{\circ}\text{C}$ met behoud van voldoende kwaliteit tot negen tot tien maanden kunnen worden bewaard. Onder ongunstige omstandigheden met veel grond of rot of 'jong ziek' in de aardappelen moet snel kunnen worden gedroogd. Dit vraagt een minimale ventilatiecapaciteit van 100 m^3 lucht per uur per m^3 produkt.

Consumptie-aardappelen worden vrijwel uitsluitend in bulk opgeslagen. Om het optreden van drukplekken te beperken, mag de storthoogte niet groter zijn dan $3,5 - 4$ meter. Het volumegewicht van aardappelen is $650 - 700$ kg per m^3 . Bij een storthoogte van 4 meter kan dus per m^2 vloeroppervlak circa 2700 kg aardappelen worden bewaard.

Bewaring van consumptie-aardappelen in kuubs- of tonskisten komt in ons land vrijwel

niet voor; in landen zoals Engeland en Schotland is dit wel het geval. Uit een oogpunt van kwaliteit is kistenbewaring van met name tafelaardappelen zeker interessant, maar wel duurder dan bulkbewaring. Bij kistenbewaring kan circa 530 kg per m³ bewaarruimte worden opgeslagen. Kisten kunnen hoger worden gestapeld dan aardappelen in bulk, namelijk 5 - 6 hoog. Per m² vloeroppervlakte kunnen dan circa 2600 - 3200 kg aardappelen worden geborgen.

In de bewaarplaats moet, afhankelijk van de inbrengapparatuur, 1,0 - 1,5 meter vrije ruimte boven de aardappelen aanwezig zijn.

Volledige mechanische koeling wordt bij de bewaring van consumptie-aardappelen slechts sporadisch toegepast. Voor aardappelen die zeer lang, tot juli/augustus, moeten worden bewaard, wordt soms ondersteunende koeling toegepast.

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 (m)	zijwaardse druk (in kg per m ¹)
2	300
2,5	470
3	675
3,5	920
4	1200

Bij kistenbewaring zijn geen drukbestendige wanden nodig. De vloer moet in principe niet alleen de druk van de aardappelen maar bovendien die van beladen kip- en vrachtwagens en van heftrucks kunnen weerstaan. De vloerdruk van consumptie-aardappelen 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 in alle richtingen.

Om het warmteverlies cq. de aanvoer van warmte tot een aanvaardbaar niveau te beperken, dienen aardappelbewaarplaatsen goed te worden geïsoleerd. Dikwijls wordt als isolatiewaarde een K-waarde van 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 geïsoleerd te worden, tenzij bewaartemperaturen lager dan 5° C worden gehanteerd.

Ventilatiesysteem

De gewenste ventilatiecapaciteit bedraagt bij consumptie-aardappelen minimaal 100 m³ lucht per m³ produkt per uur, bij een tegen-druk 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.

De volledige roostervloer geeft 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. 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 luchtinlaat-snelheid. De maximale luchtsnelheid bedraagt voor ondergrondse kanalen 6 meter per seconde en voor bovengrondse kanalen 8 meter per seconde, in beide gevallen aan het begin van het kanaal gemeten. Voor de luchtinlaatluiken geldt een maximum luchtsnelheid van 5 meter per seconde en bij de luchtuitlaatluiken één van 4 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.

Condensatiepreventie

Ter beperking van condensatie in de bewaarplaats bij lage buitentemperaturen is een goede isolatie essentieel. Daarnaast kan men boven het produkt enkele plafondventilatoren met een verwarmingselement plaatsen, met een capaciteit van 10 m³ lucht per ton produkt 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 mini-

male capaciteit van 1,5 m³ lucht per ton aardappelen per uur, in combinatie met een aanzuigrooster met verwarmingselement, kan bij langdurige vorstperioden ongewenste condensatie voorkomen.

Besturing van de ventilatoren gebeurt steeds meer automatisch met bewaar-microprocessors. Ook met differentiaalregeling met een minimum-thermostaat is echter 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.

Opwarmen van aardappelen

Bij lage temperaturen zijn aardappelknollen erg gevoelig voor onderhuidse beschadiging, die doorgaans leidt tot blauw. Daarom moeten aardappelen worden opgewarmd voor ze uit de bewaarplaats worden gehaald. Matig blauwgevoelige partijen moeten worden opgewarmd tot circa 15° C, erg blauwgevoelige partijen tot 18 à 20° C (figuur 15). Een langzame opwarming in bijvoorbeeld vijf dagen verdient de voorkeur boven een snelle temperatuursverhoging van de hoop in twee dagen. Naarmate de knollen langer op temperatuur zijn, neemt de blauwgevoeligheid verder af. In de voorzomer kan het opwarmen dikwijls (gedeeltelijk) met buitenlucht gebeuren. Daarentegen zal in de winter gebruik moeten worden gemaakt van een kachel om de lucht voldoende te kunnen opwarmen.

Energiebehoefte

Het opwarmen van één ton aardappelen vraagt per ° C netto 3600 kJ. Vanwege warmteverlies zal in de praktijk vaak minstens 15% meer warmte nodig zijn. Als we een partij van 300 ton willen opwarmen van 6 naar 18° C dan vraagt dit bij een warmteverlies van bijvoorbeeld 15%:

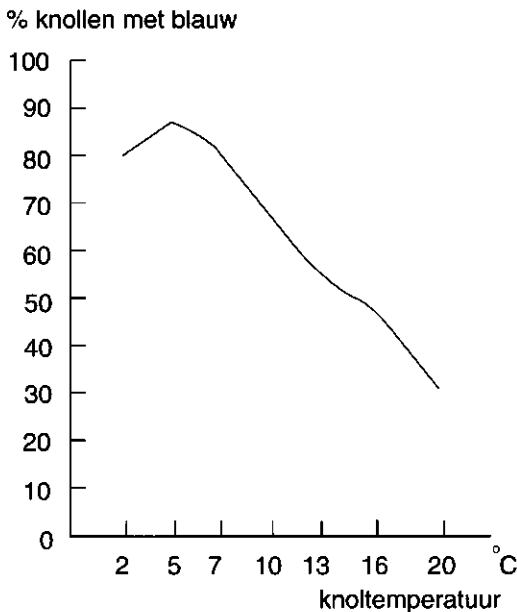


Fig. 15. De invloed van de knoltemperatuur op de blauwgevoeligheid van aardappelen (naar Ophuis et al, 1958).

$$300 \times (18 - 6) \times 3600 \frac{115}{110} = 14.904.000 \text{ kJ}$$

Bij een opwarmtijd van twee dagen vraagt dit een warmtebron met een capaciteit van:

$$\frac{14.904.000}{2 \times 24 \times 3600} = 86 \text{ kW}$$

Bij een ventilatiecapaciteit van 45.000 m³ lucht per uur kan de luchttemperatuur hiermee circa 5° C worden verhoogd (opwarmen van 1 m³ lucht met 1° C vraagt 0,35 Watt).

Verloop opwarming

Als we lucht met een temperatuur van 14° C door een aardappelhoop met een temperatuur van 6° C blazen, dan worden de aardappelen van onder naar boven opgewarmd. Daarbij ontstaan grote temperatuursverschillen in de hoop. Wanneer de onderste aardappelen de maximaal haalbare temperatuur van 14° C bereiken, zullen de bovenste knollen nog niet warmer zijn dan 7 à 8° C. In bovenstaand voorbeeld is de lucht 14 - 6 = 8° C opgewarmd. Zodra de temperatuur bovenin de hoop gaat stijgen, gaat vanwege het intern ventileren ook de temperatuur van de opgewarmde lucht verder omhoog. De temperatuur van de opgewarmde lucht mag echter niet hoger worden dan 20 à 22° C. Om te hoge temperaturen te vermijden, kan in het ventilatiekanaal een thermostaat worden aangebracht, die de kachel kan uitschakelen. In het hier gehanteerde voorbeeld zal dat bij een thermostaat-instelling van 20° C gebeuren als de temperatuur van de lucht die bovenin de hoop komt nog 12° C is. Door intern ventileren kan de temperatuur van de hoop nu op circa 16° C worden gebracht.

Met een niet in capaciteit regelbare verhitser lukt het in dit geval niet om een temperatuur van 18° C te bereiken. Dit is wel mogelijk als men in plaats van één verhitser, twee verhitters gebruikt, die elk de lucht 4° C kunnen opwarmen. Zodra de temperatuur van de opgewarmde lucht 19° C is, wordt één verhitser uitgeschakeld. De andere wordt dan pas

uitgeschakeld als de lucht een temperatuur van 20° C bereikt, hetgeen het geval is bij een temperatuur van de aardappelen bovenin de hoop van 20 - 4 = 16° C. Intern ventileren brengt de temperatuur van de hele hoop nu op 18° C.

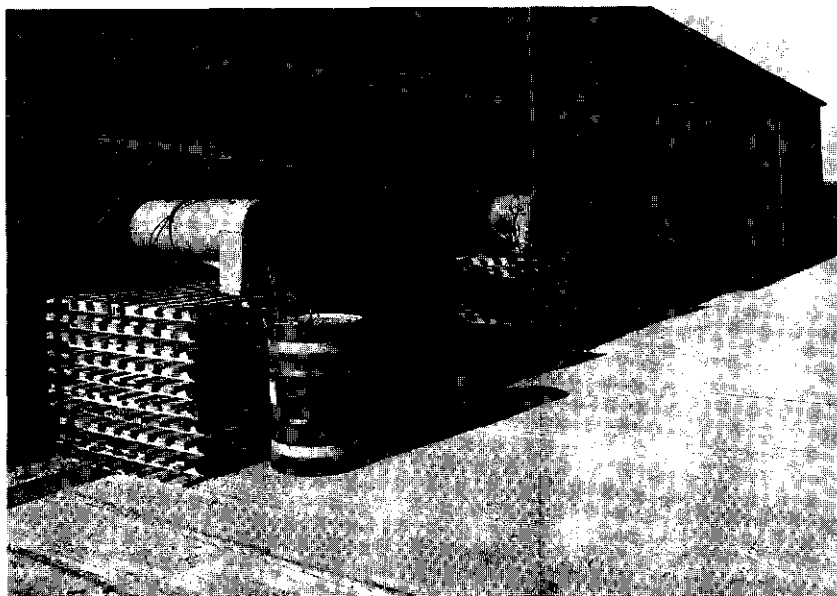
Verhitters en luchtverversing

Bij het opwarmen van aardappelen gaat de voorkeur uit naar indirect verhitten, met aanvoer van verse lucht van buiten en met rookgasafvoer. Nadeel van deze verhitters is een circa 20% lager rendement vanwege de rookgasafvoer. Bij directe verhitters moet zorg worden gedragen voor voldoende aanvoer van verse lucht in de bewaarplaats. Is de luchtaanvoer van buiten te gering dan ontstaat zuurstofgebrek in de knol, wat aanleiding kan geven tot zogenaamde zwarte harten. Per liter brandstof die per uur wordt verstoekt, is een ventilatie-opening van 400 cm² nodig (200 cm² per m³ verstoekt gas) voor voldoende luchtaanvoer (afbeelding 38b).

De luchtverhitser kan zowel in als buiten de bewaarplaats worden opgesteld:

- in (een met plastic afgeschermd) ruimte vóór de bewaarplaats, van waaruit de ventilator lucht aanzuigt;
- in het centrale ventilatiekanaal; de omgeving van de verhitser moet dan wel worden bekleed met brandwerend materiaal;
- buiten, voor het inlaatluik; dit kost extra energie, daar de buitenlucht moet worden opgewarmd;
- op de aardappelhoop.

Als een kachel meerdere ventilatoren moet bedienen, is het van belang om een flinke afstand aan te houden tussen warmtebron en ventilatoren. Hierdoor wordt een betere verdeling van de warmte over de ventilatoren verkregen. Bij het opwarmen van aardappelen worden zowel olie- als gasgestookte verhitters gebruikt. Bij de oliegestookte verhitters is de temperatuur niet regelbaar. Dit is wel het geval bij de modulerende gasgestookte verhitters. Laatstgenoemde zijn het meest flexibel in de gebruiksmogelijkheden. Op elke kachel dient een beveiligingsmecha-



Afb. 38b. Buiten de bewaarplaats opgestelde directe luchtverhitters.

nisme aanwezig te zijn, opdat bij het uitvallen van de ventilator de vlam wordt gedoofd.

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, dan 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 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 kan 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 natrotte knollen voorkomen in een partij, dan zullen door versmering ook andere (beschadigde) knollen worden besmet. Als niet snel genoeg wordt gedroogd, zal het rot zich doorgaans uitbreiden en ontstaan nesten rotte knollen, vooral in stortkegels van grond. Partijen waarin meer dan 1% natrotte knollen 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. *Phoma*. Dit is ook een droogrot, die op het oog lastig is te onderscheiden van Fusarium. *Phoma* (gangreen) wordt veroorzaakt door de schimmel *Phoma exigua* var. *foveata*. In tegenstelling tot Fusarium ontwikkelt deze ziekte zich bij lagere temperaturen (< 7 à 8° C). Oogsten bij een relatief hoge bodemtemperatuur, een goede wondhelingsperiode en bewaring bij een temperatuur van tenminste 7° C verkleinen de kans op het optreden van *Phoma*.

4. *Phytophthora*. Door *Phytophthora* aangevaste 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% natrotte knollen in een door *Phytophthora* aangetaste partij voorkomt, dan zal de partij niet of moeilijk bewaarbaar zijn. 'Jong ziek' hoeft weinig problemen op te leveren mits snel wordt gedroogd. In het najaar van 1992 zijn partijen 'gered' met niet minder dan 10% 'jong ziek'. Voor een dergelijk resultaat moet continu met veel drogende lucht worden geventileerd. Daartoe zal de lucht 's nachts meestal moeten worden opgewarmd.

