

S P R E N G E R I N S T I T U U T  
Haagsteeg 6, 6708 PM Wageningen  
Tel.: 08370-19013

*(Publikatie uitsluitend met  
toestemming van de directeur)*

RAPPORT NO. 2247

Drs. M.A. van der Meer

HET AIS-GEHALTE ALS RIJPHEIDSPARAMETER  
VAN GROENTEN EN FRUIT IN HET ALGEMEEN  
EN VAN DOPERWTEN IN HET BIJZONDER

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut  
Project no. 540 (september 1983)

## I N H O U D

	blz.
Samenvatting/Summary	
1. INLEIDING	1
2. BEPALING VAN HET AIS-GEHALTE	3
2.1. Erwten	3
2.2. Bonen	7
2.3. Diverse groenten	8
2.4. Fruit	8
2.5. Samenvatting en conclusies	9
3. SPREIDING VAN HET AIS-GEHALTE IN MONSTERS VAN GELIJKE RIJPHEID	12
4. VERLOOP VAN HET AIS-GEHALTE TIJDENS DE GROEI VAN DE PLANT	12
4.1. Fruit	12
4.2. Diverse groenten	15
4.3. Bonen	17
4.4. Doperwten	21
4.4.1. Doperwten, zonder correlatie met sensorische keuringen	21
4.4.1.1. Verloop van diverse bestanddelen	21
4.4.1.2. Correlatie tussen de rijpheids- parameters	26
4.4.1.3. Verloop van diverse bestanddelen in zaadlob en zaad huid afzonderlijk	28
4.4.1.4. Invloed van het ras en het type ras, rond- of kreukzadig	29
4.4.1.5. Conclusies	31
4.4.2. Doperwten, inclusief correlatie met sensorische keuringen	32
4.4.2.1. Globaal verband met sensorische kwaliteit	32
4.4.2.2. Correlatie tussen de rijpheidspara- meters en sensorische metingen	36

	blz.
4.4.2.3. Correlaties tussen de rijpheidsparameters en sensorische metingen	38
4.4.2.4. Conclusies	39
5. VERLOOP VAN HET AIS-GEHALTE IN DOPERWTEN TIJDENS DE CONSERVERING EN DE DAAROP VOLGENDE BEWARING	40
5.1. Inblikken	40
5.2. Diepvriezen	41
5.3. Luchtdrogen	43
5.4. Conclusies	44
6. ANDERE ASPECTEN BETREFFENDE HET AIS-GEHALTE	45
6.1. Het verschil tussen vers ingeblikte erwten en opgeweekte droge erwten na inblikken	45
6.2. Het effect van het bewaren van doperwten in verse toestand	45
6.2.1. Het bewaren van nog niet gedorste doperwten	45
6.2.2. Het bewaren van gedorste doperwten	46
6.3. Conclusies	47
7. EINDCONCLUSIES	47
8. LITERATUUR	48

## SAMENVATTING

Teneinde achtergrondinformatie te verkrijgen voor een door het Sprenger Instituut en de conservenindustrie uit te voeren onderzoek betreffende het AIS-gehalte van gesteriliseerde doperwten, is het in dit rapport beschreven literatuuronderzoek uitgevoerd, waarbij ca. 70 artikelen (veelal recenter dan 1969) werden bestudeerd.

In de inleiding is nagegaan wat er bekend is over de bestanddelen, die bij de bepaling in de AIS (= Alcohol Insoluble Solids) terecht komen. In de 80% v/v ethanol, zoals toegepast bij de bepaling van AIS, lossen zeker niet op: vet, zetmeel, pektines, cellulose, hemicellulose en lignine. Van de eiwitfractie zullen alleen vrije aminozuren en kleine peptiden, van de koolhydraten alleen mono- en disacchariden en een onbekend gedeelte van de oligosacchariden, en van de mineralen voornamelijk de natrium en kaliumzouten in oplossing gaan.

In het hoofdstuk over de bepaling van het AIS-gehalte wordt een overzicht gegeven van de verschillen tussen de diverse bepalingmethoden. De belangrijkste (voor de resultaten van de bepaling) verschillen tussen deze methoden zijn gelegen in het v/v percentage ethanol van het uiteindelijk mengsel van alcohol en produkt tijdens het reflux proces. Er wordt een voorstel gedaan voor een modificatie van de bepalingmethode zodanig dat het ethanol percentage steeds 80% is.

In het hoofdstuk over het verloop van het AIS-gehalte tijdens de groei van de plant worden eerst de fruitsoorten behandeld: AIS van bananen laat een spectaculaire daling en dat van mango's een scherp maximum zien tijdens de rijping. Vervolgens worden groenten en bonen besproken: sperziebonen vertonen duidelijk een toename van het AIS-gehalte tijdens de groei.

In dit hoofdstuk ligt het accent op de doperwt. In het eerste gedeelte, waarin literatuur zonder sensorisch werk ter sprake komt, wordt geconcludeerd dat AIS de belangrijkste parameter voor de verse erwt is van de chemisch bepaalde methoden, met een wenselijke waarde van 11-16% ten tijde van de oogst. Eveneens snel oplopend tijdens de rijping zijn de waarden, verkregen met de tenderometer, de Kramer shear-press e.a. Deze mechanische methoden hebben het grote voordeel dat de meting aan het verse produkt uiterst snel uitgevoerd kan worden. De correlatiecoëfficiënten tussen AIS-gehalten en tenderometerwaarden liggen meestal boven 0,96. Het AIS-gehalte van alleen de zaadlobben blijkt nog sterker met de rijping op te lopen dan dat van de gehele erwt; het verschil is aanmerkelijk: b.v. van 1 tot 3,6 tegen van 1 tot 2,2. Rondzadige rassen stijgen sneller in AIS-gehalte met de rijping dan kreukzadige rassen, die overigens een hoger suikergehalte hebben. De eerste geven een ander verband tussen AIS en tenderometerwaarde dan laatstgenoemde rassen.

In het tweede gedeelte van het laatstgenoemde hoofdstuk wordt de literatuur behandeld, waarin ook sensorisch werk is uitgevoerd. Diverse auteurs melden een opvallend slechte correlatie tussen het totaal suikergehalte en de sensorisch vastgestelde zoete smaak van blik- en diepvrieserwten. In de correlatie-driehoek tussen AIS, tenderometer en sensorische keuring geeft de literatuur geen uitsluitend over de vraag welke parameter van deze twee het beste correleert met de sensoriek, als men middelt over alle rassen (rond- en kreukzadig). Duidelijk is wel geworden dat deze rastypen tot verschillende correlaties met de sensorische keuringen leiden. Als regel zijn correlatiecoëfficiënten tussen meetmethoden hoger dan die tussen een methode en sensoriek.

In het hoofdstuk over het verloop van AIS tijdens de conservering wordt geconstateerd dat het AIS-gehalte tijdens blancheren en conserveren opvallend constant blijft (afgezien van een lichte stijging tijdens het drogen) en dat de tenderometerwaarde scherp daalt (tot minder dan 20% van de vers-waarde). Geconcludeerd kan worden dat AIS de aangewezen rijpheidsparameter van de verse doperwt is, indien men moet meten aan het verwerkte produkt.

In het laatste hoofdstuk over het onderscheid tussen vers ingeblikte erwten en opgeweeke droge erwten (na inblikken) wordt het zo constante AIS hiervoor juist ongeschikt bevonden. In dit hoofdstuk wordt verder vastgesteld dat bewaring van verse doperwten, in de peul of gedorst, bij omgevingstemperaturen kan leiden tot sensorisch kwaliteitsverlies, zonder evenredige compensatie van AIS-gehalte en tenderometerwaarde.

#### SUMMARY

The AIS content as parameter of maturity concerning fruit and vegetables, the green pea in particular.

By M.A. van der Meer.

In order to obtain background information for a research project by Sprenger Institute and preserving-industry concerning the AIS content of sterilized green peas, a review of literature has been performed in this report. About 70 papers (60 papers from 1969) were studied.

In the introduction of this report a search is described on the components, coming into the AIS (= Alcohol Insoluble Solids) during the analysis. In 80% v/v ethanol, as it has been applied during the analysis of AIS, there are not soluble: fat, starch, pectins, cellulose, hemicellulose and lignin. From the protein-fraction only free amino acids and small peptides will dissolve; from carbohydrates only mono- and disaccharides and an unknown part of oligosaccharides will dis-

solve; of the minerals mainly sodium- and potassium salts will go into solution.

In the chapter about the analysis of AIS content a review is given concerning differences between the various methods of analysis. The most important (regarding the results of analysis) differences between these methods are focused on the v/v percentage of ethanol of the ultimate mixture of alcohol and product during refluxing process. A proposal is made for a modification of the method of analysis in such a way as to make the percentage of ethanol constant 80% v/v.

In the chapter concerning the course of AIS content during growth of the plant, first various fruits are discussed: AIS of bananas shows a spectacular decrease, and AIS of mangoes shows a sharp maximum during ripening. Further vegetables and beans are discussed: green beans show a distinct increase of AIS content during growth.

This chapter is focused on the green pea. In the first part, in which papers without sensory evaluation are discussed, there is concluded that AIS is the most important parameter (for the fresh pea) of the chemical methods, with a desirable value of 11-16% at the moment of harvest. Likewise the values, obtained with tenderometer, Kramer shear-press and other maturometers, are increasing fast during ripening. These mechanical methods have the great advantage that measurement (on the fresh pea) can be done very rapidly. Mostly the coefficients of correlation between AIS contents and tenderometer-values are above 0,96. The AIS content of only the cotyledons appears to rise yet faster with ripening than the AIS content of the whole pea; the difference is substantial: p.e. from 1 to 3.6 versus from 1 to 2.2. The AIS content of round seeded varieties increase more rapid along with ripening than the AIS of wrinkled seeded varieties; the last varieties have a higher content of sugars. The round seeded peas have another correlation between AIS content and tenderometer-value than the wrinkled seeded peas.

In the second part of last named chapter papers are discussed which cover also sensory evaluation. Various authors mention a remarkable poor correlation between the total sugar content and the sensory evaluation of sweet taste concerning canned and frozen peas. For the triangle of correlation between AIS content, tenderometer-value and sensory evaluation literature gives no decisive answer to the question which parameter of these two mentioned correlates best with sensory figures, if there is averaged over all varieties (round- and wrinkled seeded). Yet it has become clear, that these types of variety induce different correlations with sensory evaluation. As a rule coefficients of correlation between methods of measurement are higher than those between a method and sensory parameters.

In the chapter about the course of AIS during the preservation it was observed that the AIS content remains remarkable constant during blanching and preserving (apart from a slight increase during drying) and that the tenderometer-

value decreases sharply (to below 20% of the value of fresh). It can be concluded that AIS content is the indicated parameter of maturity of the fresh pea, if there has to be measured on the processed product.

In the last chapter about the difference between fresh canned peas and soaked dry peas (after canning) the constant (see above) AIS content is found to be just unsuited for this. Further in this chapter is ascertained that storage of fresh peas, in the pod or threshed, at temperatures of environment can induce sensory quality deterioration, without proportional compensation of AIS content and tenderometer-value.

## 1. INLEIDING

Dit literatuuronderzoek is uitgevoerd om een onder- en achtergrond te verkrijgen voor het door het Sprenger Instituut en de conservenindustrie uit te voeren onderzoek betreffende het AIS-gehalte van gesteriliseerde doperwten. Het ligt namelijk in het voornemen t.z.t. het AIS-gehalte als kwaliteits- en rijpheidsparameter voor gesteriliseerde doperwten in te voeren, waarbij dit gehalte dan ook in de toekomst op het etiket van de verpakking vermeld zal worden.

Aan het Pudoc, Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, te Wageningen is gevraagd een literatuuruitdraai te verrichten uit de door de F.S.T.A., Food Science and Technology Abstracts, sinds 1969 gerefereerde tijdschriften en boeken. Het zoekpatroon was: alle literatuur betreffende groenten en fruit, waarin AIS wordt genoemd of bepaald, en rijpheid met rijpheidscriteria van doperwten en sperziebonen. In dit literatuuronderzoek zijn alleen publikaties verwerkt, waarin het AIS-gehalte ook werkelijk werd bepaald, of waarin interessante beschouwingen over AIS werden gegeven.

De allereerste vraag die opkomt als men een dergelijk onderzoek doet, is: wat is en omvat AIS? De afkorting AIS betekent: "Alcohol Insoluble Solids", dus de hoeveelheid in alcohol onoplosbare vaste bestanddelen. Waarschijnlijk op praktische gronden (het verse, natte, produkt moest gemixt worden met 95% alcohol) is men op een alcoholgehalte van 80% v/v gekomen.

Merkwaardig is het te moeten constateren dat in de recente (na 1969) literatuur en in enkele gerefereerde oudere literatuurplaatsen geen duidelijke omschrijving voorkomt wat AIS nu precies omvat. Kertesz (1934) stelde dat in 80% alcohol alle suikers en enkele andere bestanddelen opgelost worden, maar dat zetmeel, hemicellulosen, celstof en eiwitten onopgelost blijven. Cerning-Beroard et Filiatre-Verel (1979) extraheerden met 80% alcohol de droge stof van erwten, waaruit eiwitten en vetten verwijderd waren. In oplossing gingen de mono- en disacchariden, benevens het tetrasaccharide stachyose en orcinol. Het in 80% v/v alcohol onoplosbare residu werdeerst gehydrolyseerd bij 130°C en bewerkt met gluco-analyse, hetgeen in het filtraat na scheiding zetmeel en wateroplosbare polymeren opleverde van glucose en xylose. Behandeling van het residu met 0,7 N HCl leverde in het filtraat diverse in zuur oplosbare pectines op (waaronder hemicellulosen). Behandeling van het residu met 72% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> deed in het filtraat belanden fracties van cellulose en hemicellulose. Het residu bevatte tenslotte nog lignine en wat mineralen (door verassing was de hoeveelheid hiervan te bepalen). AIS zal dus bestaan uit bovengenoemde stoffen en bovendien uit in 80% alcohol onoplosbare mineralen, uit alle vetachtige bestanddelen en uit het merendeel van de eiwitfractie (de vrije aminozuren en enkele kleine peptiden zullen oplossen). Volgens Bittner et al. (1982) bevat AIS ook uronzuren zoals galac-



turonzuur.

Cerning-Beroard et Filiatre-Verel (1979) bepaalden de samenstelling van de droge stof in de zaadlob en zaadhuid afzonderlijk, voor zowel een rondzadig erwteras (Dicktrom) als een kreukzadig ras (Lincoln), zie tabel 1.

