

~~TEELT Haas~~

~~175-08~~

Bibliotheek  
Plantenziektenkundig Centrum  
Binnenhaven 8 - Postbus 8122  
6700 ER WAGENINGEN

NN 36654

~~TEELT Library  
Haarweg 333  
6709 RZ Wageningen  
The Netherlands~~

Themadag teelt  
van  
consumptie-aardappelen

*inleidingen gehouden tijdens de themadag teelt van  
consumptie-aardappelen op 8 december 1982*

Themaboekje nr. 3, december 1982



Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad, tel. 03200 - 22714  
Olympiaweg 16, 1816 MJ Alkmaar, tel. 072 - 111944

176178



# Optimalisering van de teelt van consumptie-aardappelen

Ir C.D. van Loon, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV), Lelystad

De steeds kleinere marge tussen opbrengsten en kosten op veel akkerbouwbedrijven, doet de belangstelling voor teeltoptimalisatie sterk toenemen. Optimalisering van de teelt zou dan moeten leiden tot verhoging van de netto geldelijke opbrengst per ha. Dit kan door middel van verhoging van de bruto geldelijke opbrengst en/of langs de weg van kostenverlaging.

In deze inleiding zal worden nagegaan welke mogelijkheden er zijn voor teeltoptimalisering bij consumptie-aardappelen.

Bij het gewas consumptie-aardappelen is de netto geldelijke opbrengst per ha in principe te verhogen langs de volgende wegen :

1. Verhoging van de kg-opbrengst per ha en dan niet alleen de bruto-opbrengst, maar vooral de
2. netto afleverbare opbrengst
3. Verbetering van de kwaliteit
4. Verlaging van de produktiekosten

## **ad 1. Verhoging van de bruto-opbrengst**

In de praktijk treffen we bijzonder grote verschillen in kg-opbrengsten per ha aan tussen bedrijven. Bij een recent uitgevoerd factoranalyse-onderzoek in de Hoekse Waard varieerden de bruto-opbrengsten van 30-54 ton/ha. Voor een deel is deze variatie een gevolg van weinig of niet beïnvloedbare verschillen in grondkwaliteit. Zou echter iedere aardappelteler de beschikbare teeltkennis volledig benutten, dan zou de gemiddelde kg-opbrengst van consumptie-aardappelen aanmerkelijk hoger liggen dan de ca. 43 ton/ha, hetgeen nu het landelijk gemiddelde is. Optimaliseringsproeven met fabrieksaardappelen in de Veenkoloniën hebben dit duidelijk laten zien. Daar is men erin geslaagd om op grote proefvelden 80-90 ton aardappelen (owg. 400 gram) per ha te telen, waarbij de potentiële opbrengst van ca. 95 ton per ha dicht werd benaderd. Als we van de potentiële opbrengst (d.i. de opbrengst onder ideale produktie-omstandigheden) 15% aftrekken voor spuitsporen, wendakkers etc., dan komen we tot een potentiële praktijk-opbrengst van ca. 80 ton/ha. Dit is bijna het dubbele van het huidige gemiddelde opbrengst-niveau van consumptie-aardappelen.

Hoe komt het nu, dat we in de praktijk vaak nog zo ver afblijven van wat potentieel mogelijk is ? De belangrijkste beperkende factoren - voor zover bekend - zullen we hieronder nader bespreken.

**a. Vochtvoorziening.** In natte zomers blijken de aardappelopbrengsten als regel hoger te zijn dan in drogere groeiseizoenen. Dit ondanks een vaak beperkter hoeveelheid zonlicht - ook een opbrengstbepalende factor - in natte jaren. Een vochttekort kan een gevolg zijn van een verdampingsoverschot, d.w.z. er verdampt meer water dan er regen valt. Als echter de in de grond aanwezige hoeveelheid vocht goed benut zou worden, dan zouden de gewassen op klei- en zavelgronden als regel geen vochttekort behoeven te hebben. Het probleem is echter, dat ervaak een heleboel vocht ongebruikt in de grond achterblijft omdat :

- het wortelstelsel niet goed ontwikkeld is ;
- de wortelactiviteit onvoldoende is.

Een slechte structuur van de grond en de aanwezigheid van verdichte lagen in en onder de bouwvoor kunnen de bewortelingsdiepte en bewortelingsintensiteit van de aardappelplant sterk beperken. Met name in droge jaren kan dit een flinke opbrengstderving geven. Bovendien is de knolkwaliteit op een verdichte grond als regel minder goed, met als gevolg meer uitval. Dr. De Smet zal in zijn inleiding uitvoerig aandacht besteden aan deze problematiek.

Behalve verdichting is ook verslumping van de grond bijzonder ongunstig voor aardappelen. Dit leidt tot een te gering zuurstoftransport naar de ondergrond, waardoor de wortelgroei wordt belemmerd en de wortelactiviteit wordt beperkt.

In de jaren 1979 t/m 1981, toen in de eerste maanden van het groeiseizoen op veel plaatsen zware buien zijn gevallen, heeft men bovengenoemde verschijnselen kunnen waarnemen. Met betrekking tot verslumping kan men zich afvragen of het wel gewenst is om ook op lichte zavelgronden een frees te gebruiken voor de rugopbouw. Het resultaat is op het oog wel fraaier dan dat van een gewone aanaarder, maar nodig is een frees beslist niet op dat soort grond. Voor een goede zuurstofvoorziening van de wortels is ook een goede ontwatering van groot belang. In het factoranalyse-onderzoek in de Hoekse Waard bleek dit een van de belangrijkste oorzaken van opbrengstverschillen.

Vochttekorten gedurende het groeiseizoen kunnen in principe ook worden opgeheven door middel van beregening. Behalve op zandgrond blijken de opbrengstverhogingen bij consumptie-aardappelen in de meeste jaren niet van dien aard, dat toepassing van deze dure teeltmaatregel rendabel is. Wel kan op zavel- en kleigrond de knolkwaliteit (knolvorm) met beregening gunstig worden beïnvloed.

**b. Bemesting.** De fosfaat- en kaligiften aan aardappelen zijn in het algemeen (ruim) voldoende voor een optimale opbrengst. Niet altijd optimaal is de stikstofbemesting. En juist stikstof is een belangrijke opbrengstbepalende factor. Niet alleen de lengte van de groeiperiode wordt erdoor bepaald, maar ook de drogestofverdeling over loof en knol. Als een aardappelgewas te vroeg afsterft is vaak een tekort aan stikstof in het geding. Wordt in het voorjaar een grote hoeveelheid stikstof ineens gegeven, dan leidt dit bij gunstige groei-omstandigheden tot een relatief grote loofmassa, wat ten koste kan gaan van de knolproductie. Ondanks de thans bestaande mogelijkheid om de in het voorjaar aanwezige bodemstikstof door middel van grondanalyse vast te stellen, blijft het een moeilijke zaak om reeds voor het poten de gedurende het seizoen voor het gewas benodigde hoeveelheid stikstof te bepalen. De weersomstandigheden gedurende de groeiperiode kunnen tot gevolg hebben dat er meer of minder stikstof voor de plant beschikbaar is dan werd aangenomen.

De laatste jaren zijn de stikstofgiften aan consumptie-aardappelen sterk gestegen (tabel 1); op veel bedrijven al tot 300 kg N of meer per ha.

Tabel 1. Stikstofgiften, in kg N/ha, aan consumptie-aardappelen in 1972 en 1980.

gebied	1972	1980	
Hoekse Waard	230	285	(gegevens "Blauwactie" resp. Factoranalyse).
O. Flevoland	180	240	(gegevens LEI).

Als giften van 200 kg en meer per ha kort voor het poten worden toegediend, kan dit vooral in een droog voorjaar tot (ernstige) zoutschade aan het gewas leiden. Dit uit zich in een onregelmatige opkomst en een te trage begingroei, waardoor het langer duurt eer de maximale productiecapaciteit van het gewas is bereikt. Bij hoge stikstofgiften verdient deling dan ook de voorkeur. Als 250

kg/ha moet worden gegeven, kan bijv. 150 kg vóór het poten en de rest direct na het aanaarden worden toegediend. Uit een oogpunt van gewasgroei zou het eigenlijk beter zijn om de tweede gift pas na de knolzetting te geven. Als men niet over een regeninstallatie beschikt, houdt dit echter risico's in. Zo kan het gewas bij een langdurige droogteperiode een tekort aan stikstof krijgen. Bovendien wordt in geval van een doorwasinductie het negatieve effect hiervan op de knolkwaliteit nog versterkt. Hoe groot bovengenoemde risico's zijn en wat met deling van de stikstof in meer dan twee giften kan worden bereikt, is thans in onderzoek bij het IB te Haren en bij het PAGV.

Tot slot aandacht voor de toepassing van dierlijke organische mest en groenbemesting bij consumptie-aardappelen. In het algemeen is de aardappel dankbaar voor organische bemesting. Behalve dat hiermee mineralen worden toegediend, heeft de organische stof een gunstige invloed op de fysische bodemvruchtbaarheid. Voor wat betreft dierlijke organische mest zijn onder meer uitstekende resultaten behaald met najaarstoepassing van kippe- en kuikenmest, vooral als deze in de nazomer aan een grasgroenbemester wordt toegediend. Hiermee kan dikwijls bereikt worden, dat het gewas langer groen blijft, hetgeen tot hogere opbrengsten leidt. Voorjaarstoepassing van dierlijke organische mest zou de mogelijkheid bieden om de hierin aanwezige stikstof beter te benutten. Een belangrijk nadeel van dit toepassingstijdstip is echter, dat de in de mest aanwezige chloor niet voldoende is uitgespoeld bij het begin van het groeiseizoen. Als gevolg hiervan kan vooral op lichte grond opbrengstderving en een daling van het onderwatergewicht optreden.

**c. Kwaliteit van het pootgoed.** Twee belangrijke kwaliteitskenmerken van pootgoed zijn de gezondheidstoestand en de wijze waarop het uitgangsmateriaal is voorbehandeld. Ten aanzien van de gezondheid geven de virusziekten de laatste jaren nauwelijks problemen. Wat minder gunstig is de situatie op het terrein van de knolziekten. Het aantal klachten over besmetting van pootgoed met *Rhizoctonia* is de laatste jaren eerder gestegen dan gedaald. Deze ziekte kan zowel een opbrengstderving als een toename van het uitvalpercentage veroorzaken (tabel 2). Enige zorg baart verder het toenemend aantal bacteriezieke planten (*Erwinia* sps.) in percelen consumptie-aardappelen.

Tabel 2. Effect van een knolbehandeling\* tegen *Rhizoctonia* met Solacol op de opbrengst (in verhoudingsgetallen) en het uitvalpercentage bij het ras Bintje. Proefboerderij Westmaas.

	1980		1981		gemiddeld	
	opbrengst	uitval%	opbrengst	uitval%	opbrengst	uitval%
onbehandeld	100	16	100	9	100	12,5
Solacol	109	11	108	5	108	8

\*Pootgoed zwaarder met *Rhizoctonia* besmet dan volgens NAK-norm toelaatbaar,

De voorbehandeling van het pootgoed kan zowel de beginontwikkeling als de levensduur van het gewas beïnvloeden. Op zware kleigrond zal voorkiemen met afharding in licht, in het algemeen opbrengstverhogend kunnen werken. Het groeiseizoen wordt hierdoor namelijk aan de voorkant verlengd, terwijl er op dit soort grond nauwelijks vrees behoeft te bestaan voor een te vroege afsterving van het gewas.

Tabel 3. Het effect van voorkiemen op de opbrengst (ton/ha en in verhoudingsgetallen) op een zware grond ("De Kandelaar") en een zavelgrond (PAGV-proefbedrijf). Ras : Bintje.

jaar	"De Kandelaar"		PAGV-proefbedrijf	
	voorgekiemd	niet voorgekiemd	voorgekiemd	niet voorgekiemd
1978	70 (112)	62 (100)		
1980	57,5 (109)	53 (100)	74,5 (100)	74,5 (100)
1981	73,5 (107)	66 (100)	78,5 (100,5)	78 (100)
gemiddeld	(109)	(100)	(100)	(100)

Een voordeel is bovendien dat wat vroeger geoogst kan worden en vaak een wat grovere sortering wordt verkregen. Gelet op de benodigde investering in kistjes en pallets, dan is bij een opbrengstprijz van f 0,20/kg een meeropbrengst nodig van 2,0 ton/ha om de extra kosten te compenseren. Als bovendien de extra benodigde arbeid wordt ingecalculleerd, dan wordt dit 3,5 ton/ha. Op (lichte) zavelgronden levert voorkiemen als regel geen hogere opbrengst ten opzichte van niet voorkiemen, mits laatstgenoemd pootgoed "wakker" de grond in gaat.

Als niet wordt voorgekiemd, moet het pootgoed in elk geval goed "wakker" zijn, dus niet zo uit de mechanische koeling worden gepoot.

**d. Teeltfrequentie.** Dit is een factor, die de opbrengst waarschijnlijk in belangrijke mate beïnvloedt. Hierover zijn helaas slechts in beperkte mate gegevens beschikbaar. De resultaten van een meerjarig onderzoek op de proefboerderij "De Schreef" in Oostelijk Flevoland wijzen echter in de richting van een duidelijke afname van de opbrengst naarmate frequentere aardappelen wordt geteeld. Ook in de vruchtwisselingsproef op de proefboerderij Westmaas, die pas enkele jaren geleden is aangelegd, doet zich reeds een dergelijk effect voor. Bijzonder nadelig voor de opbrengst van aardappelen blijkt op "De Schreef" de voorvrucht suikerbieten. Een ervaring die ook wel uit de praktijk bekend is. Niettemin zijn er nog talrijke aardappeltelers, die, om welke reden dan ook, aardappelen na suikerbieten telen.

Tabel 4. Het effect van de teeltfrequentie op de opbrengst van consumptie-aardappelen op "De Schreef" (Oostelijk Flevoland) over de periode 1972/80 (verhoudingsgetallen).

teeltfrequentie	rel. opbrengst
1 op 6 aardappelen	109
1 op 4 aardappelen	100
1 op 3 aardappelen	93
1 op 3 aardappelen	(na suikerbieten) : 83

Het niet meer stijgen of zelfs teruglopen van de opbrengst van consumptie-aardappelen in sommige gebieden op het "oude land" kan waarschijnlijk ten dele verklaard worden door de hoge teeltfrequentie en een teruglopende structuur als gevolg van een zeer zwaar bouwplan. Zoals ook op "De Schreef" is gebleken kan men deze negatieve effecten enigszins opvangen door de stikstofgift te verhogen. We zien dit ook in veel gebieden gebeuren. Naar de oorzaak van

het frequentie-effect moeten we nog raden, al heeft het onderzoek van de laatste jaren aanwijzingen opgeleverd dat bepaalde schimmels in de grond hierbij een rol lijken te spelen. Schimmels die waarschijnlijk de wortel-activiteit ongunstig beïnvloeden. Mogelijk hangen de soms aanzienlijke opbrengstverhogingen die met Temik in consumptie-aardappelen zijn bereikt, samen met de (gedeeltelijke) uitschakeling van het frequentie-effect. Het gaat hier om opbrengstverhogingen, die geen verband lijken te houden met de bestrijding van vrijlevende aaltjes.

Een andere mogelijkheid om het ongunstige effect op de opbrengst van een hoge teeltfrequentie op te heffen is misschien de zgn. bacterisatie. Door het pootgoed te behandelen met bepaalde stammen van de bacterie *Pseudomonas* lijken hogere opbrengsten te kunnen worden behaald, zoals ook uit oriënterende proeven van het PAGV i.s.m. het "Willy Commelin Scholten"-laboratorium in Baarn is gebleken. Onderzoek naar de oorzaak van het Temikeffect en naar mogelijkheden van bacterisatie dient m.i. een hoge prioriteit te krijgen vanwege hun mogelijke relatie tot het ongewenste frequentie-effect.

## ad 2. Netto afleverbare opbrengst

Het gedeelte van de bruto-opbrengst dat als consumptie-aardappelen kan worden afgeleverd hangt o.m. af van

- uitvalpercentage
- rooiverlies
- gewichtsverlies tijdens de bewaring

**Uitval** kan voorkomen in de vorm van :

- *ondermaat* ; een zekere hoeveelheid ondermaatse knollen valt niet te vermijden. Met een goede *Rhizoctonia*bestrijding kan het aandeel ondermaatse knollen worden verlaagd.
- *groen* ; groene knollen zijn als regel het gevolg van een minder goede rugvorm, planten die niet midden in de rug staan en van te brede of te smalle aansluitrijen.
- *groeischeuren en andere misvormingen* : de belangrijkste oorzaken van knolmisvormingen zijn groeistoringen als gevolg van een onregelmatige vochtvoorziening, een te wijde plantafstand en *Rhizoctonia*. Het effect van een onregelmatige vochtvoorziening kan nog worden versterkt door de beschikbaarheid van veel stikstof (tabel 5).

Tabel 5. De relatie tussen stikstofbemesting en knolmisvorming ; proefboerderij Westmaas 1973.

kg N/ha	gewichtspercentage misvormde knollen
60	1,2
120	1,6
180	4,0
240	7,1

In dit opzicht kan het nuttig zijn te weten dat de laatste 50 kg N, voor de qua opbrengst optimale gift, gemiddeld niet meer dan f 15,- à f 20,- netto per ha oplevert.

Dat een wijdere plantafstand leidt tot meer knolmisvorming is duidelijk gebleken uit een PAGV-onderzoek dat in de jaren 1975 t/m 1977 is uitgevoerd op een aantal proefboerderijen. Ir. Bus zal hierop nader ingaan.

Het ontstaan van groeischeuren wordt ook bevorderd door een aantasting van het gewas door *Rhizoctonia*.

**Rooverlies.** Enige jaren geleden bleek bij een onderzoek in de IJsselmeerpolders dat de opraap- en lekverliezen aan knollen >35 mm bij het rooien van consumptie-aardappelen varieerden van minder dan 0,1 ton tot 1,8 ton/ha (gemiddeld 0,7 ton/ha).

Uit onderzoek van Lumkes c.s. is naar voren gekomen dat het rooverlies door teeltmaatregelen (poten midden in de rug, correcte aansluitingen, etc.) en door een juiste afstelling van loofklapper en rooimachine beperkt kan worden tot minder dan 1%.

**Beperking van gewichtsverliezen tijdens de bewaring.** De laagste gewichtsverliezen worden bereikt met niet ontvelde aardappelen, die een correcte wondhelingsperiode hebben gehad en die gedurende het bewaar seizoen zo weinig mogelijk zijn geventileerd, maar toch niet van betekenis kiemen. Hiermee is in één zin een heleboel gezegd, wat in de praktijk niet altijd even gemakkelijk is te bereiken.

Gewichtsverliezen tijdens de bewaring kunnen (bij een bewaarduur van 7 maanden) variëren van 4,5 tot 8,5%.

Daarbij komt nog dat de hoogste verliezen vaak samengaan met een verlies aan kwaliteit. Enkele belangrijke zaken in dit opzicht - waar ik in dit bestek echter niet verder op wil ingaan - zijn : het aanhouden van een voldoende lange periode tussen doodspuiten en rooien, de aardappelen niet langer drogen dan nodig is, tijdige behandeling met kiemremmingsmiddelen en het uitsluitend ventileren in perioden dat de temperatuur van de buitenlucht enkele graden lager is dan die van de aardappelen.

### **ad 3. Kwaliteit afleverbaar produkt**

Het streven naar kwaliteitsverbetering is in tweeërlei opzicht een goede zaak voor de boer. In de eerste plaats wordt onze concurrentiepositie t.o.v. andere exporterende landen in Europa erdoor versterkt, hetgeen de afzetmogelijkheden vergroot. Daarnaast is er een direct prijsvoordeel te behalen met een goede kwaliteit, als wordt uitbetaald naar kwaliteit, een handelswijze die op steeds ruimere schaal wordt toegepast. Daarbij gaat het om bedragen die wel degelijk de moeite waard zijn. Bij een opbrengst van 45 ton aardappelen per ha en een opbrengstprijs van 20 ct/kg is het verschil in geldelijke opbrengst per ha tussen de basisklasse en de klasse 1 Extra f 900,-. Bij een oppervlakte van 10 ha consumptie-aardappelen betekent dat f 9000,-. De kwaliteit van consumptie-aardappelen komt tot uiting in een zeer groot aantal eigenschappen, o.m. sortering, blankheid, poederbrand, drogestofgehalte en ook het gehalte aan reducerende suikers. Op enkele van deze eigenschappen willen we hier nader ingaan.

**Maatsortering.** De laatste jaren zien we voortdurend flinke prijsverschillen tussen de zgn. fritesmaat (> 50 mm) en de consumptiemaat (35-50 mm) bij het ras Bintje. Dit is een gevolg van de grote - en nog steeds toenemende - vraag naar frites-aardappelen. Daar er met name in de laatste maanden van het seizoen steeds minder afzetmogelijkheden zijn voor tafelaardappelen, als gevolg van import van nieuwe aardappelen in West-Europa vanuit het Middellandse Zeegebied, zal de teler zich zoveel mogelijk moeten richten op de produktie van grote knollen. De knolgrootte wordt bepaald door het opbrengstniveau en het aantal knollen dat per m<sup>2</sup> aanwezig is. Het streven moet gericht zijn op een hoge opbrengst en een niet te groot aantal knollen. Welke mogelijkheden er zijn om dit te bereiken zal door ir. Bus nader worden belicht.

**Inwendige knolgebreken.** Grote blauwgevoeligheid, oogstbeschadiging en poederbrand zijn inwendige knolgebreken, die de kwaliteit van een partij consumptie-aardappelen in hoge mate kunnen bepalen.

Wat u tegen *blauwgevoeligheid* en *blauw* kunt doen is langzamerhand overbekend : kali-bemesting, opwarmen vóór aflevering en beperking van valhoogten zijn hier de sleutelwoorden.

Voor wat betreft de kalibremesting verdient het m.i. aanbeveling dat wordt nagegaan of het niet effectiever is om een deel van de kali in de vorm van een mengmeststof in het voorjaar te geven, in plaats van een, als gevolg van de zgn. blauwtoeslag, hoge kaligift in het najaar. *Oogst- en transportbeschadiging* vormt langzamerhand een groter probleem dan blauw, zoals uit onderstaande tabel kan worden afgeleid.

Tabel 6. Kwaliteitsindices voor blauwgevoeligheid, oogstbeschadiging en "glas". De cijfers zijn gemiddelden van enkele honderden partijen per jaar en zijn afkomstig van partijen betrokken bij resp. de toetsing en de praktijkuitvoering van het landelijk systeem voor uitbetaling naar kwaliteit.

gebrek	oogst 1975	1976	1977	1978	1979	1980
blauwgevoeligheid	6,4	3,2	4,4	2,4	3,6	3,5
beschadiging	3,2	1,8	6,7	8,0	5,0	5,7
"glas"	0,1	4,2	-	-	-	-
totaal	9,7	9,2	11,1	10,4	8,6	9,2

Mede dank zij de landelijke actie "Beperking van oogst- en transportbeschadiging bij consumptie-aardappelen" is de praktijk meer aandacht aan dit probleem gaan besteden. Gebleken is dat beschadiging sterk beperkt kan worden door correcte poten en aanaarden, een juiste afstelling van machines en transportapparatuur en door beperking van valhoogten. Daarnaast zijn de rooi-omstandigheden mede bepalend. Uit een oogpunt van kwaliteit moet rooien worden afgeraden als de grond in de rug erg droog en bovendien kluitiger is en bij bodemtemperaturen lager dan ca. 8°C. Wat dit laatste betreft, verdient eenzelfde handelswijze als bij het maaidorsen van graan aanbeveling, namelijk 's morgens laat beginnen en 's avonds wat langer doorgaan.

Tenslotte de *poederbrand*. Als ontvelde of vochtige knollen bij het inbrengen in de bewaarplaats behandeld worden met poedervormig CIPC/IPC kan soms in ernstige mate een huidirritatie ontstaan, de zgn. poederbrand. Dit kwaliteitsgebrek stelt de aardappelverwerkende industrie voor onoverkomelijke problemen en moet daarom worden vermeden. Toepassing van een vloeibare formulering van CIPC/IPC met behulp van bijv. Swingfogapparatuur vormt in veel gevallen een uitstekend alternatief. Als echter langdurig - tot juni/juli - moet worden bewaard, zijn de resultaten met poedervormig CIPC/IPC als regel beter dan met de vloeibare formulering. Dit geldt in 't bijzonder als tijdens de bewaring een relatief hoge temperatuur (>6°C) gewenst is. Om poederbrand te vermijden is een goed afgeharde schil nodig, terwijl bij het rooien geen uitwendige beschadiging mag optreden.

**Drogestofgehalte en reducerende suikers.** Het drogestofgehalte speelt reeds een - zij het vaak nog bescheiden - rol bij de uitbetaling naar kwaliteit van consumptie-aardappelen. Bij aardappelen bestemd voor de droogindustrie is die rol op dit moment het grootst, hetgeen niet zo verwonderlijk is als men bedenkt dat elk % minder vocht in de grondstof een energiebesparing oplevert. Daar bij de frites- en chipsindustrie het rendement en de vetopname mede worden bepaald door het drogestofgehalte van de aardappelen, is het niet ondenkbaar dat het drogestofgehalte ook hier een grotere rol gaat spelen bij de uitbetaling naar kwaliteit in de toekomst.



Lange tijd heeft de aardappelverwerkende industrie in Nederland weinig of geen aandacht besteed aan het gehalte aan reducerende suikers in de grondstof. Hierin is de laatste tijd verandering gekomen. Er wordt thans dan ook gestudeerd op mogelijkheden om deze kwaliteitseigenschap op te nemen in de systemen van uitbetaling naar kwaliteit.