5. *Zilverschurft*. Deze ziekte is vooral een (schoonheids)probleem bij aardappelen die bestemd zijn voor wassen en kleinverpakken. Bovendien veroorzaakt zilverschurft poreusheid van de schil, waardoor extra gewichtsverliezen ontstaan. Als aardappelen na de oogst binnen een week droog zijn, dan kan een aantasting van betekenis worden voorkomen.

Gebreken

Tijdens de bewaring kan een aantal knolge-

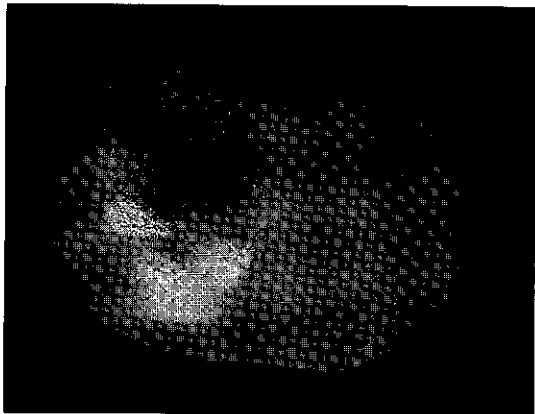
breken optreden, zoals blauw, drukplekken, zwarte harten en waterzakken.

1. *Blauw*. Blauw kan alleen optreden als het knolweefsel beschadigd is door stoten, vallen of zware druk. Meer dan normaal vochtverlies maakt de knol blauwgevoeliger. Het opwarmen van de aardappelen, vóór afleveren, tot een temperatuur van 15 - 20° C is een belangrijk middel om het optreden van blauw te beperken. Naarmate een partij blauwgevoeliger is, moet verder worden opgewarmd. Daarnaast is uiteraard een voorzichtige behandeling (valhoogte!) essentieel (afbeelding 39).

2. *Drukplekken*. De knollen onderin de hoop staan bloot aan een flinke druk van de bovenliggende knollen. Deze druk zal groter zijn naarmate de storthoogte groter is. Als er bovendien in de onderste knollen nog een sterk vochtverlies optreedt (het vochtverlies is bij ventilatie van onderaf bij de onderste knollen het grootst), dan kunnen zogenaamde drukplekken ontstaan. Drukplekken zijn het gevolg van beschadiging van het knolweefsel. Als aardappelen met drukplekken uit de bewaarplaats worden gehaald, dan kan zuurstof toetreden tot de beschadigde cellen en ontstaat blauw. Beperking van het vochtverlies tijdens de bewaring en een maximale storthoogte van 3,5 à 4 meter zijn doorgaans effectieve maatregelen om het optreden van drukplekken te vermijden.

3. *Zwarte harten*. Bij snel opwarmen van aardappelen bij temperaturen boven de 20 à 22° C en onvoldoende luchtverversing tijdens het opwarmen met een directe luchtverhitter kunnen zwarte harten in de knollen ontstaan. Bij stijgende temperaturen neemt de ademhaling van de knol sterk toe. Dit kan binnenin de knol leiden tot zuurstoftekort, waardoor cellen afsterven. Als gevolg hiervan ontstaat een holte, van waaruit zich soms rot ontwikkelt.

4. *Waterzakken*. Als gevolg van het optreden van doorwas tijdens de groeiperiode kan



Afb. 39. Blauw vormt een ernstig kwaliteitsgebrek.

aan de zogenaamde primaire knollen zetmeel worden onttrokken. Er ontstaan dan glazige knollen. Als vrijwel alle zetmeel uit een glazige knol verdwijnt, kunnen reeds in het veld of tijdens de bewaring, zogenaamde waterzakken ontstaan. Een waterzak is een vrijwel geheel met water gevulde knol met een schil er omheen.

Partijen waarin waterzakken ontstaan, moeten goed worden gedroogd, zodat het uit de waterzakken tredende vocht zo snel mogelijk wordt verwijderd. Daar waterzakken nog geruime tijd na het inschuren kunnen ontstaan, moet een partij met waterzakken goed worden gecontroleerd.

Probleempartijen

1. *Erg natte partij 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 aardappelen bevinden en waarbij het ventilatiekanaal zowel onder de droge als de natte aardappelen ligt, zal de lucht grotendeels 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 voorkomt, kunnen meestal niet lang worden bewaard en moeten dagelijks op verdere uitbreiding van rot worden gecontroleerd.

3. *Partijen met 'jong ziek'.* Dergelijke partijen 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 of in kisten flink nat is geregend, dan is bewaring 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 natgeregende partij pas wordt verwerkt nadat deze 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. Welke kenmerken als kwaliteitseigenschappen worden aangemerkt en het gewicht dat er aan wordt toegekend, hangt af van de bestemming van de aardappelen. Een eigenschap die voor de ene bestemming van groot belang is, hoeft dat voor een andere bestemming niet te zijn. Zo is de bakkleur voor de productie van frites van groot belang, terwijl deze eigenschap voor tafelaardappelen van geen enkel belang is. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen uit- en inwendige kwaliteitseigenschappen en gebreken.

Uitwendige eigenschappen en gebreken

Knolvorm

De knolvorm is sterk rasgebonden en kan uiteenlopen van rond tot lang-ovaal. Wat de voorkeur heeft, hangt af van de bestemming. Tafelaardappelrassen zijn veelal wat ronder, terwijl de fritesindustrie een sterke voorkeur heeft voor lang-ovale knollen.

Naast het ras beïnvloedt ook de grondsoort de knolvorm. Op zware grond zijn de knollen gemiddeld ronder dan op lichte grond. Ook de groeiomstandigheden hebben invloed op de knolvorm. Afgezien van het feit dat de knollen het ene jaar iets ronder en, het andere jaar iets langer zijn, kunnen met name extreme omstandigheden de knolvorm ongunstig beïnvloeden. Zo kan een onregelmatige groei van de knollen, veroorzaakt door een wisselende vochtvoorziening, leiden tot een onregelmatige knolvorm en tot groeischeuren. Dit wordt nog versterkt door een

hoge stikstofbemesting. Bij hoge temperaturen kan doorwas optreden (zie hoofdstuk 'Bijzondere verschijnselen'), hetgeen ook kan leiden tot een onregelmatige knolvorm (popperigheid). Tenslotte kan ook een slechte structuur van de grond een onregelmatige vorm geven. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld platte kanten aan knollen ontstaan.

Oogdiepte

De oogdiepte is een rasafhankelijke eigenschap. Hoe dieper de ogen liggen hoe lastiger het schillen en hoe groter de schilverliezen zijn. Vandaar dat voor alle bestemmingen de voorkeur uitgaat naar ondiepe ogen.

Schilkleur

De kleur van de knolschil is een erfelijke eigenschap die nauwelijks wordt beïnvloed door de omstandigheden tijdens het groeiseizoen. In hoeverre een bepaalde schilkleur als positief of negatief moet worden beoordeeld, hangt af van de voorkeur van de afnemer. Onder invloed van licht verkleuren knollen groen. Dit is niet alleen een uiterlijk gebrek, het heeft ook gevolgen voor de inwendige kwaliteit, zoals in het navolgende zal worden besproken.

Kieming

Door rasverschillen beginnen de knollen van het ene ras na de oogst eerder te kiemen dan die van het andere. Door verschillen in groeiomstandigheden wisselt de duur van de kiemrust bovendien van jaar tot jaar. Een tweede verschil tussen rassen is dat na het begin van de kieming bij het ene ras de kiemen sneller groeien dan bij het andere. Het ontstaan van (lange) kiemen is uit een oogpunt van presentatie ongewenst. Bovendien verliezen de knollen via de kiemen vocht, waardoor ze hun hardheid verliezen en rim-

pelig worden. Dit komt de presentatie niet ten goede, maar bovendien neemt het schilverlies toe. Verder worden bij sterk vochtverlies ook sommige inwendige eigenschappen negatief beïnvloed waardoor de kook- en bakteigenschappen slechter worden.

Voor de afzet van - vooral lang bewaarde - consumptie-aardappelen is daarom een lange kiemrust en een langzame groei van de kiemen gunstig. Een belangrijk voordeel van rassen met deze eigenschappen is dat ze met minder kiemremmersmiddelen kunnen worden bewaard.

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 enkel ras bestand. De normale zorg voor het produkt hoort deze beschadigingen te voorkomen. Dit betekent het oogsten van alleen goed afgeharde knollen en een juiste afstelling en gebruik van oogst- en inschuurapparatuur.

Gewone schurft, netschurft, zilverschurft en Rhizoctonia

Knollen die door schurft zijn aangetast, hebben enerzijds als tafelaardappel een uiterlijk gebrek, anderzijds geeft een diepe aantasting door gewone schurft verhoogde schilverliezen die voor elke bestemming ongunstig zijn.

Netschurft (graslandschurft), zilverschurft en de zwarte sclerotiën van *Rhizoctonia* vormen vooral een cosmetisch gebrek dat met name van belang is voor (gewassen) tafelaardappelen. Gewone schurft en vooral zilverschurft veroorzaken tijdens de bewaring extra uitdroging van de knollen.

Aantasting door schurft wordt uitgebreid besproken in het hoofdstuk 'Ziekten- en plagen'.

Inwendige eigenschappen en gebreken

Droge-stofgehalte

Het droge-stofgehalte van de knol wordt vooral bepaald door de mate waarin de cellen zijn gevuld met zetmeel. Het is een kwaliteitseigenschap die voor elke bestemming belangrijk is. In de praktijk wordt veelal gesproken van het onderwatergewicht. Droge-stofgehalte en onderwatergewicht zijn zeer nauw met elkaar verbonden, zodat het onderwatergewicht een goede maat is voor het droge-stofgehalte van aardappelen. In het navolgende zal veelal de term onderwatergewicht worden gebruikt.

Het droge-stofgehalte van aardappelen ligt meestal tussen de 18 en 24%, hetgeen overeenkomt met een onderwatergewicht van respectievelijk 325 en 450 gram.

Bij tafelaardappelen bepaalt - naast het ras - het onderwatergewicht in belangrijke mate of een aardappel melig of vast kookt. Een hoger onderwatergewicht geeft in het algemeen een meliger kokende aardappel. Het hangt van de bestemming af of melig- dan wel vastkokende aardappelen gewenst zijn. Bij een hoger onderwatergewicht hoeft er tijdens de verwerking tot frites en chips minder water te worden verdampt. Dit verhoogt het rendement van de verwerking en zorgt ervoor dat de produkten minder vet opnemen. Wanneer het onderwatergewicht erg laag is, kan er tijdens het productieproces niet genoeg water worden verdampt. Bij de productie van frites zijn te natte, slappe frites het gevolg. Een vrij hoog onderwatergewicht is hier dus gewenst. Voor de verwerking tot frites en chips zijn er echter ook grenzen aan de hoogte van het onderwatergewicht, omdat de produkten anders te hard en te droog worden. Voor de productie van frites wordt een onderwatergewicht van 380 tot 420 gram ideaal geacht, terwijl in de praktijk veelal een ondergrens van 360 gram wordt gehanteerd. Voor de productie van chips moet het onderwatergewicht hoger zijn dan 400 gram.

Het onderwatergewicht wordt beïnvloed door een complex van factoren, waarbij iedere fac-

tor 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 omstandigheden 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, het onderwatergewicht van de knollen verlagen en dat factoren die de knol-

groei bevorderen het onderwatergewicht verhogen.

De grote rasverschillen in onderwatergewicht hebben gevolgen voor de rassenkeuze in een bepaald teeltgebied. Op grond die veel stikstof nalevert, is het onderwatergewicht doorgaans lager dan op een humusarme grond. Afhankelijk van het in verband met de bestemming gewenste onderwatergewicht, kunnen sommige rassen minder geschikt zijn voor een bepaald teeltgebied.

Wanneer er geen factoren zijn die de groei sterk beperken, neemt het onderwatergewicht in de loop van het groeiseizoen toe (figuur 16). 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 loofvernietig-

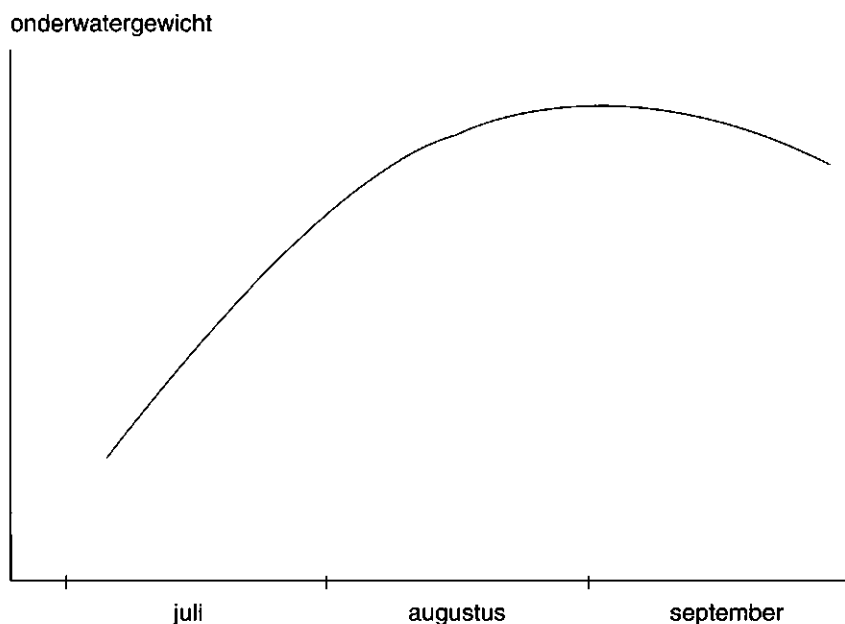


Fig. 16. Globaal verloop van het onderwatergewicht gedurende het groeiseizoen.

ging, 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. Afhankelijk van het gewenste onderwatergewicht kan het vroegtijdig afbreken van de groei gunstig of ongunstig zijn. Van sommige laatrijpende rassen moet het loof vaak groen worden vernietigd om tijdig te kunnen oogsten. Dit kan betekenen dat het onderwatergewicht dan nog te laag is. Deze 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 wordt bereikt.