Tabel 1. Samenstelling in % van de droge stof van de erwterassen Dicktrom (rondzadig) en Lincoln (kreukzadig) voor zowel zaadlob als zaadhuid, volgens Cerning-Beroard et Filiatre-Verel (1979)

bestanddeel in %	zaadlob		zaadhuid		hele erwt	
	Dicktrom	Lincoln	Dicktrom	Lincoln	Dicktrom	Lincoln
eiwit	27,0	33,1	3,3	4,4	26,2	30,8
vet	1,2	2,0	0,3	0,2	1,4	0,9
in 80% alcohol oplosbare suikers	10,2	16,0	0,7	1,2	9,8	15,3
zetmeel	53,2	36,3	0,7	1,2	47,9	32,9
hydrolyseerbare polymeren	3,5	4,8	23,3	26,3	4,9	6,3
pectines	0,3	0,7	3,7	4,1	0,7	1,1
cellulose	1,3	2,4	46,8	49,1	5,3	8,5
lignine	sporen	sporen	9,6	8,5	0,5	1,0
as	2,9	3,1	1,7	1,4	2,8	3,2
totaal	99,6	98,4	92,1	92,3	99,5	98,9
AIS geschat*	87,5	80,3	90,3	90,2	87,8	81,5
AIS in % van totaal	88	82	98	98	88	82

\* AIS geschat = totaal-oplosbare suikers-2/3 van de as

Uit de cijfers van Cerning-Beroard et Filiatre-Verel (1979) is het (niet bepaalde) AIS-gehalte geschat als de som van alle bestanddelen minus de oplosbare (2/3 van de as oplosbaar geschat) bestanddelen. Uit tabel 1 blijkt dat de zaadlobben voornamelijk uit zetmeel, eiwit en suikers bestaan, en de zaadhuiden uit cellulose, hydrolyseerbare polymeren en lignine (bijna uitsluitend uit AIS). Het verschil tussen de rassen spitst zich toe op de zetmeel/oplosbare suikers verhouding in de zaadlobben: 5,2 voor Dicktrom (rondzadig) tegen 2,3 voor Lincoln (kreukzadig). Het verschil in AIS-gehalte is veel minder spectaculair: het hogere eiwitgehalte van Lincoln compenseert gedeeltelijk het zoveel lagere zetmeelgehalte. Het zetmeelgehalte als rijpheidsparemet zal dus groter verschil in rasstype geven dan AIS; de vraag rijst dan of er wel zoveel verschil in sensorische kwaliteit is tussen de rastypen, m.a.w.: AIS zou toch beter dan zetmeel kunnen

correleren met de sensorische kwaliteit. Uit tabel 1 blijkt tenslotte dat de samenstelling van de zaadhuid vrijwel gelijk is voor beide rastyphen.

Vroeger was de situatie bij doperwten zodanig dat de sortering zeer fijn en extra fijn bestond uit jonge fysiologisch onrijpe relatief weinig zetmeel bevattende erwten; deze sortering vormde als het ware een bijzonder produkt in kleine hoeveelheid bij de meer tot veel meer zetmeel bevattende sorteringen fijn, middel I en II in grotere hoeveelheden. Tegenwoordig bestaat, dankzij de veredeling, de sortering zeer fijn al uit rijpe "oude" en toch klein gebleven doperwten, die veel meer zetmeel bevatten dan vroeger. Ook Wende (1977) merkt op dat bij rondzadige rassen de kleine erwten een kwaliteit suggereren, die vaak niet aanwezig is. Zolang volgens de EG normen slechts de grootte van de erwt betaald wordt zonder de rijpheidsgraad (tenderometerwaarde, AIS) in aanmerking te nemen, zal men in het blik vaak kleine, maar harde erwten aantreffen met matige consistentie en smaak. Wende (1977) stelt verder dat erwten met een lager zetmeel- en cellulose aandeel in de droge stof een betere consistentie en smaak hebben. Kreukzadige erwten hebben door het lagere zetmeelgehalte en hogere suikergehalte een betere smaak dan rondzadige, maar deze laatste hebben een voorsprong door het voordeel van de lagere prijs. Toch is er al wat ondernomen tegen harde kleine erwten. Zo melden List und Askar (1976) in Berlijn dat het Bundesarbeitsgemeinschaft Gartenbau (B.A.G.) in het jaar 1970 besloot prijsverlaging in te voeren voor alle sorteringen boven een tenderometerwaarde van 120: b.v. 2% verlaging bij 121-123 en 10% bij 133-135. Het is een zaak van tegenstrijdige belangen: de consument wil smakelijke malse erwten, maar de producent wil zo groot mogelijke opbrengst en prijs. Hoe langer de erwt groeit, des te hoger de opbrengst; alleen een scherpe prijsdaling met toenemende tenderometerwaarde zou het produkt van opbrengst x prijs een optimum bezorgen in het voor de consument gewenste gebied.

## 2. BEPALING VAN HET AIS-GEHALTE

### 2.1. Erwten

Reeds in 1934 stelde Kertes (1934) een methode op voor het bepalen van het AIS (Alcohol Insoluble Solids)-gehalte in erwten. Hij stelde vast dat zetmeel, hemicellulose, cellulose, lignine en eiwitten onoplosbaar blijven in 80% alcohol. Inmiddels is door de Association of Official Agricultural Chemist (1930) een methode uitgewerkt voor de bepaling van AIS in blikerwten (Official Final Action). Hieronder volgt een vertaling van dit voorschrift van de A.O.A.C.

"Stort het monster op een no. 8 zeef, een 20 cm maat gebruikend voor een blik met minder dan 1350 g netto inhoud, en een 30 cm maat voor grotere hoeveelheden. Spreid de erwten gelijkmatig en laat uitlekken. Breng de erwten over in een wit-

te schaal en verwijder alle vreemde bestanddelen. Voeg een volume water toe gelijk aan het dubbele volume van het oorspronkelijke monster.

Stort de erwten terug op de zeef, spreid deze gelijkmatig, kantel de zeef zover als mogelijk zonder de erwten te laten verschuiven, en laat 2 minuten uitlekken. Veeg met een doek de overmaat vocht van de onderkant van de zeef af. Maal de uitgelekte erwten in een mixer met hoog toerental of een voedsel-fijnhakmachine totdat de zaadlobben teruggebracht zijn tot een gladde pasta, roer, en weeg 20 g gemalen materiaal af in een 600 ml bekerglas. Voeg 300 ml 80% alcohol toe, roer, dek de beker af, en breng aan de kook. Laat zachtjes koken gedurende 30 minuten.

Voorzie Büchnertrechter van een filtreerpapier van geschikte maat (dit papier tevoren klaarmaken door te drogen in een schaal met platte bodem gedurende 2 uur bij 100°C, afdekken met een nauwsluitend deksel, koelen in een exsiccator, en direct wegen). Zuig af en breng de inhoud van het bekerglas over in de Büchertrechter zodanig dat voorkomen wordt dat het mengsel over de rand van het papier loopt. Zuig af tot droog en was het materiaal op het filter met 80% alcohol tot de wasvloeistof helder en kleurloos is.

Breng het papier en de alcohol onoplosbare stoffen over in de schaal die gebruikt werd bij het klaarmaken van het filtreerpapier, droog zonder deksel gedurende 2 uur bij 100°C, plaats deksel op de schaal, koel af in exsiccator, en weeg direct. Trek van dit gewicht het gewicht van schaal, deksel en papier af. Bereken het gewichtspercentage van de alcohol onoplosbare stoffen".

In de 12<sup>e</sup> editie van het A.O.A.C. boek is het voorschrift identiek aan het bovenstaande, en in de 8<sup>e</sup> editie van 1955 vrijwel identiek.

In het tijdschrift van de A.O.A.C. heeft Winter (1969) proeven gedaan voor de bepaling van AIS in de diepvrieserwten op grond van een aanbeveling van de I.S.O. (International Standards Organization). Indien gewerkt wordt met 95% (v/v) alcohol i.p.v. 80% (v/v) alcohol, dan is slechts weinig alcohol nodig om met het water uit de erwten een 80% alcohol mengsel te vormen; met 80% alcohol moet een vrij grote overmaat gebruikt worden teneinde het percentage alcohol niet te veel laten dalen onder de 80%, een door Kertes (1934) gestelde grens met het oog op de onoplosbaarheid van de diverse AIS bestanddelen. Winter (1969) kookte 20 g erwtenpasta met 120 ml 95% alcohol onder reflux gedurende 30 minuten; het uitwassen geschiedde weer met 80% alcohol, gevolgd door de bovenbeschreven verdere behandelingen. Hij vond geen verschil in AIS-gehalte in diepvrieserwten indien i.p.v. 95% (v/v) ethanol, 95% (v/v) gedenatureerde alcohol (100 v ethanol + 5 v methanol) of 95% (v/v) met isoproponal gedenatureerde alcohol (100 + 5) gebruikt werd. In een volgende publikatie beveelt Winter (1971) deze bepaling aan als "Official First Action" en stelt voor de bepaling in blikerwten in deze zin

te wijzigen (dit is kennelijk niet gebeurd).

Het AIS-gehalte bestaat uit de kwantitatieve som van zetmeel, pectines, cellulose, hemicellulose en lignine, aangevuld met een groot gedeelte van de eiwitten en een onbekend gedeelte de oligosacchariden. Omdat van de laatstgenoemde bestanddelen een gedeelte bepaald wordt, moet men rekening houden met de mogelijkheid dat kleine variaties in de bepalingmethode (hoeveelheid alcohol, juist verdunningsvoorschrift van de alcohol, kookmethode, filtreersnelheid van het papier) veranderingen geven in de fractie opgelost/niet opgelost van deze bestanddelen en daarmee in het gevonden AIS-gehalte.

Het door het Sprenger Instituut toegepaste voorschrift wijkt op de volgende punten af van het A.O.A.C. voorschrift:

1. De op de zeef voorbehandelde erwten worden 1 op 1 (g/g) met gedestilleerd water gehomogeniseerd en van dit mengsel wordt 20 g behandeld met 150 ml 80% alcohol. Indien de erwten 82 g water per 100 g bevatten, dan is het alcoholpercentage tijdens het koken bij dit voorschrift 71,9% en bij het A.O.A.C. voorschrift 76,2%.
2. Er wordt gewerkt met een 750 ml erlenmeyer aan een terugvloeiakoeler: aldus wordt de verdamping van alcohol vrijwel tegengegaan; bij de A.O.A.C. methode zal door verdamping het % alcohol dalen met de tijd.
3. De kooktijd met de 80% alcohol is slechts 3 minuten (tegen 30). Dit geeft natuurlijk tijdwinst, maar zal de reproduceerbaarheid mogelijk beïnvloeden.
4. Het te gebruiken filterpapier (S en S 595) wordt eerst in 80% alcohol gedoopt en dan gedroogd; aldus worden eventueel in alcohol oplosbare delen van het papier verwijderd. Het effect zal wel niet groot zijn, maar is toch een verbetering t.o.v. het A.O.A.C. voorschrift.
5. Er wordt gedroogd op een vochtbalans, gedurende ca. 10 minuten (tegen 120); voor enkele bepalingen gaat dit natuurlijk snel, maar als men een groot aantal bepalingen heeft, kost het drogen in een oven minder arbeid (één keer gehele ovenruimte vullen).

Deze methode van het Sprenger Instituut is beschreven door Hoogzand et al. (1960/'61). In monsters van 4 rassen en ieder ras met twee oogsttijdstoppen (lage en hoge tenderometerwaarde) werden in triplo AIS gemeten volgens de A.O.A.C. methode en de snelle S.I. methode. Gemiddeld over 27 monsters was er geen verschil in het AIS-gehalte voor beide methoden. De S.I. methode vertoonde een iets lagere standaardafwijking van absoluut 0,17 tegen 0,24 (g AIS per 100 g); de correlatiecoëfficiënt was 0,999. Gersons en Swemle (1960) van het Sprenger Instituut gebruikten deze methode niet; zij gingen uit van 30 g hele erwten, en mixten deze met 300 ml 80% alcohol, gevolgd door koken onder reflux (tijd niet vermeld). Verder als hierboven, echter droging bij 105°C.

In een voorlopig voorschrift van de Codex Alimentarius Commission (1980) voor de AIS-bepaling in maïs aan de kolf wordt 10 g maïspasta 30 minuten gekookt met 300 ml 80% alcohol in een bedekt bekglas; 2 uur drogen bij 100°C.

In een voorlopig voorschrift van de International Standards Organization (1982) voor de AIS-bepaling in maïs en in verse en diepvrieserwten wordt voor maïs dezelfde hoeveelheden gebruikt als in het Codex voorschrift (tekst bijna identiek). Voor de erwten wordt 20 g (erwten-water 1 op 1) pasta met 120 ml alcohol (percentage niet aangegeven, kan 80 of 95% zijn) 30 minuten gekookt onder reflux, of 40 g pasta met 240 ml alcohol in afgedekt bekglas gekookt gedurende 30 minuten. Weer 2 uur drogen bij 100°C.

De diverse auteurs over het onderwerp rijpheid in relatie tot het AIS-gehalte in doperwten gebruiken veelal de A.O.A.C. methode: Limogelli et al. (1973) in Argentinië, Kaur et al. (1976) in India, Szanto-Nemeth (1972) in Hongarije, Shah et al. (1975) in Pakistan en Andreotti et al. (1974) in Italië. In de gevonden Franse artikelen, o.a. Oudin (1971/'73), werd de gebruikte methode niet aangegeven.

De Deen Kaack (1977) past een modificatie van de methode Towsend et al. (1954) toe. Hij mixt 200 g erwten met 100 g water, en extraheert 15 g van dit mengsel met 80% alcohol en weegt tot constant gewicht na drogen bij 115°C.

List und Askar (1976a) passen een AIS-bepaling toe in combinatie met een bepaling van de oplosbare bestanddelen door 30 g hele erwten in 100 ml 80% (v/v) ethanol bij ca. 70°C in een homogenisator gedurende 5 minuten te vermalen. Het onopgeloste deel wordt afgescheiden door centrifugeren (10 min. 3500 toeren per minuut) gevolgd door tweemaal uitwassen met 80% aethanol. Drogen bij 105°C tot constant gewicht.

Selman and Rolfe (1979) pasten de methode van Moyer and Holgate (1948) toe: 20 g hele erwten werden gemixt met 150 ml 85% (v/v) ethanol gedurende slechts 30 s met een Ultraturrax homogenisator, niet gevolgd door koken! Afzuigen op Whatman no. 40 filter in Büchner-trechter, naspoelen met 85% ethanol. Het drogen geschiedde bij 103-105°C; Moyer and Holgate (1948) bevelen 95°C aan gedurende een nacht. Hun landgenoten Wager and Porter (1973) extraheren en mixen met 70% ethanol, maar geven geen verdere bijzonderheden.

In Australië bewaarden Rutledge and Board (1980) de monsters ter latere analyse door 40 g erwtenmengsel (1 op 1 met water) te behandelen met 200 ml 90% ethanol. Na een maand werden de monsters overgespoeld met 80% ethanol in wijdmondige erlenmeyers, gevolgd door koken gedurende 30 minuten. Filtreren door Whatman no. 1, drogen 100°C gedurende 2 uur. De auteurs vermelden nog dat deze methode dezelfde resultaten gaf als de standaard A.O.A.C. methode voor blikerwten.