De teler van consumptie-aardappelen zal moeten zorgen voor een zo laag mogelijk gehalte aan reducerende suikers. Tijdens de groei kan dit, door te streven naar een goed afgerijpt gewas bij de oogst. Belangrijker is echter dat de temperatuur tijdens de bewaring niet te laag is. Voor fritesaardappelen niet beneden de 6°C en voor chipsaardappelen niet lager dan 7 à 8°C. Ook tijdelijk ventileren met erg koude lucht verhoogt het suikergehalte. Daarom zal de vorstthermostaat moeten worden afgesteld bij een temperatuur welke niet lager is dan 4°C.

#### **ad 4. Verlaging van de kosten**

Behalve door verhoging van de bruto geldelijke opbrengst kan het bedrijfsresultaat worden verbeterd door verlaging van de produktiekosten. We zullen hieronder nagaan in hoeverre hiermee bij de teelt van consumptie-aardappelen iets op de wal valt te halen.

**Pootgoed** vormt een belangrijke kostenpost. De laatste jaren is de prijs als gevolg van overproductie relatief laag. Het valt echter niet te verwachten dat dit blijvend zal zijn. Wellicht is het nu de tijd om - zo mogelijk gezamenlijk - meerjarige contracten af te sluiten.

**Bemesting.** Grondonderzoek biedt de mogelijkheid om tegen betrekkelijk geringe kosten een indicatie te krijgen over de beschikbaarheid van NPK in de grond. Helaas wordt van deze mogelijkheid nog lang niet algemeen gebruik gemaakt en bovendien wordt het advies vaak niet opgevolgd, zoals onlangs uit gegevens van een tweetal factoranalyse-onderzoeken is gebleken. Zo beschikte men in Zeeland op slechts 1/3 van de deelnemende bedrijven over analysegegevens die niet ouder waren dan 5 jaar. Bovendien werden de beschikbare gegevens niet of onjuist gebruikt. Bij een ander factoranalyse-onderzoek, in de Hoekse Waard, werd in 1980 - afgaande op het bemestingsadvies gebaseerd op grondonderzoek - op 50% van de deelnemende bedrijven meer dan 50 kg  $P_2O_5$ /ha teveel gegeven. Gemiddeld bedroeg de overmaat 110 kg/ha, wat overeenkomt met een bedrag van ca. f 160,-. Verder werd op 60% van de bedrijven meer kali aan aardappelen gegeven, dan het bemestingsadvies - inclusief de toeslag voor beperking van de blauwgevoeligheid - aangeeft. In totaal werd op deze bedrijven gemiddeld ca. 300 kg  $K_2O$ /ha teveel gestrooid, hetgeen overeenkomt met een bedrag van ca. f 210,-. Van de bedrijven die dierlijke organische mest gebruikten, gaven alle teveel fosfaat en zat 2/3 te hoog met hun kalibemesting. Er wordt blijkbaar dikwijls geen of onvoldoende rekening gehouden met de mineralen die in deze mest aanwezig zijn.

**Phytophotorabestrijding.** Elke week op een vaste dag spuiten is gemakkelijk en risicoloos. Echter vooral in de wat drogere jaren kan met veel minder spuiten worden volstaan. Dit geldt zeker voor jaren waarin geen vroege aantasting in ons land voorkomt. Als regel is dan 6-8 keer spuiten voldoende, hetgeen ten opzichte van de veelal toegepaste 10-12 x een besparing oplevert van ca. f 120,-/ha aan middel. Als men het spuiten door de loonwerker laat uitvoeren, wordt dit bedrag meer dan verdubbeld.

Tabel 7. Bedrijven ingedeeld naar het aantal bespuitingen tegen Phytophthora (gegevens factoranalyse-onderzoek Hoekse Waard 1979).

Aantal bespuitingen	Aantal bedrijven
6- 7	5
8- 11	19
12- 14	9

Een dergelijke meer gerichte wijze van Phytophthorabestrijding kan gemakkelijker worden uitgevoerd met behulp van een geautomatiseerd waarschuwingssysteem. Het PAGV heeft inmiddels een begin gemaakt met een studie naar de mogelijkheden om een dergelijk systeem te ontwikkelen.

**Mechanisatie.** Het Nederlandse akkerbouwbedrijf is zwaar gemechaniseerd, met als regel een flinke overcapaciteit. Dit laatste is bijzonder nuttig in perioden met langdurig slecht weer. Men zou het als een - zij het wel dure - verzekeringspremie kunnen beschouwen.

Het zijn in het bijzonder de aardappelen, die vanaf de voorjaarsgrondbewerking tot het inbrengen in de bewaarplaats een grote investering aan werktuigen vragen. Een globale berekening komt op een investeringsbedrag van ca. f 175.000,- exclusief wagens en trekkers. Dit betekent zo'n slordige f 40.000,- aan jaarlijkse kosten. Zelfs voor twee samenwerkende bedrijven, met in totaal 20 ha aardappelen, betekent dit een bedrag van f 2000,- per ha aan specifieke werktuigkosten. Dergelijke bedragen kunnen slechts tot de conclusie leiden, dat het nog meer dan voorheen nodig zal zijn voor het individuele bedrijf om met anderen samen te werken of de loonwerker in te schakelen.

**Bewaring.** Bij de huidige hoge energieprijzen is een bewaartechniek gericht op zo weinig mogelijk ventilatie-uren dubbel aantrekkelijk. Het mes snijdt namelijk aan twee kanten. Minder draaiuren betekent lagere energiekosten per kg produkt, maar bovendien lagere gewichtsverliezen. Als uitsluitend perioden voor ventilatie worden benut, waarbij de temperatuur enkele graden lager is dan die van de aardappelen, dan kan de ventilatieduur aanmerkelijk worden teruggebracht. Een volautomatische temperatuurregeling kan - mits goed afgesteld - hierbij een waardevol hulpmiddel zijn.

**Opwarming.** Er wordt nogal eens geklaagd over de hoge kosten van opwarmen van aardappelen vóór aflevering. Bij een juiste werkwijze bedragen de kosten echter slechts f 1,-/ton. Dat in de praktijk vaak met een veelvoud hiervan moet worden gerekend is meestal te wijten aan de volgende oorzaken :

- De ruimte waarin intern wordt geventileerd met warme lucht is veel te groot ; dit komt nogal eens voor als de aardappelbewaarplaats deel uitmaakt van een grote schuur. In zo'n geval kan een flinke lap plastic uitkomst bieden.
- Er wordt teveel buitenlucht aangevoerd, waardoor het rendement van de gebruikte energie laag is.
- Onjuiste afstemming van de capaciteit van de verhitter op die van de ventilatoren. Bijvoorbeeld bij een te grote capaciteit van de verhitter loopt de temperatuur onderin de hoop veel te hoog op alvorens bovenin de gewenste temperatuur is bereikt.

Er is tegenwoordig opwarmapparatuur op de markt, die de voor de verbranding van olie of gas benodigde zuurstof via een buis van buiten betreft. Daar de kachel binnen kan staan is het rendement hoog.

## **Samenvatting**

In het voorgaande is een groot aantal factoren genoemd dat de fysieke opbrengst, de kwaliteit en de produktiekosten beïnvloedt. Als het mogelijk zou zijn alle genoemde punten te optimaliseren, dan zou de fysieke opbrengst in de buurt komen van de potentiële praktijkopbrengst. Laatstgenoemde ligt tussen de 80 en 85 ton/ha. Helaas zijn er nogal wat factoren die we niet of slechts ten dele in de hand hebben. In het algemeen zitten we in Nederland met onze consumptie-aardappelopbrengsten al op een zodanig niveau, dat grote sprongen vooruit nauwelijks nog mogelijk zijn. Een flinke stap vooruit zou het uitschakelen van het frequentie-effect kunnen zijn. Het is dan ook van het allergrootste belang, dat onderzoek dat hierop is gericht, inclusief mogelijkheden van bacterisatie en de oorzaak van het zgn. Temikeffect, met kracht voortgezet wordt.

Veelal zal optimalisatie echter betekenen "op de kleintjes letten" voor wat betreft teeltmaatregelen en kosten. Daar vele kleintjes nog steeds één grote maken, is het zeker zinvol om waar mogelijk te optimaliseren bij de teelt en bewaring van consumptie-aardappelen.

# Bodemkundige beperkingen voor de teelt van aardappelen

Dr ir L.A.H. de Smet, Stichting voor Bodemkartering (Stiboka), Wageningen.

## Inleiding

De voornaamste teeltgebieden voor consumptie-aardappelen zijn het noordelijke-, centrale- en zuidwestelijke kleigebied. De opbrengsten tussen deze gebieden lopen uiteen. Voor een maximale knolopbrengst is het nodig dat de aardappelplant een goed wortelstelsel kan ontwikkelen. Stagnaties in wortelontwikkeling leiden tot een geringere ontwikkeling van de bladmassa, hetgeen resulteert in een snellere afrijping van het gewas en uiteindelijk in een lagere knolopbrengst.

Dichte, compacte klei-, zand- en veenlagen in de ondergrond oefenen een belemmerende invloed uit op de wortelgroei. Ook storende horizonten in de bovengrond, zoals verdichtingen in en onder de bouwvoor, zijn van grote invloed op de wortelontwikkeling van aardappelen. Ploegzolen beperken bovendien de doortatendheid en het vochtleverend vermogen van het bodemprofiel.

Met betrekking tot de invloed van verdichtingen in en onder de bouwvoor op de groei van aardappelen zijn vanaf 1972 t/m 1979 door het PAGV in samenwerking met Stiboka en LH, afd. Grondbewerking onderzoeken verricht op de Proefboerderij Westmaas, het proefbedrijf van het PAGV te Lelystad en de Prof. Dr. J.M. van Bemmelenhoeve in de Wieringermeer. Deze onderzoeken hebben verschillende resultaten opgeleverd, die in het volgende ter sprake komen. Het wel of niet opruimen van ploegzolen zal dan tevens in discussie worden gebracht. Om misverstanden te voorkomen over het wel of niet aanwezig zijn van ploegzolen, zal allereerst iets gezegd worden over ondergronden, die voor de aardappelplant niet bewortelbaar zijn.

Landbouwkundig kunnen de zeekleigronden in drie belangrijke groepen worden onderscheiden : kalkrijke-, ondiep kalkarme- en kalkarme klei- en zavelgronden (fig. 1). De kalkrijke gronden bevatten zowel in de bovengrond als in de ondergrond koolzure kalk, de ondiep kalkarme worden op een gemiddelde diepte van 50 cm beneden maaiveld kalkhoudend of kalkrijk en de diep kalkarme zijn vrijwel over het gehele profiel kalkarm.

De kalkrijke klei- en zavelgronden zijn over het algemeen goed ontwaterd, verkeren in een goede structuurtoestand en hebben wat de teelt van gewassen betreft de minste problemen. Ze zijn het sterkst vertegenwoordigd in de Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland, West-Brabant en Zeeland (>75%), waarop Zuid-Holland en Noord-Holland in oppervlakte volgen (50 en 65%). De oppervlakte aan kalkrijke gronden is in Groningen en Friesland het geringst (25 en 17,5%).

De ondiep kalkarme gronden worden vooral in Groningen en Friesland en verder in Noord-Holland aangetroffen (30 à 50%) ; in de andere provincies ligt het percentage beneden de 15. Gemiddeld zijn deze gronden iets minder goed ontwaterd en verkeren eveneens in iets minder goede structuurtoestand dan de eerste groep gronden.

Het percentage kalkarme gronden is in Friesland het grootst (40 à 50%), waarop Groningen, Zuid-Holland en Noord-Holland volgen (resp. 29, 23 en 16%). In de andere provincies ligt het percentage beneden de 12.

**in % van totale oppervlakte aan  
zeekleigronden per provincie  
en voor geheel Nederland**

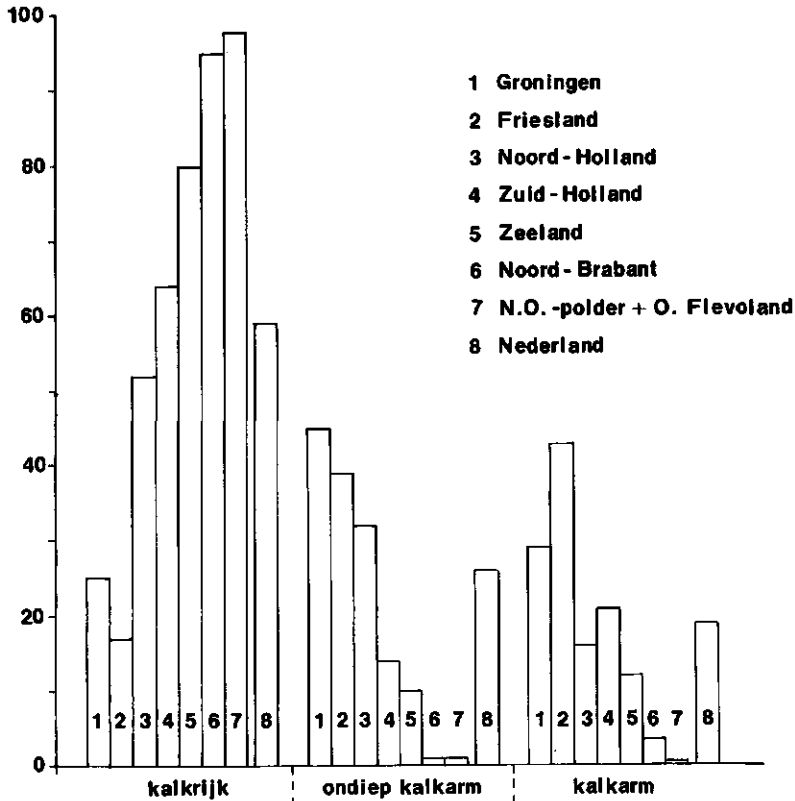


Fig. 1 Verbreiding van de drie belangrijkste groepen van zeekleigronden in de verschillende gebieden en voor geheel Nederland.

In vergelijking met bovengenoemde gronden zijn de kalkarme minder goed ontwaterd en hebben een iets minder goede structuur. Over het algemeen worden veel kalkarme gronden gekenmerkt door storende lagen in de ondergrond.

Een belangrijke landbouwkundige eigenschap is de zwaarte van de bouwvoor (fig. 2).

In % van de totale oppervlakte aan  
zeekleigronden per provincie  
en voor geheel Nederland

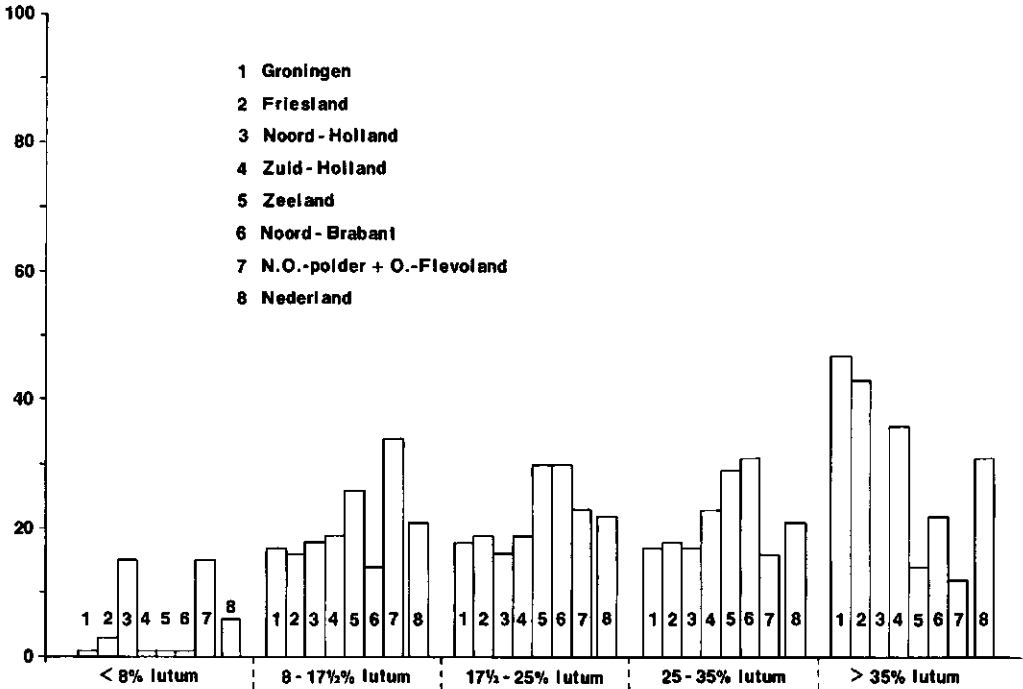
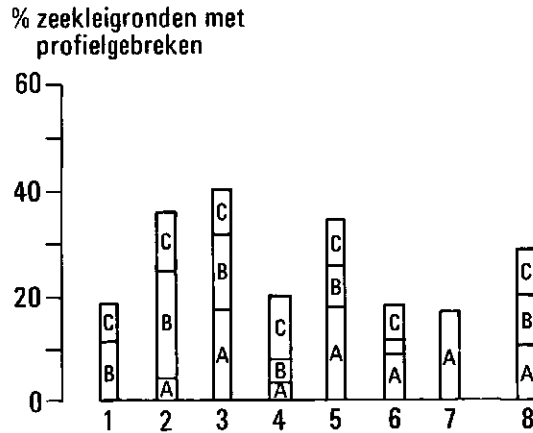


Fig. 2 Verbreiding van de vijf zwaarteklassen van de zeekleigronden in de verschillende gebieden en over Nederland.

In het zuidwestelijke kleigebied, de Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland komen aanmerkelijk meer lichte en een veel geringere oppervlakte aan zware gronden voor dan in Groningen, Friesland en Noord-Holland. Het percentage lutumarme gronden is alleen van betekenis voor Noord-Holland en de Noordoostpolder (15% van de oppervlakte). De gronden in de groepen van 8-17½% en van 17½-25% lutum zijn voor de teelt van aardappelen het meest geschikt. Deze komen het meest voor in Zeeland, West-Brabant en Noordoostpolder + Oostelijk Flevoland (50% en meer van de oppervlakte), waarop Zuid-Holland (40%) en de andere provincies (<40%) volgen. Storende ondergronden, die behalve de beworteling ook de lucht- en waterhuishouding ongunstig beïnvloeden, zijn ondiepe zandlagen, ondiepe zware kleilagen en ondiepe veenlagen (fig. 3).



A = ondiepe zandlagen (< 40 - 80 cm - mv.)  
 B = ondiepe zware kleilagen (met ongunstige eigenschappen; < 60 cm)  
 C = ondiepe veenlagen (40 - 80 cm - mv.)

1 Groningen	5 Zeeland
2 Friesland	6 Noord-Brabant
3 Noordholland	7 N.O.-polder en O. Flevoland
4 Zuid-Holland	8 Nederland

*Fig. 3 Het percentage van de totale oppervlakte aan zeekleigronden per gebied en voor geheel Nederland met profielgebreken door de ondergrond bepaald.*

Het percentage gronden met profielgebreken is voor Noord-Holland, met veel lutumarme ondergronden, het grootst. Hierop volgt Friesland, waar veel gronden liggen met knippige kleilagen en ondiepe veenlagen. In Zeeland is hun aandeel 35%, bestaande uit ondiep zand (plaatgronden), ondiep veen en ongunstige zware kleilagen. In Zuid-Holland bestaan de profielgebreken (ca. 20%) uit ondiep veen, in West-Brabant (18%) uit ondiep zand en ondiep veen, in Groningen (20%) uit ongunstige zware kleilagen en ondiep veen en in de Noordoostpolder (17%) uit ondiep lutumarm zand.

### **Bodemverdichtingen**

De ontwikkelingen in de landbouw na de Tweede Wereldoorlog hebben geleid tot een sterke mechanisatie, waarbij het berijden van de grond een algemeen verschijnsel is geworden. Hierdoor treden verdichtingen op in en onder de bouwvoor. Deze uiten zich in een afname van het totale poriënvolume van de grond en dus met een toename van het volumegewicht.

Er zijn verschillende vormen van bodemverdichtingen. De twee voornaamste zijn :

1. Ploegzoolvorming
2. Voorjaarsverdichtingen in de bouwvoor

**Ploegzoolvorming.** Een veel voorkomende bodemverdichting is de ploegzool.

Deze ontstaat na een aantal jaren van grondbewerking op dezelfde diepte met bijvoorbeeld een ploeg of een frees. Versmearing van grond, vooral als er onder natte omstandigheden wordt gewerkt, kan hierbij optreden. Het rijden in de open voor bij ploegen is eveneens van grote invloed op de ploegzoolvorming.

Op lichtere (lutumarme) gronden ontstaan eerder ploegzolen en komen meer ploegzolen voor dan op zwaardere (lutumrijkere) gronden (fig. 4).

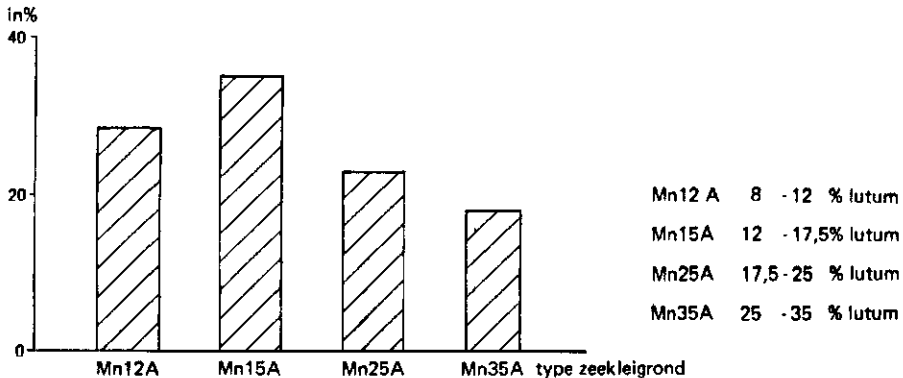


Fig. 4 Procentuele verdeling van het voorkomen van verdichtingen (ploegzolen) bij 4 typen kalkrijke zeekleigronden in het zuidwestelijk kleigebied (n = 175).

Vooral in lichtere grond kunnen bodemverdichtingen zich beter handhaven. In zwaardere gronden kunnen door optredende krimp in droge perioden en door vorstwerking in de winter ploegzolen gemakkelijker verdwijnen.

Bij gebruik van zware landbouwmachines, vooral oogstmachines, kan de grond plaatselijk door diepe insporingen sterk verdicht worden. Het verdichtingseffect reikt hierbij nl. dieper dan de normale ploegzool onder de bouwvoor. Ook hier wordt door normale grondbewerkingen de bouwvoor weer losgemaakt, maar de verdichtingen er onder blijven zitten.

Een aantal factoren speelt een rol bij het optreden van verdichtingseffecten, zoals eigenschappen van de grond, het vochtgehalte, de druk op de grond en het aantal passages en de snelheid waarmee een werktuig zich over de grond verplaatst. Bij berijden ontstaan er drukverschillen in de grond, die er oorzaak van zijn dat bodemdeeltjes zich verplaatsen. Dit stromingsproces verloopt gemakkelijker onder natte omstandigheden. Het onderling verplaatsen van bodemdeeltjes gaat gepaard met een afname van het poriënvolume.

De kenmerken en eigenschappen van ploegzolen kunnen in enkele punten worden samengevat:

- ze zijn aan een profielwand macroscopisch te onderscheiden van de lagen of horizonten er boven en er onder ;
- ze hebben een vaste, dichte structuur, een hoog volumegewicht vanwege een gering totaal poriënvolume (geen grote poriën) ;
- ze gaan vaak gepaard met roest- en reductieverschijnselen, enigszins afhankelijk van de aard van het materiaal ;
- ze hebben een beperkende doorlatendheid voor water met als gevolg waterstagnatie en zuurstofgebrek in de bouwvoor ;
- ze hebben een geringe diffusiesnelheid voor lucht, ook voor horizonten er onder met als gevolg slechte aeratie en zuurstofgebrek bij wortelademhaling ;
- ze hebben een hoge mechanische weerstand, belemmerend voor de wortelgroei ; mechanische weerstand of indringingsweerstand is te meten met behulp van een penetrometer of penetrograaf (fig. 5).



gebied Hoekse Waard  
nummer I 16  
datum 23 maart 1972

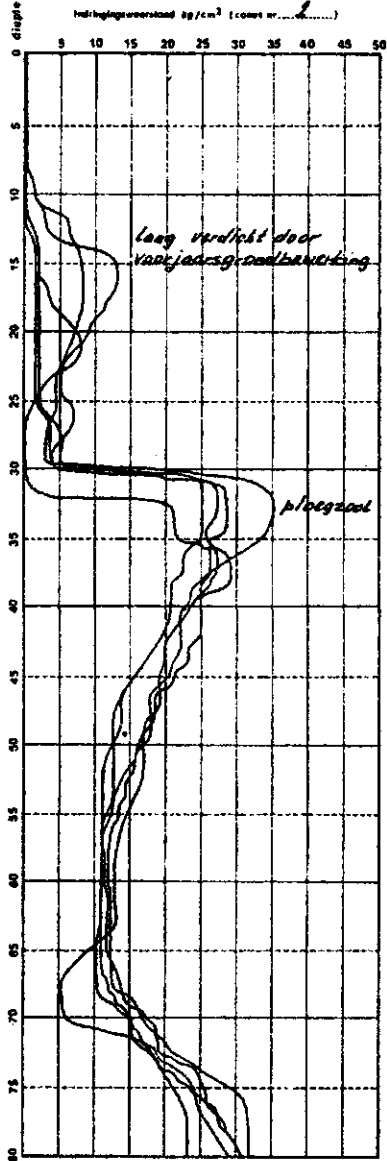


Fig. 5 Verband tussen conusweerstand (penetrometer) en verdichte horizonten in bovengrond van een zavelig kleiprofiel.