De vochtvoorziening speelt een belangrijke rol bij de totstandkoming van het uiteindelijke onderwatergewicht. Wanneer de voorziening niet optimaal is, wordt er weliswaar minder droge stof geproduceerd, maar het drogestofgehalte van de knollen neemt toe. Dit betekent dat het onderwatergewicht toeneemt. In droge jaren zijn de onderwatergewichten dan ook hoger dan in nattere jaren.

Naast de vochtvoorziening heeft de bemesting een belangrijke invloed op het onderwatergewicht. 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 (tabel 26). Dit kan met name voor het tegengaan van de hierna nog te bespreken blauwgevoeligheid van belang zijn. Het gewenste niveau van het onderwa-

tergewicht kan naast de opbrengst en andere kwaliteitseigenschappen medebepalend zijn voor het bemestingsniveau.

Niet alleen tussen partijen, maar ook binnen één partij verschilt het onderwatergewicht tussen knollen sterk, ook los van extreme groei-omstandigheden. Kleine knollen waarbij de groei al vroeg stopt, hebben bij de oogst vaak een lager onderwatergewicht dan grote knollen. Ook knollen van dezelfde maat kunnen echter sterk verschillen in onderwatergewicht. De oorzaken van deze verschillen zijn niet geheel duidelijk. Daarom zijn verschillen in onderwatergewicht tussen knollen voorsnog niet door teeltmaatregelen te beïnvloeden.

Glazigheid

Glazigheid ontstaat door sterke onttrekking van zetmeel aan de knol. Glazigheid kan voorkomen nadat in een gewas doorwas is opgetreden. Bij doorwas gaan de aangelegde knollen kiemen en aan deze kiemen kunnen nieuwe knollen groeien. Deze nieuwe, zogenaamde secundaire, knollen onttrekken zetmeel aan de eerst aangelegde, primaire, knollen. Het onderwatergewicht van de primaire knol daalt hierdoor en het knolvlees krijgt een glazig uiterlijk. Dit verschijnsel treedt het eerst op aan het navelende van de primaire knol. Bij zeer sterke onttrekking van zetmeel kan de knol voos worden; het knolweefsel kan zelfs geheel verdwijnen. Er ontstaan dan zogenaamde waterzakken. Glazige knollen vormen een ernstig kwaliteitsgebrek in een partij aardappelen. In een jaar met doorwas zijn knollen onder een bepaald onderwatergewicht - dat per ras verschilt - vrijwel zeker glazig. Met behulp van een zoutbad van een bepaalde concentratie

Tabel 26. Onderwatergewicht van de rassen Santé en Asterix (1990), Aziza en Maritiema (1991), geteeld op ROC Rusthoeve bij al of geen extra voorjaarsgift met patent- of chloorkali.

kalibemesting	Santé	Asterix	Aziza	Maritiema
bouwplan	442	499	472	441
+ 300 K ₂ O patent	439	476	469	430
+ 300 K ₂ O kali-60	430	473	458	423

kunnen glazige knollen in een partij gemakkelijk worden opgespoord (tabel 27). De glazige knollen gaan drijven, de niet-glazige zinken.

Het verschijnsel doorwas wordt uitgebreider besproken in het hoofdstuk 'Bijzondere verschijnselen'.

Stootblauw

Stootblauw, kortweg blauw, is een blauwgrijze verkleuring van het knolweefsel, die meestal niet uitwendig aan de knol valt waar te nemen (afbeelding 39). Het verschijnsel treedt het sterkst op rond de vaatbundelring. Blauw is het gevolg van mechanische beschadiging van het knolweefsel. Deze beschadiging treedt bij alle bewerkingen van oogst tot en met afleveren in meer of mindere mate op. Bij stoten of vallen worden cellen en celdelen beschadigd. Hierdoor kunnen het aminozuur tyrosine en andere fenolen worden omgezet in het 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 worden aangestipt.

De gevoeligheid voor stootblauw is sterk rasafhankelijk. Het ene ras is gevoeliger dan het andere. Zo zijn de rassen Marijke en Saturna erg blauwgevoelig en de rassen Agria en Bildtstar erg weinig. Voor andere rassen wordt verwezen naar de Rassenlijst. Verder is de gevoeligheid sterk afhankelijk van de groei-omstandigheden en de grondsoort (tabel 28). Op zandgrond is doorgaans geen sprake van ernstige blauwgevoeligheid. Vooral op klei- en lössgronden waar hoge onderwatergewichten worden bereikt, zijn aardappelen vaak blauwgevoelig.

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 (tabel 28). Niet alle rassen met een hoog onderwatergewicht zijn echter ook blauwgevoelig. Het onderwater-

Tabel 27. Aantal grammen zout (NaCl) per liter dat nodig is voor het maken van een zoutbad om aardappelen beneden een bepaald onderwatergewicht, respectievelijk soortelijk gewicht uit te sorteren.

onderwatergewicht	gram zout per liter	soortelijk gewicht-oplossing
260	83	1.055
280	89	1.059
300	97	1.064
320	103	1.068
340	110	1.073

Tabel 28. Verband tussen onderwatergewicht en blauwgevoeligheid voor klei-, löss en zandgrond in 1990/1991 (naar Buitelaar, 1991).

onderwatergewicht	percentage knollen met blauw		
	klei	löss	zand
<360	3,6	-	-
360-380	12,2	17,8	9,3
381-400	15,1	17,3	8,3
401-420	23,2	19,2	10,2
421-440	30,2	24,4	10,9
>400	39,8	33,3	11,1

gewicht wordt beïnvloed door kali- (figuur 9), chloor- en stikstof-voorziening. Vooral kali en chloor verlagen het onderwatergewicht, waardoor in de regel 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. Er zijn enkele rassen (Diamant, Lady Rosetta) waarvan het bekend is dat de blauwgevoeligheid toeneemt na extra veel kali indien ze volgens het landelijk stikstofadvies worden bemest. Kali en chloor zijn echter in de meeste gevallen de aangewezen meststoffen om de blauwgevoeligheid te beperken.

Tot slot is de temperatuur van de aardappelknollen sterk bepalend voor de blauwgevoeligheid. Bij een lagere temperatuur zijn de knollen gevoeliger voor stootblauw. Bij het afleveren wordt veelal geëist dat de aardappelen worden opgewarmd tot een temperatuur, afhankelijk van ras, herkomst en onderwatergewicht, van 15 tot 20° C.

Tijdens de bewaring verliezen de knollen vocht, vooral wanneer ze gekiemd zijn. Hierdoor neemt doorgaans het onderwatergewicht en daarmee ook de blauwgevoeligheid wat toe. Aardappelen met drukplekken worden als regel in de omgeving van de drukplekken blauw.

Een partij aardappelen die blauwgevoelig is, hoeft niet werkelijk blauw te worden. Door een voorzichtige behandeling, zoals beperking van valhoogtes en bekleding van machines alsmede het verwerken bij voldoende hoge temperatuur, kan het optreden van blauw worden beperkt. Het zal duidelijk zijn dat het voorkómen van stootblauw meer aandacht vereist en meer moeite kost naarmate aardappelen blauwgevoeliger zijn.

Nadat knollen aan stoten zijn blootgesteld,

duurt het enige tijd voordat ze blauw worden. Dit duurt soms maar enkele uren. Door de tijd tussen uitschuren en verwerking in de fabriek zo kort mogelijk te houden, probeert men de vorming van blauw vóór te blijven. Het gevolg daarvan is dat aardappelen vaak 's morgens vroeg of zelfs 's nachts worden verladen, om nog dezelfde dag te worden verwerkt.

In het hoofdstuk 'Uitbetaling naar kwaliteit' wordt besproken hoe de blauwgevoeligheid van aardappelen wordt vastgesteld.

Onderhuidse verkleuringen, anders dan blauw

Hieronder worden verstaan beschadigingen die net als blauw niet of nauwelijks aan het oppervlak van de knol, maar pas na schillen zijn waar te nemen. Ze hebben niet de typisch blauwgrijze kleur van stootblauw, maar zijn veelal bruin/grijs. Bij ernstige beschadiging kunnen de plekken vrij diep zijn en door het uitdrogen van het beschadigde weefsel kunnen er kleine holtes ontstaan. Deze vorm van beschadiging treedt vooral op bij de oogst en wordt daarom ter onderscheiding van stootblauw ook wel rooierslag genoemd (afbeelding 40, pag. 74).

De gevoeligheid verschilt tussen rassen en net als bij stootblauw zijn knollen gevoeliger naarmate hun temperatuur lager is. Het is vooral met het oog op deze vorm van beschadiging dat er wordt geadviseerd om niet te rooien bij een bodemtemperatuur lager dan 8° C.

Onderhuidse verkleuring als gevolg van rooibeschatiging is op zand- en lössgrond een nog groter probleem dan op kleigrond. De oorzaak hiervan is niet duidelijk. Evenals bij de blauwgevoeligheid is er op zand- en lössgrond een verband tussen de hoogte van onderwatergewicht en de gevoeligheid voor onderhuidse rooibeschatiging. Naarmate het onderwatergewicht hoger is, neemt de gevoeligheid voor onderhuidse beschadiging doorgaans toe. Op kleigrond is dit verband meestal afwezig. De mogelijkheden voor het voorkómen van rooibeschatiging zijn beperkt tot rassenkeuze (zie Rassenlijst) en technische maatregelen zoals bekleding van zeef-

kettingen en het beperken van valhoogtes. In het hoofdstuk 'Oogst' is hierop uitgebreider ingegaan.

Holheid en roestvlekken

Deze verschijnselen vormen ernstige kwaliteitsgebreken. Beschrijving en maatregelen ter voorkoming worden besproken in het hoofdstuk 'Bijzondere verschijnselen'.

Bakkleur (gehalte aan reducerende suikers)

Bij het frituren van aardappelen kunnen de reducerende suikers glucose en fructose zich verbinden met aminozuren. Deze verbinding levert een produkt op dat bruin van kleur is en bitter van smaak. Zowel de bruine kleur als de bittere smaak wordt negatief beoordeeld. Bij deze zogenaamde Maillard-reactie, is in hoofdzaak het gehalte aan reducerende suikers bepalend voor de mate van bruinkleuring. Voor de produktie van frites mag het gehalte niet hoger zijn dan 0,5%.

De mate van bruinkleuring wordt beoordeeld op een kleurenschaal die loopt van 0 tot 6, respectievelijk licht tot donker. Het hierboven genoemde gehalte van 0,5% levert op de beoordelingsschaal voor frites een kleurindex op van 4 tot 4,5. Hiertussen ligt meestal de grens waarbij de industrie gaat korten op de prijs of zelfs partijen gaat weigeren.

Voor chipsaardappelen zijn de eisen nog strenger, hier geldt een maximaal gehalte van 0,2%. Op de beoordelingsschaal voor de chipskleur, van 0 tot 9, respectievelijk donker tot licht (tegengesteld aan de friteskleur), komt dat overeen met een waardering van 6 à 7.

Veel factoren hebben invloed op het reducerende-suikergehalte: ras, rijpheid, bemesting, weersomstandigheden, bewaaromstandigheden en fysiologische leeftijd van de knol. Veel van deze factoren vertonen wisselwerkingen met elkaar. Dit maakt het gehalte aan reducerende suikers tot uitkomst van een bijzonder ingewikkeld proces, waarvan nog veel zaken niet bekend zijn.

Een belangrijke factor is het ras. Het ene ras

heeft een lager gehalte aan reducerende suikers dan het andere en zal daarom een lichtere bakkleur vertonen. Saturna heeft bijvoorbeeld een lager gehalte aan reducerende suikers dan Bintje. Saturna is daardoor geschikt voor de produktie van chips, terwijl van Bintje doorgaans wel goede frites, maar geen goede chips zijn te maken. Daarnaast kunnen rassen verschillend reageren op de andere factoren die het gehalte aan reducerende suikers beïnvloeden. Voor het handhaven van een goede bakkleur gedurende de bewaring kan bijvoorbeeld de bewaartemperatuur bij het ene ras lager zijn dan bij het andere.

De rijpheid op het moment van de oogst kan worden aangeduid met het fysiologische stadium waarin de knol zich bevindt. Afrijping van het gewas gaat gepaard met het afsterven van het loof. 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. Er wordt wel aangenomen dat de knollen volledig rijp zijn, althans met het oog op de bakkleur, wanneer het suikergehalte van de knollen dit dieptepunt heeft bereikt. 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 doodgespoten, waarbij het minimum-suikergehalte in de knollen nog niet is bereikt (afbeelding 41, pag. 74). De invloed van stikstof gaat echter verder dan het waarneembare effect op de afsterving van het gewas. Ook als ondanks een hoge stikstofbemesting het gewas tijdig afsterft, blijkt een hoge stikstofbemesting de bakkwaliteit negatief te kunnen beïnvloeden.

Als gevolg van onregelmatige groei en doorwas kan het suikergehalte binnen de knollen tussen top- en naveleind sterk verschillen. Het topeind is dan na bakken meestal donkerder dan het naveleind, maar soms is het ook andersom. We spreken dan van zoge-

naamde suikerpunten. Deze punten hebben, evenals een egale donkere kleur, een hogere kleurindex tot gevolg.