Schippers (1969a) in Nieuw-Zeeland kookte 10 g gehalveerde erwten gedurende 30 minuten met 200 ml 80% ethanol. Het op een filter gedroogde residu werd gedroogd bij 70°C gedurende de nacht. Het bleek dat met deze methode de in alcohol oplosbare stoffen, o.a. chlorofyl, voor een deel in het residu bleven, waarmee deze methode in het algemeen 2 tot 3 eenheden hogere waarden gaf dan de officiële (A.O.A.C.?) methode. Later in het onderzoek ging hij over op deze officiële methode.

## 2.2. Bonen

Bernell et al. (1971) en Rodrigo et al. (1977) in Spanje en Suresh et al. (1977) in India pasten op sperziebonen de standaard A.O.A.C. methode toe voor blikerwten. Mogelijk hebben zij toch een modificatie aangebracht, omdat sperziebonen zonder watertoevoeging moeilijk tot een homogene pasta zijn te malen.

List und Askar (1976b) verwijzen, zonder modificaties aan te geven, naar de methode gebruikt door List und Askar (1976a) voor de doperwten.

Gardiner (1970) in Ierland paste met enkele kleine modificaties de methode Kramer (1963) toe. Eerst werden de bonen in stukjes van 1 cm lengte gesneden. Daarna werd 100 g van deze stukjes gemixt gedurende 3-6 minuten met 100 ml water tot een homogene brij. Hiervan werd 20 g in een bekersglas gekookt (tijdsduur onbekend) met 150 ml gemethyleerde alcohol van 99,5% en 15-20 ml water, zodat de alcoholconcentratie ca. 80% was. Na een nacht staan werd gefiltreerd in Büchner-trechter op een gewogen Whatman no. 1 (11 cm) filter. Er werd gedroogd bij 72°C gedurende 8-10 uur bij een druk van 560 mm Hg. De oorspronkelijke methode van Kramer (1963) schreef een droogperiode van 2 uur bij 100°C voor. Interessant zijn de uitkomsten van gemiddelden van 2 AIS-bepalingen in 3 rassen met 4 alcoholconcentraties, zoals gegeven in tabel 2.

Tabel 2. De invloed van de alcoholconcentratie op het AIS-gehalte van 3 rassen sperziebonen uitgedrukt in % van het AIS-gehalte bij een alcoholgehalte van 88%, volgens Arthey and Webb (1969)

alcoholconcentratie in %	ras A	ras B	ras C
88	100	100	100
83	99	95	99
79	97	92	96
75	96	94	97

Het AIS-gehalte bij 88% bleek significant ( $p < 0,05$ ) hoger dan dat bij lagere alcoholconcentraties. Een vergelijking met 90 monsters van verschillende rijpheid

tussen twee methoden (methode 1: koken in 88% alcohol maar nacht laten staan in 80% alcohol contra methode 2: koken en laten staan in 80% alcohol) leverde ongeveer 4% hogere AIS-waarden op voor de hogere alcoholconcentratie volgens de vergelijking:

$$\text{AIS } 80\% = 0,094 + 0,949 (\text{AIS } 88\%)$$

Witte (1973) in Duitsland geeft alleen aan dat het gehomogeniseerde monster witte bonen met 80% alcohol aan een terugvloeiakoeler gekookt wordt, gevolgd door weging van het filterresidu.

Arthey and Webb (1969) pasten op tuinbonen de methode Dickinson and Holt (1954) toe met een modificatie: 20 g van een pasta van 50 g tuinbonen en 50 ml water (Dickinson: pasta zonder water) koken onder reflux met 150 ml alcohol 80% gedurende 30 minuten; filtreren in Büchner op Whatman no. 1 (9 cm), wassen met 80% alcohol, 2 uur drogen bij 98-100°C. Hoeveelheden monster en alcohol komen overeen met de snelle S.I.-methode.

### 2.3. Diverse groenten

Gormley et al. (1971) blikten 10 g van vooraf fijngemaakte wortelen in met 80% alcohol ter latere analyse; er wordt niet aangegeven of er nog gekookt wordt. De droging vond plaats bij 70°C en 560 mm Hg, overeenkomend met die aangegeven door landgenote Gardiner (1970).

In Engeland bepaalden Davies and Kempton (1976) het AIS-gehalte van komkommer door representatieve schijfjes te brengen in zoveel kokende absolute ethanol dat de eindconcentratie ca. 80% werd. Het residu werd gewassen met absolute alcohol en daarna zelfs met ether, gevolgd door luchtdroging.

Janoria and Rhodes (1974) in de U.S.A. voegden bij 20 g tomatensap zoveel 95% ethanol toe dat een eindconcentratie ontstond van 75% ethanol (AIS 75), en aan een ander monster zoveel 95% dat de eindconcentratie 50% werd (AIS 50). Er werd direct gefiltreerd over Hexagone filtreerpapier, gevolgd door 4 keer wassen met 80 ml van resp. 75 en 50% ethanol. Voor 12 rassen was het AIS 75 gehalte gemiddeld 12% hoger dan het AIS 50 gehalte (spreiding 7-20%); de correlatiecoëfficiënt was 0,99. Een snelmethode, waarbij het AIS 75 volume na centrifugeren werd gemeten, gaf met AIS 75 een veel lagere correlatie:  $r = 0,82$ .

Sebok and Bodi (1982) pasten de A.O.A.C. methode toe voor de AIS-bepaling in suikermaï's.

### 2.4. Fruit

Bradley and Brown (1969) in Australië gebruikten de A.O.A.C. methode uitgaande van een gedeelte van een mengsel van 5 representatieve appels.

In de U.S.A. bepaalden Bianco en Pratt (1977) het AIS-gehalte in meloen door 50 g kleine stukjes meloen te mixen met 100 ml 80% ethanol, gevolgd door decanteren en naspoelen met 50 ml 80% ethanol. Er werd gedroogd gedurende 24 uur bij 80°C.

Lidster et al. (1980) in Canada kookten kersenschijfjes in 95% ethanol gedurende 5 minuten, gevolgd door decanteren en mixen met ethanol (sterkte?) gedurende 5 minuten. Filtreren door een no. 541 filter en drogen bij 65°C in een oven met geforceerde ventilatie. In de U.S.A. extraheerden Ryugo and Intrieri (1972) gevriesdroogde kersen met 80% methanol totdat de doorlopende vloeistof kleurloos werd; drogen bij 70°C. Hun landgenoot Facteau (1982) mixte kersevruchtvlies gedurende 5 minuten met zoveel 95% ethanol, dat de uiteindelijke concentratie 70% werd. Het residu werd gefiltreerd over Whatman no. 1 en gewassen in 70% ethanol, en opnieuw gesuspendeerd in 70% ethanol bij 70°C gedurende 1 uur; Büchner met Whatman no. 1, uitwassen en drogen bij 65°C (geen verdere bijzonderheden).

Voor bananen pasten Ch'ng and Seow (1972) in Maleisië de A.O.A.C. methode toe, door 20 g van een vooraf gepulpt monster met 200 ml (A.O.A.C. 300 ml) ethanol 80% te koken. New and Mariott (1974) in Engeland kookten gevriesdroogde bananenpulp onder reflux met 80% (v/v) ethanol.

In Lybië behandelde El-Shurafa (1978) 2 g van vooraf fijngemaakte dadels met 80% ethanol.

Eaks and Sinclair (1978) in de U.S.A. extraheerden 10 g van een vooraf gepulpt avocadomonster gedurende 4 uur met 95% ethanol in een Soxhlet. Het uitwassen geschiedde met 75% ethanol; geen verdere details.

## 2.5. Samenvatting en conclusies

In tabel 3 is een schematisch overzicht gegeven van de in het voorgaande beschreven methoden ter bepaling van het AIS-gehalte. In tabel 3 zijn alleen vermeld die methoden, waarvan voldoende bijzonderheden in de diverse publikaties vermeld zijn.

Aan een algemeen voor groente geldend voorschrift mag de eis gesteld worden dat het zonder modificaties toepasbaar is op elke groente. Aangezien sommige groenten zeer moeilijk zonder water te mixen zijn tot een homogene pasta, is eigenlijk aan de voorbehandeling 1 op 1 (w/w) mixen met water, als standaard niet te ontkomen. Verder zou het ideaal zijn als het voorschrift zodanig is dat met iedere groente (of fruitsoort) na alcoholtoevoeging een eindconcentratie van 80% (v/v) ethanol ontstaat, zonder dat grote hoeveelheden vrij dure ethanol nodig zijn. Dit zou als volgt te bereiken zijn. Er wordt uitgegaan van 95% (v/v) ethanol = 92,5% (w/w) en de eindconcentratie moet 80% v/v = 73,5% (w/w) zijn. De 1 op 1 monsterbrij (20 g) bevat  $10 + \frac{W}{100} \cdot 10 = 10 \left(1 + \frac{W}{100}\right)$  g water als het watergehalte van



Tabel 2: Overzicht van een aantal methoden ter bepaling van het A.I.S.-gehalte

literatuur	produkt	aantal g monster + voorbehandeling			extractie ethanol + wassen				aantal min. koken		soort fil-treer papier	droogmethode			
		geen voor-behand.	gemixt met water l op l	gemixt met water l op l	hoeveelheid ml	conc. in % (v/v)	eind-conc. %	was conc. %	zon-der reflux	met re-flux		temp. in °C	tijd in uren	druk in mm Hg	gefor-geerde circul.
A.O.A.C. (1980)	blikewrt	-	20	-	300	80	76	80	30	-	?	100	2	760	-
Hoogzand et al. (1960/'61)	doperwt	-	-	20	150	80	72	80	-	3	Sen S 595	? <sup>1)</sup>	1/6	760	-
Winter (1969)	doperwt	-	20	-	120	95	> 80	80	-	30	?	100	2	760	-
Gersons + Swenle (1960)	blikewrt	30	-	-	300	80	76	80	-	?	Sen S 595	105	4	760	-
Codex Aliment. (1980)	mais	-	10	-	300	80	< 80	80	30	-	W. man I	100	2	760	-
Int. stand. Org. (1982)	mais	-	10	-	300	80	< 80	80	30	-	W. man I	100	2	760	-
Int. Stand. Org. (1982)	doperwt	-	-	20	120	95?	> 80	80	-	30	W. man I	100	2	760	-
Int. Stand. Org. (1982)	doperwt	-	-	40	240	95?	> 80	80	30	-	W. man I	100	2	760	-
Townsend et al. (1954)	doperwt	-	-	152)	150	80	< 80	80	?	?	?	115	?	760	-
List + Askar (1976a)	erwt, sp. boon	30	-	-	100	80	< 80	80	0	0	- <sup>3)</sup>	105	?	760	-
Moyer + Holgate (1948)	groente	-	20	-	150	85	< 80	85	0	0	W. man 40	95	15	760	-
Rutledge + Board (1980)	doperwt	-	-	40	200	90	< 80	80	30	-	W. man I	100	2	760	-
Schippers (1969a)	doperwt	10	-	-	200	80	< 80	80	30	-	?	70	15	760	-
Kramer (1963)	speszieboon	-	-	20	150	99	~ 80	80	?	?	W. man I	100	2	760	-
Gardiner (1970)	speszieboon	-	-	20	150	99	~ 80	80	?	?	W. man I	72	9	560	-
Gotmley (1971)	wortelen	-	10	-	?	80	< 80	?	?	?	?	70	?	560	-
Davies + Kempton (1976)	komkommer	-	?	-	?	99	80	80	0	0	?	25 <sup>4)</sup>	?	760	-
Arthey + Webb (1974)	tuinboon	-	-	20	150	80	< 80	80	-	30	W. man I	99	2	760	-
Dickinson + Holt (1954)	doperwt	-	10	-	150	80	< 80	80	-	30	W. man I	99	2	760	-
Janoria + Rhodes (1974)	tomatesap	20	-	-	?	95	75	75	0	0	Hexagone	?	?	760	-
Bianco + Pratt (1977)	meloen	-	50	-	100	80	<< 80	80	0	0	?	80	24	760	-
Lidster et al. (1980)	kers	-	?	-	?	95	> 80	95	5	-	541	65	?	760	+
Facteau (1982)	kers	-	?	-	?	95	70	70	0 <sup>5)</sup>	-	W. man I	65	?	760	?
Eaks + Sinclair (1978)	avocado	-	-	10	?	95	> 80	75	240 <sup>6)</sup>	-	?	?	?	?	?

1) m.b.v. drooglampen

2) 2 erwten op 1 water

3) centrifugeren en uitwassen

4) luchtdroging na etherbehandeling

5) in 70% ethanol bij 70°C ged. 2 uur

6) in Soxhlet apparaat

het produkt W% (w/w) is.

$$\text{Nu geldt: } \frac{0,925 x}{x + 10 \left(1 + \frac{W}{100}\right)} = \frac{73,5}{100}$$

waarin x = de hoeveelheid toe te voegen 95% (v/v) ethanol in g is nodig om een eindconcentratie van 80% (v/v) te verkrijgen.

Bij uitwerking ontstaat  $x = 38,68 \left(1 + \frac{W}{100}\right)$ .

Verder lijkt het gewenst ook de totale hoeveelheid alcohol steeds constant te houden; dit kan ook in gewicht: 80% (v/v) ethanol heeft een s.g. van 0,864. Een eindvolume van 150 ml (het volume van 300 ml uit het A.O.A.C. voorschrift betekent aanmerkelijke alcohol-kosten) weegt dan ca. 130 g.

Het voorschrift zou dan als volgt worden. Meng een hoeveelheid groente precies 1 op 1 met water (w/w) en meng dit in een mixer tot een homogene brij. Weeg hiervan nauwkeurig 20 g af in een kookkolf, schat het watergehalte van de groente op w% (w/w) en bereken de hoeveelheid x toe te voegen 95% (v/v) ethanol volgens de formule  $x = 38,7 \left(1 + \frac{W}{100}\right)$ . Voeg vervolgens 80% (v/v) ethanol toe tot het eindgewicht ca. 130 g is (20 g brij + 95% ethanol + 80% ethanol). Hier volgt nog een getallen-voorbeeld met erwten. Stel W = 80% (w/w); x wordt dan  $38,7 \times 1,8 \text{ g} = \text{ca. } 70 \text{ g}$ . Weeg precies 20 g erwtenbrij af, voeg 95% (v/v) ethanol toe tot een totaal van ca. 90 g, gevolgd door 80% (v/v) ethanol tot een totaal van ca. 130 g. Voordeel: constante 80% (v/v) concentratie bij ieder groenteprodukt.

Nadeel : 2 extra wegingen, die weliswaar niet nauwkeurig behoeven, maar toch bewerkelijker zijn dan 1 keer een bepaald volume ethanol 80% afmeten.

Met het oog op het constant houden van de alcoholconcentratie tijdens het koken, moet aan het koken onder reflux sterk de voorkeur worden gegeven; voor de duur van het koken komt de veelal toegepaste tijd van 30 minuten in aanmerking. Voor het filtreerpapier wordt Whatman no. 1 veel gebruikt; wel zou toegevoegd moeten worden dat het papier vóór het drogen gespoeld dient te worden met 80% (v/v) ethanol. Voor het drogen wordt vaak 2 uur bij 100°C (A.O.A.C.) voorgeschreven, maar 15 uur (nacht) 95°C (Moyer and Holgate, 1948) verdient de voorkeur gezien het ontbreken hierbij van wachttijd in de normale werkdag.