**Voorjaarsverdichtingen in de bouwvoor.** Het effect van ploegen, cultivateren en frezen uit zich in een verhoging van het grondoppervlak, waardoor het totale poriënvolume sterk toeneemt. In de loop van de winter en verder in het voorjaar wordt deze ophoging door de weersinvloeden en voorjaarsgrondbewerkingen ongedaan gemaakt. Dit betekent dat het gehalte aan lucht weer daalt; de in het najaar verkregen winst gaat dus weer verloren (fig. 6).

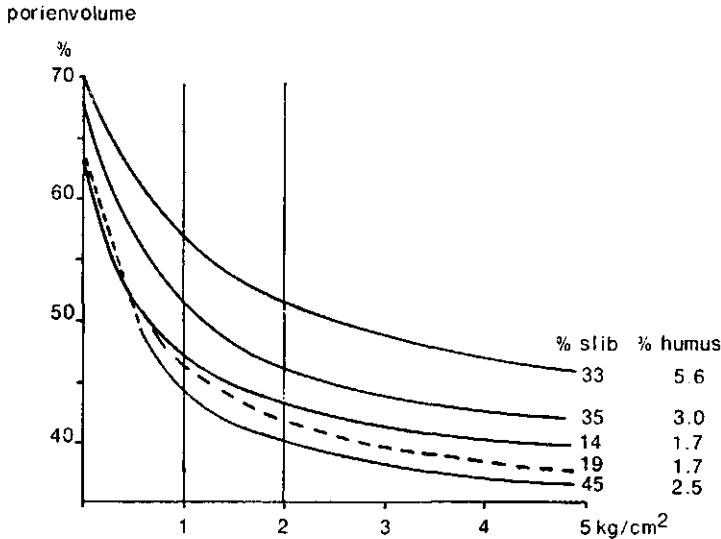


Fig. 6 Verband tussen de uitgeoefende druk en het poriënvolume, bij verschillende slib- en humusgehalten, (naar Kuipers 1958).

Het berijden van het land in het voorjaar met machines levert vaak verdichte laagjes op op een diepte van 5 à 15 cm beneden maaiveld (fig. 5). Is onder natte omstandigheden gewerkt, dan ontstaan er ook versmeringen, veelal op zaai- of pootdiepte. De versmeerde grond droogt later op als harde kluiten, die o.a. belemmerend zijn voor een goede wortelontwikkeling, vooral bij aardappelen.

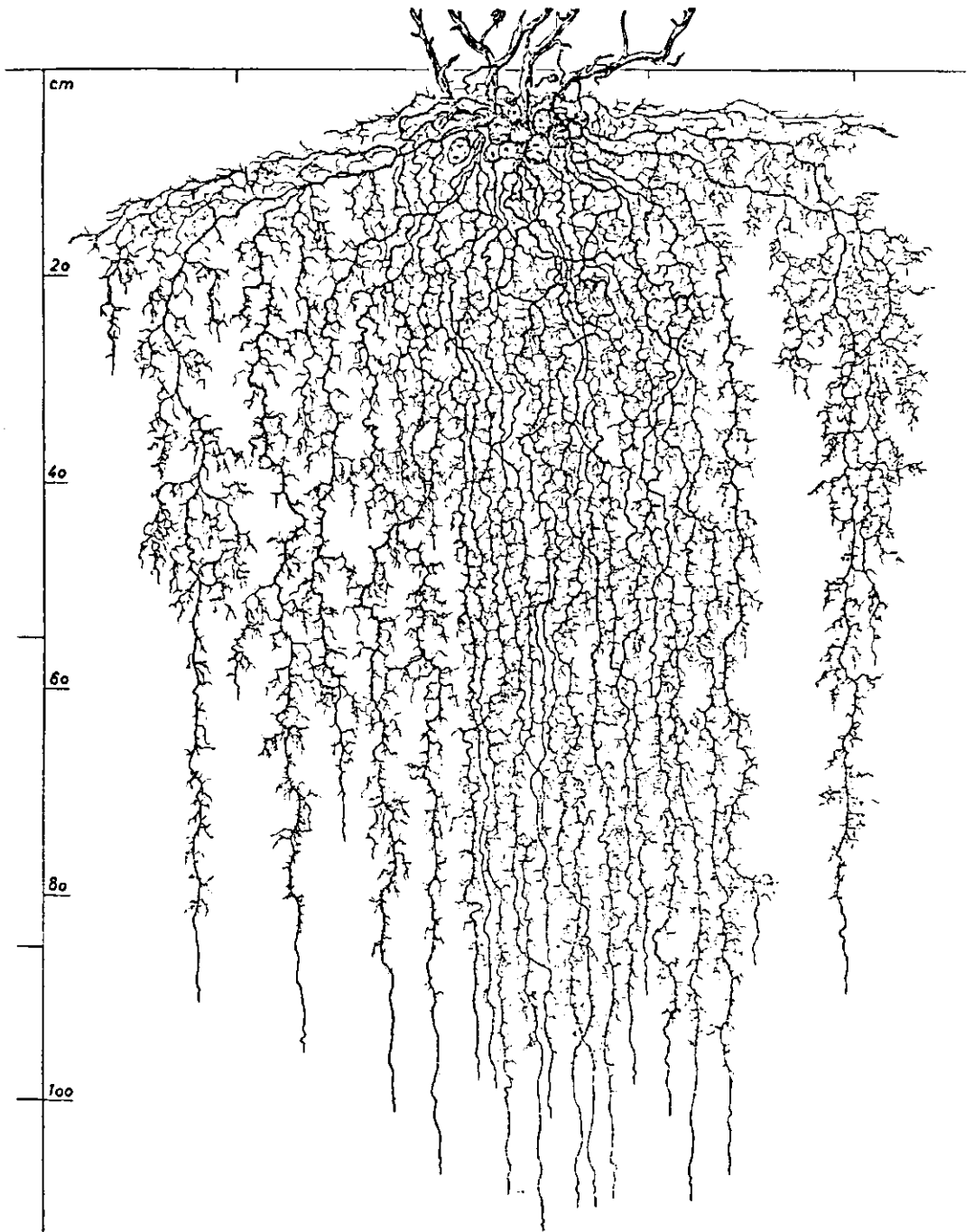
De gevaren van de mechanisatie en de vele voorjaarsgrondbewerkingen uiten zich o.a. in een achteruitgang van de structuur. Behalve in verdichtingen en versmeringen komt dit ook tot uiting in het optreden van slomp. Vooral de lichte gronden zijn daar sterk gevoelig voor.

### Bewortelbaarheid

Het wortelstelsel van aardappelen staat in de literatuur als vrij zwak bekend. De wortelgroei bij aardappelen wordt al beperkt door geringe in het bodemprofiel voorkomende storingen, zoals verdichtingen in en onder de bouwvoor. Bij verschillende gronden gaan aardappelwortels niet dieper dan 30-35 cm, maar bij gunstiger profielen is de bewortelingsdiepte veel groter.

Gaan we van een min of meer ideaal bodemprofiel uit, dan kan de ontwikkeling van het wortelstelsel van aardappelen als volgt worden gegeven.

Aanvankelijk groeien aardappelwortels min of meer horizontaal, waarvan sommige na korte tijd omlaag gaan, terwijl andere over langere afstanden horizontaal verder groeien om tenslotte omlaag af te buigen. De sterke horizontale wortelgroei vindt tot ca. 50 dagen na poten plaats (jeugd stadium). De horizontale uitgroei kan over een afstand van 50 à 100 cm plaatsvinden. Hierna gaat de plant dieper wortelen en bij een ongestoorde groei kunnen de wortels een diepte bereiken van ca. 120 cm beneden maaiveld (fig. 7).



*Fig. 7 Beworteling van een aardappelplant van 60 cm hoogte in juli.  
Ooivaaggrond op een grindrijke terrasafzetting. Kutschera, 1960.*

In de praktijk worden aardappels op ruggen geteeld. Aanvankelijk volgen de wortels bij de laterale uitbreiding de vorm van de rug, maar het verloop van de wortelontwikkeling is daarna dezelfde als hierboven genoemd.

Profielstoringen die in boven- en ondergrond voorkomen belemmeren de dieptegroei van aardappelwortels. Deze storingen kunnen in drie groepen worden onderscheiden :

1. storingen in de ondergrond
2. ploegzolen
3. voorjaarsverdichtingen in de bouwvoor.

**Storingen in de ondergrond.** Profielgebreken in de ondergrond kunnen in hoofdzaak onderscheiden worden in ondiepe zandlagen en ondergronden met veel zandige laagjes en lagen, ondiepe zware kleilagen met ongunstige eigenschappen en ondiepe veenlagen (fig. 3). Al deze ondergronden zijn door aardappelen slecht te bewortelen.

In humusarm zand, zoals dat in de ondergrond van plaatgronden voorkomt, worden de groeibelemmeringen veroorzaakt door mechanische weerstand. De indringingsweerstand van dit zand is hoog (>0,3 MPa). Tengevolge van de dichte pakking van het zand en het niet samendrukbaar zijn van de zandkorrels zijn de worteltoppen op de overgang naar het zand dan ook verdikt. Ook de zandige lagen en laagjes in de ondergrond van veel klei- en zavelgronden zijn veelal belemmerend voor een diepergaande beworteling (fig. 8).

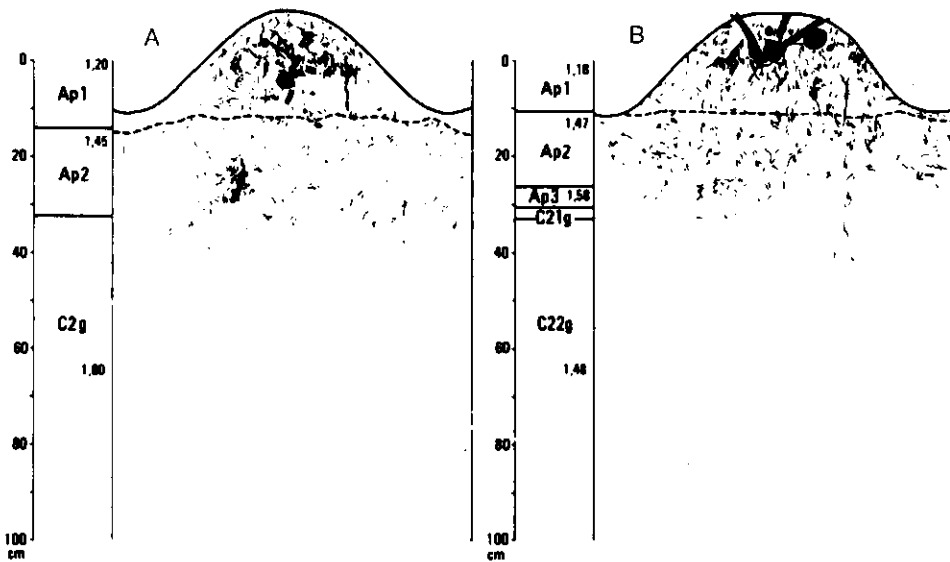


Fig. 8 Wortelbeelden van aardappelen in kalkrijke lichte zavelgrond ; opnamen juli/augustus 1972 ; Z.W.-zeekleigebied

a. met zandondergrond (plaatgrond)

b. met ploegzool

De getallen rechts van de horizontcodering zijn volumegewichten.

Compacte, zware kleilagen in de ondergrond met afwijkende fysische- en chemische eigenschappen zijn eveneens moeilijk doorwortelbaar. Veelal verkeert het gehalte aan lucht in deze lagen in het minimum en de verversing verloopt te langzaam. Kattekleivorming beperkt de beworteling in nog sterkere mate. Alleen in droge perioden kunnen in compacte kleilagen enkele wortels via verticaal verlopande krimp-scheuren nog wel eens dieper gaan.

Veen heeft veelal een te lage pH en is daardoor niet gemakkelijk te bewortelen. Veen onder kleidekken, dat ten gevolge van ontwateringsmaatregelen ingedroogd en gekrompen is, is veelal horizontaal gelaagd. Ook deze laagjes zijn meestal moeilijk te bewortelen, ook al hebben ze een iets hogere pH. Alleen via enkele gevormde verticaal verlopende krimpscheuren is enige diepergaande beworteling mogelijk. Veen onder kleidekken, dat veraard is, is goed bewortelbaar. In het algemeen zijn homogene zavel- en kleigronden tot diep in de ondergrond te bewortelen. Ook profielen, waarvan boven- en ondergrond uit zware klei zijn opgebouwd, welke goed ontwaterd zijn en een goede structuur hebben zijn diep bewortelbaar (fig. 9).

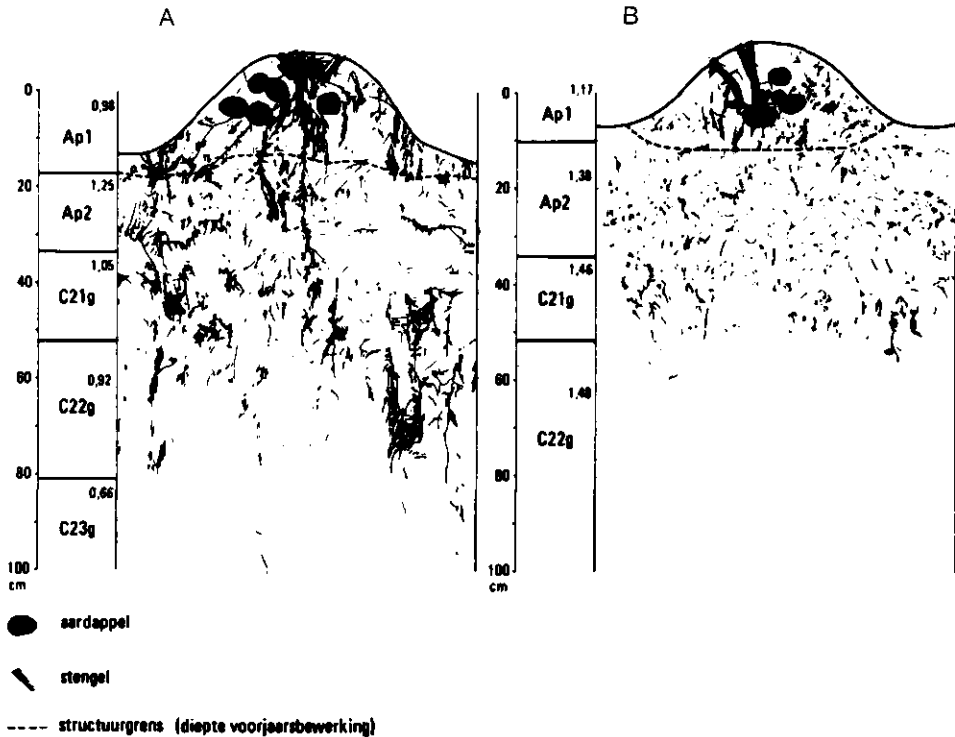


Fig. 9 Wortelbeelden van aardappelen in resp. kalkrijke zware kleigrond en kalkrijke lichte zavelgrond ; opnamen juli/augustus 1972  
 a. met verticale scheurenpatroon ; Proefboerderij De Schreef  
 b. zonder ploegzool ; Z.W.-zeekleigebied.

Bij de groep lichte klei- en zavelgronden komen evenwel profielverlopen voor, waarvan de ondergrond voor aardappelen niet volledig te bewortelen is. Het blijken dan gronden te zijn, waarvan de ondergrond uit een sponsstructuur bestaat. Het totale poriënvolume van deze structuur is voldoende groot, maar bevat weinig of geen verticaal verlopende gangen en poriën (fig. 10).

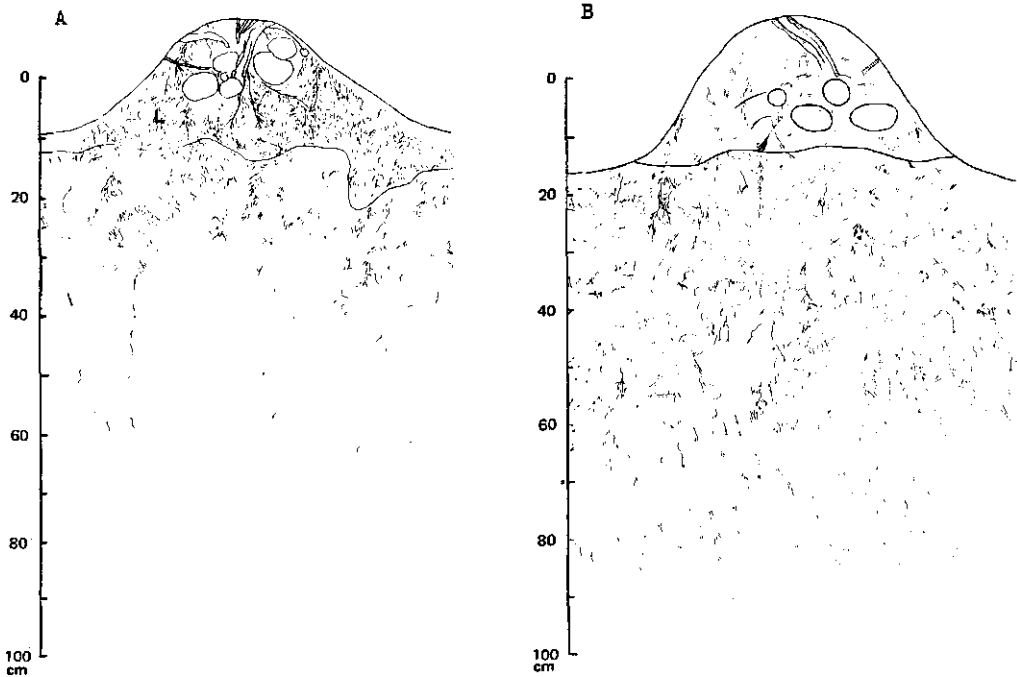


Fig. 10 Wortelbeelden van aardappelen op kalkrijke zavelgronden (Mn25A); opnamen augustus 1978  
 a. sponsstructuur (geen verticale gangen)  
 Proefboerderij Westmaas  
 b. verticale gangenstructuur  
 P.A.G.V. Lelystad

**Ploegzolen.** Ploegzolen belemmeren eveneens de wortelgroei bij aardappelen. De belemmering is soms zo groot dat in vele gevallen de meeste wortels vrijwel uitsluitend in de aardappelrug worden aangetroffen. De beperkte wortelontwikkeling wordt veroorzaakt door mechanische weerstand en/of onvolkomenheden in lucht-, water- en voedselvoorziening (fig. 11).

Uit verschillende onderzoeken is gebleken, dat voor de doorwortelbaarheid van de grond een voldoende aantal poriën met een diameter van 0,2 mm en groter aanwezig moet zijn. In dergelijke poriën kan de top van een wortel doordringen en kan de secundaire diktegroei zonder te veel weerstand te ondervinden, plaatsvinden.

Naast grote poriën komen in de grond ook kleine voor. De kleine houden het water vast en de grote zijn in de regel gevuld met lucht. De plant beschikt dan zowel over water als lucht, hetgeen voor de ontwikkeling en functionering van het wortelstelsel een vereiste is. Algemeen wordt aangenomen dat voor een goede luchtvoorziening de grond een met lucht gevuld poriënvolume moet hebben van ten minste 10%. Ploegzolen voldoen daar vaak niet aan, zeker niet bij te hoge grondwaterstanden.

In figuur 12 worden in combinatie met de structuurbeelden de verschillen in structuur en dichtheid van de verschillende horizonten weergegeven. De bovengrond heeft een kruimelstructuur, hetgeen blijkt uit de poriëngrootteverdeling en de lage indringingsweerstand (ca. 0,5 MPa). Bij de ploegzool (bovenin de C21 g-horizont) loopt de indringingsweerstand op tot 2,5 MPa en het totale poriënvolume neemt af tot ca. 5 volumeprocenten met daarin een geringe spreiding in de poriëngrootteverdeling. De niet verdichte C22g-horizont wordt gekenmerkt door een gatenstructuur wat de indringingsweerstand doet afnemen.

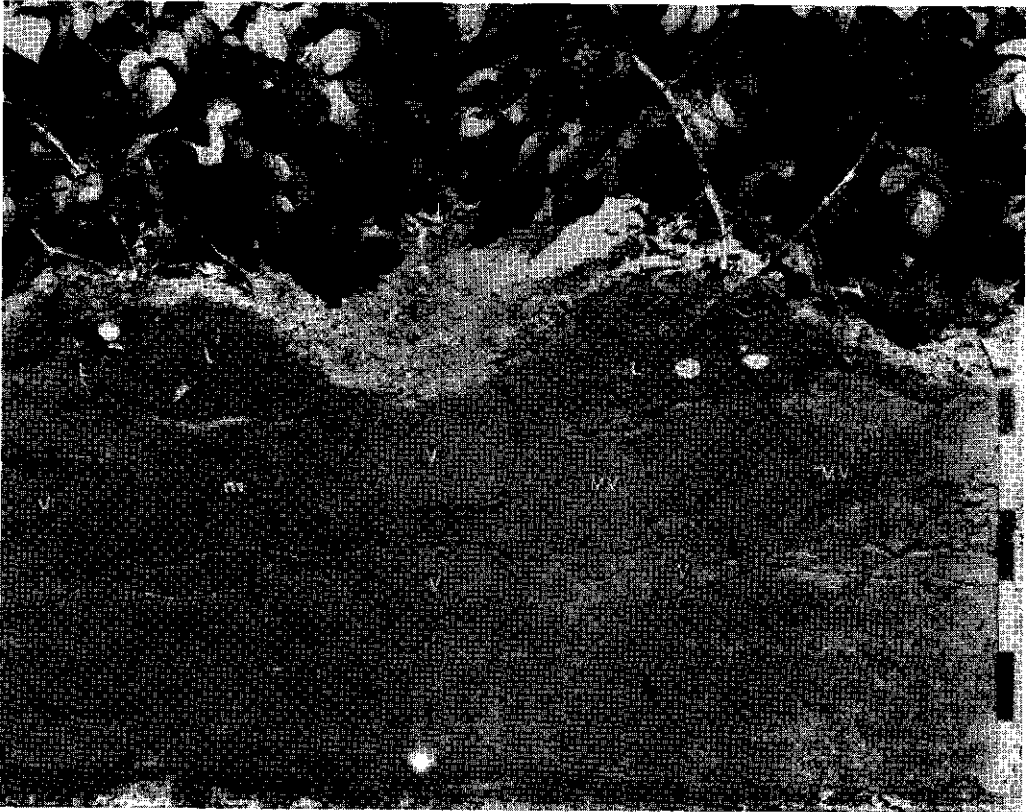


Fig. 11 Doorsnede van twee aardappelryggen op een proefveld van de proefboerderij Westmaas. Kalkrijke poldervaaggrond, Mn25A. Op ca. 30 cm diepte is een ploegzool aanwezig.  
 L = los, gemiddeld volumegewicht 1,18 in rug, daaronder 1,39  
 MV = matig vast, gemiddeld volumegewicht 1,45  
 V = vast, gemiddeld volumegewicht 1,58.

De indringingsweerstand of de mechanische weerstand van de grond is behalve van het poriënvolume ook afhankelijk van allerlei andere factoren, zoals de granulaire samenstelling, organische stofgehalte en vochtgehalte. Bij het bepalen van de mechanische weerstand is het gewenst, dat dit voor de verschillende gronden gebeurt bij één vochtgehalte, bijv. bij veldcapaciteit. De resultaten zijn dan nl. onderling vergelijkbaar.

Een duidelijk verband tussen gemeten indringingsweerstand en het poriënvolume wordt over het algemeen gevonden bij lutumarme gronden, zoals pleistoceen zand, duinzand en plaatsand. Dit materiaal wordt - wanneer het humusarm is - gekenmerkt door hoge indringingsweerstand,  $nI > 3$  MPa (30 kgf/cm<sup>2</sup>), overeenkomend met minder dan 40 volumeprocenten aan poriën. Dergelijke lagen in het bodemprofiel zijn niet meer te doorwortelen. De grens van niet meer bewortelbaar zijn ligt bij lutumhoudend materiaal lager. Resultaten van onderzoek naar de invloed van verdichtingen op de beworteling van consumptie-aardappelen op zavelgronden tonen aan dat ploegzolen met een indringingsweerstand van 2 à 2,5 MPa, gemeten bij veldcapaciteit, niet bewortelbaar zijn. Deze indringingsweerstand blijkt dan overeen te komen met 39 à 40 volumeprocenten aan poriën en een volumegewicht van 1,6.

In gronden met plastische eigenschappen kunnen in de loop van het seizoen veranderingen optreden met betrekking tot het poriënvolume.