De manier van bewaren speelt een grote rol in het streven om het gehalte aan reducerende suikers voldoende laag te houden. Met name de bewaartemperatuur is belangrijk. Voor chipsaardappelen wordt een bewaartemperatuur geadviseerd van 7 à 10° C, voor fritesaardappelen is dat 6 à 8° C. De optimale temperatuur is afhankelijk van het ras, de groei-omstandigheden en de geplande afzetperiode. Van de belangrijkste rassen is ongeveer bekend bij welke temperatuur ze kunnen worden bewaard. Voor Bintje wordt vaak 6 graden geadviseerd, maar afhankelijk van groeiseizoen en partij kan dat te laag zijn. Er zijn helaas nog geen kenmerken aan de hand waarvan besloten kan worden om een lagere of hogere temperatuur te kiezen, zodat meestal achteraf pas blijkt of een bepaalde streef temperatuur wellicht te laag is geweest. Ook voor het onderscheid tussen partijen van één ras zijn er geen duidelijke criteria. Eerder is vermeld dat partijen, waarvan het loof nog erg groen was op het moment van loofvernietiging, een hoger suikergehalte hebben en bovendien een snellere toename van dat gehalte geven tijdens de bewaring. Deze partijen kunnen beter bij een iets hogere temperatuur worden bewaard.

Wanneer aardappelen worden opgewarmd, neemt de ademhalingsintensiteit van de knollen toe. Hierbij wordt een deel van de reducerende suikers verademd of in zetmeel omgezet. Dit verschijnsel wordt reconditioneren genoemd. Door de aardappelen circa 14 dagen bij een temperatuur van 15 tot 20° C te bewaren, kan vaak een aanzienlijke verbetering van de bakkleur worden bereikt. Ook een veel korter durende opwarming vóór afleveren (algemeen toegepast ter beperking van blauwgevoeligheid) werkt in de goede richting. De praktijk leert echter dat wanneer het gehalte aan reducerende suikers veel te hoog is geworden, dit niet geheel meer kan worden gecorrigeerd met reconditioneren. Een gevaar is dat het reconditioneren averechts werkt als de aardappelen door fysiologische veroudering in het stadium van ouder-

domsversuikering geraken, waardoor evenals bij koudeversuikering de bakkleur slechter wordt. Ouderdomsversuikering kan optreden vanaf mei en is niet omkeerbaar. Reconditioneren versnelt de ouderdomsversuikering en werkt dus averechts. De ouderdomsversuikering verloopt zeer snel, vooral wanneer de aardappelen zijn opgewarmd. Het beste is dan om de aardappelen zo snel mogelijk af te leveren: de bakkleur kan alleen nog slechter worden. Naarmate gedurende het bewaar seizoen warmer is bewaard, treedt de ouderdomsversuikering eerder op. Deze kan dus worden uitgesteld door kouder te bewaren. Hieraan zijn echter grenzen in verband met de koudeversuikering. Wanneer die te sterk is opgetreden, kan een partij ook niet met een goede bakkleur worden afgeleverd. Er is thans onderzoek gaande waarbij wordt geprobeerd om de beste temperatuursstrategie voor het hele seizoen vast te stellen. Het doel hierbij is: de ouderdomsversuikering zo veel mogelijk uitstellen, zonder dat de koudeversuikering onomkeerbare problemen geeft.

In de praktijk bestaat er een aantal bewaarplaatsen waar het jaar op jaar niet mogelijk blijkt te zijn om daaruit aardappelen met een goede bakkleur af te leveren. De bakkleur blijkt dan al vaak vroeg (december-januari) in het seizoen slecht te zijn. Eén van de vermoedens is, dat dit probleem te maken heeft met de gasdichtheid van de bewaarplaatsen en de geringe luchtverversing daarin. Door dat stoffen (wellicht CO₂) zich in de lucht ophopen, stijgt wellicht het suikergehalte van de knollen. Een andere mogelijkheid is dat de bewaartemperatuur gemiddeld over het bewaar seizoen toch aan de lage kant is. Er wordt op het moment van het schrijven van deze handleiding onderzoek verricht dat in dit probleem helderheid moet verschaffen.

Grauwkleuring na koken en voorbakken

Aardappelen kunnen na koken of voorbakken een blauwgrijze verkleuring vertonen. Deze verkleuring wordt veroorzaakt door een niet-enzymatische reactie. Hierbij wordt een verbinding gevormd tussen chlorogeenzuur en ijzer. Bij blootstelling aan zuurstof gaat deze

verbinding over in een blauwgrijze stof. Bij het al of niet optreden van deze verkleuring speelt het gehalte aan citroenzuur een belangrijke rol. Een hoger gehalte aan citroenzuur verlaagt de pH waardoor de grauwkleur wordt verminderd. Belangrijker is het echter dat citroenzuur zich - net als chloro-geenzuur - aan ijzer kan binden en daarmee een kleurloze verbinding vormt. Het is daarom vooral de verhouding tussen de gehalten aan chloro-geenzuur en citroenzuur die de mate van grauwkleur bepaalt. De hierna te bespreken factoren die van invloed zijn op de mate van grauwkleur hebben invloed op deze verhouding. De mate van grauwkleur is in de eerste plaats sterk ras-afhankelijk. De praktijk laat zien dat er slechts weinig rassen zijn die even weinig of zelfs minder verkleuren dan het ras Bintje.

De grauwkleur kan verder worden beïnvloed met de bemesting. Het element kalium vermindert de grauwkleur, de elementen stikstof en chloor versterken haar. Een ruime kalivoorziening, gecombineerd met een beperkte stikstofgift geeft de minste grauwkleur (tabel 29). Bij toediening van chloorkali in het voorjaar (kali-60) wordt het positieve effect van kali gedeeltelijk of geheel teniet gedaan door het negatieve effect van chloor. Met het oog op grauwkleur is daarom in het voorjaar de toediening van chloorarme kali gunstiger. Het effect van de kalibemesting is echter niet erg groot. Aardappelen van rassen en/of gronden die veel last hebben van grauwkleur kunnen met een aanpassing van de bemesting niet vrij van grauwkleur worden gemaakt. Grauwkleur is echter voor tafelaardappelen en aardappelen voor de verwerkende industrie een belangrijk kwaliteitsgebrek. Een vermindering van de

verkleuring kan deze eigenschap soms binnen de toleranties brengen waarmee de industrie kan werken.

Grauwkleuring treedt in het algemeen sterker op bij aardappelen die afkomstig zijn van zandgrond dan bij aardappelen afkomstig van kleigrond. Daarnaast hebben de omstandigheden tijdens het groeiseizoen invloed: na een koel, nat groeiseizoen vertonen aardappelen vaak meer grauwkleur.

Tijdens de bewaring van aardappelen neemt de grauwkleur toe. Deze toename hangt echter niet af van bewaarfactoren zoals temperatuur. Er zijn tijdens de bewaring dan ook geen mogelijkheden om (de toename van) grauwkleur tegen te gaan.

Nitraatgehalte

Het nitraatgehalte van aardappelknollen is de afgelopen jaren als kwaliteitseigenschap in de belangstelling komen te staan. Er zijn inmiddels afnemers die eisen stellen aan het maximale nitraatgehalte van partijen aardappelen. Enerzijds bevatten de meeste consumptie-aardappelen relatief weinig nitraat: 50 - 200 milligram per kilogram versgewicht. In vergelijking tot (blad)groenten is dit een laag gehalte. Anderzijds leveren de aardappelen een relatief groot aandeel van onze nitraatconsumptie, doordat de aardappel een belangrijke plaats in ons menu inneemt. Hierbij zij opgemerkt dat onze gemiddelde dagelijkse nitraatconsumptie ruim onder de daarvoor gestelde normen blijft en dat pieken in nitraatopname niet door aardappelen, maar door groentesoorten met een hoog gehalte worden veroorzaakt.

De factoren die het nitraatgehalte van aard-

Tabel 29. Index voor grauwkleur na voorbakken van het ras Asterix, in 1990 op ROC Rusthoeve geteeld bij al of geen extra voorjaarsgift met patent - of chloorkali.

stikstofgift	bouwplan (b)	kaligift	
		b + 300 K ₂ O patent	b + 300 K ₂ O kali-60
advies-75	3,7	3,2	3,5
advies	4,0	3,5	3,6

appelen beïnvloeden, kunnen worden verdeeld in twee categorieën: factoren die niet (of nauwelijks) en factoren die wél door de teler kunnen worden beïnvloed.

Het weer is de belangrijkste factor die een teler niet in de hand heeft. Met name door warme, droge periodes aan het eind van het seizoen kan het nitraatgehalte flink stijgen. De mogelijkheden van de teler beperken zich - afgezien van beregening - tot het zorgen voor een goede waterhuishouding van de grond door zorg te dragen voor een goede bodemstructuur. Tijdens langere droogteperiodes kan dit natuurlijk niet voorkomen dat er toch vochttekort optreedt. In hoeverre de temperatuur en wellicht de hoeveelheid zonneschijn een afzonderlijke rol spelen is niet bekend.

De factoren waarmee de aardappelteler het nitraatgehalte duidelijk kan sturen, zijn raskeuze en bemesting. Rassen verschillen heel duidelijk in nitraatgehalte. Voor de teelt op stikstofrijke grond, of wanneer de afnemer een laag nitraatgehalte vraagt, kan worden gekozen voor een ras met een lager nitraatgehalte (tabel 30). De bemesting is de tweede bestuurbare factor. Met name de stikstofbemesting speelt een hoofdrol. Hoe hoger de stikstofbemesting, hoe hoger het nitraatgehalte (tabel 30). Met name de combinatie van een hoge stikstofbemesting en droogte, geeft kans op een hoog nitraatgehalte. Een hogere kalibemesting verhoogt eveneens het nitraatgehalte, maar het effect hiervan is veel kleiner dan dat van de stikstofbemesting.

Gehalte aan glyco-alkaloïden

Glyco-alkaloïden komen voor in alle delen van de aardappelplant. Het zijn stoffen die in hoge dosering giftig kunnen 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. Aardappelen die onder invloed van licht groen zijn geworden, zijn zonder meer te herkennen als knollen met meestal een hoog gehalte. Ze zijn dan ook ongeschikt voor consumptie. Wanneer knollen niet groen zijn, is dat echter geen garantie voor een laag glyco-alkaloïdengehalte. Het oplopen van het gehalte aan glyco-alkaloïden gaat namelijk sneller dan het proces van groen worden.

Het gehalte aan glyco-alkaloïden wordt door een aantal factoren beïnvloed: ras, blootstelling aan licht, rijpheid, beschadiging, groeiomstandigheden (tabel 31).

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 een hoog gehalte aan glyco-alkaloïden ingekruist. Daarom vormt de bepaling van het gehalte aan glyco-alkaloïden een onderdeel van het rassenonderzoek.

Van de andere factoren geeft blootstelling aan (rood) licht verreweg de sterkste toename

Tabel 30. Nitraatgehalte (mg per kg vers) van vier rassen, in 1988 op ROC Rusthoeve geteeld bij twee stikstofniveaus.

ras	stikstofgift	
	advies -100	advies
Diamant	97	170
Morene	87	173
Van Gogh	100	177
Bintje	133	220

Tabel 31. Factor waarmee het gehalte aan glyco-alkaloïden in aardappelknollen door verschillende omstandigheden kan worden verhoogd ten opzichte van rijpe, onbeschadigde en onder normale omstandigheden geteelde knollen (Van Gelder, 1985).

	toename (aantal maal)
onrijpe knollen	4
kleine knollen	2
blootstelling aan zonlicht direct na oogst	10
korte opslag in kunstlicht	2-3
lange opslag in kunstlicht	1-2
beschadiging	2-3
afwijkende groei-omstandigheden	2-3

van het glyco-alkaloïdengehalte. Vooral bij onrijp geoogste knollen - denk aan de vroege aardappelen - geeft blootstelling aan licht een sterke stijging van het gehalte. Ook rond beschadigingen is het gehalte hoger, hetgeen door licht kan worden versterkt. Factoren als bemesting, bodem, temperatuur en neerslag tijdens het groeiseizoen hebben wei-

nig effect op het gehalte aan glyco-alkaloïden. Daar een eenmaal gevormd gehalte aan glyco-alkaloïden tijdens bewaring in het donker niet meer afneemt, moeten alle maatregelen gericht zijn op het voorkómen van een verhoogd gehalte. Voorkomen van blootstelling aan licht is daarbij het belangrijkste, vooral bij vroeg geoogste aardappelen.

De teelt van vroege aardappelen

Vroege (primeur) aardappelen worden in ons land slechts op beperkte schaal geteeld, hoofdzakelijk in waterrijke gebieden, waar het risico van nachtvorst gering is. De teelt is geconcentreerd in Noord-Holland en in Zuidwest-Nederland met Tholen als centrum.

Bij de teelt van vroege aardappelen is het doel om al vroeg een goede opbrengst te hebben. Dit betekent, dat moet worden gestreefd naar een zo vroeg mogelijke opkomst, een snelle loofontwikkeling en een vroeg begin van de knolgroei.

Voor de allervroegste teelt zijn Eersteling en Doré nog steeds de meest geteelde rassen. Gloria en Première worden iets later geoogst. Een bijzondere plaats neemt het ras Opperdoezer Ronde in, een specialiteit, die uitsluitend rond het Noord-Hollandse Opperdoes mag worden geteeld.

Grond en bemesting

Voor een vroeg gewas is tijdig poten, zo kort mogelijk na de winter, dat wil zeggen vanaf eind februari, van belang. Dit vormt een beperking voor de keuze van de grond. De grond moet al vroeg bewerkbaar zijn. Een goede structuur van de grond, zonder verdichte lagen, is van belang voor een ononderbroken groei, die essentieel is om al vroeg een hoge opbrengst te behalen.