Indien de resultaten van de AIS-bepalingen zeer snel bekend moeten zijn, dan verdient de mogelijkheid van een snelle methode aangegeven te worden. Deze zou dan gelijk zijn aan de boven beschreven methode, echter het koken onder reflux 5 minuten i.p.v. 30 minuten en het drogen m.b.v. droogdampen gedurende 10 minuten, op vochtbalans i.p.v. 15 uur in de oven bij 95°C.

### 3. SPREIDING VAN HET AIS-GEHALTE IN MONSTERS VAN GELIJKE RIJPHEID

In 10 monsters erwten van het ras Dark Skinned Perfection van ongeveer uniforme rijpheid, geoogst op één dag van één stukje grond, maar van aselekt gekozen planten, werden door Selman and Rolfe (1979) voor enkele bestanddelen de volgende variaties gevonden.

Tabel 4. Spreiding in de gehalten aan AIS, droge stof en vitamine C in 10 monsters doperwten van ongeveer gelijke rijpheid, volgens Selman and Rolfe (1979)

	1973				1974			
	droge stof %	AIS %	ascorbine zuur mg/100 g	totaal vitamine C mg/100 g	droge stof %	AIS %	ascorbine zuur mg/100 g	totaal vitamine C mg/100 g
gem. waarde	21,0	11,0	31,4	33,6	21,3	10,9	34,7	37,7
laagste waarde	20,7	10,3	30,3	31,0	20,9	10,7	32,9	35,8
hoogste waarde	21,4	12,0	32,5	35,8	21,6	11,2	36,9	40,0
standaarddeviatie	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	1,8	1,9
s.d. in % van gem.	2,1	3,2	2,2	1,5	1,9	2,0	5,2	5,2

De verschillen in de gemiddelde waarden van droge stof en AIS-gehalte tussen de jaren 1973 en 1974 zijn zo opvallend klein dat men wel moet aannemen dat de auteurs in 1974 het droge stof of het AIS-gehalte met de tijd gevolgd hebben totdat dezelfde waarde van 1973 bereikt werd. Uit tabel 4 blijkt verder dat de standaarddeviatie van het AIS-gehalte niet duidelijk verschilt van die van droge stof en vitamine C, terwijl bekend is dat het AIS-gehalte sterker met de tijd stijgt dan het drogestofgehalte (zie tabel 17).

### 4. VERLOOP VAN HET AIS-GEHALTE TIJDENS DE GROEI VAN DE PLANT

#### 4.1. Fruit

Voor Jonathan appels van drie oogstdata, de eerste 2 weken vóór de commerciële oogstdatum, de tweede op deze datum en de derde 3 weken later, vond Shaw (1972) bij het begin van de bewaring voor het AIS-gehalte in de droge stof gemiddeld 30, 17 en 15,5%, en aan het eind van 4 maanden bewaring bij 2°C resp. 15, 13 en 11%. De waarden voor de stevigheid waren vóór de bewaring resp. 21, 19 en 14 lbs en na de bewaring resp. 11,5, 11 en 10 lbs. Men mag aannemen, volgens Bradley and Brown (1969) dat bovengenoemde verschillen in AIS-gehalte vrijwel uitsluitend overeenkomen met verschillen in zetmeelgehalte.

Voor 2 rassen peren, in 1979 geplukt op 8, en in 1980 op 11 data, vonden Chen et al. (1982) de volgende AIS-gehalten.

Tabel 5. AIS-gehalten in % van het vers gewicht van de pererassen Anjou en Bosc, geplukt op diverse data, volgens Chen et al. (1982)

pluk	1979			1980		
	datum	Anjou	Bosc	datum	Anjou	Bosc
eerste	12 aug.	4,3	3,7	22 juli	4,6	6,6
Anjou <sup>1)</sup>	4 sept.	3,2	2,6	9 sept.	2,6	3,1
Bosc <sup>2)</sup>	11 sept.	2,8	2,4	16 sept.	2,3	2,7
laatste	25 sept.	2,0	1,7	30 sept.	2,3	2,2

1) begin van de commerciële pluk van Anjou

2) begin van de commerciële pluk van Bosc

De afname van het AIS-gehalte met de tijd (afname van het zetmeelgehalte) is zeer regelmatig, maar er zijn ras- en seizoenverschillen. In 1979 had Anjou een hoger AIS-gehalte dan Bosc, in 1980 was het omgekeerd. Na bewaring bij  $-1,1^{\circ}\text{C}$  daalde het AIS-gehalte nog verder gedurende 20-30 dagen, maar bleef daarna constant tot het eind van de bewaarproef (150 dagen).

Voor 2 rassen meloenen vonden Bianco and Pratt (1977) weinig verloop van het AIS-gehalte (vers gewicht basis) in het gebied van de commerciële rijping. Alleen zeer kleine meloenen in het begin van de groei, 7 dagen na de bloei (met een gewicht van ca. 1/10 kg, eindgewicht 1,5 tot 3 kg) hadden een duidelijk hoger gehalte; de snelle daling na 7 dagen wordt veroorzaakt door de sterke wateropname van de groeiende meloen.

Voor kersen van 1 ras vonden Lidster et al. (1980) een AIS-gehalte (vers gewicht basis) van 2,5% voor groene, 1,7% voor half groen-rode (7 dagen groei later), 1,8% voor rode (14 dagen), 1,9% voor donker rode (21 dagen) en 2,1% voor zeer donker rode (28 dagen). Bij de kerserassen Bing en Royal Ann bedekten Ryugo and Inrieri (1972) steeds de helft van de kersen met aluminiumfolie aan het begin van de groeiperiode. Verder behandelden zij bij de AIS-bepaling een gedeelte van de kerserpureemonsters met pectinase. Voor het ras Bing werden op 3 plukdata de in tabel 6 gevonden waarden gevonden.

Tabel 6. AIS-gehalte in % van de droge stof van al of niet belichte kersen van het ras Bing, geplukt op drie data, en al of niet behandeld met pectinase, volgens Ryugo and Intrieri (1972)

pluk-data	AIS	belicht		onbelicht		
		AIS na pectinase behandeling	pectine	AIS	AIS na pectinase behandeling	pectine
24 mei	15,2	7,5	7,7	12,7	6,6	6,1
31 mei	10,3	5,4	4,9	10,2	5,5	4,7
7 juni	7,3	4,0	3,3	10,3	5,7	4,6

Deze daling van de AIS-gehalten met de groeitijd komt volgens de auteurs overeen met de vermeerdering van water en in alcohol oplosbare bestanddelen. Voor het ras Royal Ann werden overeenkomstige dalingen in AIS-gehalten geconstateerd, maar op een hoger niveau. Facteau (1982) mat bij Lambert kersen met commerciële rijpheid uit 2 boomgaarden een stevigheid van 262 en 363 g en een AIS-gehalte van resp. 1,0 en 1,2% (vers gewicht basis), en bij Bing kersen uit 2 boomgaarden ongeveer dezelfde stevigheid van 254 en 345, maar een hoger AIS-gehalte, namelijk resp. 1,5 en 2,1%.

In kookbananen (te onderscheiden van de normale dessert-bananen) uit Ghana constateerden Karikari et al. (1979) een zeer opvallend verloop van kenmerken en bestanddelen met het rijpheidsstadium, zie tabel 7.

Tabel 7. Stevigheid en gehalten (vers gewicht basis) aan AIS, droge stof en suikers, in kook-bananen van diverse rijpheidsstadia, volgens Karikari et al. (1979)

rijpheidsstadium	droge stof %	AIS %	totaal suikers %	reduc. suikers %	breekkracht in g
groen	41,7	63,9	1,8	0,5	3,5
meer groen dan geel	40,5	30,0	8,7	3,2	1,6
geel met groene punten	40,5	15,6	13,4	7,3	0,3
geheel geel	39,2	10,1	18,8	9,8	0,3
zwart	35,4	5,5	21,2	9,0	0,1

Ch'ng and Seow (1972) vonden een opvallend fraaie correlatiecoëfficiënt  $r = -0,97$  tussen een taste panel score voor textuur en het AIS-gehalte, geldend voor drie rassen dessert-bananen; er was vrijwel geen effect van het ras te constateren. De correlatie van deze score met de droge stof was slecht ( $r = -0,44$ )

door het sterke effect van het ras (de figuur bestond feitelijk uit 3 afzonderlijke lijnen).

In 4 rassen dadels werd door El-Shurafa (1978) in midden mei een AIS-gehalte (droge stof basis) gevonden van ca. 65%, en in midden augustus een van ca. 15%; het totaal suikergehalte steeg in deze periode van ca. 10% tot 65-75%. Deze grote hoeveelheid suiker was niet afkomstig van zetmeel, want in mei was het zetmeelgehalte slechts 10-15% en in augustus minder dan 3%.

In 4 rassen avocado vonden Eaks and Sinclair (1978) grote verschillen tussen de rassen t.a.v. het AIS-gehalte tijdens de groei. In één ras steeg dit gehalte (vers gewicht basis) van juli tot februari van 5,3 tot 8,6%, bij de andere rassen bleef het ongeveer constant. Voor twee rassen steeg het gehalte aan in alcohol oplosbare stoffen (A.S.S.) opvallend, namelijk van 12 tot 23% en van 14 tot 28%; voor de andere twee was deze stijging minder opvallend, van 10 tot 14% en van 12 tot 14%.

Voor 3 rassen mangovruchten werd een merkwaardig verloop gevonden van enkele bestanddelen tijdens groei en rijping, zie tabel 8.

Tabel 8. Gehalten aan (vers gewicht basis) AIS en andere bestanddelen in mangovruchten van het ras Pairy tijdens groei en rijping, volgens Askat et al. (1972)

tijd vanaf vruchtzetting in weken	refractometer waarde %	AIS %	zetmeel %	totaal suikers %	ascorbinezuur mg/100 g
4	9,0	4,7	1,3	0,9	322
10	6,5	4,9	2,5	0,8	54
16	8,2	11,9	9,4	1,4	32
18 <sup>1)</sup>	17,5	3,2	0,7	11,9	14
19 <sup>2)</sup>	17,5	2,1	0,3	11,4	13
20 <sup>3)</sup>	17,0	2,0	0,2	10,8	12

<sup>1)</sup> groenrijp

<sup>2)</sup> volledig rijp

<sup>3)</sup> overrijp

Voor de rassen Zibda en Baladi werd door Askat et al. (1972) een geheel overeenkomend beeld vastgesteld; als afwijking kan genoemd worden, dat bij Zibda het ascorbinezuur van 406 daalde tot een hogere eindwaarde: 50 mg/100 g.

#### 4.2. Diverse groenten

Bij wortelen, gemiddeld over 3 rassen, constateerden Gormley et al. (1971) een zeer klein verloop van het AIS-gehalte over 3 oogstdata voor de beide grondsoorten

(idem voor de stevigheid), maar een groot AIS-gehalte verschil tussen deze grondsoorten (veel kleiner verschil voor de stevigheid) zie tabel 9.

Tabel 9. Stevigheid en gehalten (vers gewicht basis) aan AIS en andere bestanddelen van wortelen, van 3 oogsten en 2 grondsoorten, volgens Gormley et al. (1971)

oogst	grondsoort	droge stof %	AIS %	reduc. suikers %	totaal caroteen mg/100 g	scheur kracht in kg
eerste	veen	9,7	3,9	2,7	6,8	556
eerste	humus-arm	13,8	6,0	3,6	15,5	620
tweede <sup>1)</sup>	veen	10,4	4,1	2,7	8,4	578
tweede <sup>1)</sup>	humus-arm	14,8	6,1	3,2	18,9	630
derde <sup>2)</sup>	veen	9,7	4,2	2,0	10,4	572
derde <sup>2)</sup>	humus-arm	15,2	6,2	2,6	20,9	639

1) 2 weken later dan eerste oogst

2) 4 weken later dan eerste oogst

Davies and Kempton (1976) vonden in komkommer tijdens de groei een gestage daling van het AIS-gehalte, gedeeltelijk gecompenseerd door een stijging van het totaal suikergehalte. Het zetmeelgehalte was over de gehele groeiperiode zeer laag, zie tabel 10.

Tabel 10. Gehalten (vers gewicht basis) aan AIS en andere bestanddelen in komkommers van het ras Brilliant tijdens groei en rijping, volgens Davies and Kempton (1976)

tijd vanaf bloei in dagen	droge stof %	AIS %	alcohol oplosbare stoffen %	totaal suikers %	zetmeel mg/100 g
2	5,4	3,1	2,2	0,7	20
6	4,0	1,8	2,5	1,8	12
10 <sup>1)</sup>	3,1	1,1	2,1	1,6	8
14 <sup>1)</sup>	3,8	0,9	2,0	1,6	10
21	2,5	0,8	1,8	1,3	5
28	2,4	0,9	1,7	1,1	4

1) ouderdom komkommers bij commerciële pluk 10-14 dagen

Janoria and Rhodes (1974) stelden een verrassend lage correlatie vast tussen de stevigheid van tomaten enerzijds en het AIS-gehalte (bepaald met een alcohol-

concentratie 75 of 50%) anderzijds, en wel resp.  $r = 0,08$  en  $r = 0,11$ . Voor tomatessappen, afkomstig van 12 rassen, stelde Janoria (1974) vast dat het effect van het ras op het AIS-gehalte veel groter was (uiterste waarden 1,0 en 2,4 g per 100 g sap) dan het effect van 14 dagen later oogsten (verlaging ca. 0,25 g/100 g). Indien de tomaten, geplukt op het moment van omslaande kleur, bewaard werden gedurende 20 dagen bij 18°C, dan daalde het AIS van het sap met ca. 0,5 g/100 g.

Voor 3 rassen zoete aardappelen vonden Scott and Bouwkamp (1975), tegen hun verwachting in, een lichte stijging van het AIS-gehalte gecombineerd met een daling van de scheurkracht, over een periode van zeven steeds 2 weken uit elkaar liggende oogsten.

#### 4.3. Bonen

Suresh et al. (1977) analyseerden monsters van 25 rassen sperziebonen van uniforme rijpheid; de uiterste waarden voor het AIS-gehalte waren 4,3 en 10,1%. Het ras met het hoogste AIS-gehalte had ook het hoogste gehalte aan droge stof, sucrose, ruw eiwit, fosfor, ijzer en kalium en het laagste gehalte aan glucose en  $\beta$ -carotene en de laagste glucose/fructose verhouding. Sensorische waarderingen en textuurmetingen werden niet verricht en correlaties niet berekend.