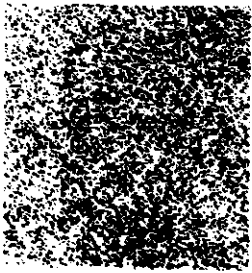
	Lutum %	Org. stof gehalte (gew. %)	Vol. gew. (g/cm <sup>3</sup> )	A - cijfer (vol. %)
Ap1	23	3,5	1,15	32,5
Ap2	23	3,5	1,20	32,9
C21g	15	1,9	1,49	23,7
C22g	11	1,0	1,36	25,9



Ap2 29 - 33,5 cm



C21g 35 - 39,5 cm



C22g 57,5 - 62 cm

1/2 cm

Grijs : gronddeeltjes, zwart : poriën

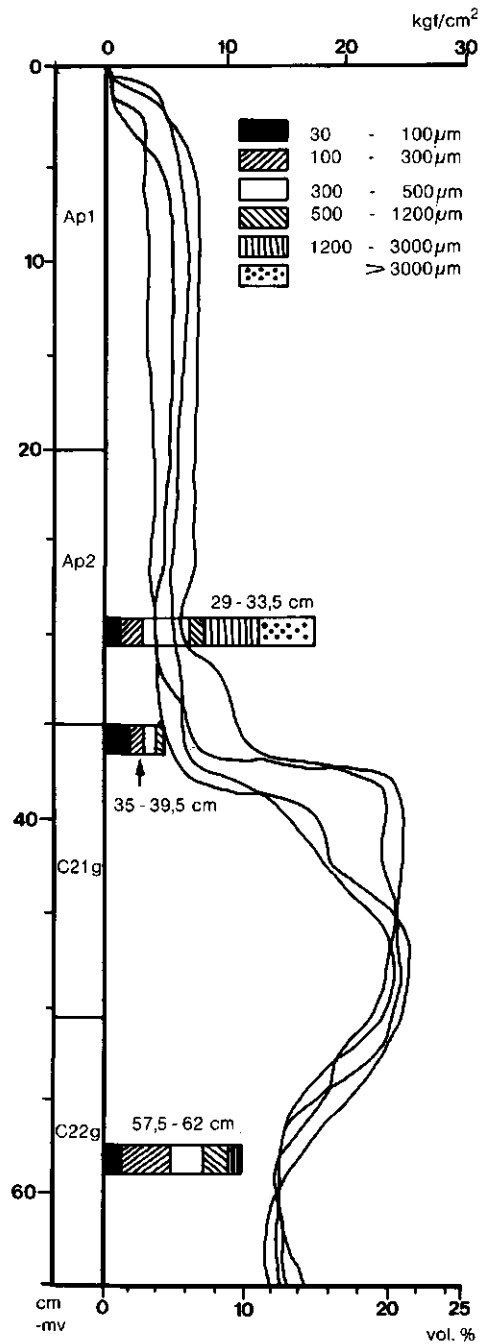


Fig. 12 Het verband tussen poriëngrootteverdelingen en indringingsweerstand van een kalkrijke zavelgrond (Mn25A).



In fig. 13 wordt het verband gegeven tussen de wortelontwikkeling van aardappelen en het luchtgehalte van de verschillende profiellagen in de grond gedurende het groeiseizoen. We zien dat de lagere luchtgehalten in de ploegzool (Ap3- en C21g-horizont) duidelijk gepaard gaan met afnemering van het aantal wortels.

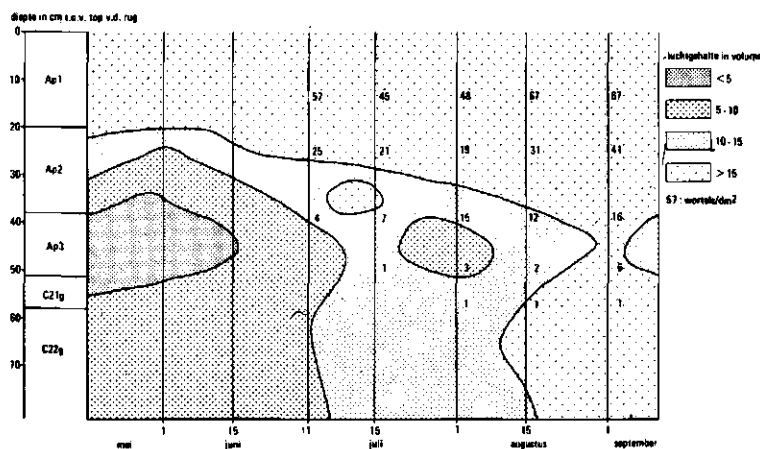


Fig. 13 Het verband tussen de wortelontwikkeling van consumptie-aardappelen en het luchtgehalte tijdens het groeiseizoen in de verschillende horizonten van het bodemprofiel (lichte zavelgrond).

**Voorjaarsverdichtingen in de bouwvoor.** Versmeerde en verdichte laagjes ontstaan bij voorjaarswerkzaamheden en als die tot harde kluiten zijn opgedroogd, geven ze veelal aanleiding tot de vorming van minder wortels. Allereerst wordt de wortelontwikkeling geremd door zuurstofgebrek in de bouwvoor. Zuurstofgebrek kan geconstateerd worden aan de min of meer blauwe reductiekleuren in de bovengrond. Later na opdroging blijkt, dat harde kluiten moeilijk te bewortelen zijn (tabel 1).

Tabel 1. De bewortelingsintensiteit van de Ap2-horizont van een zware zavelgrond met voorjaarsverdichtingen in verschillende mate in de bouwvoor (Proefboerderij Westmaas, 1977).

mate van voorjaars- verdichting	profielbreedte van 70 cm					gemiddeld aantal wortels per dm <sup>2</sup>
	vaste grond (kluiten) oppervl. in dm <sup>2</sup>	matig vaste en losse grond		totale oppervlakte Ap2- horizont		
		aantal wortels per dm <sup>2</sup>	oppervl. in dm <sup>2</sup>			
sterk	2,50	7	8,50	22	11,00	19
matig	1,50	10	11,00	40	12,50	36
weinig	-	-	14,00	50	14,00	50

De wortelgroei wordt dan door een te grote mechanische weerstand van de kluiten belemmerd. Een minder goede wortelontwikkeling in de beginfase heeft veelal tot gevolg, dat het wortelstelsel zich moeilijk uitbreidt naar de diepte, vooral als onder de bouwvoor nog verdichtingen voorkomen in de vorm van ploegzolen.

Tijdens de groei onttrekt het gewas water aan de grond, waardoor het luchtgehalte dieper in de grond kan toenemen. Hierdoor kan de beworteling zich naar de diepte uitbreiden. Een wortelontwikkeling die in de bouwvoor traag verloopt, brengt met zich mee dat de vochtonttrekking in de diepere lagen op een later tijdstip plaatsvindt. Is er een ploegzool aanwezig dan ontstaan er in die laag enkele kripscheuren, waarin beworteling mogelijk is. Een algehele doorworteling van de ploegzool blijft evenwel, zoals we gezien hebben, achterwege omdat de mechanische weerstand ervan een onoverkomelijke barrière blijkt te zijn.

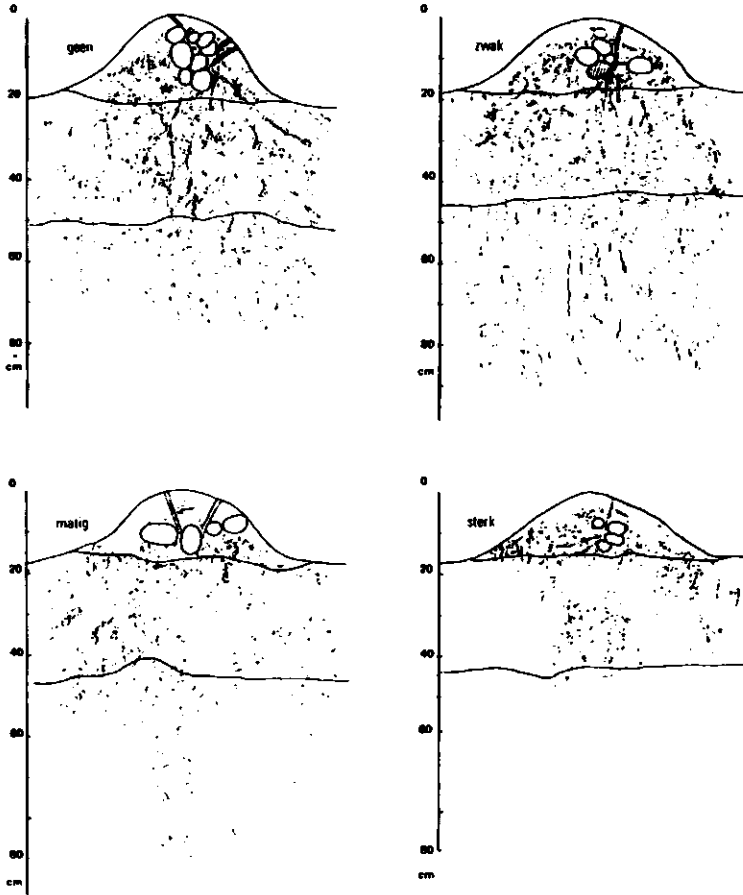


Fig. 14 Wortelbeelden van aardappelen in een kalkrijke zavelgrond. Opname 21-7-'77  
 Proefboerderij Prof. J.M. van Bemmelenhoeve. Verdichtingen in de bouwvoor.  
 Links boven : geen      rechtsboven : zwak  
 Links onder : matig      rechtsonder : sterk.

### Gewasontwikkeling

Verdichtingen in het bodemprofiel komen in de bovengrondse ontwikkeling van de aardappelplant tot uiting. De bovengrondse groeiverschillen kunnen bij de aardappel al vroeg in het groeiseizoen optreden. Een grond met verdichtingen blijkt minder snel bedekt te worden dan een grond zonder verdichtingen.

Door de tragere wortelontwikkeling wordt de opname van water en voedingsstoffen vermindert. Dit heeft een tragere groei van het loof tot gevolg.

De vochtvoorziening van het gewas hangt nauw samen met de bewortelingsdiepte. Is deze beperkt, dan komt de vochtvoorziening in droge perioden in gevaar. Vooral aardappelen zijn gevoelig voor groeistagnaties. Bij gronden met sterke verdichtingen komt dit meestal tot uiting in het optreden van knolgebreken, zoals groeischeuren, misvormde knollen en doorwas.

Doorwas ontstaat als gevolg van hoge bodemtemperaturen. Bij een onbedekte grond lopen de bodemtemperaturen hoger op dan bij een goede bodembedekking. Uit een onderzoek in 1976 op het PAGV te Lelystad blijkt van welke invloed de grondbedekking kan zijn op het optreden van doorwas (tabel 2).

Tabel 2. Verband tussen grondbedekking en het optreden van doorwas (PAGV-Lelystad).

	bouwvoor : niet verdicht	niet verdicht met beregening	matig verdicht	sterk verdicht
grondbedekking in % van de oppervlakte (29-6-'76)	85	97	76	65
knollen met spruiten (12-7-'76)	18	0	40	70

De verschillen in loofontwikkeling kunnen in de loop van het groeiseizoen vervagen als gevolg van neerslag, doorworteling van diepere lagen en hernieuwde loofontwikkeling bij doorwas. Bij onderlinge vergelijking van gronden met en zonder verdichtingen blijkt echter wel, dat die zonder verdichtingen de grootste hoeveelheden loof produceren. Op verdichte grond zijn het bladoppervlak en het aantal stengels per plant doorgaans iets kleiner en blijven de stengels korter dan op niet-verdichte gronden.

Grote verschillen kunnen in de regel optreden tegen het einde van het groeiseizoen en in de afrijpingsperioden. Op gronden zonder verdichtingen blijft het loof het langst groen. Het afsterven, vaak pleksgewijs, vindt op gronden met verdichtingen in een vroeger stadium plaats dan op gronden waarin geen verdichtingen voorkomen.

## **Slotbeschouwing**

Beperkingen van de grond voor de teelt van aardappelen worden veroorzaakt door storende ondergronden en bodemverdichtingen in en onder de bouwvoor. Ondergronden van lichte klei- en zavelgronden, die geen verticaal doorlopende gangenstructuur bevatten en voor aardappelen moeilijk te bewortelen zijn, worden niet als storend aangemerkt, aangezien ze voor andere landbouwgewassen wel te bewortelen zijn.

De beperkingen door storende ondergronden zou men kunnen opheffen door het uitvoeren van grondverbeteringen, zoals bijv. bij plaatgronden. Het zijn ingrepen, die meestal niet door de grondgebruiker zelf worden uitgevoerd.

Wat de bodemverdichting betreft zou het advies kunnen luiden: "Probeer deze zoveel mogelijk te voorkomen". De voorjaarswerkzaamheden zou men onder de meest gunstige omstandigheden moeten uitvoeren. Het voorkomen van ploegzolen bij de huidige mechanisatie is aanmerkelijk moeilijker te realiseren. De zavel- en lichte kleigronden, die vanwege hun goede verkruielbaarheid en rooibaarheid het meest geschikt zijn voor de aardappelteelt, zijn nu juist het meest gevoelig voor het ontstaan van ploegzolen.

Ploegzolen komen veel voor en de vraag "wat we er mee aan moeten", kunnen we niet uit de weg gaan. De beantwoording van deze vraag lijkt eenvoudig: "Ruim ze maar op". En toch ..., zo eenvoudig is het niet!

Allereerst dienen we ons af te vragen of we veel baat hebben bij het breken van ploegzolen, waarvan de horizonten en lagen eronder niet bewortelbaar zijn. Het betreft hier niet alleen gronden met storende ondergronden, maar ook lichte klei- en zavelgronden zonder een verticaal doorlopende gangenstructuur in de ondergrond. De ondergrond van de eerste gronden is behalve voor aardappelen ook niet bewortelbaar voor andere landbouwgewassen, terwijl die van de laatste gronden wel bewortelbaar is voor granen, suikerbieten, enz. Ook de ploegzool van de laatste gronden, wanneer deze niet te sterk verdicht is, is veelal nog wel doorwortelbaar voor die gewassen. Het breken van de ploegzool op deze gronden levert dan ook weinig winst op, hetgeen uit proeven op de proefboerderij Westmaas duidelijk is gebleken. Wil men op dergelijke gronden verbeteringen aanbrengen voor de aardappelteelt, dan zal ook de ondergrond los gemaakt moeten worden.

Om na te gaan in hoeverre dit laatste verantwoord is, zijn in het zuidwesten enkele proeven aangelegd. Uit voorlopige gegevens blijkt nu al, dat dit voor zeer lichte zavelgronden, die over het algemeen meer stempgevoelig zijn, niet verantwoord is. Op zwaardere gronden blijkt, dat deze na losmaken na verloop van tijd weer gaan verdichten.

Het losmaken van ploegzolen in lichte klei- en zavelgronden, waarvan de ondergrond wel bewortelbaar is, dient in overweging te worden genomen. Welke apparatuur hierbij gebruikt moet worden, blijft hier buiten beschouwing. Wel kan worden opgemerkt, dat het losmaken van ploegzolen onder de meest gunstige omstandigheden moet worden uitgevoerd, nl. onder droge omstandigheden na een vroege oogst. Anders komt men "van de regen in de drup". Het bewerken van grond onder de bouwvoor in een te vochtige toestand kan versmering en vervorming van het bodemmateriaal met zich meebrengen. Voordat men tot breken van ploegzolen overgaat, is deskundige voorlichting gewenst. Allereerst zal men zeker moeten weten of er een ploegzool aanwezig is, en zo ja, in welke mate deze verdicht is, en tenslotte zal men ook moeten nagaan of de horizonten en lagen eronder bewortelbaar zijn. Een eenmaal losgemaakte ploegzool gaat na verloop van enkele jaren weer verdichten en zal dan opnieuw losgemaakt moeten worden.

## **Literatuur**

- Boone, F.A., J. Bouma, C.D. van Loon and L.A.H. de Smet, 1978 :** A case study on the effect of soil compaction on potato growth in a loamy sand soil  
1. Physical measurements and rooting patterns  
2. Potato plant responses  
Neth. Journ. Agric. Sci., 26, 405-429.
- Ovaa, I. and L.A.H. de Smet, 1982 :** The effects of root growth relating to soil profile and tillage systems.  
Tussentijds verslag nr. 28 ; Stiboka, project 159.34.
- Ovaa, I. en G.A. van Soesbergen, 1978 :** Het effect van diepe grondbewerking op de wortelontwikkeling van akkerbouwgewassen op klei- en zavelgronden.  
Tussentijds verslag nr. 4 ; Stiboka. project 092.34.
- PAGV, Stiboka, LH, 1975 :** De invloed van verdichtingen in en onder de bouwvoor van een zavelgrond op de wortel-, knol- en loofontwikkeling van consumptie-aardappelen in 1973.  
Rapport.
- Soesbergen, G.A. van, en J.F. Houwing, 1978 :** Bodemverdichtingen beperken aardappel-opbrengst.  
Stiboka, 1965 : De bodem van Nederland.  
Toelichting bij de Bodemkaart van Nederland, 1 : 200.000, Wageningen.
- Stiboka, 1971 :** De Stichting voor Bodemkartering in 1971.  
Beknopt jaarverslag, Wageningen.
- Wiersum, L.K., 1957 :** Problemen en methodiek van fysiologisch-oecologisch wortelonderzoek.  
T.N.O.-Nieuws 12, 1 : 8-11.
- Wiersum, L.K., 1975 :** The relationship of the size and structural rigidity of pores to their penetration by roots.  
Plant and Soil IX, 1 : 75-85.
- Wind, G.P., 1967 :** Root growth in acid soils.  
Neth. Journ. of Agric. Sci. 15 : 259-266.

# Mogelijkheden om grotere knollen te produceren

Ir. C.B. Bus, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volleggrond (PAGV), Lelystad

De prijs van grove consumptie-aardappelen (50 mm opwaarts) is de laatste jaren steeds hoger dan van de maat 35/50 mm. Deze hogere prijs wordt veroorzaakt door de toenemende behoefte van de verwerkende industrie aan frites-aardappelen.

Aleen al in Nederland is de industrieel verwerkte hoeveelheid van 1971 tot 1982 met ca. 500.000 ton toegenomen. Daarnaast wordt door het buitenland steeds meer Nederlandse aardappelen voor verwerking tot o.a. frites afgenomen. Dit heeft er toe geleid dat momenteel 75 tot 85% van alle in ons land geteelde Bintje consumptie-aardappelen boven de 50 mm naar de verwerkende industrie gaat. In deze bijdrage willen we trachten aan te geven hoe de teler op de toenemende vraag naar grotere knollen kan inspelen.

Grotere knollen kunnen worden verkregen door:

1. te streven naar een zo groot mogelijke bruto opbrengst per hectare;
2. beperking van het aantal knollen per m<sup>2</sup>;
3. rassen te telen die de eigenschap hebben een groot aandeel grove knollen te produceren.

## 1. Een hoge opbrengst

Naarmate van een perceel aardappelen de knolopbrengst toeneemt, neemt ook de hoeveelheid grove knollen toe. Dit kan worden gedemonstreerd aan de hand van het groeiverloop op het PAGV-bedrijf te Lelystad in 1982.

(fig. 1.)

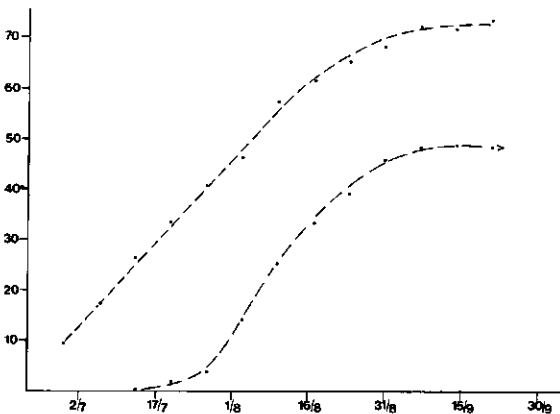


Fig. 1 Ontwikkeling van de totale opbrengst en van de opbrengst  $\geq 50$  mm bij het ras Bintje te Lelystad in 1982. (40.000 planten/ha ; 6,6 stengels per plant/m<sup>2</sup> ; 225 kg N/ha)

Het betreft een perceel waarop overigens pas tweemaal eerder (poot)aardappelen geteeld werden. Vanaf begin augustus bestond de opbrengsttoename bijna uitsluitend uit een toename van de hoeveelheid grove knollen.

Dank zij de hoge eindopbrengst van 72 ton/ha groeide 2/3 (48 ton) uit tot frites-aardappelen (> 50 mm), ondanks de hoge stengeldichtheid (26 stengels/m<sup>2</sup>). Zou de groei echter bij 50 ton/ha gestopt zijn, dan had maar 35% grove aardappelen geogst kunnen worden.

Een ander voorbeeld waaruit blijkt dat een hoge opbrengst leidt tot veel grove aardappelen is te zien in figuur 2. Hierin is de totale bruto opbrengst uitgezet tegen de netto opbrengst boven 50 mm op 49 bedrijven die in 1980 meededen aan het bedrijfsvergelijkend onderzoek bij consumptie-aardappelen, ras: Bintje, in de Hoekse Waard. Uit deze figuur blijkt dat globaal iedere ton aardappelen die er meer groeide dan 20 ton per ha een ton netto grove aardappelen betekende. In 1980 was het aantal stengels en knollen relatief gering en daarom was ook het aantal knollen in de maat 35/50 mm beperkt. In jaren met een ander stengel- en knollenaantal en ook afhankelijk van de hoeveelheid uitschot, zal de lijn iets anders verlopen. Maar het principe zal gelijk blijven: nl. verhoging van de bruto opbrengst leidt tot meer grove knollen.

Voor maatregelen die kunnen leiden tot verhoging van de bruto opbrengst bij consumptie-aardappelen wordt verwezen naar de inleiding van Ir C.D. van Loon.

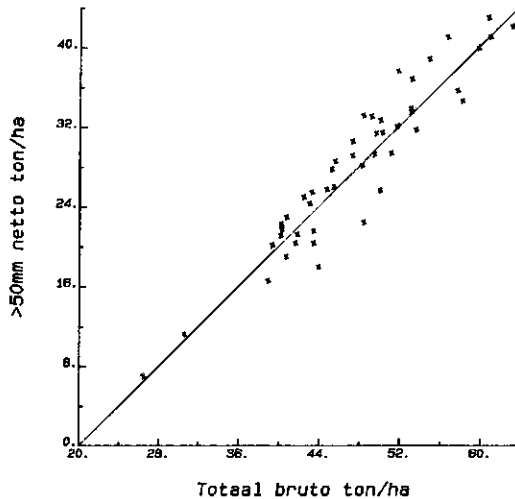


Fig. 2 Relatie tussen de totale bruto-opbrengst en  $\geq 50$  mm netto bij consumptie-aardappelen van het ras Bintje op 49 bedrijven in 1980 in de Hoekse Waard.

## 2. Beperking van het aantal knollen per m<sup>2</sup>

Het aantal knollen per m<sup>2</sup> hangt af van het aantal stengels per m<sup>2</sup> en het aantal knollen per stengel. Het aantal knollen per stengel hangt af van het aantal stengels per m<sup>2</sup>, de stengelverdeling, het ras, de grond- en weersomstandigheden bij de knolaanleg en het begin van de knolgroei en het optreden van ziekten zoals bijv. Rhizoctonia. Door Rhizoctonia kan de totale opbrengst verlaagd worden; de sortering wordt onregelmatiger en de hoeveelheid uitschot neemt toe.

De omstandigheden in de grond zijn slechts in beperkte mate te beïnvloeden. In het algemeen is het zo dat naarmate de aardappelrug bij de knolaanleg en direct daarna meer fijne grond bevat en vochtiger is, er meer knollen worden gevormd. Vooral bij een gering aantal stengels per m<sup>2</sup> leidt een regelmatiger verdeling van de stengels tot enige verhoging van het aantal uitgroeiende knollen.

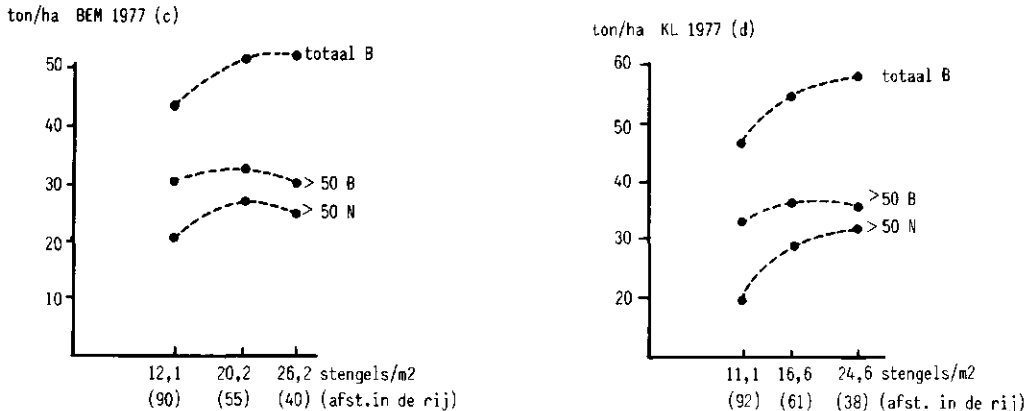
Het aantal stengels per m<sup>2</sup> is wel te beïnvloeden. Het kan worden beperkt door:

- a. vergroting van de plantafstand en
- b. beperking van het aantal stengels per poter.

Dit laatste kan geschieden door:

- b1. een kleinere potermaat te gebruiken en
- b2. door het pootgoed zodanig te bewaren en behandelen dat er zich weinig stengels per poter ontwikkelen.