De stikstofbemesting van vroege aardappelen is met 110 - 150 kg N per ha aanmerkelijk lager dan die van laatrijpende rassen. Hoe korter het groeiseizoen des te minder stikstof nodig is. De fosfaat- en kalibemesting kunnen, afhankelijk van het te verwachten opbrengstniveau, wat lager zijn dan die van late consumptie-aardappelen.

Voorbehandeling pootgoed

Voor vroege aardappelen, die in juni of in de eerste helft van juli moeten worden geoogst, is de voorbehandeling van het pootgoed es-

sentieel. Er is een goed voorgekiemde, fysiologisch tamelijk oude poter nodig. Voor de primeurteelt met oogsttijd eind mei (met plastic-afdekking) of juni is een beperkt aantal stengels per knol gewenst. Hierdoor wordt bij vroeg oogsten en een niet te kleine poter (> 35 mm), met een nog relatief lage kilogram-opbrengst per ha toch al een voldoende grove sortering verkregen. Het pootgoed wordt al in oktober in poterbakjes gedaan en bij een temperatuur van $10 - 12^{\circ}\text{C}$ in het donker gezet, zodat zich topspruiten gaan ontwikkelen. Zodra de kiemen $0,5 - 1,0$ cm lang zijn kan de temperatuur omlaag worden gebracht tot $4 \text{ à } 5^{\circ}\text{C}$ en wordt het pootgoed in (kunst)licht geplaatst. Om goed afgeharde kiemen te verkrijgen, worden de poters vanaf januari bij open weer buiten gezet.

Poten en verzorging

Primeuraardappelen worden vanaf eind februari, zodra de bodemomstandigheden gunstig zijn, gepoot. Dit gebeurt bij voorkeur half-automatisch of met kiemvriendelijke volautomatische pootmachines. Na de rugopbouw wordt meestal een herbicide toegepast in een lage dosering. Voor de zeer vroege primeurteelt wordt met plastic afgedekt. Daar groeiremming moet worden voorkomen, wordt zo mogelijk in een droge periode beregend. De gewasbescherming wijkt niet veel af van die van late consumptie-aardappelen: er moet preventief tegen *Phytophthora* worden gespoten; luisbestrijding is meestal niet nodig.

Plastic-afdekking

Afdekking van de ruggen met plasticfolie, vanaf het poten tot enige tijd na opkomst, biedt de mogelijkheid om het gewas 7 - 10 dagen te vervroegen. Dit leidt op gelijke datum tot een gemiddeld vijf ton hogere opbrengst per ha. De tamelijk hoge kosten van afdekken (circa f 2500,- per ha) worden

doorgaans meer dan goed gemaakt door de hogere prijs bij vroeger oogsten.

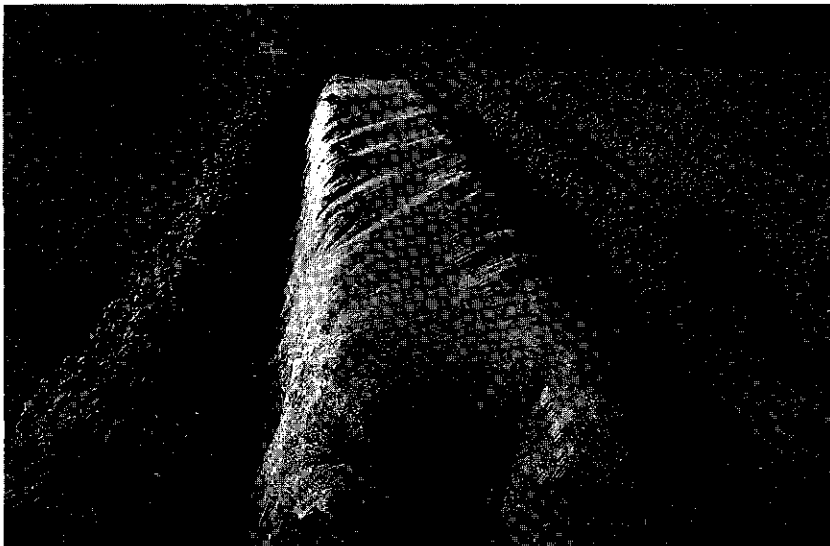
Meestal wordt geperforeerd polyethyleen-folie van 0,03 mm dikte met 5% perforaties gebruikt. Het folie wordt na rugopbouw en een herbicidebehandeling machinaal gelegd in 1,50 meter brede banen. De hogere temperaturen zowel onder het folie als in de grond zorgen voor een snellere opkomst en gewasontwikkeling. Het folie geeft ook nog een geringe bescherming (circa 0,75° C) tegen nachtvorst. Daar staat tegenover dat het folie de lichtintensiteit met 20 - 40% beperkt. De grootte van de beperking is vooral afhankelijk van de mate van condensvorming aan de onderzijde van het folie. Om deze reden en vanwege de hoge temperatuur die later in het voorjaar kan optreden, is het van belang om het folie tijdig weg te halen. Hoewel over het beste tijdstip van afnemen van het folie geen eenduidige mening heerst, wordt vrij algemeen aangenomen dat dit niet later moet gebeuren dan bij een gewashoogte van 15 - 20

cm of een grondbedekking van circa 20%. Om na het afnemen van het folie schade aan het gewas te voorkomen, verdient het aanbeveling om het folie weg te halen als een relatief warme nacht wordt verwacht gevolgd door een bewolkte dag.

Teelt van vroege fritesaardappelen

Behalve vroege aardappelen voor verse consumptie worden ook (tamelijk) vroege aardappelen geteeld voor verwerking tot frites in de periode half juli - augustus. Hiervoor worden rassen gebruikt als Corine, Fresco, Première en Ukama.

Het pootgoed voor deze teelt wordt meestal niet voorgekiemd. Tenzij de aardappelen zeer vroeg moeten worden geleverd, is dit ook niet nodig. De N-bemesting is 50 - 100 kg N per ha lager dan voor late aardappelen, ondermeer afhankelijk van het oogsttijdstip. Naarmate later wordt geoogst, kan de N-gift wat hoger zijn.



Afb. 42. Afdekking van het gewas met plastic vervroegt de teelt met 7-10 dagen.

Uitbetaling naar kwaliteit

Reeds meer dan 15 jaar worden consumptie-aardappelen uitbetaald naar kwaliteit op basis van een uniforme kwaliteitsindex. Oorspronkelijk gebeurde dit alleen in de schakels teler-collecteur (CKA-1) en collecteur-fritesindustrie (CKA-2). Later zijn ook kwaliteitbetalingssystemen ontwikkeld voor aardappelen bestemd voor verwerking tot respectievelijk chips, puree en granulaten en gedroogde blokjes. Hier zal alleen worden ingegaan op het uitbetalingssysteem voor de schakel teler-collecteur (CKA-1).

Bij de kwaliteitsbeoordeling in het kader van dit systeem zijn de volgende kwaliteitseigenschappen betrokken:

- blauwgevoeligheid (inclusief knoltemperatuur);
- onderhuidse verkleuring als gevolg van het oogsten;
- 'glazige' knollen (doorwas);
- onderwatergewicht;
- bakkleur van frites.

De drie eerstgenoemde eigenschappen zijn knolgebreken, die niet op de leestafel kunnen worden vastgesteld en daardoor ook niet kunnen worden uitgesorteerd.

Vaststelling kwaliteit

Voor het bepalen van de blauwgevoeligheid en de onderhuidse verkleuringen wordt - per maximaal 50 ton aardappelen - een monster van 50 knollen, maat 50/60 mm, in duplo genomen. Beide monsters worden volgens een standaardmethode geschud in een schudapparaat. Na bewaring gedurende minimaal 48 uur bij een temperatuur van tenminste 12° C worden de knollen van één monster geschild en beoordeeld op blauw en onderhuidse verkleuring. Het andere monster kan, in geval van een geschil over de kwaliteitsindeling, enkele dagen later worden beoordeeld. Afhankelijk van het percentage afwijkend knoloppervlak wordt een indeling gemaakt in: geen, lichte, matige en zware afwijkingen.

In jaren waarin doorwas is opgetreden, wordt met behulp van een zoutbad de mate van glazigheid van knollen vastgesteld in een monster van 20 kg. Hierbij wordt eveneens in de categorieën, geen, licht, matig en zwaar ingedeeld. Met behulp van de formule

$$\%L + 2 \times \%M + 3 \times \%Z$$

waarbij L = licht, M = matig en Z = zwaar, wordt een index voor respectievelijk blauwgevoeligheid, onderhuidse verkleuring en glazigheid vastgesteld. Vervolgens kan de kwaliteitsindex van de partij worden bepaald met de formule:

$$\begin{array}{rcl} \text{kwaliteits} & = & \text{index glazigheid} \quad \times 1,25 = \dots \\ \text{index} & & \text{index onderh. verkl.} \quad \times 2,5 = \dots \\ & & \text{index blauwgevoeligh.} \times 3 = \dots \\ & & \dots \\ & & \text{totaal} \quad \dots \end{array}$$

Het onderwatergewicht wordt bepaald aan een monster van 5 kg geschilde knollen. Voor aardappelen bestemd voor verwerking tot frites wordt doorgaans een minimum-onderwatergewicht van 360 gram gehanteerd. De vaststelling van de bakkleur gebeurt aan een monster van 20 knollen, waaruit per knol één fritesstaafje wordt gesneden. De staafjes worden volgens een standaardmethode gebakken, waarna de kleur wordt vastgesteld met behulp van de Munsell Colour Company-kleurenkaart. De kleurenkaart heeft zeven klassen, waarin de staafjes worden ingedeeld. Het bakkleurcijfer wordt bepaald door het aantal staafjes in een klasse te vermenigvuldigen met een factor 0 tot 6, afhankelijk van de mate van bruinverkleuring.

Voorbeeld:

kleuren							
schaal	000	00	0	1	2	3	4
monster:							
(staafjes)		2	9	7	2		
vermenigvuldigingsfactor	0	1	2	3	4	5	6

bakkleurcijfer $\frac{2 \times 1 + 9 \times 2 + 7 \times 3 + 2 \times 4}{20} = 2,45$

Klasse-indeling

Doorgaans wordt de volgende klasse-indeling gebruikt:

Klasse	Kwaliteitsindex
I extra	0-5
I	5-10
basisklasse	10-15
kortingsklasse	> 15

Ten aanzien van de prijsverschillen tussen de klassen worden verschillende systemen gehanteerd. In principe geldt voor de basis-klasse een basisprijs en wordt voor de klasse I en I extra een 5 respectievelijk 10% hogere prijs betaald. Ook worden binnen een klasse wel glijdende schalen gehanteerd, waarbij de hoogte van de premie wordt bepaald door de hoogte van de kwaliteitsindex.

Voor het bakkleurcijfer van fritesaardappelen wordt vaak een maximumgrens gehanteerd van 4,5. Een kleurindex < 3,0 wordt als zeer goed beschouwd; 3 - 4 is goed tot acceptabel. Boven 4 hangt acceptatie af van de fritesfabriek.

Saldoberekeningen

De hierna volgende saldoberekeningen zijn gebaseerd op die in Kwantitatieve Informatie voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, 1993-1994 uitgave IKC-agv.

Bij de saldoberekeningen kunnen nog de volgende kanttekeningen worden gemaakt.

- de opbrengstprijzen zijn gebaseerd op het 5-jarig rekenkundig gemiddelde van de Bedrijfsuitkomsten Landbouw (1987-1991), inclusief bewaring en de LEI-raming voor 1992-1993.
- bij de hoeveelheid pootgoed is uitgegaan van het meest verbouwde ras in een gebied.
- de bemestingskosten zijn gebaseerd op het gebruik van kunstmest. Als (een deel van) de kunstmest is vervangen door organische mest, dan dienen de kosten daarvan te worden ingevuld.
- wat betreft de gewasbeschermingsmiddelen is een keuze gemaakt; zonodig kunnen hier andere middelen en kosten worden ingevuld.
- de kosten van opslag bij bewaring in een luchtgekoelde bewaarplaats, bij derden, bedragen f 2,50 per 100 kg.
- het toepassen van kiemremmers (gassen) kost f 1,55 per ton per keer.
- de bewaarverliezen bedragen bij afzet in respectievelijk december, februari, april en juni: 2,5; 3,5; 4,5 en 5,5 - 6,0%.
- de energiekosten inclusief opwarmen bedragen bij afzet in respectievelijk december, februari en april f 3,20, f 3,80 en f 5,20 per 1000 kg produkt.