List und Askar (1976) analyseerden voor 2 rassen droge stof, AIS, scheurkracht, appel- en citroenzuur in de hele sperziebonen en in de zaden, benevens de zaadlengte, in afhankelijkheid van de groeitijd in dagen. De eetrijsheid, vallend op de 25ste dag van de groei, werd gekarakteriseerd door gelijke hoeveelheden appel- en citroenzuur in de zaden. Het is zeer de vraag of dit ook geldt voor andere rassen; overigens is dit gegeven ongeschikt voor praktische toepassing, omdat twee bepalingen verricht moeten worden. Volgens de auteurs komen na deze appelzuur/citroenzuurverhouding als rijpheidscriteria in aanmerking droge stof- en AIS-gehalte van de gehele boon en de zaadlengte, zie tabel 11.

Tabel 11. Gehalten (vers gewicht basis) aan droge stof, AIS en zaadlengten van twee rassen (Daisy en Longimuna) sperziebonen tijdens de rijping volgens List und Askar (1976)

dagen vanaf vrucht-zetting	droge stof %		AIS %		zaadlengte mm	
	Daisy	Longim.	Daisy	Longim.	Daisy	Longim.
20	7,5	9,5	4,5	6,5	-	-
25 <sup>1)</sup>	10	13	8	12	12	14
32	17,5	21	14,5	18,5	-	-

<sup>1)</sup> samenvallend met de eetrijsheid



Ook de scheurkracht en de gehalten aan droge stof en AIS van de zaden vertoonden een grote stijging in dit rijpingsgebied, maar de verschillen tussen de twee rassen waren groter dan de in tabel 11 gegeven verschillen.

Gardiner (1970) bepaalde gedurende 3 seizoenen voor 540 monsters sperziebonen van 15 rassen en 3 herkomsten het gehalte aan droge stof en AIS. De correlatiecoëfficiënt tussen deze gehalten was over alle monsters  $r = 0,993$ , met als laagste waarde  $r = 0,941$  over 34 monsters (1 herkomst) en als hoogste  $r = 0,998$  over 106 monsters (1 herkomst). In 1967 steeg het AIS-gehalte van het ras Processor over de periode 30 augustus tot 21 september van 5,5 tot 10,2%; het drogestofgehalte ging vrijwel evenwijdig mee omhoog van 8,9 tot 13,5%. In 1968 was deze stijging over dezelfde periode voor AIS van 4,8 tot 9,5% en voor droge stof van 8,5 tot 12,8%. Sensorisch onderzoek is niet verricht; het iets lagere niveau op een bepaalde datum van AIS en droge stof in het seizoen '68 t.o.v. '67 zou gecompenseerd kunnen zijn met een iets mindere sensorische rijpheid op dezelfde datum.

Rodrigo et al. (1977) onderzochten in twee seizoenen een aantal rijpheidsindices, peullengte, gewicht van 50 peulen, percentage gekromde peulen, stevigheid, kleur, percentage zaad, gewicht van de zaden in 50 peulen, gehalte aan droge stof en AIS, en de lengte en dikte van de zaden, die mogelijk bruikbaar zijn bij de bepaling van het optimale oogsttijdstip. Al deze grootheden voor 2 rassen sperziebonen werden uitgezet tegen graaddagen (warmte-tijdeenheden); tevens werd in één seizoen het effect van 3 zaaidata onderzocht. De auteurs, die geen sensorisch onderzoek verrichtten, vonden de zaadlengte als rijpheidsindex het meest geschikt omdat die gemakkelijk te meten was, grote toename met een toenemend aantal graaddagen vertoonde en weinig verschil tussen de twee rassen liet zien. Het AIS-gehalte vonden Rodrigo et al. (1977) ook een goede rijpheidsindex, maar deze was bewerkelijker om te meten en vertoonde meer verschil tussen de twee rassen. Voor alle onderzochte grootheden gaven de vroeg, midden en laat gezaaide sperziebonen aparte lineaire verbanden met de graaddagen, zie tabellen 12 en 13.

Tabel 12. Correlatiecoëfficiënten tussen het aantal graaddagen en de zaadlengte en tussen het aantal graaddagen en het AIS-gehalte van sperziebonen voor twee seizoenen, twee rassen, en drie zaaidata (één seizoen), volgens Rodrigo et al. (1977)

correlatie graaddagen met	ras	seizoen 1973	seizoen 1974		
		één zaaidatum	vroeg	zaaidatum middel	laat
zaadlengte	Harvester	0,98	0,99	0,98	0,98
	B.B.L. <sup>1)</sup>	0,98	0,97	0,99	0,95
AIS	Harvester	0,99	0,93	0,98	0,06
	B.B.L. <sup>1)</sup>	0,99	0,74	0,95	0,92

<sup>1)</sup> = Bush Blue Lake - 274

Tabel 13. Richtingscoëfficiënten van de lineaire verbanden tussen het aantal graaddagen en de zaadlengte en tussen het aantal graaddagen en het AIS-gehalte van sperziebonen voor twee seizoenen, twee rassen, en drie zaaidata (één seizoen), volgens Rodrigo et al. (1977)

richtingscoëfficiënt verband draaddagen met		seizoen 1973	seizoen 1974		
		één zaaidatum	vroeg	zaaidatum middel	laat
zaadlengte	Harvester	2,1	3,0	1,8	3,2
	B.B.L. <sup>1)</sup>	2,5	1,5	1,4	2,7
AIS	Harvester	2,0	2,8	1,7	3,0
	B.B.L. <sup>1)</sup>	1,3	0,5	0,7	1,4

<sup>1)</sup> = Bush Bleu Lake - 274

Uit deze tabellen 12 en 13 blijkt, dat er steeds redelijk goede correlaties gevonden werden tussen het aantal graaddagen enerzijds en de zaadlengte en het AIS-gehalte anderzijds, maar dat de diverse lineaire verbanden enorm verschilden in helling, afhankelijk van ras en zaaidatum. De mogelijkheid blijft bestaan dat de verbanden van AIS-gehalte met de sensorische rijpheid veel minder afhankelijk zijn van ras en zaaidatum.

Bernell et al. (1971) voerden wel sensorisch onderzoek uit, echter alleen wat betreft de stevigheid, vezeligheid en het voorkomen van losse velletjes. Zij onderzochten 31 monsters blikspierziebonen van 5 rassen en bepaalden verder de stevigheid met de Kramer shear-press en het AIS-gehalte. De correlatie van de scheurkracht met de sensorische schaal (2 = zacht, 4 = normaal en 6 = zeer stevig)

bedroeg  $r = 0,89$ . De correlatie van het AIS-gehalte in de droge stof met deze sensorische schaal was aanmerkelijk lager, namelijk  $r = 0,74$ . Het AIS-gehalte in de droge stof kon gebruikt worden voor de sortering t.a.v. de stevigheid: normale sensorische stevigheid, schaal 4, kwam overeen met een AIS-gehalte van 49-55% en schaal 5 (stevig) met een waarde van 63-72%. Van 24 monsters sensorisch als niet vezelig geklassificeerd, had slechts één een AIS-gehalte groter dan 64%, terwijl 7 vezelige monsters hogere waarden hadden.

Ter vaststelling van de optimale rijpheid van tuinbonen, bestemd voor de conservenindustrie, bepaalden Arthey and Webb (1969) voor twee oogstjaren de tenderometerwaarde en het AIS-gehalte en verrichtten sensorisch onderzoek ten aanzien van geur + smaak en textuur. De eerste oogst tuinbonen van één ras, Triple White, bestond uit onrijpe tuinbonen met een tenderometerwaarde (130 g monster) van 80 tot 90. Daarna volgden om de 2-3 dagen tuinbonenoogsten totdat een waarde van ca. 200 was bereikt. Een panel van specialisten kwam tot dezelfde score voor de geur + smaak van bliktuinbonen afkomstig van verse tuinbonen met de totale variatie in de tenderometerwaarde van 80 tot 200 tijdens de periode van de oogst. Omdat uit vooronderzoek bleek dat de optimale rijpheid voor in te blikken tuinbonen overeen zou komen met een tenderometerwaarde van 130, werden twee monsters bliktuinbonen met tenderometerwaarden van 120 en 160 (vers) nader onderzocht. Twee specialisten panels beoordeelden de textuur van het eerste monster als beter (zachte huid en boon), terwijl een consumentenpanel geen duidelijke voorkeur toonde. De auteurs geven de vergelijkingen van de lineaire verbanden tussen de sensorische textuur score enerzijds en de tenderometerwaarde en het AIS-gehalte (vers gewicht basis) anderzijds, maar niet de correlatiecoëfficiënten. De verschillen in de gegeven lineaire verbanden tussen de twee oogsten zijn, zoals getekend, niet groot. Hetzelfde geldt voor de verschillen tussen de lijnen van sensorische score met het AIS-gehalte in de verse boon en met die in de blikboon. Bij tenderometerwaarden van 120 en 160 voor verse tuinbonen behoorde een AIS-gehalte van resp. 12,3-13,9% en 19,1-20,0%; in de blikbonen was het gehalte resp. 12,4-13,5% en 18,7-19,8%. De optimale rijpheid wat betreft de sensorische textuurscore van blikbonen werd bereikt bij een tenderometerwaarde van 136 en een AIS-gehalte van 15,7%, beide geldend voor verse tuinbonen.

Voor grote witte bonen in twee sorteringen, ras "Dreifach weise", vond Witte (1973) een correlatiecoëfficiënt van 0,91 tussen de tenderometerwaarde en het AIS-gehalte (vers gewicht basis), met als vergelijking: AIS-gehalte in % =  $0,193 \times$  tenderometerwaarde - 11,4. Het verloop van deze waarden met de oogstdatum wordt gegeven in tabel 14.

Tabel 14. Tenderometerwaarden en gehalten (vers gewicht basis) aan AIS van twee sorteringen witte bonen in afhankelijkheid van de oogstdatum, volgens Witte (1973)

oogst- datum	AIS in %		tenderometerwaarde	
	sortering I	sortering II	sortering I	sortering II
8 juli	16,0	19,3	154	178
9 juli	15,4	23,4	134	172
14 juli	11,6	16,2	125	134
15 juli	12,4	18,5	127	146
16 juli	17,6	22,9	154	173
19 juli	14,8	21,4	144	166
22 juli	22,1	26,2	170	190

Uit de tabel blijkt dat de bonen langer dan 22 mm (sortering II), steeds hogere waarden hadden voor AIS en tenderometer dan de bonen van sortering I met een lengte kleiner dan 22 mm. Enkele monsters werden, na koken gedurende 20 minuten, sensorisch gekeurd. Het monster sortering II, van 22 juli werd het laagst beoordeeld: geheel melig met een harde schil. Monsters met lage tenderometerwaarden en AIS-gehalten werden goed beoordeeld: aromatisch, niet melig, zachte schil.

#### 4.4. Doperwten

##### 4.4.1. Doperwten, zonder correlatie met sensorische keuringen

###### 4.4.1.1. *Verloop van de diverse bestanddelen*

Volgens Shah et al. (1975) in Pakistan mag gesteld worden dat de belangrijkste enkelvoudige factor in de kwaliteit van groene erwten bestaat uit de rijpheid op het moment van de oogst. De groeicurve van de erwt is zodanig dat de oogst plaatsvindt gedurende de periode van de snelste groei. Deze groeifase wordt begeleid door een verandering zowel in de chemische samenstelling als in de voorkeur van de consument. Vroeger werd de mate van rijpheid bepaald op grond van subjectieve kenmerken als grootte, kleur, hardheid en vorm. Later zijn objectieve chemische, fysische en mechanische methoden in gebruik gekomen.

In het artikel van Voisey and Nonnecke (1973) uit Canada wordt een overzicht gegeven van de in de loop der jaren voorgestelde methoden ter meting van de textuur van de erwt. In de jaren 1930 tot 1950 is veel onderzoek gedaan aan methoden verband houdende met het soortelijke gewicht van de erwt. Zeer veel literatuur is verschenen over mechanische meters van de textuur. Mogelijkheden zijn compressiemetingen, penetrometrische bepalingen en metingen met behulp van diverse tenderometers, waarbij de door Kramer et al. (1951) geïntroduceerde "Shear Press" grote bekendheid kreeg.

Van de chemische methoden wordt door de auteurs de bepaling van het AIS-gehalte als eerste vermeld. Als andere mogelijkheden worden genoemd het gehalte aan in water onoplosbare bestanddelen en een combinatie berustend op het AIS- en het suikergehalte, voorgesteld door Moyer and Holgate (1948). De bepaling van het drogestofgehalte, van de refractie van het perssap uit de erwt en de meting van de viscositeit hebben geen wijdverbreide toepassing gevonden. Hetzelfde geldt voor het vaststellen van de 'warmte-sommen', waaraan het gewas tijdens de groei was blootgesteld. De bepalingen van het droge stof- en het AIS-gehalte dienen in een laboratorium uitgevoerd te worden en zijn aldus voornamelijk beperkt gebleven tot de kwaliteitscontrole van het verwerkte produkt. De betaling van de leveranciers van de verse erwten op het moment van afleveren bij de fabriek vindt als regel plaats op basis van directe mechanische textuurmetingen aan het verse produkt, en niet op basis van het AIS-gehalte van het verwerkte produkt.

Volgens een door Shah et al. (1975) gerefereerd artikel van Nielsen et al. (1947) zouden diepvrieserwten van de eerste kwaliteitsklasse een drogestofgehalte lager dan 18,8% moeten hebben. De kwaliteitsklassen 2 en 3 zouden dan betrekking hebben op drogestofgehalten van resp. 18,8-21,2% en 21,2-24,4%. Volgens dezelfde referentie zou het zetmeelgehalte voor de eerste kwaliteitsklasse kleiner dan 3,7% moeten zijn, en voor de klassen 2 en 3 resp. 3,7-4,8% en 4,8-6,4%. In een publikatie uit Canada van Torfason et al. (1956), eveneens aangehaald door Shah et al. (1975), wordt geconcludeerd dat de gehalten aan droge stof, zetmeel en suikers minder betrouwbare rijpheidsindices zijn dan het AIS-gehalte. Gedurende de groei nemen de bestanddelen zetmeel, cellulose en hemicellulose uit de AIS sterk in gehalte toe. De sensorische aangenaamheid en de algemene aanvaardbaarheid wordt negatief beïnvloed wanneer deze bestanddelen boven een zeker gehalte uitstijgen. Diverse auteurs o.a. Lynch and Mitchell (1955) en Lee et al. (1954), aangehaald door Shah et al. (1975), komen tot de conclusie dat in het algemeen AIS-gehalten tussen 13 en 16% de meest wenselijke waarden omvatten voor in te blikken, in te vriezen of te drogen erwten. In een vroegere publikatie geven Lynch and Mitchell (1950) een iets groter gebied aan: 11 tot 16%. List und Askar (1976) in Berlijn geven ook 16% AIS als bovengrens aan, en verder een maximum van 25% voor de droge stof; de erwt zou optimaal rijp zijn bij een suikergehalte maximum van 8%, maar dit zal zeer ras- en vooral rastype (rond- of kreukzadig) afhankelijk zijn. Deze auteurs vonden voor twee rassen, Salout en Frivith, op het berekende moment van optimale eetrijpheid, de in tabel 15 gegeven waarden voor een aantal rijpheids-criteria, geldend voor de verse erwt.