**a. Vergroting van de plantafstand.** Door de plantafstand te vergroten neemt het aantal planten en stengels evenals het aantal knollen per oppervlakte-eenheid af. Vergroting van de plantafstand zal dan ook - als althans de totale knolopbrengst weinig verandert - tot een grotere hoeveelheid grove knollen leiden. In 1975 t/m 1977 zijn door het PAGV in een viertal gebieden proeven genomen waarin het effect van grotere plantafstanden voor het ras Bintje is nagegaan. In al deze proeven is gebruik gemaakt van poters van de maat 40/45 die met korte witte kiemen werden gepoot. Er werden veel kiemen per poter gevormd. Dit leidde tot veel stengels per plant en tot grote afstanden tussen de planten bij de nagestreefde lage stengeldichtheden per m<sup>2</sup>. Er werden in totaal 11 proeven genomen. De resultaten van de afzonderlijke proeven waren nogal wisselend, mede door het optreden van doorwas in 1975 en 1976. Daarom zijn voor weergave van de resultaten twee proeven gekozen die in 1977 genomen werden (figuur 3).



Figuur 3. Verloop van de totale opbrengst en van de sortering boven 50 mm bruto en netto bij verschillende stengeldichtheden.

BEM : Wieringerwerf 30% afslibbaar.

KL : Biddinghuizen 48% afslibbaar.

De stengelverdeling over de ruggen (zie de stengelaantallen per m<sup>2</sup> en de hierbij toegepaste plantafstanden in de rij op de horizontale as) is in de proeven zeer onregelmatig geweest, een gevolg van het grote aantal stengels per poter (7 à 8). Hiermee dient rekening te worden gehouden bij het beoordelen van de resultaten. Bij de hier toegepaste plantafstanden nam bij de proef BEM 1977 de totale opbrengst van 26 naar 20 stengels/m<sup>2</sup> nauwelijks (0,6 ton/ha) af, terwijl de netto-opbrengst boven 50 mm iets (1,8 ton/ha) toenam. Bij de proef KL 1977 namen met het toenemen van de plantafstand zowel de totale opbrengst als de netto-opbrengst boven 50 mm af. Uit het uiteenlopen van de lijnen 50 mm netto en 50 mm bruto blijkt dat met het toenemen van de plantafstand het aandeel misvormde en groene knollen in deze maat sterk toenam.

Dit is een algemeen beeld. Naarmate - door welke oorzaak ook - de knolgrootte toeneemt, neemt ook het percentage misvormde knollen toe. In tabel 1 wordt dit gedemonstreerd.



Tabel 1. Invloed van de knolgrootte op het % misvorming (PAGV-bedrijf, 1981).

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

Het is daarom niet verstandig bij de teelt te streven naar een zo grof mogelijk produkt. Beter is het te trachten een zo groot mogelijk aandeel in de maat 50 tot 70 mm te verkrijgen.

Behalve dat bij de zeer grote knollen meer misvormingen voorkomen, zijn deze grote knollen extra kwetsbaar bij de oogst en bij het transport. Door hun grootte en gewicht worden ze erg gemakkelijk beschadigd door rooischaren, door opvoer- en zeefkettingen en bij het vallen van transportbanden, etc.

De conclusie uit deze 11 proeven is dan ook dat het in het algemeen bij de teelt van frites-aardappelen weinig zinvol is te streven naar een lagere stengeldichtheid dan 16-20 stengels per m<sup>2</sup>, omdat de kans op veel knolmisvorming dan te groot wordt. Dit geldt vooral voor de knollen > 50 mm, maar daarnaast ook voor de sortering 35/50 mm.

Alleen op goed vochtleverende aardappelgronden, met een regelmatige groei en waar men bij ervaring weinig last heeft van knolmisvorming, zou men bij een duidelijk te verwachten prijsverschil tussen de maten 35/50 en > 50 mm opwaarts met voordeel wat ruimer kunnen poten. Dit geldt eveneens voor bedrijven waar door middel van beregening het gewas regelmatig van voldoende vocht kan worden voorzien.

**b1. Gebruik van een kleinere potermaat.** Kleine poters hebben als nadeel dat zij trager opkomen en zich langzamer ontwikkelen. Onder ongunstige groei-omstandigheden, zoals een grove structuur van het pootbed (zware grond), droogte na het poten, nachtvorst etc., wordt dit nadeel t.o.v. grotere poters nog extra geaccentueerd.

Uit een aantal proeven met Bintje, genomen in de zestiger jaren in de Noordoostpolder bleek dat vooral op zwaardere grond zowel de totaal-opbrengst als de opbrengst in de maat > 40 mm toenam bij het gebruik van grotere poters. Dit was zelfs bij vergelijkbare stengeldichtheden het geval.

De aanvankelijke groeivertraging betekent in de regel wel dat deze gewassen langer groen blijven aan het eind van het seizoen. Dit kan er vooral op lichtere gronden, waar niet vroeg behoeft te worden doodgespoten, toe leiden dat de produktieachterstand wordt ingelopen.

In 1981 en 1982 zijn door het PAGV en regionale onderzoekcentra 6 proeven genomen waarin het effect van de potermaat 28/35 en 35/45 mm op de netto afleverbare opbrengst (totaal en 50 mm opwaarts) is vergeleken. In deze proeven is het pootgoed in alle gevallen met korte witte kiemen gepoot in een plantverband van 38 x 75 cm (=35000 planten/ha) en rijp geogst (tabel 2).

Uit deze proefresultaten blijkt dat kleinere poters (28/35) bij vergelijkbare plantafstand 1 tot 3 ton per ha minder totaal afleverbaar produkt leverden dan poters van de maat 35/45 mm. De hoeveelheid netto 50 mm opwaarts was echter in 4 van de 6 gevallen wel groter bij de kleine potermaat. De pootgoedkosten mede in aanmerking genomen, zal het financieel rendement van de maat 28/35 en 35/45 in 4 van deze 6 proeven niet veel verschillen.

In het algemeen moet echter het gebruik van kleine poters vooral op zware grond ontraden worden om de volgende redenen :

Tabel 2. Opbrengst, netto afleverbaar totaal en > 50 mm en het aantal stengels per m<sup>2</sup> bij pootgoed met de potermaat 28/35 en 35/45 mm ; ras Bintje, rijp geoogst, plantverband 38 x 75 cm, in 6 proeven.

jaar	proef	potermaat 28/35 mm			potermaat 35/45 mm		
		stengels /m <sup>2</sup>	kg/are		stengels /m <sup>2</sup>	kg/are	
			totaal	> 50		totaal	> 50
1981	PAGV 680	13	708	583	19	731	566
	KL 469	14	652	440*	17	679	480*
	RH 730	18	506	315	26	531	287
1982	PAGV 791	13	628	465	21	641	443
	KL 515	16	585	471	22	597	442
	WS 467	17	479	376	22	513	385

\*> 55 mm i.p.v. > 50 mm.

1. de totale afleverbare opbrengst is veelal lager
2. het gewas is kwetsbaarder bij bijv. nachtvorst, Rhizoctonia e.d.
3. de opkomst is trager en
4. het gewas rijpt later af

Bij een grotere stengeldichtheid van kleine poters, waardoor een vergelijkbare stengeldichtheid wordt verkregen als bij grote poters, zal het totale opbrengstverschil geringer zijn, maar daar staat tegenover dat de hoeveelheid grove knollen dan als regel ook lager zal zijn.

## **b2. Beperking van het aantal stengels per poter door de wijze van voorbehandeling.**

Een geringe stengeldichtheid kan ook worden verkregen door het gebruik van grotere poters met minder kiemen per knol. De verdeling van de stengels over de rij is dan regelmatig en t.o.v. klein pootgoed zien we een vlottere beginontwikkeling. De vraag is alleen hoe een gering aantal stengels bij grotere poters is te bereiken.

*Voorkiemen.* In proeven van zo'n 15 jaar en langer geleden werden bij voorgekiemd pootgoed van de maat 35/45 mm van het ras Bintje dikwijls ca. 4-5 stengels per poter gevonden. Tegenwoordig zien we in de praktijk bij de huidige voorbehandelingsmethoden echter vaak 5-8 stengels per poter.

Bij vergelijking van het aantal stengels dat groeit uit een poter die in het licht in een poterbak is voorgekiemd ten opzichte van een poter die in het donker is gekiemd blijkt in recente proeven dat het aantal stengels niet duidelijk verschilt. Soms is het aantal stengels bij in het licht voorgekiemd pootgoed zelfs hoger. Meestal zijn ze ongeveer gelijk of is het aantal stengels per plant bij in het donker gekiemd pootgoed iets hoger.

Uit het eerder genoemde bedrijfsvergelijkende onderzoek in de Hoekse Waard bij het ras Bintje bleek, dat met het voorkiemen in poterbakjes in het licht en bewaring in jute zakken tot het poten de volgende gemiddelde aantallen stengels per plant werden verkregen : in 1979 7,2 resp. 6,9 en in 1980 5,5 resp. 5,2. In beide jaren gaf dus het pootgoed dat in het licht in poterbakjes was

voorgekiemd, meer stengels per plant dan in het donker bewaard pootgoed. Hierbij kan de mate waarin bij het poten kiembeschadiging optrad bij wel en niet voorgekiemd pootgoed een rol gespeeld hebben.

In het verleden is gebleken dat ten behoeve van de pootgoedteelt de meeste kiemen per poter werden verkregen door het pootgoed zo lang mogelijk kiemvrij te bewaren en vervolgens een warmtestoot te geven. Daarom zou een beperking van het aantal kiemen per poter mogelijk moeten zijn door de temperatuur van pootgoed dat koud is bewaard, langzaam op te voeren zodat minder ogen uitlopen.

In een proef in 1982 op het PAGV-bedrijf met Bintje pootgoed maat 35/45 dat op 15/3 iets "los" was en vervolgens zonder warmtestoot in het licht is voorgekiemd bleek evenwel dat hieruit toch gemiddeld 7 stengels/plant groeiden.

*Bewaarmethoden.* Uit een aantal proeven met verschillende bewaartemperaturen (2-6°C) en bewaarmethoden (m<sup>3</sup>-kisten; jute zakken) en (zodanig) een of meerdere keren afkiemen met het ras Bintje bleek geen duidelijke invloed op het aantal stengels, de opbrengst en de sortering. *Topspruitdominantie.* Een methode zou kunnen zijn, het pootgoed in de herfst te laten voorkiemen en als de kiemen voldoende ontwikkeld zijn, terugkoelen tot ca. 5°C tot ca. half maart en vervolgens buiten in het licht afharderen. In oktober/november is de topspruitdominantie n.l. nog sterk, zodat weinig ogen uitlopen. Ook dit is in 1982, hoewel op iets andere wijze, geprobeerd. Het pootgoed is toen in december en januari in het licht voorgekiemd, in februari en maart bij 3°C bewaard en vervolgens buiten afgehard. Bij het poten waren 1-6 (gem. 3) kiemen per knol aanwezig. Bij de oogst in september telden we echter gem. 6-7 stengels per plant. Dat er meer stengels waargenomen werden dan er kiemen waren, kan te maken hebben met de sterke temperatuurswisseling. Deze kan van invloed geweest zijn op het uitlopen van meer ogen of van okselknoppen op de kiemen. Misschien moet het pootgoed daarom wat warmer (5 i.p.v. 3°C) bewaard worden.

*Fysiologisch jonger pootgoed door langer koud bewaren.* Door het pootgoed direct na de oogst in een mechanische koeling op te slaan tot een paar weken voor het poten blijft het fysiologisch jonger, waardoor zich als regel minder stengels per poter zullen ontwikkelen. Bij een vergelijking in 1982 van pootgoed dat op 21-10 en 27-11-'81 bij 3°C was geplaatst en in alle drie gevallen ca. 4 weken voor het poten naar 6-8°C was gegaan, bleek dat het langer koud bewaarde pootgoed in de drie proeven waarin dit geprobeerd was een iets hogere opbrengst en een grovere sortering gaf. In één proef was het aantal stengels per poter gelijk en in beide andere had het langer koud bewaarde pootgoed 0,7 en 0,8 stengels/poter minder.

*Fysiologisch jonger pootgoed door najaarspootgoedteelt.* Een manier waarop wel minder stengels per poter worden verkregen is het gebruik van fysiologisch nog jonger pootgoed. Vooral via najaarsteelt (augustus-oktober) kan dit worden bereikt. Hoewel er momenteel op enige schaal in het zuidoosten van Nederland op deze wijze pootgoed geteeld wordt, mag niet verwacht worden dat dit pootgoed op voldoende ruime schaal beschikbaar zal komen.

Om een indruk te geven van wat met fysiologisch jonger pootgoed mogelijk is, volgen hier de resultaten van de reeds eerder genoemde proeven in 1981 en 1982. Hierbij was ook een object waarbij pootgoed gebruikt was dat in voorgaande zomer in de periode juni/september geteeld was op het PAGV-bedrijf.

Uit deze tabel blijkt dat het fysiologisch jongere pootgoed (geteeld van juni t/m september) minder stengels vormde, dat de netto afleverbare opbrengst 0,5 tot 2,4 ton per hectare achter bleef en dat de hoeveelheid grove knollen, met uitzondering van KL 469, groter was.

De teelt van pootgoed in de periode van juni t/m september is echter in de praktijk niet te realiseren i.v.m. een te grote kans op virusziekten als gevolg van de dan in grote getale rondvliegende bladluizen.

Tabel 3. Opbrengst netto afleverbaar totaal en  $\geq 50$  mm en het aantal stengels per  $m^2$  van pootgoed geteeld van april t/m juli en van juni t/m september. Potermaat: 35/45 mm, plantverband 38 x 75 cm. Gepoot met korte witte kiemen. Ras Bintje, rijp geoogst.

jaar	proef	pootgoed geteeld in de periode					
		april/juni			juni/september		
		stengels/ $m^2$	totaal	$\geq 50$ kg/are	stengels/ $m^2$	totaal	$\geq 50$ kg/are
1981	PAGV 680	19	731	566	12	726	619
	KL 469	17	679	480*	14	653	439*
1982	PAGV 791	21	641	443	17	630	464
	KL 515	22	597	442	17	592	464

\*  $\geq 55$  mm i.p.v.  $\geq 50$  mm.

Kortom de mogelijkheden om op een praktische wijze het aantal stengels per poter te beïnvloeden door de wijze van voorbehandeling lijken erg beperkt. Waarschijnlijk biedt het langzaam op laten lopen van de temperatuur van koud bewaard pootgoed enkele weken voor het poten, zoals bij consumptie-aardappelen reeds vrij algemeen gedaan wordt - al of niet gevolgd door in het licht afharden - hiertoe nog het meeste perspectief. Daarnaast zal het effect van reeds vroeg het pootgoed in de mechanische koeling plaatsen om het daarmee fysiologisch jonger te houden, verder moeten worden nagegaan.

### 3. Andere rassen met een hoog aandeel grove knollen

In het verslag van 1981 van het Produktschap voor Aardappelen wordt opgemerkt dat een oplossing voor het structurele tekort aan grove aardappelen kan zijn de ontwikkeling van een ras met een relatief groot aandeel grove knollen en met eigenschappen die het voor frites-bereiding geschikt maakt. Dat hieraan wel degelijk aandacht wordt besteed moge blijken uit onderzoek dat door het IBVL te Wageningen verricht wordt in samenwerking met de Nederlandse Kwekersbond, VAVI (verwerkende industrie) en RIVRO.

In dit onderzoek worden klonen en nieuwe rassen getoetst op hun geschiktheid voor industriële verwerking. Tot nu toe is er echter slechts één bruikbaar ras gevonden dat duidelijk grover groeit dan Bintje, nl. Baraka. Dit ras heeft echter als nadelen dat het erg laat is, een wat lager droge stofgehalte heeft en erg gevoelig is voor stootblauw.

Andere geschikte rassen zijn Marijke, Eba en Désirée. Deze groeien echter nauwelijks grover dan Bintje, zodat ze in feite alleen interessant zijn als er ook voor de maat 35/50 een goede afzetmogelijkheid zou zijn. Marijke geeft bij directe verwerking na de oogst een prima produkt, maar is zo gevoelig voor stootblauw dat opslag een riskante zaak is.

Voor vroege levering aan de frites-verwerkende bedrijven - tot medio augustus zolang er geen Bintjes zijn - worden vooral de vroege rassen Provita, Climax en Ukama genoemd. Climax wordt hoofdzakelijk vanuit het buitenland aangevoerd. Het nieuwe ras Ukama lijkt voor vroege levering uitstekende perspectieven te bieden.

De bekendheid, geschiktheid voor vele bereidingswijzen, uniforme kwaliteit e.d. van het ras Bintje doen echter vermoeden dat dit ras voorlopig nog de belangrijkste grondstof voor de frites-verwerkende industrie zal blijven.

### **Samenvatting**

De toenemende vraag naar frites-aardappelen heeft tot gevolg dat er in de meeste jaren bij het ras Bintje een duidelijk prijsverschil is tussen de maat 35/50 en 50 mm opwaarts. Voor de teler is het derhalve aantrekkelijk te streven naar hogere opbrengsten aan grove aardappelen. De teelt van aardappelen bij lagere stengeldichtheden dan 16-20 stengels per m<sup>2</sup> biedt hiertoe beperkte mogelijkheden.

Een nadeel van vergroting van de plantafstand is dat de totale opbrengst al gauw daalt, terwijl de kans op knolmisvorming toeneemt.

Het poten van grotere poters met weinig kiemen heeft bij het streven naar lagere stengeldichtheden de voorkeur boven het gebruik van klein pootgoed (>35mm), vooral vanwege de geringere teeltrisico's en de vlottere beginontwikkeling. Onder gunstige omstandigheden kan klein pootgoed echter ook een goed resultaat geven.

Het aangeven van praktische mogelijkheden om het aantal stengels per poter bij het ras Bintje door de wijze van voorbehandeling te beperken is echter niet eenvoudig. De meest directe wijze om veel grove knollen te oogsten is daarom te streven naar een hoge totale opbrengst. Hiervoor is een lange en ongestoorde groeiperiode van het gewas noodzakelijk!

Er wordt verwacht dat het ras Bintje nog geruime tijd het meest gevraagde ras voor de verwerking tot frites zal blijven ondanks het nadeel dat dit ras minder grof groeit dan de frites-verwerkende industrie zou wensen.

# Het reducerende-suikergehalte in aardappelen

Ir. J.C. Heszen, Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten (IBVL)  
Wageningen

## Inleiding

Aardappelen bevatten 75-80% water en in de droge stof neemt zetmeel met gemiddeld 70% de voornaamste plaats in. Verder vindt men in de aardappelknol vele elementen en stoffen die voor de fysiologische processen van belang zijn en die tevens mede bepalend zijn voor de voedingswaarde en de kwaliteit. Naast zetmeel bevat de aardappel: proteïnen, aminozuren, suikers, ruwe vezel, vetten, mineralen, vitaminen, organische zuren, pigmenten, hormonen, enzymen, etc.

Voor de kwaliteit van aardappelen als grondstof voor de verwerkende industrie zijn de suikers, en met name de reducerende suikers, van essentiële betekenis. Een belangrijke voorwaarde om aardappelen te kunnen verwerken tot produkten met een goede kwaliteit is namelijk dat de knollen een laag gehalte aan reducerende suikers bezitten. Aangezien een groot gedeelte van de Nederlandse aardappelooft bestemd is voor verwerking tot consumptie-produkten is het duidelijk dat met deze kwaliteitseis rekening moet worden gehouden.

In de biochemische processen van de aardappelen spelen suikers een belangrijke rol. Ze treden op als tussenprodukten van de koolzuurassimilatie, waarbij tenslotte het zetmeel als reservevoedsel in de knol wordt afgezet. Evenzo fungeren zij als tussenprodukten bij de verademing van het zetmeel, het belangrijkste levensproces in de aardappelknol. Bovendien spelen zij een rol bij de kieming. De suikers die bij deze biochemische processen van belang zijn, zijn sucrose of saccharose en de reducerende suikers glucose en fructose.

Omtrent de eisen die de industrie aan het suikergehalte stelt en de factoren die dit gehalte bepalen, ontbreekt in de praktijk veelal voldoende inzicht. Het is daarom van belang dat dit onderwerp tijdens deze themadag over consumptie-aardappelen ter discussie wordt gesteld.

## Waarom is een laag reducerende-suikergehalte belangrijk?

In verband met de biochemische processen in de aardappelknol zal deze altijd een bepaald percentage suikers bevatten. Het gehalte aan suikers is echter zo laag dat onder normale omstandigheden geen problemen zijn te verwachten bij aardappelen die bestemd zijn voor directe consumptie. Alleen in incidentele gevallen, voornamelijk tengevolge van te koude bewaring, kunnen er in de praktijk wel eens problemen optreden met zoetsmakende aardappelen. Door de aardappelen enige tijd bij wat hogere temperatuur te zetten ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) verdwijnt deze zoete smaak in het algemeen vrij snel. Voor consumptie-aardappelen behoeft men dan ook geen bijzondere condities te stellen aan het suikergehalte.

Bij de industriële verwerking van aardappelen liggen de eisen ten aanzien van het suikergehalte echter aanzienlijk hoger en hierop zal iets nader worden ingegaan. Schematisch zijn de voornaamste productieprocessen in de aardappelverwerkende industrie samengevat in figuur 1.

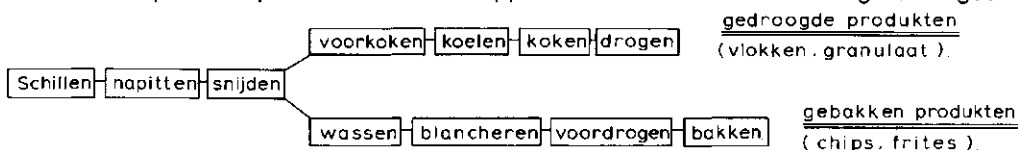
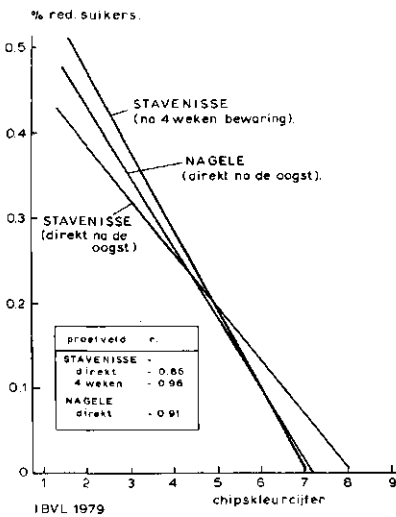


Fig. 1 Schematische voorstelling van de voornaamste productieprocessen in de aardappelverwerkende industrie.

Bij het bakken van chips en frites en ook tijdens het droogproces treden er in het produkt reacties op tussen de reducerende suikers en aminozuren. Deze zogenaamde Maillard-reactie is er de oorzaak van dat de eindprodukten verkleuren en tevens smaakafwijkingen vertonen. Bij te hoge gehalten aan reducerende suikers veroorzaakt de Maillard-reactie onacceptabel donker bruin gekleurde produkten met een bittere smaak.

Een bijkomstig gevolg van deze reactie is dat tevens essentiële aminozuren en proteïnen verloren gaan waardoor de voedingswaarde daalt.

Dat het reducerende-suikergehalte in de aardappelen voornamelijk de bepalende factor is voor de Maillard-reactie blijkt uit vele onderzoeken (6,7). In een onderzoek dat in 1979 door het IBVL werd uitgevoerd werd o.a. een correlatie-factor van 0,9 gevonden tussen het reducerende-suikergehalte van de knollen en de bruinkleuring van de chips (figuur 2).



Figuur 2. Verband tussen het reducerende-suikergehalte en de chipskleur.

De Maillard-reactie is heviger naarmate de temperatuur bij het productieproces hoger is en het vochtgehalte in het produkt lager is.

Bij het **chipsproces**, met baktemperaturen variërend van 160-180°C en een eindvochtgehalte in de chips van minder dan 2%, is de Maillard-reactie het hevigst en daarom stelt de chipsindustrie de strengste eisen aan het reducerende-suikergehalte in de knollen. Dit gehalte moet beneden een niveau van 2,5 tot 3 mg per gram vers gewicht liggen; daarboven is het praktisch onmogelijk om chips met een aanvaardbare kwaliteit te produceren.

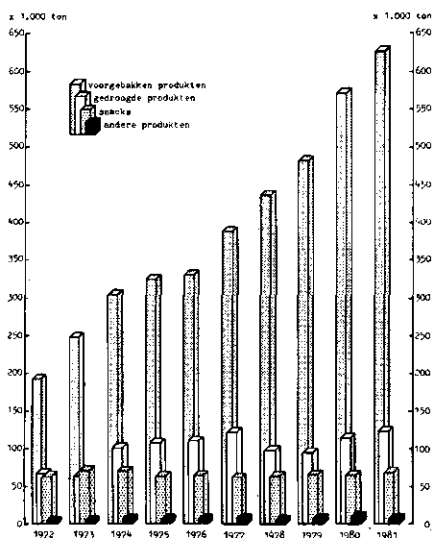
Voor de **fritesindustrie** zijn deze eisen in verband met de lagere baktemperatuur van 130-160°C en tevens door het hogere vochtgehalte van 65 à 70% in het eindprodukt minder streng. Bij het nabakken van frites worden echter hogere temperaturen (180°C) toegepast en tevens wordt het vochtgehalte verder verlaagd tot ± 50%. Het is daarom ook voor de fritesindustrie van grote betekenis dat aan het reducerende-suikergehalte in de knollen alle aandacht wordt besteed om problemen bij het bakken te vermijden; in de praktijk treden ook hierbij vaak grote moeilijkheden op.

Dit is ook het geval bij de **droogindustrie**, die ten aanzien van het reducerende-suikergehalte in de aardappelen vrijwel dezelfde eisen stelt als de fritesindustrie. De betekenis van de reducerende suikers voor de droogindustrie is de laatste jaren toegenomen, omdat een toenemend percentage van de produktie bestemd is als grondstof voor de snackindustrie. Bij de verdere verwerking van 'vlokken' en 'granulaat', waarbij veelal met hoge temperaturen wordt

gewerkt terwijl tevens het eindvochtgehalte laag is, speelt de Maillard-reactie wederom een belangrijke rol in verband met de kwaliteit.