SALDOBEREKENING per ha CONSUMPTIE-AARDAPPELEN (BINTJE)

Omschrijving	Noordelijk kleigebied			Centraal kleigebied			Zuidwestelijk kleigebied			
	hoev.	prijs	bedrag	hoev.	prijs	bedrag	hoev.	prijs	bedrag	
Opbrengsten:										
Hoofoprodukt	38000	0.19	7220	53000	0.20	10600	45000	0.195	8775	
BRUTO-OPBRENGST (A)			7220			10600			8775	
Toegerekende kosten:										
Pootgoed	2100	0.55	1155	2100	0.55	1155	1900	0.55	1045	
Meststoffen: N	250	1.00	249	230	1.05	241	260	1.12	290	
P2O5	120	0.79	95	120	0.85	102	70	0.88	62	
K2O 1)	250	0.52	131	230	0.57	132	250	0.55	138	
Gewasbeschermingsmiddelen:										
Onkruiden:										
actonifen/linuron							3.5	24.75	87	
metribuzin	1	144.50	145	0.75	144.50	108	0.5	144.50	72	
prosulfocarb							2	25.20	50	
metribuzin (onder blad)							0.25	144.50	36	
Ziekten en Plagen:										
intensieve bemesting				1	240.00	240				
maneb/fentin	10*2.25	14.50	326	2*2.25	14.50	65	12*2.25	14.50	392	
fluazinam				10*0.4	109.50	438				
parathion 25%	1	10.50	11	1	10.50	11	1	10.50	11	
pirimicarb	0.25	124.00	31	0.5	124.00	62	0.5	124.00	62	
diquat	5	32.70	164	2.5	32.70	82	2.5	32.70	82	
metoxuron				1.5	65.00	98	1.5	65.00	98	
Kiemremming:										
chloorprofam/profam	2.6	24.70	64	3.6	24.70	89	3.1	24.70	77	
Overige productgebonden kosten:										
Verzekering	7400	0.26%	19	10700	0.30%	32	8800	0.26%	23	
Rente	992	8%	79	1193	8%	95	1000	8%	80	
Rente uitgestelde betaling (afl. jan.)			132			194			161	
Energiekosten (afl. jan.)			149			208			174	
Produktschapshelling			10			10			10	
TOT. TOEG.KOSTEN (B)			2759			3362			2949	
SALDO PER HA E.M. (A-B)			4461			7238			5826	
Indien in loonwerk uitgevoerd:										
	Aantal	Prijs	Bedrag	Aantal	Prijs	Bedrag	Aantal	Prijs	Bedrag	
	bewerk.			bewerk.			bewerk.			
Ploegen	1	295	295	1	241	241	1	228	228	
Eggen (aangedreven)	1	121	121	1	128	128	1	135	135	
Poten	1	201	201	1	256	256	1	225	225	
Rijenfrezen	1	211	211	1	189	189	1	218	218	
Kunstmeststrooien	2	45	89	2	52	105	2	38	76	
Spuiten	12	42	509	14	44	616	14	36	505	
Loofklappen	1	127	127	1	106	106	1	117	117	
Rooien	1	568	568	1	777	777	1	785	785	
Transport t/m erf	1	400	400	1	400	400	1	400	400	
Losapparatuur	1	259	259	1	302	302	1	293	293	
Cultivateren	1	65	65	1	75	75	1	85	85	
indien uitgevoerd met eigen mechanisatie	aantal personen	bewerkingen	werk-breed-te in m	werk-snel-heid km/u	taak-tijd in u/ha	peri-ode van uitv.	werk-breed-te in m	werk-snel-heid km/u	taak-tijd in u/ha	peri-ode van uitv.
Ploegen	1	1	1.2	5	2.8	19-22	1.2	5	2.8	19-22
Cultivateren	1	1	3	5	1.0	1-3	3	5	1.0	1-3
Pootklaar maken	1	1	3	3	1.8	7-8	3	3	1.8	7-8
Poten +aanv.pootg.	1	1	3	4	2.5	7-8	3	4	2.5	7-8
Kunstm.str.N	1	1	18	6	0.4	5-6	18	6	0.4	5-6
P2O5	1	1	18	6	0.4	4-5	18	6	0.4	4-5
K2O	1	1	18	6	0.4	17-18	18	6	0.4	17-18
Rijenfrezen	1	1	3	3	2.0	9	3	3	2.0	9
Spuiten: metribuzin	1	1	21	6	0.5	9	21	6	0.5	9
-actonifen/linuron	1	0-0-1					21	6	0.5	9
-prosulfocarb	1	0-0-1					21	6	0.5	9
-fluazinam	1	0-10-0					21	6	0.5	9
-maneb/fentin	1	10-2-12	21	6	5.0	12-18	21	6	5.0	12-18
-parathion	1	1	21	6	0.5	14	21	6	0.5	14
-pirimicarb	1	1	21	6	0.5	14	21	6	0.5	14
-diquat	1	1	21	6	0.5	17-19	21	6	0.5	17-19
-metoxuron	1	0-1-1					21	6	0.5	17-19
Rooien(wagenrooier)	2	1	1.5	4	6.4	18-20	1.5	4	6.4	18-20
Transport+inbreng	2	1		12	6.4	18-20		12	6.4	18-20
Cultivateren	1	1	3	6	0.9	19-21	3	6	0.9	19-21

1) Hierin is niet opgenomen de kali die in verband met blauwgevoeligheid aan aardappelen wordt gegeven in de z.g. 'bouwplan bemesting' op kleigronden.

SALDOBEREKENING per ha CONSUMPTIEAARDAPPELEN (BINTJE)

Omschrijving	Rivierkleigebied			Zuidoostelijk zandgebied							
	hoev.	prijs	bedrag	Afzet via handel/coop.			Contract industr. verwerking				
				hoev.	prijs	bedrag	hoev.	prijs	bedrag		
Opbrengsten: Hoofdprodukt 1)	45000	0.19	8550	49000	0.17	8330	49000	0.14	6860		
BRUTO-OPBRENGST (A)			8550			8330			6860		
Toegerekende kosten: Pootgoed	2100	0.55	1155	2100	0.55	1155	2100	0.55	1155		
Meststoffen: N	220	1.02	225	200	1.10	220	180	1.10	198		
P2O5	120	0.89	106	120	0.90	108	120	0.90	108		
K2O 2/3)	280	1.52	425	200	1.54	308	150	1.54	231		
MgO				70	1.13	79	70	1.13	79		
Gewasbeschermingsmiddelen: Onkruiden: metribuzin	1	144.50	145	0.75	144.50	108	0.75	144.50	108		
Ziekten en Plagen: pencycuron 12.5% (2 kg/1000 kg)				4.2	23.00	97	4.2	23.00	97		
maneb/fentin	12*2.25	14.50	392	12*2.25	14.50	392	12*2.25	14.50	392		
pirimicarb	0.5	124.00	62	0.5	124.00	62	0.5	124.00	62		
diquat	5	32.70	164	5	32.70	164	5	32.70	164		
Kiemremming: chlorprofam/profam	3.1	24.70	77	3.3	24.70	82	3.3	24.70	82		
Overige produktgebonden kosten: Verzekering	8100	0.38%	31	7600	0.45%	34	6900	0.45%	31		
Rente	1118	8%	89	1154	8%	92	1096	8%	88		
Rente uitgestelde betaling (afl. jan.)			150			137					
Energiekosten (afl. jan.)			170			178					
Produktschapsheffing			10			10			10		
TOT. TOEG.KOSTEN (B)			3200			3225			2803		
SALDO PER HA E.M. (A-B)			5350			5105			4057		
Indien in loonwerk uitgevoerd:	Aantal	Prijs	Bedrag	Aantal	Prijs	Bedrag	Aantal	Prijs	Bedrag		
	bewerk.			bewerk.			bewerk.				
Ploegen	1	262	262	1	286	286	1	286	286		
Eggen (aangedreven)	1	135	135	1	135	135	1	135	135		
Poten	1	253	253	1	253	253	1	253	253		
Rijenfrezen	1	207	207	1	163	163	1	163	163		
Kunstmeststrooien	3	38	114	4	38	153	4	38	153		
Sputten	14	45	623	14	45	623	14	45	623		
Beregenen	1	300	300	1	300	300	1	300	300		
Looftklappen	1	114	114	1	114	114	1	114	114		
Rooien	1	744	744	1	741	741	1	741	741		
Transport t/m erf	1	400	400	1	400	400	1	400	400		
Losapparatuur	1	204	204	1	204	204	1	204	204		
Cultivateren	1	65	65	1	85	85	1	85	85		
indien uitgevoerd met eigen mechanisatie	aantal	per-sonen	bewer-king-en	werk-breed-te	werk-snel-heid	taak-tijd	peri-ode	werk-breed-te	werk-snel-heid	taak-tijd	peri-ode
				in m	km/u	in u/ha	van	in m	km/u	in u/ha	van
							uitv.				van
											uitv.
Ploegen	1	1	1.2	5	2.8	19-21		1.6	6	1.8	5-8
Pootklaar maken	1	1	3	3	1.8	7-8		4	6	0.8	7-8
Poten+aanv.pootg./pencycuron	1	1	3	4	2.5	7-8		3	4	2.5	7-8
Kunstm.str.N	1	1	18	6	0.4	5-6		18	6	0.4	5-6
P2O5	1	1	18	6	0.4	4-5		18	6	0.4	4-5
K2O	1	1	18	6	0.4	4-5		18	6	0.4	4-5
MgO	1	0-1-1	18	6	0.4	4-5		18	6	0.4	21
Rijenfrezen/aanaarden	1	1-1-1	3	3	2.0	9		3	6	2.0	9-12
Sputten: metribuzin	1	1	21	6	0.5	9		21	6	0.5	9
-pencycuron 12.5%	1	0-1-1	21	6	0.5	9		21	6	0.5	9
-maneb/fentin	1	12	21	6	6.0	12-18		21	6	6.0	12-18
-pirimicarb	1	1	21	6	0.5	14		21	6	0.5	14
-diquat	1	1	21	6	0.5	17-19		21	6	0.5	17-18
Rooien (wagenrooier)	2	1	1.5	4	6.4	18-20		1.5	5	5.6	18-20
Transport+inbreng	2	2		12	6.4	18-20			12	5.6	18-20
Cultivateren	1	1	3	6	0.9	19-20		3	6	0.9	21-23

1) Contract industr. verw.: opbrengst- en prijsgegevens van contracterende industrie bij een onderwatergewicht van 390 gram.

2) Zie noot bij Noordelijk kleigebied.

3) Zuidoostelijk-zandgebied: Patenkall.

SALDOBEREKENING per ha CONSUMPTIEAARDAPPELEN (OVERIGE, w.o. AM RASSEN)

Omschrijving	Fritesaardappelen			Tafelaardappelen							
	hoev.	prijs	bedrag	hoev.	prijs	bedrag					
Opbrengsten:											
Hoofdproduct	50000	0.21	10500	40000	0.22	8800					
BRUTO-OPBRENGST (A)			10500			8800					
Toeslagkosten:											
Pootgoed	3000	0.70	2100	2500	0.70	1750					
Meststoffen: N	200	1.05	210	200	1.05	210					
P2O5	120	0.85	102	120	0.85	102					
K2O 1)	250	0.57	144	250	0.57	144					
Gewasbeschermingsmiddelen:											
Onkruiden:											
metribuzin				0.75	144.50	108					
terbutryn/metobromuron	3.5	39.45	138								
dinoterb											
minerale olie											
Ziekten en Plagen:											
maneb/fentin	10*2.25	14.50	326	12*2.25	14.50	392					
parathion 25%	1	10.50	11	1	10.50	11					
pirimicarb				0.5	124.00	62					
diquat	5	32.70	164	2.50	32.70	82					
metoxuron				1.5	65.00	98					
intensieve bemesting											
Overige productgebonden kosten:											
Verzekering	11000	0.26%	29	8400	0.26%	22					
Rente	1558	8%	125	1142	8%	91					
Rente uitgestelde betaling (afl. jan.)			190			144					
Energiekosten (afl. jan.)			208			166					
Produktschepshelling			10			10					
TOT. TOEG.KOSTEN (B)			3753			3392					
SALDO PER HA E.M. (A-B)			6747			5408					
Indien in loonwerk 2) uitgevoerd:		Aantal	Prijs	Bedrag		Aantal	Prijs	Bedrag			
		bewerk.				bewerk.					
Ploegen		1	241	241		1	241	241			
Eggen (aangedreven)		1	128	128		1	128	128			
Poten		1	256	256		1	256	256			
Rijenfrezen		1	189	189		1	189	189			
Kunstmeststrooien		2	52	104		3	52	157			
Sputen		12	44	528		14	44	616			
Loofklappen		1	106	106		1	106	106			
Rooien		1	777	777		1	777	777			
Transport t/m erf		1	400	400		1	400	400			
Losapparatuur		1	302	302		1	302	302			
Cultivateren		1	75	75		1	75	75			
Indien uitgevoerd met eigen mechanisatie	aantal	per-so-	bewer-	werk-	werk-	taak-	peri-	werk-	werk-	taak-	peri-
	so-	n-	king-	breed-	snel-	tijd	ode	breed-	snel-	tijd	ode
	nen	en	en	te	heid	in	van	te	heid	in	van
				in m	km/u	u/ha	uitv.	in m	km/u	u/ha	uitv.
Ploegen	1	1		1.2	5	2.8	19-22	1.2	5	2.8	19-22
Pootklaarmaken	1	1		3	3	1.8	7-8	3	3	1.8	7-8
aanvoer pootg.	1	1		3	4	2.5	7-8	3	4	2.5	7-8
Kunstm.str.N	1	1		18	6	0.4	5-6	18	6	0.4	5-6
P2O5	1	1		18	6	0.4	4-5	18	6	0.4	4-5
K2O	1	1		18	6	0.4	17-18	18	6	0.4	17-18
Rijen frezen	1	1		3	3	2.0	9	3	3	2.0	9
Sputen:metobromuron/terbutryn	1	1-1-0		21	6	0.5	9	21	6	0.5	9
-metribuzin	1	0-0-1									
-dinoterb	1	0-1-0						21	6	0.5	9
-minerale olie	1	0-1-0						21	6	0.5	9
-maneb/fentin	110-12-12			21	6	5.0	12-18	21	6	6.0	12-18
-parathion	1	1		21	6	0.5	14	21	6	0.5	14
-pirimicarb	1	0-1-1						21	6	0.5	14
-diquat	1	1		21	6	0.5	18-19	21	6	0.5	18-19
-metoxuron	1	0-0-1						21	6	0.5	18-19
Rooien(wagenrooier)	2	1		1.5	4	6.4	19-20	1.5	4	6.4	19-20
Transport + inbreng	2	1							12	6.4	19-20
Cultivateren	1	1		3	6	0.9	19-20	3	6	0.9	19-20

1) Zie noot bij Noordelijk kleigebied.