Tabel 15. Waarden van enkele rijpheidscriteria voor twee rassen, volgens List und Askar (1976)

rijpheids- criterium	ras	
	Salout	Frivith
aantal dagen na bloei	18 - 20	19 - 21
Christel-texturometerwaarde in schaaldelen	110 ± 10	110 ± 10
shear-press in N	1750 ± 200	1750 ± 200
AIS-gehalte in %	13 ± 2	13 ± 2
drogestofgehalte in %	23 ± 2	23 ± 2
saccharosegehalte in %	7 ± 0,5	7 ± 0,5
Hunterwaarden L	43 ± 0,9	43 ± 0,9
a	-12 ± 0,2	-12 ± 0,2
b	+12 ± 0,7	+12 ± 0,7
warmte-sommen	824 (824 - 859)	740 (720 - 740)

Volgens Shah et al. (1975) heeft de AIS-bepaling de status van een standaard aangenomen, waarmee andere rijpheidsmetingen vergeleken moeten worden.

Kertesz (1934) en twee andere auteurs uit 1933 en 1935, aangehaald door Shah et al. (1975), geven aan dat het AIS-gehalte over de totale oogstperiode een variatie kan hebben van 1 tot het bijna 4 voudige, terwijl de droge stof dan slechts van 1 tot 1,8 verandert. Voisey and Nonnecke (1973) verzamelden de door diverse auteurs gevonden spreiding bij het meten met verschillen meetmethoden aan series erwtenmonsters van toenemende rijpheid, en kwamen daarbij tot de in tabel 16 vermelde resultaten.

Tabel 16. De door diverse auteurs gevonden minimum- en maximumwaarden bij het meten van erwtenmonsters met verschillende methoden, volgens Voisey and Nonnecke (1973)

auteur	meetmethoden						
	s.g.	droge stof %	AIS %	Matu. lb.	text. lb.	tend. lb.	shear press lb.
Kertesz (1934)	-	15,4-30,3	7,4-26,6	-	-	-	
Mahoney (1939)	-	-	15,9-24,8	-	-	107-233	
Walls and Kamp (1939)	-	-	10,0-24,0	-	-	70-220	
Lee (1941a)	1,06-1,12	16,3-23,6	9,3-19,4		38-133	47-124	
Kramer et al. (1950)	-	-	8,5-26,9	-	74-200	81-207	
Lynch and Mitchell (1950)	1,04-1,09	9,1-13,9	7,1-24,0	80-430	-	86-173	
Makower et al. (1953)	1,04-1,10	15,6-27,7	7,2-22,1	-	-	12-148	
Lee et al. (1954)	-	17,2-30,0	9,1-24,7	-	-	85-198	
Weckel et al. (1954)	-	-	6,0-23,0	-	-	70-160	
Torfason et al. (1956)	-	-	6,4-16,5	-	49-149	70-164	500-1150

matu. = maturometer; text. = texturometer; tend. = tenderometer, zie tabel 17

Tabel 17. De door diverse auteurs gevonden quotiënten van de maximum en minimum waarden uit tabel 16

auteurs	meetmethoden						
	s.g.	droge stof %	AIS %	matu. lb.	text. lb.	tend. lb.	shaer press lb.
Kertesz (1934)	-	2,0	3,6	-	-	-	-
Mahoney (1939)	-	-	1,6	-	-	2,2	-
Walls and Kamp (1939)	-	-	2,4	-	-	3,1	-
Lee (1941a)	1,06	1,4	2,1	-	3,5	2,6	-
Kramer et al. (1950)	-	-	3,2	-	2,7	2,6	-
Lynch and Mitchell (1950)	1,05	1,5	3,4	5,4	-	2,1	-
Makower et al. (1953)	1,05	1,8	3,1	-	-	12,3	-
Lee et al. (1954)	-	1,7	2,7	-	-	2,3	-
Weckel et al. (1954)	-	-	3,8	-	-	2,3	-
Torfason et al. (1956)	-	-	2,6	-	3,0	2,3	2,3

Matu. = maturometer van Lynch and Mitchell (1950)

Text. = texturometer van Christel (1938)

Tend. = tenderometer van Martin (1937a en b)

Duidelijk blijkt uit tabel 17 dat de quotiënten voor AIS altijd hoger zijn dan die voor droge stof en van gelijke orde zijn als die van de mechanische meters List und Askar (1976) in Berlijk bepaalden voor het ras Salout over een periode van 7 tot 25 dagen (verlopen sinds de dag waarop meer dan 50% van de planten bloeiden) een stijging van het drogestofgehalte van 16 tot 34% (1 op 2,1) en van het AIS-gehalte van 7 tot 26% (1 op 3,7). Voor het ras Frivith over de periode van 7 tot 26 dagen liep droge stof op van 17 tot 32% (1 op 1,9) en AIS van 8 tot 27% (1 op 3,4). Bij beide rassen liep het AIS-gehalte iets terug, bij Salout van 7 naar 6% over de periode 7 tot 11 dagen en bij Frivith van 8 naar 7% over de periode 7 tot 12 dagen, terwijl het drogestofgehalte steeg (van 16 naar 17%) resp. gelijk bleef.

Wager and Porter (1973a) in Engeland vonden een stijging van het vers gewicht van één erwt van 0,5 g tot ca. 1,1 g (1 op 2,2) gedurende een rijpingsperiode, waarin het AIS-gehalte van de erwten steeg van 7% tot 28% (1 op 4). Het saccharosegehalte steeg eerst van 22 tot 25 mmol/100 g bij 11% AIS om vervolgens te dalen tot 5 mmol/100 g (daling over het geheel 4,4 tot 1); het eiwitgehalte daalde van 15 tot 2 mmol/100 g (daling 7,5 tot 1). Het quotiënt van AIS/saccharose nam toe van 0,3 tot 5,6 (1 op 19). Misschien biedt dit quotiënt nog mogelijkheden voor de praktijk indien men het saccharosegehalte zou vervangen door de refractometerwaarde; een nadeel van saccharose vormt de kleine gehaltestijging net vóór het optimale rijpheidstraject van 11-16% AIS.

In een andere publikatie uit hetzelfde jaar bepaalden Wager and Porter (1973b) het verloop van enkele organische zuren met de rijpheid van de erwt. Azijnzuur, barnsteenzuur, appelzuur en een niet geïdentificeerd zuur bleven bij het ras Gregory's Surprise vrijwel constant bij een AIS verloop van 7 tot 23%. Omdat er aanmerkelijke verschillen in gehalten aan deze zuren tussen de zes (2 rondzadig, 4 kreukzadig) onderzochte rassen bleken te bestaan, zijn deze zuren dus ongeschikt als parameter voor de rijpheid. Verder bleek dat citroenzuur steeg van 130 tot 270 micro equivalenten per 100 g vers bij een AIS verloop van 7 tot 21%, om daarna te dalen tot 220  $\mu$  equiv. De citroenzuur/appelzuur verhouding steeg van 1,3 tot 2,7 (over 7 tot 12% AIS), maar bij het optimale oogsttijdstip (11-16% AIS) varieerde deze verhouding tussen de zes rassen van 1,4 tot 2,8, zodat ook citraat/malaat geen geschikte parameter is voor de rijpheid van de erwt in het algemeen. Tenslotte bleek dat een als 5-oxoproline geïdentificeerd zuur sterk daalde over het gebied 7 tot 12% AIS. Bij nader onderzoek bleek dit zuur een artefact te zijn, ontstaan uit glutaminen. Dit glutaminegehalte heeft een hyperbolisch verloop met het AIS-gehalte: van 800  $\mu$  mol per 100 g vers tot 120 voor 7 tot 12% AIS en van 120 tot 35  $\mu$  mol voor 12 tot 23% AIS. Indien dit glutamine



gemakkelijk bepaald zou kunnen worden (Wager and Porter, 1973b, bepaalden het enzymatisch), dan zou glutamine als rijpheidsparameter wel geschikt zijn, hoewel het nadelig is dat de grote gehaltesdaling juist vóór het interessante AIS-gebied van 11 tot 16% valt.

List und Askar (1976) in Berlijn vonden bij de rassen Salout en Frivith voor het citroenzuurgehalte, wanneer dit uitgezet werd tegen de tijd in dagen, verlopen sinds de dag waarop meer dan 50% van de planten bloeiden, net als Wager and Porter (1973b) een maximum waarde bij resp. 18 dagen (11,5% AIS) en 23 dagen (18% AIS). Maar het appelzuurgehalte liep bij beide rassen terug met de tijd, zodanig dat tot 15 dagen (Salout) en tot 22 dagen (Frivith) het appelzuurgehalte hoger was dan het citroenzuurgehalte. De citroenzuur/appelzuur verhouding varieerde veel sterker dan bij Wager en Porter (1973b), namelijk van 0,5 bij AIS 7% tot 1,5 bij AIS 11,5% voor Salout, en van 0,4 bij AIS 8% tot 2,1 bij AIS > 30% voor Frivith. De andere onderzochte zuren, fumaarzuur, barnsteenzuur, glycolzuur en  $\alpha$ -ketoglutaarzuur daalden weinig in gehalte in het interessante AIS gebied van 11-16%. Bij beide rassen daalde het vrije zuur sterker in gehalte dan het totaal zuur, omdat het gebonden zuur de neiging vertoonde te stijgen over de groeiperiode. Het vrije zuur daalde van 5 miliequivalenten per 100 g vers bij AIS 7% tot 1 bij AIS 25% voor Salout en van 7 mequivalent bij AIS 8% tot 1,5 bij AIS 18% voor Frivith. Het vrije titreerbare zuur zou nog een extra rijpheidsparameter kunnen zijn, indien ten eerste de gehaltesdaling bij alle rassen blijkt op te treden, en indien de diverse rassen niet te grote niveauverschillen laten zien.

List and Askar (1976) vonden wat betreft de suikers vergelijkbare resultaten met die van Wager and Porter (1973a). Voor de refractometerwaarde vonden zij bij het ras Frivith een stijging van 10 tot 13% (w/w saccharose) over het AIS gebied 8 tot 7% (7 tot 12 dagen sinds de bloei) en daarna een daling van 13 tot 9% over het AIS gebied 7 tot 27%. Bij het ras Salout was de daling van 15 tot 10% over het AIS gebied van 7 tot 22%.

#### 4.4.1.2. *Correlatie tussen de rijpheidsparameters*

Ten aanzien van de correlatie tussen de verschillende parameters die de rijpheid moeten karakteriseren zijn aan de literatuur de volgende gegevens te ontleenen. Casimir et al. (1967) vonden de volgende lineaire regressievergelijking tussen het AIS-gehalte in % en de S.P.M.R. (single pea maturometer reading):  
$$\text{AIS in \%} = 0,0129 \text{ S.P.M.R.} - 0,674$$
met een correlatiecoëfficiënt van 0,990. Deze hoge correlatie gold echter slechts voor erwten van één en dezelfde oogst. Voor kleine partijen gaven Casimir and Moyer (1968) in Australië de voorkeur aan deze door Casimir et al. (1967) beschreven methode m.b.v. de Instron, model TTCM, (meting per erwt, 44 erwten per

monster) boven de commerciële maturometer van Lynch and Mitchell (1950), waarbij in één meting 143 erwten doorboord worden.

Kovacs and Sallay (1970a) in Hongarije concludeerden dat de tenderometerwaarden en de AIS-gehalten de meest geschikte criteria waren voor de kwaliteitswaardering met nauwe (geen opgave van de coëfficiënt) correlatie met sensorische waarden.

In hun tweede publikatie van 1970 vermelden Kovacs and Sallay (1970b) een lineaire regressievergelijking van

$$\text{AIS in \%} = 0,16 \text{ IMC tenderometerwaarde} - 3,44$$

met een correlatiecoëfficiënt van 0,92 voor erwten van waarschijnlijk één ras maar van verschillende oogsten. De correlatiecoëfficiënt tussen de IMC tenderometer en de goedkopere in Hongarije ontwikkelde finometer was 0,97. De coëfficiënt tussen finometer en AIS bedroeg 0,88; de richtingscoëfficiënt was 0,118; drie andere laboratoria vonden onderling ongeveer dezelfde richtingscoëfficiënt, namelijk van 0,070 tot 0,078, die echter veel lager (35%) was dan eerder genoemde 0,118.

Uit de resultaten Selman and Rolfe (1979) in Engeland werd voor het ras Dark Skinned Perfection afkomstig van één en hetzelfde stukje grond een uiterst hoge correlatiecoëfficiënt berekend van 0,9996 tussen AIS en de tenderometerwaarde (8 paren, tenderometer niet nader omschreven). De vergelijking was:

$$\text{AIS in \%} = 0,11 \text{ tenderometerwaarde} - 0,39.$$

De richtingscoëfficiënt komt overeen met de waarde van 0,118 gevonden tussen AIS en finometer van Kovacs and Sallay (1970b).

Rutledge and Board (1980) in Australië bepaalden de correlatiecoëfficiënten van het AIS-gehalte van doperwten van één ras met de resultaten van diverse andere metingen. Deze metingen werden uitgevoerd met de "back extrusion cell" (interne diameter 68 mm, 100 mm diep met zuiger van 60 mm diameter, gemonteerd in een model 1140 Instron apparaat), geoptimaliseerd door Bourne and Moyer (1968), met de gemotoriseerde maturometer van Mitchell et al. (1961) (m.b.v. 143 pinnen met 3,17 mm diameter), met de Kramer shear-press (Kramer and Aamlid, 1953), met de FMC tenderometer, met de Ottawa "wire extrusion cell" (Voisey and Nonnecke, 1973b), met de Contraves AG type STV viscometer (m.b.v. 1 op 1 w/w mengsel van erwten en water) en met de Bostwick consistometer (met hetzelfde erwten watermengsel). De correlatiecoëfficiënten werden berekend uit steeds 17 paren van data, verkregen door op een hellend veld met erwteplanten boven en onder van deze helling negen keer te bemonsteren met intervallen van 1 of 2 dagen. Van alle monsters werd ook een gedeelte in kokend water gedurende 1½ minuut geblancheerd, gevolgd door koelen, uitlekken, verpakken en invriezen m.b.v. vast CO<sub>2</sub>. Na ca. 1 maand bewaring werden de monsters ontdooid in water van 50°C, gevolgd door 2 minuten uitlekken. In deze monsters werd weer het AIS-gehalte bepaald, gevolgd door enkele metingen; in tabel 18 zijn de correlatiecoëfficiënten vermeld.