In het algemeen kan gesteld worden dat voor de frites- en droogindustrie het gehalte aan reducerende suikers in de aardappelen beneden de 5 mg per gram vers gewicht moet liggen. Aan deze eis kan alleen worden voldaan als bij de teelt, maar voornamelijk bij de bewaring van de aardappelen, de nodige maatregelen worden genomen. De industrie heeft in het productieproces slechts zeer beperkte mogelijkheden om de reactie tussen reducerende suikers en aminozuren aan banden te leggen. Blancheren met warm water, temperatuurverlaging in het bakproces e.d. hebben vaak ongewenste neveneffecten op de kwaliteit en ze verhogen de produktiekosten. In het kader van deze themadag is het niet mogelijk om op al deze aspecten in te gaan. De conclusie uit het voorgaande is echter dat de aardappelverwerkende industrie hoge eisen stelt ten aanzien van het reducerende-suikergehalte in de knollen. Het is van groot belang dat de telers aan deze eisen zoveel mogelijk tegemoet komen gezien de positie die deze industrie inneemt bij de afzet van aardappelen.

In figuur 3 wordt een beeld gegeven van de betekenis en groei van de Nederlandse aardappelverwerkende industrie.



Figuur 3. Verwerkte hoeveelheid aardappelen

In 1981 bedroeg het totale kwantum aardappelen dat door de Nederlandse industrie werd verwerkt ruim 800.000 ton (10) en de verwachting is dat dit jaar de 900.000 ton wordt gehaald. De expansie van de aardappelverwerkende industrie wordt voornamelijk veroorzaakt door de fritesindustrie, die met ruim 75% van de verwerkte aardappelen, verreweg de belangrijkste plaats inneemt.

Telt men bij het kwantum aardappelen dat door de industrie in Nederland wordt verwerkt tevens op de aardappelen die voor verwerkingsdoeleinden worden geëxporteerd (voornamelijk voor frites en chips), dan komt men naar schatting dit jaar op 1,2 miljoen ton Nederlandse aardappelen die bestemd zijn voor verwerking tot consumptie-producten.

In 1981 werd van de 822.000 ton aardappelen die in Nederland door de industrie werden verwerkt, bijna 600.000 ton geëxporteerd in de vorm van aardappelproducten, met een totale exportwaarde van 413.000.000 gulden. Dit betekent dat via de industrie een belangrijk deel van



de noodzakelijke export van de Nederlandse aardappelen wordt gerealiseerd. Dat deze export niet alleen van belang is voor de verwerkende industrie zelf, maar tevens voor de teler zal een ieder duidelijk zijn. Wil ons land z'n exportpositie handhaven en verder uitbreiden, dan speelt hierbij de kwaliteit een grote rol. Deze kwaliteit van aardappelen voor de industrie wordt bepaald door knolvorm en sortering, ziekten, gebreken en beschadigingen, drogestofgehalte en in het bijzonder het gehalte aan reducerende suikers.

**Reducerende suikers tijdens groei en bewaring van aardappelen**

Het reducerende-suikergehalte wordt behalve door het aardappelras voornamelijk bepaald door de bewaarcondities en de tijdsduur van bewaring.

De biochemische processen in de aardappelknol tijdens de bewaring, waarbij suikers een grote rol spelen, worden echter tevens beïnvloed door de groeiomstandigheden. Tijdens de groei van planten wordt in de bladeren onder invloed van licht, koolzuur en water omgezet in glucose. Dit proces van de fotosynthese kan eenvoudig worden weergegeven door de volgende reactie :



De glucose in het blad wordt onmiddellijk gedeeltelijk omgezet in fructose, waarna glucose plus fructose samen sucrose vormen, dat naar de aardappelknol wordt getransporteerd. In de knol wordt vervolgens sucrose ontleed in glucose en fructose. Fructose wordt omgezet in glucose en hieruit wordt tenslotte zetmeel gepolymeriseerd.

De fotosynthese, het sucrose-transport en de vorming van zetmeel in de aardappelknol worden schematisch weergegeven in figuur 4 (7).

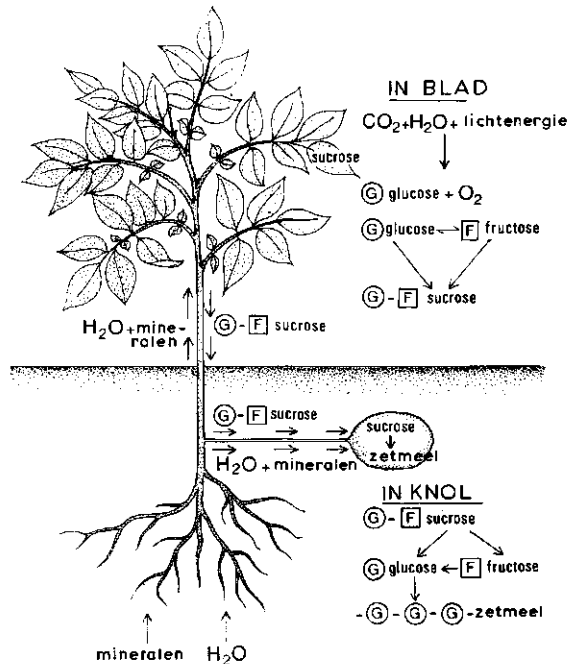


Fig. 4 Zetmeelproductie in aardappelknollen door fotosynthese en sucrosetransport (uit : Storage of potatoes).

Tijdens de groeiperiode is de hoeveelheid suikers in het celsap in evenwicht met het zetmeel dat gevormd wordt in de zetmeelkorrels en dit wordt voornamelijk bepaald door het aardappelras, hoewel ook temperatuur, vochtgehalte, licht, mineralen, grondsoort e.d. hierop van invloed zijn. Het sucrose-gehalte is het hoogst tijdens de knolvorming en neemt af naarmate de knollen rijper zijn. Dit is ook het geval met de reducerende suikers glucose en fructose. Behalve in het geval dat doorwas optreedt of als extreem vroeg wordt gerooid, is het reducerende-suikergehalte op het moment van oogst op een laag niveau. Deze situatie kan echter zeer snel na het rooien veranderen en zeker is dit het geval nadat de aardappelen langere tijd zijn opgeslagen, vooral als dit bij lage temperatuur plaatsvindt. Deze verandering van het reducerende-suikergehalte na de oogst is afhankelijk van het aardappelras, de rijpheid op het moment van oogsten, de omstandigheden waaronder de aardappelen groeien en vooral de bewaarcondities.

### **Aardappelras en reducerende-suikergehalte**

Dat het reducerende-suikergehalte tijdens de bewaring van aardappelen in sterke mate bepaald wordt door het aardappelras is al vele jaren bekend. Ook het IBVL heeft hierover veel onderzoek verricht en het hele rassensortiment is op deze eigenschap onderzocht. De laatste jaren gebeurt dit onderzoek in nauwe samenwerking met de Nederlandse Kwekersbond (NKB), de Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI) en het Rijksinstituut voor Rassenonderzoek (RIVRO) (8,9). In het seizoen 1981/1982 werden op Proefboerderij De Eest te Nagele 135 klonen en nieuwe rassen geteeld die door het IBVL werden getest op de geschiktheid voor de verwerkende industrie, waarbij het reducerende-suikergehalte een van de belangrijkste criteria is.

In feite wordt bij dit onderzoek niet het reducerende-suikergehalte bepaald, maar de chips- en friteskleur in een kleurenschaal van 1 (donker) tot 10 (lichtgekleurd). Direct na de oogsten, in december, maart en juni worden de monsters op chipskleur beoordeeld. Voor frites werd de bakkwaliteit van de vroege rassen kort na de oogst en in november bepaald en voor de late rassen in november en mei. Uit dit onderzoek, waarvan de resultaten aan de kwekers worden toegestuurd, blijkt zeer duidelijk dat het reducerende-suikergehalte in de knollen een rassenkenmerk is.

In de begeleidingscommissie voor dit onderzoek, waarin NKB, VAVI, RIVRO en IBVL zitting hebben, worden de resultaten van het rassenonderzoek besproken en wordt tevens vastgesteld welke rassen voor verder onderzoek in aanmerking komen. De criteria die hierbij gelden zijn naast het reducerende-suikergehalte (bakkwaliteit): de landbouwkundige waarde, opbrengst, sortering, knolvorm, onderwatergewicht, blauwgevoeligheid en tevens smaak, textuur en verkleuringen van de verwerkte producten. Slechts een beperkt aantal rassen blijkt tenslotte in aanmerking te komen om verder onderzocht te worden.

In 1981/1982 werden in de zogenaamde fase 2 van dit onderzoek een vijftiental nieuwe rassen vergeleken met Bintje (vroeg en laat gerooid) en Saturna, nl. vier vroege rassen en elf middenvroeg tot late rassen. Er werden twee proefvelden in duplo aangelegd, nl. op Proefboerderij De Eest te Nagele op zware kleigrond (37% afslibbaar) en op zandgrond op de Proefboerderij Vredepeel.

De resultaten van dit onderzoek, wat betreft de bakkwaliteit van chips, worden weergegeven in tabel 1. (8,9).

Tabel 1 - Resultaten beoordeling chipskwaliteit van het rassenonderzoek  
 NKB - VAVI - IBVL - RIVRO in 1981/1982 (8).

Rijpheid	Ras	KLEIGROND					ZANDGROND				
		Bakperiode				gem.	Bakperiode				gem.
		1	2	3	4		1	2	3	4	
Vroeg	Bintje	6,0	4,0	3,0	3,0	4,0	5,7	5,0	4,5	4,5	4,9
	Cleopatra	5,2	4,0	4,0	3,7	4,2	5,5	4,0	5,0	5,0	4,9
	Madam	5,7	3,0	3,0	3,0	3,7	6,2	3,5	3,2	4,2	4,3
	Scala	5,5	3,2	3,0	3,0	3,7	5,5	3,5	3,5	3,0	3,9
	Exh. 37/75	8,5	5,0	4,5	4,5	5,6	7,0	4,7	5,0	4,0	5,2
Midden vroeg tot laat	Diamant	6,5	5,5	4,0	4,0	5,0	6,7	5,2	4,7	4,5	5,3
	Serana	5,7	5,5	4,5	5,2	5,2	7,0	6,7	6,5	7,0	6,8
	Könst 74-647	7,2	5,7	4,5	4,5	5,5	7,0	6,2	5,5	5,0	5,9
	Bos 70-10	8,5	5,2	5,5	5,7	6,2	6,7	5,7	6,0	5,5	6,0
	Erntestolz	8,2	6,5	6,5	5,5	6,7	7,2	6,5	7,0	6,5	6,8
	Tempora	7,5	6,5	6,2	7,0	6,8	7,7	6,5	5,7	6,0	6,5
	Wachtel	7,0	5,0	4,0	5,0	5,2	7,0	6,5	4,5	5,0	5,7
	Forelle	6,2	3,5	3,0	3,5	4,1	6,2	3,5	3,5	3,0	4,1
	Bildstar	7,0	6,7	5,5	6,0	6,3	8,2	5,7	6,5	6,0	6,6
	Bintje	5,5	3,7	3,5	4,5	4,3	7,0	5,2	4,0	4,2	5,1
	Caspar	6,0	3,5	3,0	3,0	3,9	6,5	4,5	3,5	3,5	4,5
	Saturna	8,0	5,5	6,5	7,5	6,9	8,0	6,7	6,2	6,2	6,8
	Senator	6,7	4,0	4,2	4,5	4,9	6,7	5,5	4,5	4,7	5,4

Direct na de oogst was de chipskleur van de meeste rassen redelijk tot goed en bij de volgende baktesten minder goed tot siecht. Voor de vroege rassen is dit een bekend beeld en aangezien deze vroegtijdig worden verwerkt is dit niet zo belangrijk. Van de late rassen bieden Erntestolz, Tempora en Bildstar perspectieven voor de chipsindustrie.

In tabel 2 wordt de friteskleur van het nagebakken produkt weergegeven. Van beide proefvelden zijn deze kleurnummers direct na de oogst zonder meer goed. Ook bij de verwerking tot frites zien we de bekende terugval in kleur bij de tweede en derde baktest bij de vroege rassen. Bij de late rassen is dit veel minder sterk het geval of zelfs helemaal niet (tabel 2).

Tabel 2 - Resultaten beoordeling friteskleur nagebakken produkt van het rassenonderzoek  
 NKB - VAVI - IBVL - RIVRO 1981/1982.

Rijpheid	Ras	KLEIGROND				ZANDGROND			
		Bakperiode			gem.	Bakperiode			gem.
		1	2	3		1	2	3	
Vroeg	Bintje	7,2	5,5	4,7	5,8	7,5	5,5	4,7	5,9
	Cleopatra	7,2	5,7	6,2	6,4	7,0	6,0	6,0	6,3
	Madam	6,7	3,5	3,0	4,4	7,5	5,2	4,5	5,7
	Scala	7,7	4,5	4,7	5,7	7,5	5,2	4,7	5,8
	Exh. 37/75	8,0	6,5	6,2	6,9	8,0	6,0	5,7	6,6
Midden vroeg tot laat	Diamant	7,2	6,2	6,2	6,6	7,5	6,7	6,0	6,7
	Serana	7,7	7,0	7,5	7,4	7,5	7,2	7,7	7,5
	Könst 74-647	8,0	6,7	7,2	7,3	8,5	6,7	6,5	7,2
	Bos 70-10	8,5	6,7	7,2	7,5	8,5	7,2	6,7	7,5
	Erntestolz	8,2	7,7	8,0	8,0	8,0	7,7	7,5	7,7
	Tempora	7,5	6,5	7,0	7,0	7,7	6,2	6,5	6,8
	Wachtel	7,5	6,0	6,2	6,6	8,0	6,5	6,2	6,9
	Forelle	6,7	4,7	5,0	5,5	7,0	4,7	4,2	5,2
	Bildstar	8,5	7,5	8,0	8,0	7,7	7,5	8,0	7,7
	Bintje	7,0	5,7	5,7	6,2	7,7	6,5	6,0	6,7
	Caspar	6,2	5,2	6,2	5,9	7,0	5,7	5,5	6,1
	Saturna	8,5	7,2	8,0	7,9	8,0	7,2	7,7	7,7
Senator	6,2	6,2	6,7	6,4	7,2	5,7	6,0	6,3	

De friteskwaliteit wordt echter niet alleen bepaald door de bakkleur van het nagebakken produkt. Ook verkleuringen van het voorgebakken produkt en de smaak en textuur van de frites spelen een grote rol. Als deze kwaliteitsfactoren mede in aanmerking worden genomen, komen uit dit onderzoek alleen de rassen Diamant en Bildstar in aanmerking voor fritesfabricage. Deze rassen zullen waarschijnlijk verder op praktijkschaal worden beproefd (fase 3). Rassen die sinds 1979 voor beproeving in fase 3 zijn aanbevolen zijn : Première (frites en puree), Ukama (frites), Cleopatra (frites), Promesse (chips) en Hertha (chips, frites, puree).

### Reducerende-suikergehalte en rijpheid van het gewas

De rijpheid van de knol is belangrijk voor het begin-suikergehalte en is tevens van betekenis voor het verloop van dit gehalte tijdens de bewaring. Naarmate de aardappelen onrijper worden gerooid zijn de problemen met reducerende suikers tijdens de bewaring groter.

Het begrip rijpheid van aardappelen is echter moeilijk te definiëren. Vaak wordt rijpheid gerelateerd aan de mate van suberisatie of kurkvorming. Het probleem hierbij is dat deze verkurking beïnvloed wordt door loofvernietiging voor het rooien, bodemtemperatuur en vochtgehalte van de grond.

Burton (2) beschrijft rijpheid als de toestand voor loofvernietiging waarbij de knollen niet verder groeien en het totale suikergehalte niet meer afneemt. Deze definitie is echter van weinig praktische waarde, daar groei gemeten moet worden en het suikergehalte moet worden bepaald. Hij beveelt daarom de oude praktijktest aan waarbij voor de loofvernietiging met de duim de schil van de aardappelen wordt afgeschraapt. Is dit niet mogelijk dan wordt aangenomen dat de knol rijp is. Ook het loof geeft een indicatie van de rijpheid; als een groot gedeelte van het blad langs natuurlijke weg is afgestorven zijn de knollen rijp.

Volgens Sowokinos (13,14) bepaalt het sucrosegehalte van de aardappelen de rijpheid. Naarmate dit gehalte hoger is, worden reducerende suikers des te sneller tijdens de bewaring gevormd. Aan de hand van het sucrosegehalte is volgens Sowokinos te voorspellen hoe lang aardappelen voor de verwerkende industrie bewaard kunnen worden. Hij vond dat bij een "Sucrose Rating" van 1,0 - 2,8 (0,1 - 0,28%) aardappelen voor de chips-industrie 7 - 11 maanden bewaard konden worden; bij een "SR-waarde" boven 2,8 was dit slechts 0,5 - 5 maanden.

Bij onderzoeken die in de jaren '79 en '80 op het IBVL werden uitgevoerd (6,7), bleek dat het sucrosegehalte op het moment van oogsten echter geen enkele relatie vertoonde met de vorming van reducerende suikers tijdens de bewaring.

In 1979 werden 10 aardappelrassen verbouwd op proefvelden te Nagele en Stavenisse en periodiek gerooid, waarna de aardappelen werden opgeslagen bij 8°C. Het verloop van het sucrosegehalte in alle rassen was vrijwel identiek, slechts het tijdstip waarop het maximum- en minimumgehalte werd bereikt was afhankelijk van het ras, zoals blijkt uit figuur 5.

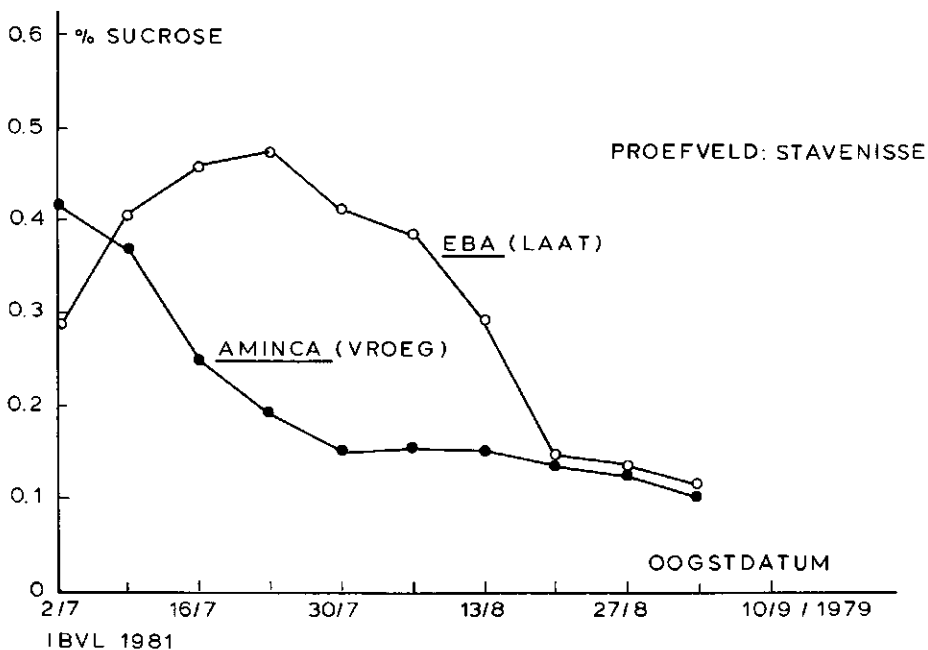


Fig. 5 Verloop van het sucrosegehalte tijdens de groei (7).

Het vroege ras Aminca was op het tijdstip van de eerste rooijing op 2 juli reeds over het maximum heen, terwijl bij het late ras Eba dit maximum ongeveer drie weken later werd bereikt. In figuur 6 is het sucrosegehalte weergegeven van het ras Eba op de proefvelden te Nagele en Stavenisse. Uit deze figuur blijkt dat zowel het maximum- als het minimum-sucrosegehalte in Stavenisse enkele weken eerder is bereikt dan in Nagele.

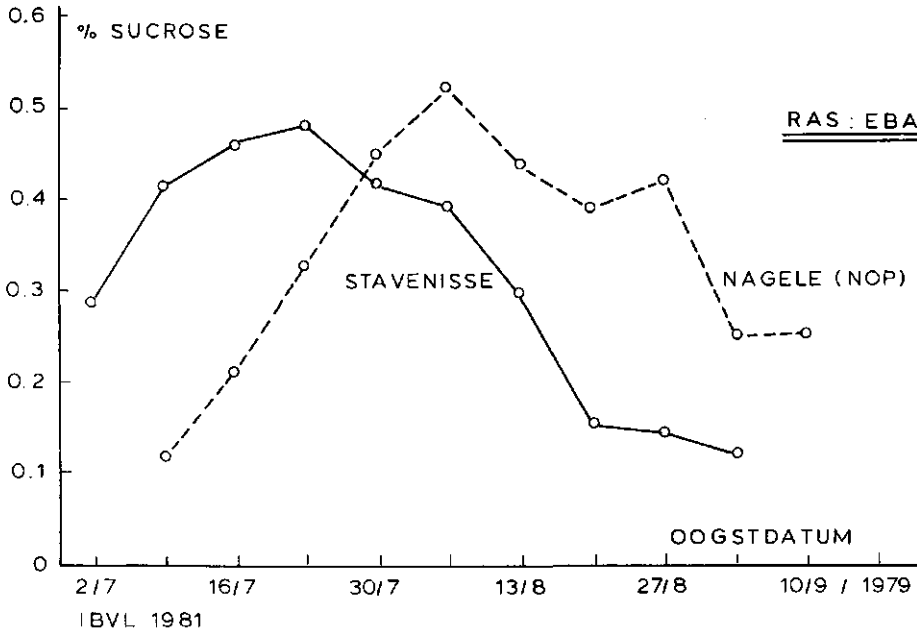


Fig. 6 Verloop van het sucrosegehalte tijdens de groei op twee verschillende proefvelden (7).

Bij een bewaring van drie weken bij 20°C daalt het sucrosegehalte tot een min of meer constant laag niveau, onafhankelijk van de oogstdatum. Tijdens de groei daalt het gehalte aan reducerende suikers, maar het stijgt snel bij bewaring bij hoge temperatuur; dit hangt sterk samen met de rijpheid van aardappelen. Geconcludeerd kan worden dat het hoge begingehalte van sucrose zeer snel daalt door omzetting in glucose en fructose. Dit verklaart waarom vroegerooid aardappelen op het moment van oogsten geschikt zijn voor de chipsfabricage, maar dat deze na enkele dagen opslag totaal onbruikbaar zijn.

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van het sucrosegehalte van een aantal aardappelrassen op het moment van rijp oogsten.

Tabel 3 - Sucrosegehalte op tijdstip van oogst van een aantal aardappelrassen (IBVL).

Ras	1979		1980
	Nagele	Stavenisse	Stavenisse
Bintje	0.18	0.14	0.23
Hertha	0.11	0.12	0.23
Erntestolz	0.16	0.15	-
Marijke	0.16	0.11	0.26
Eba	0.25	0.11	0.18
Ehud	0.11	0.11	-
Première	0.15	0.14	-
Gloria	0.12	0.13	0.25
Aminca	0.11	0.10	-
Gracia	0.17	0.13	-
Civa	-	-	0.19
Vokal	-	-	0.32
Mara	-	-	0.23
Saturna	-	-	0.21
Gemiddeld	0.11 - 0.25	0.11 - 0.15	0.19 - 0.32

In figuur 7 zijn deze sucrosegehalten uitgezet tegen de bewaartijd op het moment dat de chipskleur onacceptabel werd. Uit dit onderzoek is gebleken dat : 1) van alle onderzochte rassen er slechts één (nl. Vokal) een sucrosegehalte van meer dan 0,28% bevatte ; 2) volgens Sowokinos zouden dus alle andere rassen lang bewaard kunnen worden, hetgeen echter slechts met een paar rassen het geval was ; 3) bij een gehalte van 0,11% sucrose bijv. varieerde de bewaarduur van twee tot negen maanden.

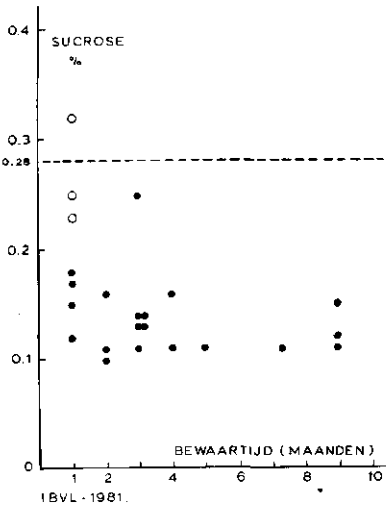


Fig. 7 Verband tussen het sucrosegehalte bij de oogst en de bewaartijd (7).

### **Invloed van de groeiomstandigheden op het reducerende-suikergehalte**

Hoewel de omstandigheden waaronder de aardappelen zijn gegroeid van invloed zijn op het reducerende-suikergehalte bij de oogst en tijdens de bewaring, is het erg moeilijk hieruit duidelijke conclusies te trekken. Burton (2) in Engeland en Rønsen (12) in Noorwegen vonden dat naarmate aardappelen meer noordelijk worden geteeld, het reducerende-suikergehalte toeneemt. Dit kan echter een gevolg zijn van het feit dat meer noordelijk gegroeide aardappelen bij de oogst onrijper zijn. Wat de invloed van de bemesting betreft zijn de meningen verdeeld. Stricker (15) bijvoorbeeld constateerde geen enkele invloed van de bemesting op het reducerende-suikergehalte van de aardappelen, terwijl Rønsen (12) daarentegen vond dat een hoge stikstofgift een hoger gehalte aan reducerende suikers tijdens de bewaring gaf. De invloed van stikstofbemesting houdt zeer waarschijnlijk verband met de rijpheid van het gewas bij de oogst.