2) Loonwerk tarieven geldend in centraal kleigebied.

Geraadpleegde literatuur

De belangrijkste geraadpleegde literatuur:

Aardappelziektenboek (conceptteksten), 1993. IKC-agv Lelystad.

Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen, 1992, 8e druk, IKC-agv, Lelystad.

Bewaargids voor consumptie-aardappelen. Akkerbouw Centraal, CAT in Flevoland en Noord-Holland, Lelystad, 40 p.

Beukema, H.P. en D.E. van der Zaag, 1990. Introduction to potato production. PUDOC, Wageningen, 208 p.

Burton, W.G., 1989. The potato, 3rd ed, Longman Scientific & Technical, Harlow, 742 p.

Commissie voor de samenstelling van de Rassenlijst voor Landbouwgewassen. 68e Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen 1993, 336 p.

Gewasbeschermingsgids, 1991. Handboek voor de bestrijding van ziekten, plagen en onkruiden en de toepassing van groeiregulatoren in de akkerbouw, veehouderij, tuinbouw en het openbaar groen, 1991. IKC/PD Wageningen, 606 p.

Handleiding gewasbescherming in de Akkerbouw, 1993. DLV, De Meern, 112 p.

Harris, P.M. (ed), 1978. The Potato Crop. Chapman and Hall Ltd, London, 730 p.

Kroon, J.J., 1990. Bepaling van het nitraatgehalte in bladsteeltjes in aardappelen, IKC-agv, Lelystad.

Loon, C.D. van, en J.F. Houwing, 1989. Het effect van een chloorbemesting op blauwgevoeligheid, onderwatergewicht, bakkwaliteit en opbrengst van enkele consumptie-aardappelrassen. Jaarboek 1988/1989, PAGV-publikatie nr. 49, p. 17-23.

Neeteson, J.J., 1989. Assessment of fertilizer nitrogen requirement of potatoes and sugar beet. Proefschrift. Landbouwuniversiteit Wageningen, 141 p.

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-publikatie nr. 50, 86 p.

Bijlage 1. Verband tussen rijenafstanden, aantal planten per ha en benodigde hoeveelheid pootgoed (= aantal planten per ha x gemiddeld knolgewicht) voor diverse sorteringen en knolvormen.

rijenafstand en afstand in de rij	aantal planten per ha	25/28 mm		28/35 mm		35/45 mm		45/55 mm	
		gemid. knolgew.		gemid. knolgew.		gemid. knolgew.		gemid. knolgew.	
		rond 12 g	lang/ovaal 16 g	rond 22 g	lang/ovaal 27 g	rond 45 g	lang/ovaal 56 g	rond 80 g	lang/ovaal 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

Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven ¹⁾

Verslagen

6. De betekenis van vrijlevende wortelaaltjes bij maïs; ir. C.A.A.A. Maenhout et al, januari 1983	f	10,-
8. Onderzoek naar verschillen in opbrengst en kwaliteit van consumptie-aardappelen in het zuidwesten van Nederland; ir. C.B. Bus, ing. K.W. Bosma (CA-Barendrecht) en ir. D.W. de Hoop (LEI), februari 1983	f	10,-
10. Epipré-instructieboekje 1983; ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, april 1983	f	10,-
13. Het effect van de intensiteit van de zaaibedbereiding op het kiembed en de opkomst, opbrengst en kwaliteit van suikerbieten; ing. Th. Huiskamp, september 1983	f	10,-
14. Verslag van een driejarig onderzoek naar de optimale stikstofgift voor bruine bonen; G.J. Bom, september 1983	f	10,-
15. Epipré-evaluatieverslag 1983; ing. H. Drenth en ir. K Reinink, januari 1984	f	10,-
16. Factoranalyse-onderzoek in snijmaïs in Oost-Overijssel in 1981 en 1982. Ing. J. Boer, januari 1984	f	10,-
18. Rendabiliteit van continueelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten op het proefveld PAGV1 (1978 t/m 1982) Ing. H. Preuter, maart 1984	f	10,-
19. Biologie en ecologie van kleefkruid (Galium aparine). Ir. W.G.M. van den Brand, april 1984	f	10,-
20. Pootafstanden en gebruik van Alar en Rovral bij de teelt van Alpha-pootgoed. Ing. J. Alblas en B. v.d. Spek, januari 1984	f	10,-
21. Epipré 1984 - instructieboekje. Ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, maart 1984	f	10,-
22. Resultaten van diep losmaken van zavelgronden in zuidwest-Nederland; 1978-1982. Ing. J. Alblas, april 1984	f	10,-
23. Resultaten kalibouwplanproeven op zeelei. Ir. J. Prummel (IB) en dr. ir. J. Temme (Nederlands Kali Instituut), mei 1984	f	10,-
24. Oogstplanning van bloemkool in "de Streek". Ir. R. Booij, oktober 1984	f	10,-
25. Beregeningsonderzoek bij asperges op de proeftuin "Noord-Limburg". Ing. D. van der Schans en ir. A.J. Hellings, oktober 1984	f	10,-
26. Kalibemesting voor aardappelen in de Brabantse Biesbosch en het Land van Altena. Ing. J. Alblas, november 1984	f	10,-
27. Spruitkool bewaren aan de stam. Ing. J.A. Schoneveld, november 1984	f	10,-
28. Verslag Inventarisatie Graanziekten 1984. Ing. W. Stol, januari 1985	f	10,-
30. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snij-maïs en op de bodemvruchtbaarheid; Heino (zandgrond) 1972 - 1982. Ir. J.J. Schröder, maart 1985	f	10,-
31. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snij-maïs en op de bodemvruchtbaarheid en waterverontreiniging; Maarheeze 1974 - 1984. Ir. J.J. Schröder, maart 1985	f	10,-
32. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Lelystad 1976 - 1980. Ir. J.J. Schröder, maart 1985 ...	f	10,-
33. Intensieve teeltsystemen bij wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel, maart 1985	f	10,-
35. Biologie en ecologie van zwarte nachtschade (Solanum nigrum). Ir. W.G.M. van den Brand, maart 1985	f	10,-
36. Epipré 1985 instructieboekje. Ir. K. Reinink, april 1985	f	10,-
37. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van snijmaïs. Ir. C.L.M. de Visser, ir. H.F.M. Aarts, april 1985	f	10,-
38. Zuiveringsstrib in de akkerbouw; Ir. S. de Haan en ing. J. Lubbers (IB), Ing. A. de Jong (PAGV), maart 1985	f	10,-
39. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van Engels en Italiaans raigras, veld-beemdgras en roodzwenkgras. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1985	f	20,-
40. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van uien en sjalotten. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1985	f	10,-
42. Themadag effecten van diepe grondbewerking in de akkerbouw en de vollegrond-		

¹⁾ Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt op uw aanvraag graag toegezonden.

groenteteelt, juli 1985	f	10,-
43. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van aardappelen, Ir. C.L.M. de Visser, augustus 1985	f	10,-
44. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van erwten, stambonen en veldbonen. Ir. C.L.M. de Visser, augustus 1985	f	20,-
45. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van wortelen. Ir. C.L.M. de Visser, september 1985	f	10,-
46. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van winterkoolzaad. Ir. C.L.M. de Visser, sep-tember 1985	f	10,-
47. Biologie en ecologie van melganzevoet (<i>Chenopodium album</i>). Ir. W.G.M. van den Brand, december 1985	f	10,-
48. Verslag inventarisatie graanziekten 1985. Ing. H.P. Versluis, december 1985	f	10,-
49. Natriumbemesting en natriumbehoefte van suikerbieten. Dr. ir. J. Temme en dr. J.G.H. Stassen, december 1985	f	10,-
50. Epipré instructieboekje 1986. Ing. W. Stol, april 1986	f	10,-
51. Studiedag kluitplanten. Ir. R. Booij en N.J. Snoek, juli 1986	f	10,-
52. Biologie en ecologie van hanepoot (<i>Echinochloa crus-galli</i>). Ir. W.G.M. van den Brand, juli 1986	f	10,-
53. Opkomstperiodiciteit bij 40 eenjarige akkeronkruidsoorten en enkele hiermee samenhangende onkruidbestrijdingsmaatregelen. Ir. W.G.M. van den Brand, oktober 1986....	f	10,-
54. De teelt van wintertarwe als dekvrucht voor veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W.J.M. Meijer, oktober 1986	f	10,-
56. De invloed van het maaien van de tarwestoppel op ondergezaaide veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W.J.M. Meijer, oktober 1986	f	10,-
57. Benutting afvalwarmte bij vollegrondsteelten. Ing. J.A. Schoneveld, november 1986	f	10,-
59. Het bestrijden van verstuiven op landbouwgronden. Dr. ir. A. Darwinkel, november 1986	f	10,-
60. Stikstofbemesting van wintertarwe. Ir. K. Reinink, december 1986	f	10,-
63. De invloed van teeltmaatregelen bij winterkoolzaad op de zaadproductie in Noord-Nederland. S. Vreeke, maart 1987	f	10,-
66. Bewaren en voorkiemen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder, mei 1987	f	10,-
69. Biologie en ecologie van vogelmuur (<i>Stellaria media</i>). Ir. W.G.M. van den Brand, september 1987	f	10,-
70. Ontwikkeling van een biotoets voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje (<i>Meloidogyne hapla</i>). Ing. A.A.W. Zondervan, november 1987	f	10,-
71. Het EIPRE-adviesmodel, een kritische analyse. Werkgroep EIPRE, december 1987.	f	10,-
72. Teelttechnische en economische aspecten bij de teelt van kleine witte kool. Ing. C. van Wijk, ir. C. Kramer, ing. G. Schroën en ir. R. Booij, januari 1988	f	10,-
73. Het optimale oogsttijdstip van snijmaïs. Ing. H.M.G. van der Werf, april 1988	f	10,-
74. Ontwikkelen van teeltbegeleidingssystemen voor aardappelen en suikerbieten. Ir. C.L.M. de Visser e.a., mei 1988	f	10,-
75. Bedrijfseconomische aspecten van de grondontsmetting in rotaties met consumptie-aardappelen, suikerbieten en wintertarwe op het proefveld te Westmaas (1981 t/m 1986). Ing. H. Preuter, mei 1988	f	10,-
78. Bijzaaien en overzaaien van snijmaïs. H.M.G. van der Werf en H. Hoek, december 1988.	f	10,-
80. Economische aspecten van de plantdichtheid bij witlof. Ir. C.F.G. Kramer, februari 1989	f	10,-
81. Stikstofbemesting van ijssla. Dr. ir. J.H.G. Slangen (LU), ir. H.H.H. Titulaer (PAGV), ir. H. Niers (IB) en dr. ir. J. van der Boon (IB), februari 1989	f	10,-
84. Oppervlakkige grondbewerking in het gewas maïs. H.M.G. van der Werf (PAGV), J.J. Klooster (IMAG) en D.A. van der Schans (PAGV), mei 1989	f	10,-
85. Toedienen van drijfmest in maïs (vervolgonderzoek 1985-1987). Ir. J. Schröder (PAGV) en ir. L.C.N. de la Lande Cremer (IB), mei 1989	f	10,-
86. Teelt van fabrieksaardappelen op bedden ten opzichte van op ruggen. Ing. J.K.		

Ridder, juli 1989	f	10,-
91. Overzaaien van suikerbieten. Dr. ir. A.L. Smit, oktober 1989	f	10,-
92. Bedrijfs-economische perspectieven van akkerbouwbedrijven in de Veenkoloniën. Drs. S. Cupers, oktober 1989	f	10,-
93. Wortelverbruining bij snijmaïs. J. Schröder, A.G.M. Ebskamp, K. Scholte, oktober 1989..	f	10,-
94. Noodzaak van roestbestrijding in Engels raai- en veldbeemgras. Ir. G.H. Horeman, november 1989	f	10,-
95. Stikstofbemesting van peen. J.H.G. Slangen, H.H.H. Titulaer, H. Niers en J. van der Boon, januari 1990	f	10,-
96. De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari 1990 .	f	10,-
97. Epipré-adviesmodel. Ing. H. Drenth en ing. W. Stol, maart 1990.....	f	10,-
98. Zuiveringsslib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong, april 1990	f	10,-
99. Aardpeer een potentieel nieuw gewas - teeltonderzoek 1986-1989. Ing. H. Morrenhof en ir. C. Bus, mei 1990.....	f	10,-
100. Teeltvervroeging bij suikerbieten. Ir. A.L. Smit, mei 1990.....	f	10,-
101. Teeltsystemen parthenocarpe augurken. J.T.K. Poll, ing. F.M.L. Kanters, ir. C.F.G. Kramer en ing. J. Jeurissen, mei 1990.....	f	10,-
102. Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990	f	10,-
103. Minerale olie, insecticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus y^N . Ir. C.B. Bus, mei 1990	f	10,-
104. Het effect van een grondbehandeling met pencycuron (Moncereen) tegen Rhizoctonia op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Ing. J.K. Ridder, juni 1990.....	f	10,-
105. Jaarverslag 1988 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, juni 1990.....	f	10,-
106. Stikstofdeling bij snijmaïs. Ir. J. Schröder, juli 1990	f	10,-
107. Langdurige bewaring van krotten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, juli 1990	f	10,-
108. Optimale plantgetal van snijmaïs en van korrelmaïs, Ir. J. Schröder, juli 1990.....	f	10,-
109. (Stikstof)bemesting van witte kool. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1990.....	f	10,-
110. Voorvruchteffecten bij inpassing van vollegroondsgroente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990	f	10,-
111. Teelt van bakwaardige tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990.....	f	10,-
112. Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990	f	10,-
113. Populatie-ontwikkeling van het bietecysteaaaltje en de optredende schade bij continue teelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990	f	10,-
114. Onderzoek naar het effect van systemische nematociden bij koolgewassen. C. de Moel, december 1990.....	f	10,-
115. Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990.....	f	10,-
116. Bladrandkeverblijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990	f	10,-
117. Gewasdag mais, december 1990.....	f	10,-
118. Graszaadstengelgalmmuggen in veldbeemdgras. Ir. G. Horeman, december 1990	f	10,-
119. Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G. Horeman, december 1990	f	10,-
120. Biotoets voetziekten in erwten. Ir. P.J. Oyarzun, maart 1991	f	10,-
121. Opbrengstvariabiliteit bij erwten en velbonen. Ing. D.A. van der Schans en ir. W. van den Berg, april 1991	f	10,-
122. De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmaïs bij de oogst. Ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir. W. van den Berg en ing. A.J. Muller, april 1991	f	10,-
123. Optimalisering toedieningstechniek dierlijke mest. Ing. G.J. van Dongen, ing. D.T. Bauermann en ing. L.M. Lumkes, april 1991	f	10,-
124. Beïnvloeding van het drogestofgehalte, opbrengstniveau en bewaarbaarheid van uien door teeltmethoden. Ir. C.L.M. de Visser, april 1991	f	10,-
125. Onderzoek naar groeistofschade bij witlof (<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i>) in de sei-		