Tabel 18. Correlatiecoëfficiënten van de lineaire regressievergelijkingen tussen het AIS-gehalte van verse erwten en een aantal rijpheidsmetingen op dezelfde erwten en idem tussen AIS van verse erwten en enkele metingen + AIS van ontdooide diepvrieserwten, volgens Rutledge and Board (1980)

rijpheids- meting	correlatiecoëfficiënten van AIS in verse erwten met rijpheidsmeting	
	verse erwten	ontdooide diepvrieserwten
AIS	-	0,939
back extrusion cell	0,978	0,757
maturometer	0,963	0,840
Kramer shear-press	0,955	0,396
FMC tenderometer	0,943	-
Ottawa wire extrusion cell	0,901	-
Viscometer	0,873	0,681
Bostwick consistometer	0,732	-

De auteurs concluderen dat meest betrouwbare bepaling van de rijpheid van de verse erwten, uitgevoerd aan de ontdooide diepvrieserwten, geleverd wordt door het AIS-gehalte. Verder geven de auteurs aan dat er nader onderzoek gedaan dient te worden in het gebied van metingen aan het 1 op 1 mengsel van water en erwten; hoewel de viscosimeters matige resultaten gaven, denken zij toch in deze richting.

#### 4.4.1.3. Verloop van diverse bestanddelen in zaadlob en zaadhuid afzonderlijk

Schoonens (1970) in Australië bepaalde over het gebied onrijp tot overrijp het gehalte aan AIS, door hem als voornamelijk zetmeel omschreven, van de hele erwt en van de zaadlob en zaadhuid afzonderlijk. Terwijl de gehele erwt in AIS-gehalte steeg van 9,6 tot 21,6 (5 meetpunten op de rijpheidsschaal), liep het gehalte in de zaadlobben lineair op van 6,5 tot 23,4%, terwijl dat in de zaadhuid van 14,5 tot 16,5% nauwelijks toenam. Op grond van deze resultaten zou men mogen stellen dat het AIS-gehalte van de zaadlobben nog gunstiger met de rijpingstijd oploopt (van 1 tot 3,6) dan de hele erwt (van 1 tot 2,2); dit gegeven is alleen van praktische waarde indien het mogelijk is om op eenvoudige wijze een groot aantal hele erwten in één bewerking van de zaadhuizen te ontdoen.

Wager and Porter (1973a) in Engeland vonden dat voor verse erwten in het gebied van AIS-gehalten van 7 tot 33% de penetrometerwaarde (1 erwt-meting) van de zaadhuid slechts 40% steeg, en dat voor 5 min. gekookte erwten deze enorm opliep van een zeer lage beginwaarde tot bijna de eindwaarde bij de verse erwten. De zaad-

lobben van de verse erwten vertoonden een lineair verband tussen penetrometerwaarde (4 tot 35 kg/cm<sup>2</sup>) en AIS-gehalte (7 tot 33%); voor de gekookte erwten was er een matig lineair verband oplopend van 2 tot ca. 8 kg/cm<sup>2</sup>. Auteurs zetten uiteen dat meligheid gerelateerd moet worden aan de hoeveelheid korrelige celinhoud, en via het AIS-gehalte aan de hardheid van de verse zaadlob.

#### 4.4.1.4. Invloed van het ras en het type ras, rond- of kreukzadig

Wager and Porter (1973a) in Engeland bepaalden voor 2 rondzadige rassen Meteor en Gloire de Quimper, en voor 4 kreukzadige rassen, Onward, Dark Skinned Perfection, Vulcan en Telephone het AIS-gehalte en de penetrometerwaarde (1 erwtmeting) van kleine partijtjes (15 peulen) met verschillende rijpheid. De auteurs geven geen cijfers, maar alleen een beschrijving. Van alle rassen waren de penetrometerwaarde bij het optimale oogsttijdstip (uit de publikatie wordt niet duidelijk hoe dit tijdstip bepaald werd) ongeveer gelijk. De vorm van correlatielijnen van AIS tegen de penetrometerwaarde was, volgens de auteurs voor de kreukzadige rassen zo aan elkaar gelijk dat enige verschillen alleen aangetoond konden worden door vergelijking van erwten afkomstig van verschillende herkomsten of teeltjaren. De rondzadige rassen hadden hogere AIS-gehalten bij een bepaalde tenderometerwaarde dan de kreukzadigen in overeenstemming met de waarnemingen van Siddapa and Adam (1934), dat rondzadige rassen sneller in AIS-gehalte met de rijpheid oplopen dan kreukzadige. Wager and Porter (1973a) vermelden verder dat een bepaalde penetrometerwaarde bij het ras Onward overeenkwam met een AIS-gehalte van 12%, en dat bij het rondzadige ras Meteor deze zelfde waarde samenging met een AIS-gehalte van 17%, waarmee dit ras buiten het eerder genoemde gebied van 11-16% AIS (gebied van optimale sensorische rijpheid) zou vallen. In een andere publikatie uit hetzelfde jaar geven Wager and Porter (1973b) AIS-gehalten uit een ander experiment in 1969 (t.b.v. de analyse van zuren) van de rondzadige rassen Meteor (AIS 15,2%) en Alaska (16,1%) en van de kreukzadige rassen Sprite (10,0%), Dark Skinned Perfection (13,0%), Gregory's Surprise (1969 11,6% en 1970 11,0%) en Onward (10,9% in 1970) voor erwten rondom het optimale oogsttijdstip (onduidelijk echter, hoe dit bepaald is). Het gewicht van één erwt was bij de rondzadige rassen 250-270 mg, bij de kreukzadige 380-470 mg, met het ras Onward als uitschieter 720 mg. Drie bijzondere Europese rassen hadden in de buurt van het optimale oogsttijdstip een AIS-gehalte van 12,5 tot 16,2%, met een erwtgewicht van 240-380 mg, drie primitieve rassen uit Afrika 14,7 tot 18,8%, met 220-410 mg, en drie wilde rassen uit Rusland en Turkije 11,9-14,4% met 70-160 mg erwtgewicht.

Cousin et al. (1971) in Frankrijk bepaalden voor diverse rassen (genoemd werden de grootzadige Kalife en Vercas, en de kleinzadige Aldot en Chipeau) het ge-

halte aan droge stof, AIS en suikers en de tenderometerwaarde van monsters van verschillende rijpheid. Voor de rassen Kalife en Aldot werd het AIS-gehalte tegen het watergehalte uitgezet, uitgesplitst voor de sorteringen (5: < 7,5 mm, 4: 7,5-8,2, 3: 8,2-8,75, 2: 8,75-9,3 en 1: > 9,3 mm). De lineaire regressievergelijking van beide lijnen waren bijna gelijk; het verschil was gelegen in de breedte van de variatie in AIS- en watergehalte voor een bepaalde sortering. Zo had sortering 5 van het grootzadige ras Kalife een spreiding in AIS-gehalte van 8,5 tot 12,5% en het kleinzadige ras Aldot een van 14 tot 23,5%. Werden van de onderzochte kreukzadige rassen de resultaten in de vorm van de lineaire correlatie tussen AIS en watergehalte gemiddeld, en evenzo die van de rondzadige rassen, dan bleek dat het verschil tussen deze gemiddelden nog kleiner was dan het kleine verschil tussen de oogstjaren 1967 en '68; de vergelijking van de lijn door alle resultaten (rassen + 2 jaren) was:

$AIS \text{ in } \% = 103 - 1,11 (\text{watergehalte in } \%)$ .

Cousin et al. (1971) bepaalden ook de correlatie tussen de tenderometerwaarde (apparaat niet genoemd, maar wel aangegeven als een IMC-achtig type) en het watergehalte. Deze lijnen waren ten eerste niet recht (kwadratisch verband), ten tweede sterk verschillend voor rond- en kreukzadige rassen, en ten derde ook nog verschillend voor de oogstjaren. Uit de door Cousin et al. (1971) gegeven grafieken wordt hier als voorbeeld gegeven dat een tenderometerwaarde van 200 overeenkwam met een watergehalte van 65,5, 67,5, 72 en 74% voor achtereenvolgens de rondzadige rassen in 1967 en '68, en de kreukzadige rassen in 1967 en '68. Via eerder genoemde lineaire vergelijking komt dit overeen met 30,3, 28,1, 23,1 en 20,9% AIS. Dit is in overeenstemming met waarnemingen van Siddapa and Adam (1934) en van Wager and Porter (1973 a en b) dat rondzadige rassen sneller in AIS-gehalte stijgen dan kreukzadige.

In een globale grafiek, gemiddeld over 3 jaren, geeft Oudin (1970) het verloop van AIS, droge stof en totaal suikers met de tijd, geldend voor rond- en kreukzadige rassen. Het AIS-gehalte voor de rondzadige rassen verloopt langs een oplopende lijn die evenwijdig is aan de lager lopende lijn voor de kreukzadige, met een constant absoluut verschil van 7% AIS. Het absolute verschil tussen de wat minder oplopende droge stof lijnen varieert van 5 tot 7% droge stof. Het totaal suikergehalte is zeer licht dalend met de tijd, waarbij de kreukzadige ongeveer het dubbele gehalte hebben t.o.v. de rondzadige. Bij een niet nader omschreven optimale tenderometerwaarde van 120 (rondzadig) en 100 (kreukzadig) was het suikergehalte resp. 2 en 4%, het AIS-gehalte resp. 22 en 14% en het drogestofgehalte resp. 27 en 22%.

Cerning-Beroard et Filiatre-Verel (1979) In Frankrijk analyseerden de koolhydraten samenstelling van 5 rondzadige- en 5 kreukzadige rassen, zie tabel 19.

Tabel 19. Gehalten aan zetmeel, oligosacchariden, saccharose en monosacchariden, in % van de droge stof, voor 5 rondzadige- en 5 kreukzadige erwte-rassen, volgens Cerning-Beroard et Filiatre-Verel (1979)

type ras		zetmeel	oligo-sacchariden als xylose	saccharose	mono-sacchariden als glucose
rondzadig	gem.	46,1	5,3	2,4	7,6
	spreiding	42,7-49,6	4,9-5,9	2,0-3,0	6,7-8,0
kreukzadig	gem.	29,6	6,7	4,0	12,6
	spreiding	24,7-33,8	6,3-7,0	3,0-5,3	10,2-13,8

Het verschil in totaal suikergehalte tussen kreuk- en rondzadige erwten is volgens deze auteurs kleiner ( $16,6-10,0 = 6,6$ ) dan het door Oudin (1970) vermelde verschil van  $18\%-7,4\% = 11,6\%$  (berekend op de droge stof).

#### 4.4.1.5. Conclusions

Van de chemische methoden ter karakterisering van de rijpheid van de doperwt wordt door diverse auteurs de bepaling van het AIS-gehalte als de belangrijkste beoordeeld. Het grote voordeel van de AIS-bepaling boven die van andere bestanddelen als droge stof, in water onoplosbare bestanddelen, suikers (refractie) en die van de viscositeit is gelegen in de sterke toename van het AIS-gehalte tijdens de rijping van de erwt in het algemeen, maar in het bijzonder tijdens het commerciële oogsttijdstip, overeenkomende met een AIS-gehalte van 11 tot 16%.

Van de mechanische en andere methoden worden die m.b.v. de tenderometer en de Kramer shear-press belangrijk geacht. Samen met andere mechanische meettoestellen, als penetrometers, texturometers en maturometers hebben deze meters het grote voordeel, dat de meting uiterst snel uitgevoerd kan worden. Boven andere methoden, als de bepaling van het soortelijk gewicht en "warmtesommen", hebben genoemde mechanische methoden het voordeel dat de met deze apparaten verkregen meetuitkomsten een sterke stijging vertonen tijdens de rijping van de erwt.

Het AIS-gehalte en de tenderometerwaarde vertonen een onderling vergelijkbare stijging tijdens de rijping, en blijken onderling steeds een significante en vaak ook een hoge correlatie te bezitten. Het voordeel van de waarde van AIS boven de tenderometerwaarde is dat de eerste slechts weinig verandert tijdens blancheren,

koken, steriliseren, diepvriezen en ontdooien, waarmee de bepaling van het AIS-gehalte van het verwerkte produkt tevens een goede schatting oplevert van het AIS-gehalte van de verse erwt en daarmee ook van de rijpheid van deze.

Mogelijke parameters, die met AIS gecombineerd (b.v. via een quotiënt) zouden kunnen worden, zijn saccharose (snel te meten m.b.v. refractometer), A.S.S. (= Alcohol Soluble Solids = droge stof - AIS), titreerbaar zuur, en glutamine (indien snel te bepalen). De gehalten van deze vier bestanddelen dalen in het rijpingsgebied. Veel onderzoek moet dan eerst verricht worden om vast te stellen hoe groot de verschillen van de gehalten aan deze bestanddelen tussen de rassen, herkomsten en oogstjaren zijn in vergelijking met de verschillen als gevolg van de rijping.

Het AIS-gehalte van alleen de zaadlobben loopt nog sterker met de rijpingstijd op dan dat van de hele erwt (b.v. van 1 tot 3,6 tegen van 1 tot 2,2). Dit is van praktisch belang indien op eenvoudige wijze erwten van de zaadhuiden zijn te ontdoen.

Rondzadige rassen stijgen sneller in AIS-gehalte met de rijpingstijd dan kreukzadige rassen. Het verband tussen AIS-gehalte en droge stof is voor beide rastypen gelijk, maar dat tussen tenderometerwaarde en droge stof ongelijk voor deze typen. Het verband tussen AIS-gehalte en tenderometerwaarde is dus afhankelijk van het rastype. Kreukzadige rassen hebben een duidelijk hoger totaal suiker-gehalte dan rondzadige, waardoor de refractie, bij gebruik als parameter voor de rijpheid, zeker in twee niveaus verdeeld moet worden voor deze rastypen.

#### 4.4.2. Doperwten, inclusief correlatie met sensorische keuringen

##### *4.4.2.1. Globaal verband met sensorische kwaliteit*

Kertes (1934) verdeelde een aantal commerciële monsters erwten in blik in drie klassen op grond van het AIS-gehalte: 15 monsters in de klasse hoge kwaliteit met AIS-gehalte van 7,4 tot 12,9% en droge stof 15,2 tot 20,5%, 14 monsters in de klasse gemiddelde kwaliteit met AIS-gehalte van 7,4 tot 12,9% en droge stof 15,2 tot 20,5%, 14 monsters in de klasse gemiddelde kwaliteit met AIS van 13,3 tot 19,8% en droge stof van 18,8 tot 25% en 9 monsters in klasse lage kwaliteit met AIS van 20,8 tot 25,7% en droge stof 23,2 tot 27,6%. De auteur geeft aan dat deze indeling nog arbitrair is, maar vermeldt een aantal monsters van bekende kwaliteit onderzocht te hebben, waarbij het AIS-gehalte een veel betere correlatie met kwaliteit en prijs bleek te vertonen dan het drogestofgehalte. Hij merkt op dat monsters in de lage kwaliteitsklasse nog geen drogestofgehalten boven 28% vertoonden, terwijl dit een grens zou zijn waarboven de slechte kwaliteit zou beginnen volgens een door hem aangehaalde referentie.

Chakraborty et al. (1976) in India refereren, in hun inleiding over het sensorisch wenselijke AIS-gehalte van in te blikken verse doperwten, naar het onder 3.4.1.1. genoemde gebied van 11-16%, naar de nauwere grenzen van 13-14,5% gesteld door Adam (1956), en naar de klasse indeling van Elehwany and Kramer (1956):

tot en met 11,0% → eerste kwaliteit A  
 11,1-15,0% → extra standaard B  
 15,1-21,0% → standaard C

Verder verwijzen de auteurs naar Lynch et al. (1959) betreffende de U.S.A. standaard voor kwaliteit C blikkerwten, type zoet, inhoudende geen hoger AIS-gehalte dan 21%. In India kunnen erwten van hogere rijpheidsgraden ingeblikt worden gezien het gebruik van kruiden en de lange kooktijd.