Als de stikstofbemesting niet leidt tot een nog onrijp gewas bij de oogst, is het effect op het gehalte aan reducerende suikers gering. Het advies van het IBVL is dat men met de stikstofbemesting voorzichtig moet zijn met hoge giften. Vooral op percelen waar drijfmest wordt gebruikt neemt de bakkwaliteit van de geogste aardappelen af. De fosfaatbemesting lijkt het reducerende-suikergehalte niet of nauwelijks te beïnvloeden. Ook het effect van de kalibemesting is niet groot; in veel proeven leidde een toenemende kalibemesting tot enige daling van het gehalte aan reducerende suikers.

De invloed van de grondsoort op het reducerende-suikergehalte is ook niet duidelijk. Het ene jaar wordt een hoger gehalte aan reducerende suikers in aardappelen gevonden afkomstig van zandgrond, het andere jaar zijn klei-aardappelen slechter; dit hangt af van de weersomstandigheden tijdens het groeiseizoen.

Dit is ook het geval met het algemene niveau van het reducerende-suikergehalte dat van jaar tot jaar grote verschillen kan vertonen. Hoge en lage temperaturen, gebrek aan vocht, te vroege afsterving van het loof e.d. spelen hierbij een rol. In het algemeen kan gesteld worden dat fysiologische stress-situaties van de plant vermeden dienen te worden.

### **Invloed van de bewaring op het reducerende-suikergehalte**

Uit het voorgaande is duidelijk dat de aardappelen zelf een grote invloed hebben op het verloop van het reducerende-suikergehalte tijdens de bewaring. Het aardappelras, de groeiomstandigheden en de rijpheid bij het oogsten vormen hierbij de voornaamste factoren. De belangrijkste redenen echter dat het reducerende-suikergehalte in de praktijk veelal te hoog is, zijn fouten die tijdens de bewaring gemaakt worden.

Het doel van de bewaring is consument en industrie het gehele jaar door te voorzien van een kwalitatief goed produkt. Het is vanzelfsprekend dat tijdens de bewaring de kwantitatieve en kwalitatieve verliezen tot een minimum moeten worden beperkt. Deze verliezen worden veroorzaakt door: ademhaling, kieming, verdamping van water, ziekten en verandering in de chemische samenstelling van de knol. De fysiologische, fysische, pathologische en biochemische processen tijdens de bewaring worden bepaald door de aardappel zelf (ras, beschadigingen, rijpheid e.d.) en door de bewaarcondities, waarbij ventilatie, vochtigheid en vooral de temperatuur de belangrijkste aspecten zijn. Men kan stellen dat goed verkurkte aardappelen onder droge omstandigheden met een minimale ventilatie bij de vereiste temperatuur moeten worden bewaard. Het is in ons land algemeen bekend dat een lage bewaar-temperatuur (3-5°C) de minste problemen geeft en de verliezen daarbij minimaal zijn. Echter aardappelen bestemd voor de verwerkende industrie dienen bij hogere temperaturen te worden opgeslagen teneinde accumulatie van reducerende suikers in de knollen te voorkomen.

Uit vele onderzoeken is gebleken dat naarmate de bewaar-temperatuur lager is, het reducerende-suikergehalte in de knollen tijdens de bewaring toeneemt. Bij een temperatuur van 8 à 10°C is de vorming van reducerende suikers minimaal. Aardappelen bestemd voor de



chipsfabricage dienen tussen de 8 en 12°C (bij voorkeur tussen 8 en 10°C) te worden opgeslagen en voor de frites- en droogindustrie is de aanbevolen bewaar temperatuur 6 tot 10°C (bij voorkeur 6-8°C).

Lagere temperaturen, ook gedurende korte tijd, hebben tot gevolg dat het reducerende-suikergehalte te hoog wordt. Hogere bewaar temperaturen daarentegen veroorzaken grotere verliezen door ademhaling, verdamping en spruitvorming en tevens neemt de kans op uitbreiding van bewaarziekten toe.

Het overgrote deel van de Nederlandse aardappelen wordt op de boerderij met behulp van buitenlucht koeling opgeslagen. Bij het systeem van buitenlucht koeling wordt koude lucht van onder naar boven door de aardappelhoop geblazen (figuur 8).

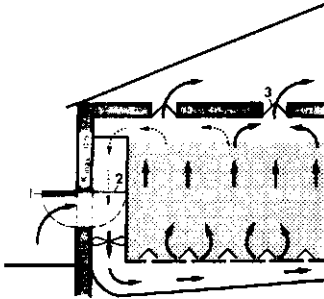


Fig. 8 Systeem van buitenlucht koeling.

De onderste aardappelen koelen daardoor het eerst af en pas na lang ventileren gaat ook de temperatuur in de bovenste lagen omlaag. Het temperatuurverloop bij ventileren van aardappelen met koude lucht is schematisch weergegeven in figuur 9.

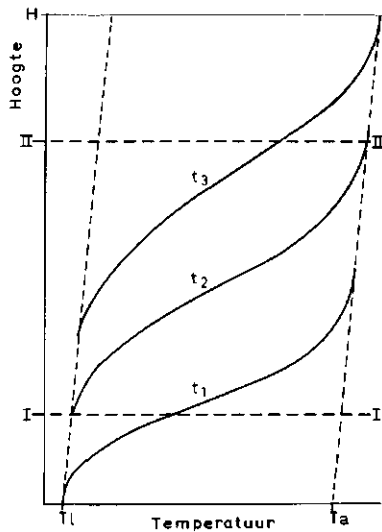


Fig. 9 Temperatuurverloop in een aardappelhoop tijdens ventilatie met koude lucht.

Na enkele uren ventilatie verloopt de temperatuur in de aardappelhoop volgens de lijn  $t_1$ . Op het tijdstip  $t_2$  is de onderste meter aardappelen afgekoeld tot de buitenluchttemperatuur en verloopt de temperatuur naar boven in de hoop volgens lijn  $t_2$  etc.

Men heeft tijdens het ventileren van aardappelen van beneden naar boven drie temperatuurzones, nl. reeds gekoelde aardappelen (beneden de lijn I-I), koelzone (tussen lijn I-I en II-II) en warme zone (boven lijn II-II). De koelzone verplaatst zich slechts langzaam naar boven. De bewaartemperatuur wordt meestal op de warmste plaats in de hoop, ongeveer  $\frac{3}{4}$  meter van boven, gemeten. Als men daar bijv.  $10^\circ\text{C}$  meet, zal men willen koelen tot bijv.  $6^\circ\text{C}$  in geval dat de aardappelen bestemd zijn voor de fritesindustrie. Ventileert men nu met buitenlucht die een temperatuur heeft lager dan  $6^\circ\text{C}$ , bijv.  $3^\circ\text{C}$ , dan betekent dit dat de onderste lagen aardappelen na ongeveer vijf uur deze lage temperatuur hebben bereikt, terwijl boven in de hoop nog steeds  $10^\circ\text{C}$  wordt gemeten.

Door dus te ventileren met lucht die kouder is dan de gewenste bewaartemperatuur, zal een gedeelte van de aardappelen te koel worden. Hierdoor vindt ongewenste accumulatie van reducerende suikers plaats, hetgeen resulteert in een slechte bakkwaliteit. Vooral in het bewaar seizoen 1981/82 is veelal geventileerd met te koude lucht, waardoor de aardappelen minder geschikt waren voor verwerking. In het algemeen moet worden geadviseerd niet te ventileren met lucht die  $1^\circ\text{C}$  (maximaal  $2^\circ\text{C}$ ) lager is dan de vereiste bewaartemperatuur. Voor de frites- en droogindustrie betekent dit dus  $5^\circ\text{C}$  ( $4^\circ\text{C}$ ) en voor de chipsindustrie  $7^\circ\text{C}$  ( $6^\circ\text{C}$ ).

Achter de ventilator dient daarom in het ventilatiekanaal een waakthermostaat aanwezig te zijn, die op deze temperatuur is afgesteld en de ventilatie stopt als de temperatuur onder het ingestelde niveau daalt.

Als men echter uitsluitend is aangewezen op buitenluchtcooling en men niet met menglucht kan ventileren, is het onder Nederlandse omstandigheden vaak zeer moeilijk het gewenste temperatuurniveau (vooral bij langdurige vorst) te handhaven, omdat de perioden waarin men kan ventileren zeer beperkt zijn. Daarom is het voor de bewaring van aardappelen die bestemd zijn voor de industrie, gewenst dat met menglucht kan worden geventileerd. Dit systeem berust op de mogelijkheid van menging van koude buitenlucht met warme lucht uit de bewaarplaats, zodanig dat de temperatuur van deze lucht op de vooraf ingestelde temperatuur van de waakthermostaat in het luchtkanaal gehandhaafd blijft. Met deze wijze van koeling, die volledig geautomatiseerd kan worden, is het mogelijk ook bij lage buitentemperatuur te ventileren zonder dat de bewaartemperatuur onder het gewenste niveau daalt.

Een "warme" bewaring vereist meer zorg dan een koude bewaring maar er behoeven hierbij geen problemen op te treden. Vanzelfsprekend is bij warme bewaring het gebruik van kiemremmingsmiddelen een vereiste. In het algemeen zijn poedervormige kiemremmingsmiddelen zeer effectief om de kieming onder controle te houden. Bij ontvelde en wat vochtige knollen bestaat echter het gevaar voor "poederbrand". Daarom wordt de behandeling met vloeibare middelen op vrij grote schaal toegepast. Bij poedervormig IPC/CIPC wordt een dosis toegepast op basis van 10 gram actieve stof (IPC/CIPC) per ton aardappelen (10 ppm) en bij de "swingfog"- of "pulsfog"-methode 20 ppm verdeeld over meerdere behandelingen. Ook bij deze laatste methode van behandelen met kiemremmingsmiddelen zijn de resultaten goed mits : 1) op tijd de eerste dosis (meestal 10 ppm) gegeven wordt, d.w.z. twee à drie weken na de oogst ; 2) de behandeling op tijd wordt herhaald, voordat kieming optreedt, bijv. elke twee à drie maanden ; 3) de dosering voldoende is : in totaal per seizoen 66 ml/ton bij een 30% produkt en 80 ml bij een 25% produkt ; 4) het middel goed in de aardappelhoop wordt verdeeld (goed ventilatiesysteem, geen stortkegels). Neemt men deze voorzorgen niet voldoende in acht, dan is het moeilijk de kieming te onderdrukken, terwijl tevens in het voorjaar nogal eens problemen kunnen optreden met inwendig gekiemde aardappelen.

Aardappelen die met IPC/CIPC worden behandeld mogen in Nederland een residu hebben van

5 ppm in de ongeschilde knol. Het verloop van het IPC/CIPC residu in aardappelen behandeld met poeder en met swingfog wordt in figuur 10 weergegeven (16). Uit deze figuur blijkt dat dit residu bij swingfog-behandeling lager ligt dan bij poeder, vooral direct na de behandeling.

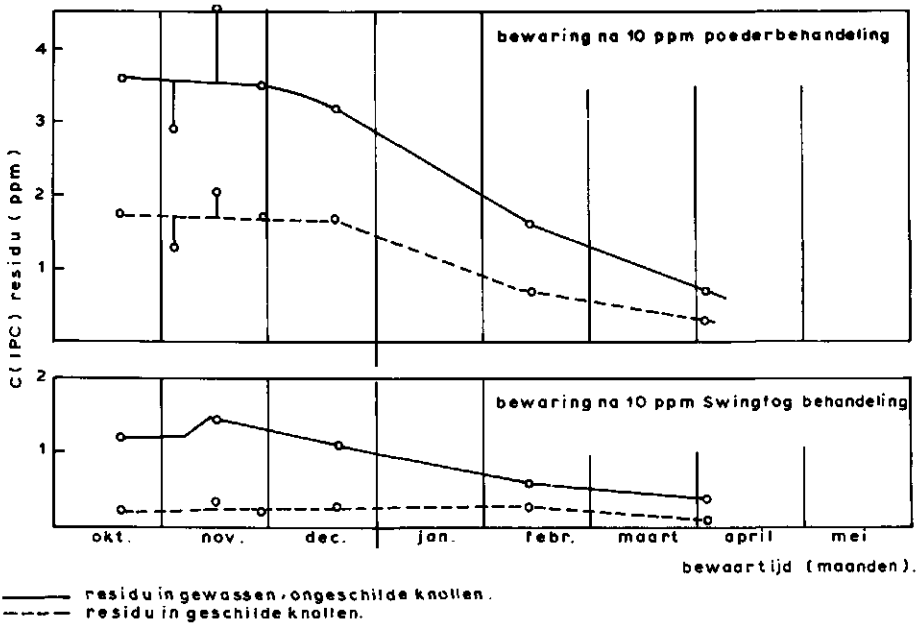


Fig. 10 C(IPC) residuen bij Bintje bewaard bij 7-9° na behandeling met kiemremmingsmiddelen (16).

Indien het reducerende-suikergehalte tijdens de bewaring toch te hoog is opgelopen, hetgeen meestal het gevolg is van een te lage bewaartemperatuur, kan men door reconditionering bij hogere temperaturen (15°C) deze suikers trachten te elimineren. Bij het reconditioneerproces, dat meerdere weken duurt, wordt ongeveer 80% van de suikers omgezet in zetmeel en 20% wordt verademd. De resultaten van reconditionering zijn echter zeer wisselvallig en vaak is het niet mogelijk om een voldoende laag niveau van het reducerende-suikergehalte te bereiken. Vooral onrijp gerooide aardappelen zijn moeilijk te reconditioneren. Verder is het bekend dat, zodra aardappelen uit de bewaarplaats gehaald worden, het gehalte aan reducerende suikers zeer snel kan oplopen, vooral bij lagere temperaturen. Geadviseerd wordt dan ook om de aardappelen zo snel mogelijk na het leeghalen van de bewaarplaats te verwerken (lieft binnen twee dagen en bij voorkeur binnen 24 uur).

## **Samenvatting**

Voor de aardappelverwerkende industrie is het gehalte aan reducerende suikers in de knollen van essentiële betekenis. Dit gehalte moet voor de chipsindustrie beneden 0,25% en voor de frites- en droogindustrie beneden 0,5% van het verse gewicht liggen. In verband met de grote betekenis van de aardappelverwerkende industrie voor de afzet van de Nederlandse aardappelen is het van belang dat aan deze eisen wordt voldaan.

Onmiddellijk na de oogst is het gehalte aan reducerende suikers in het algemeen op een acceptabel laag niveau, maar tijdens de bewaring kan deze situatie zeer snel veranderen. Dit hangt af van het aardappelras, de rijpheid bij de oogst en de groeiomstandigheden (vermijding van "stress-situaties" in de plant).

Vooraf voor de chipsindustrie is, in verband met het reducerende-suikergehalte, de rassenkeuze van groot belang, terwijl dit voor de frites- en de droogindustrie in mindere mate het geval is. De belangrijkste factor om een voldoende laag niveau van het reducerende-suikergehalte bij bewaarde aardappelen te bereiken is de bewaar temperatuur.

Voor chipsaardappelen wordt een bewaar temperatuur aanbevolen van 8-12°C (8-10°C) en voor de frites- en droogindustrie van 6-10°C (6-8°C). Bij bewaring met buitenlucht moet hiermede rekening gehouden worden; de lucht waarmede geventileerd wordt mag 1°C (maximaal 2°C) beneden het vereiste temperatuurminimum liggen. Een waakthermostaat in het luchtkanaal achter de ventilator is hierbij een belangrijk hulpmiddel. Het is aan te bevelen om de bewaarplaats zodanig in te richten dat met menglucht geventileerd kan worden.

Bij de "warme" bewaring van aardappelen is het gebruik van kiemremmingsmiddelen een vereiste. Dit kan in de vorm van poeders of in de vorm van vloeibare middelen met behulp van swingfog of pulsfog; bij deze laatste methode is het residu van IPC/CIPC in de aardappelen lager. Bij een te hoog gehalte aan reducerende suikers kan men, met wisselend resultaat, door reconditionering bij hoge temperaturen deze suikers elimineren.

Verwerking binnen één à twee dagen nadat de bewaarplaats gelost wordt, is in verband met de toename van reducerende suikers na "handling" aan te bevelen.

## **Literatuur**

1. **Burton, W.G.** : The sugar balance in some British potato varieties during storage. *Eur. Pot. Journal*, 12, 1969, p. 81-95.
2. **Burton, W.G.** : Post harvest behavior and storages of potatoes. *Applied Biology*, vol. III, 1978.
3. **Rastovski, A., Es, A. van et al.** : Storage of Potatoes. Pudoc Wageningen, 1981, p. 82-99.
4. **Hesen, J.C.** : Growing and storing potatoes for the chip industry. *Proceedings 5th EAPR Conference 1972*, p. 171-172.
5. **Hesen, J.C.** : Storage and quality of potatoes. *Proceedings 8th EAPR Conference 1981*, p. 123-132.
6. **Ludwig, J.W.** : Do reducing sugars indeed determine the chip colours. *Proceedings ECSA-PCIRG Conference 1980*, p. 1-10.
7. **Ludwig, J.W.** : The relationship between sugars in potatoes and chip colour during the growing season and after storage. *Proceeding PCIRG Conference 1981*, p. 22-32.
8. **Meijers, C.P.** : Verslag van het aardappelrassonderzoek 1981/82. IBVL (NKB-VAVI-RIVRI) Rapport 404.

- 9. Meijers, C.P. :** Verslag van het frites- en chips-kwaliteitsonderzoek van de klonen in het seizoen 1981/82.  
IBVL (NKB-VAVI-RIVRO) Rapport 505.
- 10. N.N. -** Jaarverslag VAVI 1981 (25 p.).
- 11. N.N. -** Some figures about the potato production and marketing in the Netherlands.  
Produktschap voor Aardappelen 1982.
- 12. Rønsen, K. :** The effect of fertilizers, variety and locality on the quality of chips in Norway.  
Proceedings 6th EAPR Conference 1975, p. 79-82.
- 13. Sowokinos, J.R. :** Relationship of harvest sucrose content to processing maturity and storage life of potatoes.  
Am. Potato Journal 55, 1978, p. 333-344.
- 14. Sowokinos, J.R. :** Three applications of sucrose rating to minimise sugar accumulation in stressed potatoes.  
Chipper/snacker, Sept. 1980, p. 41-42.
- 15. Stricker, H.W. :** Gehalt an reduzierende Zuckern in der Kartoffelknolle.  
Kartoffelbau 23, 1972, p. 298-300.
- 16. Vliet, W.F.van :** Sproutinhibition with C (IPC) and the processing of french fries.  
Proceedings FNK 1976, p. 1-8.

# Aspecten van bedrijfshygiëne bij de teelt van consumptie-aardappelen

ing. A. Schepers, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV), Lelystad

## Inleiding

Bedrijfshygiëne staat tegenwoordig in het centrum van de belangstelling. Hieraan is in sterke mate bijgedragen door de in 1981 gestarte landelijke actie, die in het bijzonder op de hygiëne in de pootaardappelteelt is gericht. Bij gelegenheid van deze actie is een landelijke begeleidingscommissie "Bedrijfshygiëne" ingesteld en zijn regionale campagne-groepen gevormd uit vertegenwoordigers van keuringsdiensten, handelshuizen en voorlichtingsinstanties. De brochure "Bedrijfshygiëne: basis voor een gezonde pootaardappelteelt" heeft ook veel consumptie-telers bereikt. Ook hier is de belangstelling voor het boekje erg groot. Hieruit blijkt dat de betekenis van een goede hygiëne bij de aardappelteelt - terecht - ook in deze sector wordt aanvoeld.

In het navolgende zal nader worden ingegaan op die facetten van bedrijfshygiëne, waar speciaal de consumptie-teler mee te maken heeft.

## Nematoden

Uit bedrijfshygiënisch oogpunt zijn bij de teelt van consumptie-aardappelen vooral nematoden van belang.

Nematoden of aaltjes komen - hoewel niet in aantoonbare aantallen - in de meeste gronden voor. Niet alle nematoden zijn echter schadelijk. Bij de plante-parasitaire aaltjes onderscheiden we een aantal dat de aardappel aantast:

**Aardappelcyste-aaltjes (geslacht Globodera).** Aardappelcyste-aaltjes leiden, als ze in hoge dichtheden voorkomen, tot de gevreesde aardappelmoehheid. Binnen het geslacht Globodera onderscheiden we de soorten *rostochiensis* (ro) en *pallida* (pa), die beide uit verschillende stammen (biotypen) bestaan. Verreweg het meest verspreid in Nederland is het biotype ro1 van de soort Globodera *rostochiensis* (oude benaming Heterodera, biotype A). In mindere mate komen voor de biotypen ro2, ro3, ro4 van de soort Globodera *rostochiensis* (oude benaming Heterodera, biotypen B, C, F) en de biotypen pa2 en pa3 van de soort Globodera *pallida* (oude benaming Heterodera, biotypen D en E).

**Vrijlevende wortelaaltjes.** Van de vrijlevende wortelaaltjes brengt de soort *Trichodorus teres* het aardappelstengelbontvirus over, dat kringrigheid in de knollen tot gevolg kan hebben. In Oost-Brabant en Noord-Limburg leidt deze ziekte soms plaatselijk tot problemen.

Het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*) vermeerderd zich wel sterk op aardappelen, maar richt bij dit gewas weinig schade aan. Volggewassen als bieten, erwten en peen kunnen echter wel ernstig lijden onder aantasting door deze aaltjessoort.

Van de verschillende overige vrijlevende wortelaaltjes wordt speciaal aan de soort *Pratylenchus penetrans* een mogelijk schadelijk effect op de aardappelplant toegeschreven.

**Stengelaaltjes.** Hiertoe behoren de soorten *Ditylenchus dipsaci* en *Ditylenchus destructor*, die beide, als ze in voldoende aantallen voorkomen, een bruinkorrelige, droogrotachtige aantasting in de knollen kunnen veroorzaken.

## Besmetting

De besmetting met aaltjes vindt plaats door transport van besmette, aanhangende grond met pootgoed of ander plantmateriaal van diverse gewassen, met werktuigen, gereedschappen, etc.

Ook door het verstuiwen van grond van het ene naar het andere perceel kan de besmetting worden overgebracht. Uitbreiding van een eenmaal ontstane besmetting vindt plaats met elke teelt van een vatbaar aardappelras. Bij *Globodera rostochiensis* bedraagt de vergroting van de populatie dan gemiddeld 25 keer, bij *Globodera pallida* is de vermeerdering wat minder snel. Teelt van een niet-waardplant doet de aaltjespopulatie dalen. Wanneer evenwel aardappelopslag in de volggewassen voorkomt kan, afhankelijk van het aantal opslagplanten en de ontwikkeling ervan, de populatie op peil blijven of zelfs toenemen.

### **Voorkomen van aaltjes-besmetting**

Het voorkomen van een besmetting met cyste-aaltjes is een uitermate belangrijke zaak. In het bijzonder geldt dit voor de 1 op 4-teelt van moeheids-vatbare rassen, waarbij niet wordt ontsmet. Eventueel het bedrijf binnenkomende aaltjes komen immers in een paradijs terecht en kunnen zich bij elke aardappelteelt en bij voorkomen van opslag van aardappelen optimaal vermeerderen. Om besmetting te voorkomen dient op de volgende zaken gelet te worden :

**Schone werktuigen en machines.** Werktuigen en machines die ook op andere bedrijven opereren, hetzij eigen materiaal of materiaal van loonwerkbedrijven of collega's, moeten grondig worden gereinigd alvorens ze op het bedrijf komen. Denk hierbij niet alleen aan werktuigen die bij de aardappelteelt worden gebruikt; grondverplaatsing is met alle werktuigen, machines en transportmiddelen mogelijk.

**Toepassing van drijfmest.** Mest van runderen gevoerd met aardappelen, kan in principe besmet zijn met cyste-aaltjes. Dit hoeft niet speciaal via de koeiemagen te gebeuren; het is vanouds zo dat resten uit de voergoot rechtstreeks in de mest terechtkomen als opveegsel. Wees daarom voorzichtig met de toepassing van drijfmest en ga vooraf de herkomst na.

**Pootgoed.** In partijen pootaardappelen komt altijd - in welke geringe mate ook - aanhangende grond voor. De aanwezigheid van cysten in deze grond is in principe niet uitgesloten. Om alle risico's te vermijden zouden daarom aangekochte pootgoedpartijen eigenlijk moeten worden gewassen voor ze het bedrijf binnenkomen. In de praktijk stuit dit echter op grote moeilijkheden. Bovendien is bij het wassen het risico van verspreiding van eventueel aanwezige bacterieën weer erg groot.

### **Beperken van de uitbreiding van een besmetting**

De uitbreiding van een reeds aanwezige besmetting met cyste-aaltjes kan op verschillende manieren worden beperkt.