zoenen 1986/1987 t/m 1988/1989. Ir. G. van Kruijstum en ing. C. van der Wel, mei 1991	f	10,-
126. Teeltonderzoek tennisbloem in Nederland. Ing. J.G.N. Wander, ing. H.P. Versluis en ir. P.M. Spoorenberg, mei 1991.....	f	10,-
127. Rendabiliteit van een verminderde bodembelasting. Bedrijfseconomische evaluatie van een lagedruk-berijdingssysteem. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991.....	f	10,-
128. Effect van de hoogte en een deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en kwaliteit van zomergerst. Ing. R.D. Timmer, J.G.N. Wander en ir. I.D.C. Duijnhouwer, september 1991.....	f	10,-
129. Bepaling van de informatiebehoeften van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke.....	f	10,-
130. Landbouwtechnische-, economische-, bedrijfskundige- en milieu-aspecten bij het toedienen en direct inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ing. G.J. van Dongen, september 1991.....	f	10,-
131. Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst en kwaliteit. Dr. ir. A. Darwinkel, september 1991.....	f	10,-
132. Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten. Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, september 1991.....	f	10,-
133. Information modelling for arable farming. Integrale vertaling van verslag 67 (Het globale informatiemodel Open Teelten), oktober 1991.....	f	10,-
134. Het verloop van wegroten van moederknollen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder en ir. C.B. Bus, december 1991.....	f	10,-
135. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven op Trichodorus-gevoelige grond. Ing. A. Bos en drs. A.T. Krikke, december 1991.....	f	10,-
136. Kwantitatieve aspecten van de verdelingsnauwkeurigheid van meststoffen. Ing. D.T. Baumann, december 1991.....	f	10,-
137. Vergelijking van het bewaren van fijne peen op het veld, onder stro en in de natte koeling. Ing. J.A. Schoneveld, december 1991.....	f	10,-
138. Jaarverslag 1989 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, januari 1992.....	f	10,-
139. De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers en ir. W. van den Berg, januari 1992.....	f	10,-
140. De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992.....	f	10,-
141. Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de praktijk. Ing. A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, april 1992.....	f	10,-
142. Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel. Ir. C.L.M. de Visser, oktober 1992.....	f	25,-
143. Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmaïs, vlas en zaaiuien. Ing. Th. Huiskamp en ir. J.G. Lamers, oktober 1992.....	f	10,-
144. Innovatiebedrijven geïntegreerde akkebouw/opzet en eerste resultaten. Ir. F.G. Wijnands, ing. S.R.M. Janssens, ing. P. v. Asperen en ing. K.B. v. Bon, oktober 1992.	f	10,-
145. Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden ing. G.J.M. van Dongen en ing. J. Alblas, oktober 1992.....	f	10,-
146. Bedrijfssystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991. Ing. J. Boerma en ir. Y. Hofmeester, november 1992.....	f	10,-
147. Koolvliegbestrijding met behulp van zaadcoating met insecticiden in bloem- en spruitkool, A. Ester, november 1992.....	f	10,-
148. Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmaïs Ir. J. Schröder, L. ten Holte, Ir. W. van Dijk, ing. W.J. de Groot, ing. W.A. de Boer en ir. E.J. Jansen, november 1992.....	f	10,-
149. Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Ir. H. Hengsdijk, november 1992	f	10,-
150. Planning van de optimale sortering bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1992.....	f	10,-
151. Invloed van varkensdrijfmest op het nitraatgehalte van groenten. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1992.....	f	10,-
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,-
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,-
154. Gebruik van insectengaas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., febr. 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,-
156. Perspectieven van de teelt van brouwergerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied. Ing. R.D. Timmer, april 1993	f 15,-
157. The information model for crop protection in arable farming. Ir. A.J. Scheepens, april 1993	f 15,-
158. Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 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,-
160. Rhizomanie-onderzoek 1990-1993. ir. L.W. Ebberts, november 1993.....	f 15,-
161. Bestrijding van het gerstevergelingsvirus in granen. Ing. R.D. Timmer, november 1993	f 15,-

Publikaties

30. Effecten van grote drijfmestgiften bij de teelt van snijmaïs; ir. J.J. Schröder, september 1985	f 10,-
36. Informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf, juni 1987	f 10,-
42. Optimalisering van de stikstofvoeding van consumptie-aardappelen. Ir. C.D. van Loon en J.F.Houwing januari 1989	f 20,-
44. Bouwplan en vruchtopvolging. Ir. T.G.F.M. Aerts en ir. W.A.M. Kromwijk, maart 1989..	f 20,-
47. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond, augustus 1989.....	f 35,-
50. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, maart 1990. Dr. P. Vereijken en ir. F.G. Wijnands.....	f 15,-
59. Bedrijfshygiëne in de praktijk, november 1991.....	f 15,-
60. Werkplan 1992, februari 1992	f 10,-
61. Jaarverslag 1991, april 1992	f 15,-
62. Verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest. Ir. A.G. Elema en dr. ir. P.C. Scheepens, augustus 1992.....	f 15,-
63. Kwantitatieve informatie 1992-1993, oktober 1992	f 30,-
64. Jaarboek 1991/1992, oktober 1992.....	f 45,-
65. Werkplan 1993, februari 1993	f 15,-
66. Jaarverslag 1992, april 1993	f 15,-
67. 28 jaar De Schreef, ing. O. Hoekstra en ir. J.G. Lamers, april 1993.....	f 40,-
68. Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993.....	f 20,-
69. Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993	f 30,-
70a. Jaarboek 1992/1993 akkerbouw, oktober 1993	f 30,-
70b. Jaarboek 1992/1993 vollegrondsgroenteteelt, oktober 1993	f 20,-

Themaboekjes

4. Snijmaïs; maart 1984	f 10,-
5. Zomergerst; november 1985	f 10,-
6. Kwaliteitszorg bij de teelt van witlof; december 1985	f 10,-
7. Organische stof in de akkerbouw, februari 1986	f 10,-
8. Geïntegreerde bedrijfssystemen, 17 november 1988	f 15,-
9. Vruchtwisseling, november 1989	f 15,-
10. Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990.....	f 15,-
11. Bewaring van vollegrondsgroenten, december 1990.....	f 15,-
12. Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991	f 15,-
13. Gewasbescherming vollegrondsgroenten, november 1992.....	f 15,-

14. Bedrijfssystemen voor een Akkerbouw met toekomst, december 1992.....	f 25,-
15. Duurzame onkruidbestrijding, november 1993.....	f 25,-
16. Aardappelen, december 1993.....	f 25,-

OBS-uitgaven

1. Verslag over 1980 (mei 1983).....	f 25,-
2. Verslag over 1981 (december 1983)	f 25,-
3. Verslag over 1982 (mei 1984)	f 25,-
4. Verslag over 1983 (augustus 1985)	f 20,-
5. Verslag over 1984 (augustus 1986)	f 20,-
6. Verslag over 1985 (mei 1988).....	f 20,-
7. Verslag over 1986 (april 1991).....	f 15,-
8. Verslag over 1987 (december 1991).....	f 15,-
9. Verslag over 1988 (februari 1992).....	f 15,-
10. Verslag over 1989 (juni 1993).....	f 15,-

Teelthandleidingen

12. Willof, teelt van de wortel en productie van het lof, augustus 1989	f 20,-
13. Voederbieten, april 1983	f 10,-
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids "Akker-onkruiden en hun kiemplanten f 15,-"), maart 1985.....	f 12,50
17. Sluitkool, mei 1985	f 10,-
19. Sla, oktober 1985	f 10,-
21. Suikerbieten, december 1986	f 15,-
22. Andijvie, augustus 1987	f 10,-
23. Wintertarwe, september 1987	f 15,-
24. Kroten, juli 1988	f 15,-
25. Luzerne, september 1988	f 15,-
26. Graszaad, oktober 1988.....	f 15,-
27. Stamslabonen, november 1988	f 15,-
28. Teelt van droge erwten, maart 1989	f 15,-
29. Teelt van augurken, november 1990.....	f 15,-
30. Teelt van knolselderij, november 1990.....	f 15,-
31. Teelt van spruitkool, november 1990	f 15,-
32. Teelt van rabarber, februari 1991.....	f 15,-
33. Teelt van tuinbonen, maart 1991.....	f 15,-
34. Teelt van vlas, april 1991	f 15,-
35. Teelt van triticale, april 1991	f 10,-
36. Teelt van peen, juni 1991	f 20,-
37. Teelt van schorseneren, oktober 1991	f 15,-
38. Teelt van spinazie, november 1991	f 15,-
39. Teelt van plantuien, november 1991	f 15,-
40. Teelt van radicchio, november 1991	f 10,-
41. Teelt van winterrogge, december 1991.....	f 10,-
42. Teelt van witte asperge, december 1991	f 15,-
43. Teelt van boerenkool, maart 1992.....	f 15,-
44. Teelt van rammenas, april 1992.....	f 15,-
45. Teelt van zomergerst, juni 1992.....	f 20,-
46. Teelt van peterselie en bladselderij, oktober 1992.....	f 10,-
47. Teelt van groene asperge, december 1992	f 15,-
48. Teelt van doperwten, december 1992.....	f 15,-
49. Teelt van thijm, februari 1993.....	f 10,-
50. Teelt van Digitalis lanata, februari 1993.....	f 10,-
51. Teelt van bloemkool, april 1993	f 35,-
52. Teelt van zaaiuien, juni 1993.....	f 30,-
53. Teelt van suikermais, juli 1993.....	f 25,-

54. Teelt van broccoli, juli 1993.....	f 30,-
55. Teelt van knolvenkel, augustus 1993.....	f 25,-
56. Teelt van prei, oktober 1993.....	f 30,-
56. Teelt van consumptie-aardappelen, november 1993.....	f 30,-

Korte teeltbeschrijvingen

1. Teunisbloemen, maart 1986	f 5,-
3. Paksoi en amsoi, augustus 1986	f 5,-
4. Bosui, december 1986	f 5,-
7. Courgette en pompoen, december 1988.....	f 5,-
8. Chinese kool, november 1989.....	f 10,-

Niet opgenomen in een reeks

- Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfsadministratie), januari 1988	f 35,-
- Phoma bij aardappelen. Ing. A. Schepers en ir. C.D. van Loon, maart 1988	f 5,-

losse bestellingen

U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgiro-rekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.

PAGV-jaarabonnementen

U kunt kiezen uit de volgende abonnementen:

- **akkerbouw-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte akkerbouw- en algemene informatie
- **akkerbouw-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. akkerbouw
- **vollegroondsgroente-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte vollegroondsgroente- en algemene informatie
- **vollegroondsgroente-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-verslagen:**
bevat indirect wel praktijkgerichte informatie, maar bestaat in principe uit gedetailleerd onderzoekinformatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-PAGV:**
bevat alle PAGV-uitgaven.

Onderstaand schema laat zien welke PAGV-uitgaven u ontvangt bij een bepaald pakket-abonnement:

PAGV-uitgaven	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegroondgr.-praktijk	vollegroondsggr.-totaal	totaal-praktijk	totaal-verslagen	totaal-PAGV
Werkplan	x	x	x	x	x	x	x
Jaarverslag	x	x	x	x	x	x	x
Jaarboek	x	x	x	x	x		x
Kwantitatieve Informatie publikaties akkerbouw	x	x			x		x
publikaties vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
publikaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegroondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	f100,-	f175,-	f75,-	f125,-	f150,-	f100,-	f250,-

U wordt pakket-abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekening-nummer 22.49.700 van het PAGV te Lelystad, met vermelding van het betreffende abonnement.

U ontvangt dan zonder verdere kosten alle betreffende uitgaven in het betreffende kalenderjaar.

- **Bestel-abonnement** (f25,-). Deze bestaat uit een Nieuwsbrief die ieder kwartaal verschijnt en melding maakt van nieuwe PAGV-uitgaven. Deze kunt u vervolgens (met korting) bestellen. Als bestel-abonnee ontvangt u bovendien het jaarverslag.
- **Rassen Bulletin-abonnement** (f25,-). Deze bestaat uit de Rassen Bulletins voor de Akkerbouw (in-clusief de grassen voor grasvelden en gazons).

N.B. Uw abonnement wordt automatisch verlengd voor een volgend jaar. Wijziging/opzegging van het abonnement is schriftelijk mogelijk tot 1 november van het abonnementjaar.