**Grondontsmetting.** Deze is bij 1 op 3-teelt met vatbare rassen verplicht, maar kan ook bij 1 op 4-teelt soms noodzakelijk zijn. De 1 op 3-teelt met periodieke ontsmetting is beter dan de 1 op 4-teelt waarbij geen ontsmetting wordt uitgevoerd. Een goed geslaagde ontsmetting doodt 80-90% van de aanwezige aaltjes. Ook andere aaltjessoorten, bv. het bietecyste-aaltje en vrijlevende wortelaaltjes, worden hiermee bestreden. Bodemfumigantia worden in het najaar toegepast, micro-granulaten in het voorjaar.

**Teelt van resistente rassen.** Bij de teelt van resistente rassen worden de aaltjes wel uit de cysten gelokt, maar vermeerdering en nieuwe cyste-vorming is op deze rassen niet mogelijk, zodat de nematoden afsterven. Het bestrijdingseffect is eveneens plm. 80-90% doding. Het effect kan echter worden beperkt door de aanwezigheid van biotypen van de nematoden waartegen het betreffende ras geen resistentie bezit. Deze biotypen kunnen, doordat andere typen wel worden onderdrukt, zelfs grotere vermeerderingsmogelijkheden krijgen.

**Vruchtwisseling.** De teelt van een niet-waardplant (zonder aardappelopslag) betekent een reductie van de aaltjespopulatie van rond 35% per jaar.

**Opslagbestrijding.** Teneinde het aantal aardappelopslagplanten in het volggewas te beperken, moeten rooiverliezen zoveel mogelijk worden voorkomen. Verliesknollen moeten worden vernietigd door ze op te vangen en te kneuzen. Om rooiverliezen te beperken, moet bij de teelt- en oogstwerkzaamheden nauwkeurig worden gewerkt. Dit betekent rechte rijen op de juiste afstanden (ook de aansluitrijen), poters midden in de rug, trekker met niet te brede banden, etc. Ook het niet ploegen van aardappelland na de oogst, waardoor de bevroeringskans van achtergebleven knollen wordt verhoogd, doet de kans op aardappelopslag verminderen. In volggewassen voorkomende opslagplanten moeten intensief worden bestreden. Hoe eerder deze worden vernietigd, hoe kleiner de kans op vermeerdering van cyste-aaltjes op deze planten.

**Reinigen van werktuigen en machines.** Dit dient tussen de bewerkingen van verschillende percelen (denk ook aan niet-aardappelbewerkings-werktuigen) regel te zijn.

**Sorteergrond en zeefgrond.** Grond die met de aardappelen meegekomen is van besmette percelen, moet niet zonder meer worden teruggebracht, maar moet worden afgevoerd naar een stortplaats waar de grond spoedig voldoende diep wordt ondergedekt of op andere wijze eerst onschadelijk wordt gemaakt. In het kader van de actie "Bedrijfshygiëne" zijn proeven genomen met het stomen van grote hoeveelheden grond onder plastic. Deze methode biedt goede perspectieven t.a.v. de doding van aaltjes en andere ziektekiemen in de grond. Na behandeling kan de grond dan weer naar het perceel terug.

**Alternatieve vruchtwisseling**

Ten aanzien van het te volgen vruchtwisselingssysteem bij de teelt van een vatbaar ras zonder grondontsmetting (dus 1 op 4-teelt), kan men zich afvragen wat het effect op de aaltjespopulatie van een alternatieve vruchtwisseling "2 op 8" (twee jaar aardappelen, vervolgens zes jaar een ander gewas) zou zijn. In de figuren 1 en 2 is getracht dit effect te benaderen uitgaande van de kleinst mogelijke aaltjesbesmetting bij het begin van het eerste aardappeljaar. Hierbij is in beide figuren rekening gehouden met een verschillende invloed van aardappelopslag. In figuur 1 is het eerste jaar na aardappelen gerekend met een aaltjesvermenigvuldigingsfactor 4, in figuur 2 met een vermenigvuldigingsfactor 2, in beide situaties tengevolge van de aanwezigheid van

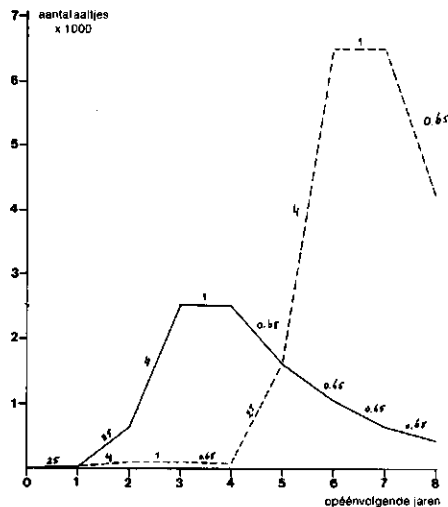


Fig. 1. Ontwikkeling van de cyste-aaltjespopulatie bij 2 op 8- ( — ) en 1 op 4- ( - - - ) teelt van een vatbaar ras zonder grondontsmetting. De cijfers bij de lijngedeelten zijn vermenigvuldigingsfactoren (zie verder de tekst).



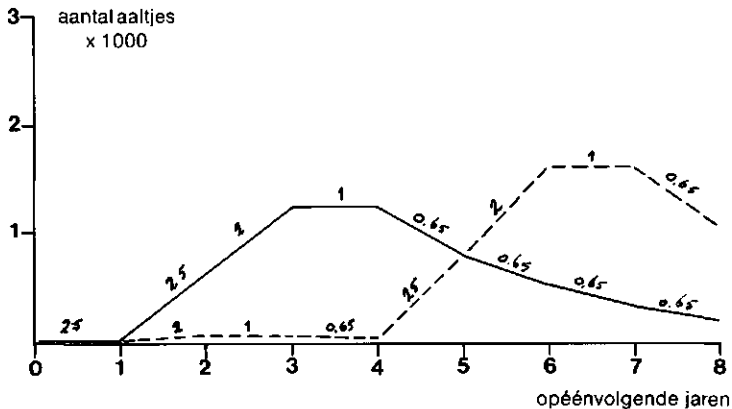


Fig. 2. Ontwikkeling van de cyste-aaltjespopulatie bij 2 op 8- (—) en 1 op 4 (-----) teelt van een vatbaar ras zonder grondontmetting. De cijfers bij de lijngedeelten zijn vermenigvuldigingsfactoren (zie verder de tekst).

aardappelopslag. In beide figuren is in het tweede jaar na aardappelen gerekend met de factor 1, in de overige niet-aardappeljaren met de factor 0,65. In de teeltjaren zelf is de -arbitraire- vermenigvuldigingsfactor 25 aangehouden.

Het blijkt dat de ontwikkeling van de aaltjespopulatie gedurende de gewasrotaties sterk samenhangt met de voor aardappelopslag gekozen vermenigvuldigingsfactor in de jaren na de teelt van aardappelen. Bij het hanteren van andere factoren dan in bijgaande voorbeelden is gedaan wijzigt het beeld zich. Steeds blijkt echter dat, indien een bepaalde invloed van aardappelopslag op de aaltjespopulatie wordt verondersteld, de 1 op 4-teelt "slechter uitkomt" dan de 2 op 8-teelt. Bij het voortzetten van de rotaties (niet weergegeven in de figuren) wordt dit effect steeds groter, tot het moment waarop moeheid optreedt en teruglopende gewasgroei de vermenigvuldiging van aaltjes beperkt. Slechts wanneer geen opslag voorkomt, of indien hiermee geen rekening wordt gehouden bij het berekenen van de ontwikkeling van de aaltjespopulatie, blijken beide teeltsystemen gelijkwaardig te zijn.

De conclusies die hieruit kunnen worden getrokken zijn :

1. Het voorkomen van aardappelopslag is enorm belangrijk.
2. De mogelijkheid van invoering van een 2 op 8-teelt dient serieus te worden nagegaan.
3. Bij handhaving van de 1 op 4-teelt, waarbij rekening gehouden wordt met aardappelopslag, zal eerder aan ontsmetting moeten worden gedacht in vergelijking met de 2 op 8-teelt.

### Phytophthora

Bedrijfs hygiëne bij de consumptie-aardappelteelt betekent ook het alert zijn op de bestrijding van Phytophthora. Dit is niet alleen het geval bij de bestrijding in het gewas, maar vooral bij het voorkomen van aardappelopslag in volggewassen en op afvalhopen. Het voorkomen van aardappelopslag in de percelen is bij het hoofdstukje over nematoden reeds besproken. Niet genoeg kan worden gewezen op het gevaar van afvalhopen waarin kleine en zieke aardappelknollen voorkomen; meestal vindt de eerste besmetting van de gewassen vanuit deze afvalhopen plaats. Regelmatig doodspuiten van opslag (in elk geval wekelijks) op de afvalhopen is een methode die gevolgd kan worden; beter is nog het goed afdekken van de afvalhoop met zwart plastic, zodanig dat de knollen absoluut geen kans krijgen om loof te vormen. Het (veilig) afvoeren van de grond of het stomen ervan wanneer afvoeren minder goed mogelijk is of erg duur, behoort tot de mogelijkheden.

## **Rhizoctonia**

De teelt van een kwaliteitsprodukt brengt de noodzaak van het ontsmetten van het te gebruiken pootgoed met zich mee. De zgn. natte ontsmetting met Solacol of Rovral op de pootmachine begint steeds meer ingang te vinden, waarbij voor consumptie-aardappelen Solacol de voorkeur verdient, vanwege de kans op een fijnere sortering bij het gebruik van Rovral. Wees echter bij het aantreffen van rotte knollen in het pootgoed voorzichtig met het nat ontsmetten, omdat hierbij gemakkelijk bacteriën over de pootgoedpartij kunnen worden verspreid. Zoek de rotte knollen liever eerst goed uit en gebruik voor het ontsmetten in zo'n geval liever een poedervormig middel. Een goede Rhizoctonia-bestrijding betekent niet alleen een regelmatigere opkomst, een hogere opbrengst en een betere knolvorm, maar beperkt ook het aandeel ondermaatse knollen bij de oogst, hetgeen van belang is voor de aardappel-opslagbestrijding.

## **Bacterieziekten**

Bacterieziekten vormen bij consumptie-aardappelen een minder groot probleem dan bij de pootaardappelen, met name omdat het rooien in een later rijpingsstadium plaats vindt. De schil is beter afgehard, waardoor minder knolontvelling optreedt. Eventueel verspreide bacteriën krijgen dan minder kans om de knollen binnen te dringen. Wel belangrijk is het vermijden van versmering van bacteriën met rotte knollen op de pootmachine.

## **Fusarium en zilverschurft**

Fusarium en zilverschurft zijn echte bewaarziekten, d.w.z. dat de uitbreiding vooral tijdens de bewaring plaatsvindt. Beide ziekten hoeven echter tegenwoordig geen probleem meer te zijn, nu bij de oogst de knollen kunnen worden behandeld met een middel op basis van een benzimidazolverbinding. Bij consumptie-aardappelen is deze behandeling meestal niet nodig. Ze verdient wel aanbeveling als men op het bedrijf frequent last heeft van Fusarium en verder bij zeer lange bewaring, bv. tot juni/juli. Met het oog op het snel drogen van de geogste partij en om versmering van bacterieziekten te voorkomen, is het van belang dat de behandeling met zo weinig mogelijk water plaatsvindt. De nieuwste typen vernevelaars die slechts 60-140 ml water per ton aardappelen verbruiken, bieden hiertoe de mogelijkheid.

## **Verticillium**

Het is bekend dat Verticillium zo langzamerhand een probleem begint te worden in de Nederlandse aardappelteelt. Behalve op aardappelen kan de schimmel op allerlei onkruiden overleven. Een goede onkruidbestrijding is daarom van belang. Met het aardappelloof kunnen miljarden daarop gevormde micro-sclerotiën in de grond terecht komen, waar ze jaren in leven kunnen blijven. Daarom is het verzamelen en verbranden van het loof een goede bestrijdingswijze. Hoewel na loofklappen een deel van het loof te sterk wordt verkleind om nog te kunnen worden verzameld, is het zinvol dit met de resterende stengelstompen wel te doen. Op het onderste deel van de stengel bevinden zich nl. de meeste micro-sclerotiën. Het vinden van een bruikbare, niet te kostbare methode om het loof vóór het klappen dood te branden, zou daarom een goede ontwikkeling betekenen.

## **Bladluizen**

Bladluizen onttrekken vocht en suikers uit de bladeren van het aardappelloof. Ze moeten echter in zeer grote aantallen voorkomen alvorens dit merkbare schade geeft. Te vroeg en te vaak spuiten tegen bladluizen veroorzaakt een averechts effect, doordat ook de bladluizenvijanden hiermee worden vernietigd en bovendien het optreden van resistentie tegen bestrijdingsmiddelen wordt bevorderd. Beide omstandigheden kunnen leiden tot -vaak pleksgewijze -bladluisaantastingen die wel degelijk een vervroegd afsterven tot gevolg kunnen hebben. Bij een

ongestoorde ontwikkeling van bladluisvijanden zien we deze echter niet. Op grond van de mogelijke drogestof-onttrekking en de kennis omtrent de vermeerderingssnelheid van bladluizen wordt geadviseerd niet eerder een bespuiting uit te voeren dan bij een bezetting van circa 50 luizen per samengesteld aardappelblad. Gelet op de ervaringen in 1982 is het gewenst bij warm, drogend weer de behandeling 's morgens of 's avonds en met veel water uit te voeren. Een bepaalde bladluisoort (de topluis), kan ook bij geringere bezetting een topol-inductie veroorzaken. Hiertegen dient wél tijdig te worden gespoten, waarbij in de meeste gevallen één behandeling, rond half juni, voldoende is.

### **Algemene hygiënische maatregelen**

In het voorgaande is reeds gewezen op het belang van het reinigen van machines, werktuigen en transportmiddelen om verspreiding van ziekten te voorkomen. Ziekten en plagen kunnen ook overblijven in resten van gewas en grond in bewaarplaatsen, etc. Het is daarom noodzakelijk deze ruimten jaarlijks voor het opslaan van de nieuwe oogst goed bezemschoon te maken.

# Voorlichting als schakel tussen onderzoek en praktijk

Ir. S. Meerman, Consulenten­schap voor de Akkerbouw, Groningen

De belangstelling van de Nederlandse akkerbouwer voor het gewas aardappelen is groter dan voor elk ander akkerbouwgewas. Dit valt af te leiden uit de aandacht die het gewas krijgt bij de bezoeken aan de regionale proefboerderijen in het zomerseizoen en de belangstelling voor demonstraties en acties. Deskundigen leveren dan ook vele bijdragen in de landbouw­pers en verzorgen tal van inleidingen en lessen tijdens de cursussen die in het winterseizoen in de regio's worden gegeven.

Ook onderzoekers hebben hier een belangrijk aandeel in. Ieder jaar weer wordt melding gemaakt van de nieuwste ontwikkelingen en worden de resultaten van onderzoek aan de praktijk voorgelegd. Dat bewijst dat het onderzoek op aardappelgebied een vooraanstaande plaats inneemt. Het valt echter voor de individuele aardappelteler niet mee om zich alles wat op hem afkomt snel eigen te maken en in praktijk te brengen. Toch is een doelgerichte aanpak bij het inpassen van nieuwe inzichten in de bestaande teeltwijze en bedrijfsvoering nodig om bij te blijven. Daarbij kan de landbouwvoorlichtingsdienst een handje helpen. Deze inleiding is bedoeld om aan te geven hoe nieuwe inzichten en ontwikkelingen op verantwoorde wijze in de praktijk geïntroduceerd kunnen worden.

## Onderzoek en praktijk

Onderzoek vindt plaats onder geconditioneerde en vaak ideale omstandigheden. Bovendien wordt er extra zorg en aandacht aan besteed. De resultaten worden statistisch getoetst en kunnen de kritiek van betrouwbaarheid ruimschoots doorstaan. De deugdelijkheid van het onderzoek is in Nederland boven iedere twijfel verheven.

De praktijk is terecht vaak erg ongeduldig. In een vroeg stadium van onderzoek wenst men harde uitspraken. Dit is meestal onmogelijk. Zelfs wanneer het onderzoek is afgesloten, komt het zelden voor dat zwart-wit uitspraken gedaan kunnen worden. Immers de resultaten van landbouwkundig onderzoek zijn soms net zo grillig als de natuur zelf. Dit maakt het niet alleen boeiend, maar tegelijkertijd moeilijk om e.e.a. direct in de praktijk op grote schaal toe te passen.

Geconditioneerde- en ideale omstandigheden komen in de praktijk zelden voor. Het toepassen van resultaten van onderzoek vraagt daarom om een kritische instelling. Er zal ook rekening gehouden moeten worden met een rendement dat vaak lager is dan uit het onderzoek naar voren komt. Bovendien zijn de technische mogelijkheden voor uitvoering op praktijkschaal niet altijd direct voorhanden.

Kortom : er zal altijd een verschil blijven tussen de omstandigheden waarin het onderzoek wordt uitgevoerd en de praktijksituatie.

De akkerbouwvoorlichting, die nauwe contacten onderhoudt met het onderzoek, is de belangrijkste schakel in het doorgeven en vertalen van onderzoeksresultaten naar de actuele praktijksituatie. In toenemende mate zijn ook onderzoekers geïnteresseerd in toetsing van hun bevindingen in de praktijk en terugkoppeling van de ervaringen. Ook hierbij vervult de voorlichting een centrale rol.

## Groepsvoorlichting in studieclubverband

De individuele voorlichting neemt in de akkerbouw nog steeds een grote plaats in. Daarnaast is er de laatste jaren een toenemende tendens in de richting van groepsvoorlichting in zogenaamde gewasstudieclubs.

Dat deze studiecclubs in de praktijk aanslaan, is een teken dat deze wijze van kennisoverdracht voordelen biedt.

De doelstellingen van gewasstudiecclubs zijn onder meer :

- verdieping van de kennis van de achtergronden van de teelt
- het doen van waarnemingen in het gewas
- het volgen en zo nodig in praktijk brengen van nieuwe ontwikkelingen en onderzoeksresultaten uit binnen- en buitenland
- het toetsen van de eigen teeltwijze en ervaringen aan die van anderen.

Uiteindelijk zal het erom gaan dat de teeltwijze geoptimaliseerd wordt, zodat hogere opbrengsten en betere rendementen gerealiseerd worden. De ervaringen van een aantal jaren hebben geleerd dat in dit verband met studiecclubs zeer goede resultaten worden bereikt. De voorlichter treedt hierbij op als begeleider en stimulator van het geheel. Daarnaast is het een absolute voorwaarde dat alle telers die lid zijn van zo'n studiecclub zelf actief bezig zijn. Alleen dan kan een goede uitwisseling plaatsvinden van ervaringen, inzichten en ideeën. Slechts een volledige inzet van iedere deelnemer samen met de voorlichter kan een studiecclub tot een zodanig succes maken, dat een ieder er optimaal de vruchten van kan plukken.

Om met de laatstgenoemde doelstelling, het toetsen van de eigen teeltwijze aan die van anderen, te beginnen, is het noodzakelijk om inzicht te krijgen in de sterke en zwakke punten van die teeltwijze. Daarvoor is het nodig om het gewas een paar jaar intensief te volgen. Dat kost veel tijd, maar de ervaring heeft geleerd dat die investering vaak dubbel en dwars wordt terugbetaald. Pas nadat een analyse van de eigen teeltwijze is gemaakt, kan doelgericht worden gewerkt aan het optimaliseren ervan.

### **Teeltenquête**

Om beperkende factoren, fouten in de teelt, zwakke punten in het bedrijfsbeheer etc. op te sporen, is het nodig dat alle teelthandelingen worden genoteerd en dat waarnemingen worden gedaan in het eigen gewas. In nauwe samenwerking met het PAGV zijn daartoe reeds voor een aantal gewassen speciale teeltenquêteformulieren opgesteld. Ook voor consumptie-aardappelen is dat mogelijk.

Een doeltreffend en overzichtelijk enquêteformulier zal alle relevante informatie moeten omvatten en tegelijk zo beknopt mogelijk moeten zijn.

Welke informatie van belang kan zijn, wordt in het volgende systematische overzicht weergegeven :

#### *a. algemene perceelsgegevens*

- grondsoort (afslibbaarheids%, humus-%)
- grondonderzoek (pH, Pw, K-getal, N-min)
- vruchtwisseling
- waterhuishouding (drainage, grondwatertrap)
- profielbeschrijving (bewortelingsdiepte, storende lagen)
- aaltjesonderzoek

#### *b. grondbewerking*

- stoppelbewerking
  - hoofdgrondbewerking
  - voorbewerking
- (datum, weers- en bodemomstandigheden, werktuig, werkdiepte, bandenmaat)

*c. bemesting*

- groenbemesting (datum, soort meststof,
- dierl. mest N,P,K,-hoeveelheid)
- kunstmest

*d. pootgoed*

- ras, klasse
- potermaat
- bewaaromstandigheden
- handelingen tijdens bewaring
- kwaliteit (fysiol. ouderdom)
- kiemlengte
- aantal kiemen

*e. poten*

- pootdatum
- weers- en bodemomstandigheden
- pootmachine (type, aantal rijen)
- pootafstand in de rij
- aantal poters per m<sup>2</sup>
- aanaarden (datum, aantal rijen, grond boven de poter)
- rugvorm, structuur.

*f. groeiverloop*

- opkomst (datum, regelmaat)
- knolzetting (begindatum)
- aantal hoofdstengels per m<sup>2</sup>
- sluiten van het gewas (datum)
- loofontwikkeling

*g. onkruid- en ziektebestrijding*

- onkruidbestrijding (datum, middel, hoeveelheid, effect)
- insektenbestrijding (datum, middel, hoeveelheid, effect)
- Phytophthorabestrijding (datum, middel, hoeveelheid, effect)

*h. beregening*

- datum, hoeveelheid

*i. oogst*

- loofvernietiging (datum, middel, effect)
- oogstdatum
- rooimachine (type, steek rooiketting, bekleding, beschadiging)
- opbrengst
- sortering
- onderwatergewicht
- kwaliteitsbeoordeling

*j. financieel resultaat*

### Kwantificering van de resultaten

Een deel van de gegevens en waarnemingen kan worden gekwantificeerd en onderling met elkaar in verband worden gebracht. Als deze cijfers op een rijtje worden gezet, ontstaat een beeld van het groeiverloop, wat een basis is voor een analyse van de sterke en zwakke punten van de teelt. De cijfers die de verschillende teeltenquêtes opleveren, kunnen dan met elkaar worden vergeleken en getoetst aan een referentiemodel.

	T	A	B
aantal poters/m <sup>2</sup>	4,5	5	6
aantal kiemen/poter	4,2	5	5
aantal hoofdstengels/poter	4	3	4
aantal hoofdstengels/m <sup>2</sup>	18	15	24
aantal knollen/m <sup>2</sup> (>28 mm)	70	60	90
lengte knol-groeiperiode (dg)	85	75	85
opbrengst (g/m <sup>2</sup> )	7000	4875	7200
knolproductie (g/m <sup>2</sup> /dg)	82	65	85
opbrengst>55 mm (g/m <sup>2</sup> )	3900 (55%)	2000 (41%)	3100 (43%)

Als referentiemodel (T) kan bijvoorbeeld worden uitgegaan van een theoretisch gewenste optimale situatie. De gegevens hiervoor worden verkregen uit productiecurven die op basis van onderzoeksresultaten zijn vastgesteld.

Een tweetal voorbeelden van mogelijke resultaten van teeltenquêtes zijn onder A en B vermeld. Teeltenquête A toont ten opzichte van T een te gering aantal hoofdstengels per m<sup>2</sup> en een lage knolproductie per dag. Oorzaken moeten waarschijnlijk gezocht worden in een slechte opkomst en minder goede bodemomstandigheden. De teeltenquête zelf kan hier meer opheldering over geven. Van teeltenquête B is duidelijk dat een groot aantal hoofdstengels weliswaar een hogere opbrengst heeft gegeven, maar dat het aandeel van de grove maten in de uiteindelijke opbrengst relatief gering is.

Op een dergelijke wijze kunnen legio teeltschema's worden getoetst en onderling vergeleken. In dit voorbeeld zijn beide schema's betrekkelijk alledaags, maar de gegevens van de praktijkpercelen zijn niet altijd even eenvoudig te interpreteren. Desondanks wordt met deze wijze van presentatie vaak het inzicht in de teelt vergroot en kunnen de punten die voor verbetering in aanmerking komen, worden aangegeven.

Het zal duidelijk zijn dat ook nieuwe, perspectief biedende teeltmethoden die worden geprobeerd langs deze weg zowel binnen het bedrijf als tussen de bedrijven op hun waarde kunnen worden getoetst.

### Verwerking van de gegevens en evaluatie

Moderne verwerkingstechnieken kunnen ertoe bijdragen dat de resultaten van teeltenquêtes op eenvoudige, overzichtelijke wijze op een rij kunnen worden gezet en beoordeeld. Voorwaarde is wel dat het enquêteformulier niet alleen volledig is ingevuld, maar tevens zodanig van opzet is dat geautomatiseerde verwerking op efficiënte wijze mogelijk is. Hiermee worden momenteel door PAGV i.s.m. voorlichtingsdienst ervaringen opgedaan. Bespreking van de resultaten en conclusies binnen studieclubverband vormt de voorlopige afronding van de enquête.

Vergelijking van de teeltgegevens met die van collega's is vaak een stimulans om met des te meer interesse het volgende teeltseizoen in te gaan en te trachten de zwakke punten weg te werken. Ook geven de conclusies nogal eens aanleiding om binnen studieclubverband te experimenteren. Voor de onderzoeker hebben deze gegevens uit de praktijk niet alleen statistische betekenis, maar geven tevens waardevolle informatie voor lopend en toekomstig onderzoek. Het onderzoek staat dus niet alleen ten dienste van de praktijk, maar het omgekeerde is ook het geval.