Met erwten afkomstig van drie oogsten, waarbij onderontwikkelde erwten via een 10/32 inch zeef werden uitgezeefd, werden uitgezeefd, werden partijen van 6 rijpheidsgraden verkregen met behulp van de zinkmethode in pekels van 2 tot 16%. In de verse erwten werden diverse bepalingen verricht en de erwten na inblikken werden sensorisch gekeurd door 7 keurders, zie tabel 20.

Tabel 20. Samenstelling van verse erwten voor diverse rijpheidsgraden en sensorische keuring na het inblikken, volgens Chakraborty et al. (1967)

metingen en keuringen	rijpheidsgraden						rijpheidsgr.1 rijpheidsgr.6
	1	2	3	4	5	6	
soortelijk gewicht	1,013 tot 1,027	1,027 tot 1,041	1,041 tot 1,056	1,056 tot 1,071	1,071 tot 1,086	1,086 tot 1,116	1,07
texturemeterwaarde*	110	120	130	140	160	175	1,6
droge stof %	21,5	23,1	27,4	29,3	34,6	37,3	1,7
AIS %	13,6	15,1	19,4	22,1	24,1	28,2	2,1
zetmeel %	4,9	5,7	7,9	9,7	11,1	13,7	2,8
eiwit %	5,3	5,9	7,1	7,6	8,4	11,1	2,1
totaal suikers %	5,0	4,8	4,1	3,6	3,1	2,4	0,5
ascorbinezuur mg/100 g	29,8	27,0	26,2	23,2	16,4	9,0	0,3
kleur 15 punten max.	13,3	13,3	13,2	13,1	12,4	12,1	0,91
textuur en uniformiteit van grootte, 30	24,6	24,6	25,0	23,6	22,6	22,6	0,92
smaak en geur, 20	17,4	17,0	17,3	16,3	15,4	15,4	0,89
afwezigheid van gebreken, 35	30,0	30,0	31,1	27,7	26,9	26,1	0,87
totaal, 100 punten max.	85,3	85,3	86,6	80,7	77,3	76,5	0,90
kwaliteit > 85 = 1 <sup>e</sup> kwaliteit 75-85 = 2 <sup>e</sup> kwaliteit	1	1	1	2	2	2	-

\* apparaat van de firma Hart and Sons, London



Uit tabel 20 blijkt, zoals ook onder 3.4.1.1. is beschreven, dat het AIS-gehalte sneller stijgt met de rijpheid (quotiënt rijpheidsgraad 1/rijpheidsgraad 6 is groter) dan het drogestofgehalte. Dat het zetmeelgehalte nog meer stijgt dan het AIS-gehalte is in overeenstemming met de waarneming van Schoonens (1970) dat het AIS-gehalte van de zaadlob sneller stijgt dan dat van de hele erwt (zie 3.4.1.3.) in combinatie met de analysegegevens van Cerning-Beroard et Filiatre-Verel (1979), vermeld onder 1. Inleiding, waaruit blijkt dat de zaadlob, in tegenstelling tot de zaadhuid, veel zetmeel en weinig cellulose e.d. bevat.

Verder blijkt uit tabel 20, dat de sensorische waardering slechts langzaam daalde met de rijpheid. Mogelijk hangt dit samen met het algemene eetpatroon in India. Bij deze blikerwten, verwerkt in twee specifieke lang gekookte zwaar gekruide Indiase gerechten, bleek geen voorkeur voor één van de rijpheidsgraden. Op praktische gronden (rijpheidsgraden 5 en 6) hadden hoogste opbrengst, maar 6 vertoonde zeer troebele opgiët) beoordeelde men rijpheidsgraad 5 als de meest gunstige voor deze gerechten.

Kaur et al. (1976) in India bepaalden van een 7-tal rassen in het groene stadium diverse kenmerken en bestanddelen. Het ras met de hoogste opbrengst: 5810 kg/ha (over 7 rassen gemiddeld 4750 kg/ha), had een gemiddeld drogestofgehalte: 23,7% (gem. 24,0, spreiding 22,5-24,9), het op één na hoogste AIS-gehalte: 15,3% (gem. 14,2 met spreiding 11,1-16,1%), het laagste ruw eiwitgehalte: 6,2% (gem. 6,9) en het op één na laagste totaal oplosbaar suikergehalte: 4,8%. Het ras Wando met de laagste opbrengst: 3460 kg/ha, had eveneens een gemiddeld drogestofgehalte: 24,1%, maar het laagste AIS-gehalte 11,1%, het hoogste eiwitgehalte 7,6% en het hoogste (met ander ras) suikergehalte: 5,5%. Opvallend is dat deze 7 rassen precies het onder 3.4.1.1. genoemde, sensorisch wenselijke AIS gebied van 11-16% omvatten.

Bajaj et al. (1978) in India bepaalden van een 7-tal veel belovende rassen de samenstelling. Het ras met de hoogste opbrengst van 148 eenheden (113 gem. over 7 rassen) had een vrij laag AIS-gehalte van 12,3% (gem. 14,4) en het hoogste totaal oplosbaar suikergehalte (6,4% bij 5,1 gem.). Sensorisch werd dit ras echter minder zoet beoordeeld dan een ander ras, dat de hoogste zoetheidsscores combineerde met het laagste suikergehalte; de auteur verwijst naar een literatuurplaats, alwaar deze slechte correlatie ook gevonden werd. Ook uit de door Oudin (1971/73) gegeven grafiek van de zoete smaak van kreukerwten na diepvriezen tegen het totaal suikergehalte van de verse erwten is te zien dat er vrijwel geen correlatie is (horizontale puntenwolk). In het onderzoek van Bajaj et al. (1978) had het ras met de laagste opbrengst van 53 eenheden het hoogste AIS-gehalte (18,6%), het hoogste ruw eiwitgehalte 8,8% (gem. 7,1) en een hoog drogestofgehalte van 26,1% (gem. 24,5). Het ras met het laagste AIS-gehalte van 11,7%, de kleinste peroxidase activiteit en een goede opbrengst van 129 eenheden werd door de auteurs het meest ge-

schikt geacht voor inblikken. De erwten van deze rassen werden geoogst op het moment van maximale eetbaarheid; hoe dit moment bepaald werd, vermelden de auteurs niet.

Schoonens (1971) in Australië bepaalde de rijpheid van de erwten m.b.v. een visueel beoordelingsschema, gecombineerd met voeling via de vingers. In het stadium E, op het moment van de juiste rijpheid, waren de peulen volledig gevuld, groen en zacht en konden de erwten met de vingers geplet worden. In stadium F, iets overrijp, waren de peulen nog groen maar verloren aan zachtheid, terwijl bij pletten eerst de zaadhuid barstte, gevolgd door pletten van elke zaadlob bij doordrukken. De auteur deed ook zinkproeven met zoutoplossingen met een soortelijk gewicht van 1,074; 1,090; 1,104 en 1,119. In Australië behoren eerste kwaliteit doperwten een s.g. te hebben niet hoger dan 1,075. Van erwten, ras Frosty, in het stadium F bleek 95% te zinken in pekkel van 1,074 en 33% in pekkel van 1,090. Het AIS-gehalte werd niet analytisch bepaald maar berekend m.b.v. de formule van Lee et al. (1954):

$$\text{s.g.} = 0,0036 \text{ AIS} + 1,017,$$

en vond aldus een AIS-gehalte van resp. 15,8 en 20,3%. Schoonens (1971) refereert naar een publikatie uit Nieuw Zeeland van 1965, waaruit bleek dat erwten van de rassen Victory Freezer, Dark Skinned Perfection en Green Feast (Lincoln) in het F stadium een gemiddeld AIS-gehalte hadden van 20%; dit komt dus enigszins overeen met de resultaten bij het ras Frosty uit het onderzoek van Schoonens (1971). Voor de rassen Cooper's Dark Skinned Perfection en William Massey (Kelvedon Wonder) werd echter in het gerefereerde onderzoek een AIS-gehalte hoger dan 20% gevonden voor het F stadium.

In zijn dissertatie-onderzoek bepaalde Freund (1969) in de U.S.A. de sensorische preferentie van een panel van 15 tot 20 personen voor doperwten na inblikken, terwijl de metingen van tenderometerwaarden en persvochthoeveelheid en de bepalingen van het gehalte aan AIS, oplosbare bestanddelen en droge stof uitgevoerd werden met de verse doperwten. De onderzochte erwten waren van diverse rassen en van verschillende leeftijd t.o.v. de plantdatum. De voorkeur voor de ingeblikte erwten van de rassen Alaska en Perfection bleek gerelateerd aan de leeftijd van de erwten, zelfs wanneer de maat van de erwten gelijk was. De optimale oogstdatum (voor maximale preferentie) bleek te variëren met het ras en het al of niet gesorteerd zijn van de erwten. Ingeblikte erwten van het ras Perfection werden geprefereerd boven die van het ras Alaska. Bovengemelde metingen en gehalten bleken gerelateerd te zijn aan de leeftijd van de erwt op het moment van de oogst en aan de preferentie voor de ingeblikte erwten.

4.4.2.2. *Correlatie tussen de rijpheidsparemeters en sensorische metingen*

In hun review geven Voisey and Nonnecke (1973) overzichten van de correlatiecoëfficiënten van het AIS-gehalte met sensorische en andere metingen, en van de tenderometer-, shear-press-, maturometer- en Christel texturometerwaarden met diverse andere metingen. In tabel 21 zijn uit deze overzichten die correlatiecoëfficiënten overgenomen, die betrekking hebben op de correlatie tussen sensorische metingen en alle andere metingen, incl. AIS. Om de onderlinge vergelijking in de driehoek: sensorische meting - AIS-gehalte - textuurmeting, compleet en zo duidelijk mogelijk te maken, zijn in de tabel ook nog de onderlinge correlatiecoëfficiënten opgenomen van het AIS-gehalte met de textuurmeting.

Tabel 21. Correlatiecoëfficiënten tussen sensorische metingen enerzijds en AIS-gehalte en textuurmetingen anderzijds, benevens de onderlinge coëfficiënten tussen AIS-gehalte en textuurmetingen, ontleend aan Voisey and Nonnecke (1973)

auteur	AIS	tenderometer		Kramer Shear-press		Christel texturometer	
			AIS-tenderometer onderling		AIS-Kramer sh.press onderling		AIS-christel text.meter onderling
Lee (1941a)	0,86	0,85	-			0,78	-
Kramer et al. (1954)	0,90	0,90	0,95			0,83	0,89
Kramer (1954)	0,92	0,89	-				
Lee et al. (1954)	0,60- 0,94	0,81- 0,96	0,64 0,94				
Torfason et al. (1956)	0,83	0,87	0,97			0,87	0,95
Angel et al. (1965)	0,94						
Kramer and Aamlid (1953)	Z -	0,83	0,97	0,82	0,96	0,80	0,94
idem V	-	0,89	0,98	0,88	0,97	0,86	0,96

tenderometer = pea tenderometer van Martin (1937a en b)

Christel texturometer = texturometer van Christel (1938)

Z = zoete rassen (6 stuks); V = vroege ras Alaska, AIS en sensoriek in blikerwten en textuurmetingen aan verse erwten.

Uit tabel 21 mag men concluderen dat er nauwere correlaties bestaan tussen de diverse meetmethoden (incl. de AIS-gehaltebepaling) onderling dan tussen meetme-

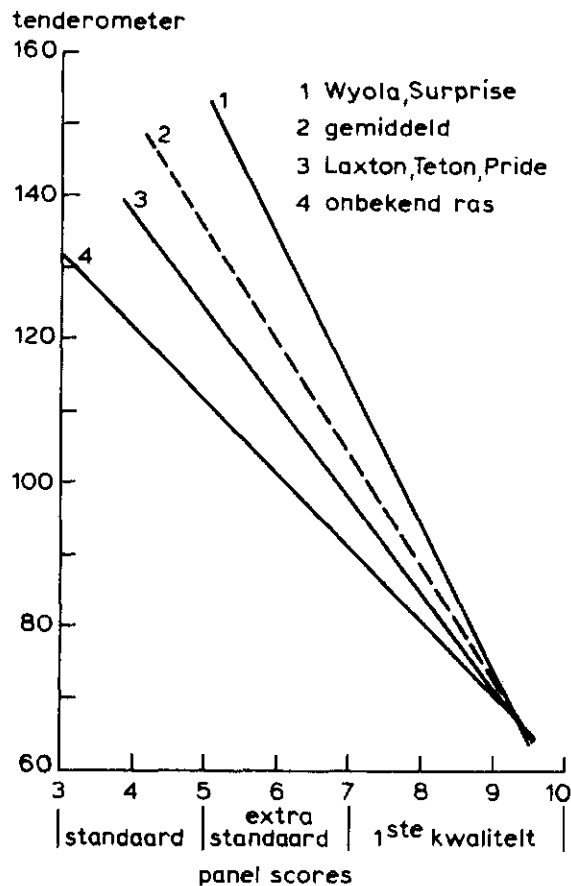
thoden en sensorisch onderzoek. Voisey and Nonnecke (1973) komen, op grond van de diverse door hen gerefereerde hoge correlatiecoëfficiënten tussen alle meetmethoden onderling, tot de conclusie dat soortelijk gewicht, droge stof, AIS, tenderometer, Kramer shear-press, Christel texturometer en maturometer allemaal een maat voor de malsheid van de erwt kunnen vormen. Uit tabel 21 blijkt verder dat de correlatie tussen AIS en sensoriek zeker niet beter is dan die tussen tenderometerwaarde en sensorische keuring; er is een lichte tendens waar te nemen dat deze correlaties iets beter zijn dan die tussen Christel texturometer en sensorische keuring.

Tabel 21 geeft alleen een globaal beeld; het gewicht dat men moet hechten aan de hoogte van een gerapporteerde correlatiecoëfficiënt hangt af van de proefomstandigheden: aantal monsters, aantal rassen, sortering, uitvoering sensorisch onderzoek enz. Dit kan worden geïllustreerd met behulp van de resultaten van Kramer and Aamlid (1953) verkregen met verschillende rassen. De in tabel 21 onder Z gegeven getallen hebben betrekking op het gemiddelde van 6 rassen. Deze 6 rassen konden in drie groepen ingedeeld worden: binnen elke groep was het verband tussen sensorische keuring en textuurmeting ongeveer gelijk. De diverse correlatiecoëfficiënten van de groepen afzonderlijk en hun gemiddelde zijn in tabel 22 vermeld.

Tabel 22. Correlatiecoëfficiënten tussen textuurmetingen op verse- en sensorische keuring van ingeblikte zoete erwten, voor 3 groepen van rassen, volgens Kramer and Aamlid (1953)

groep van rassen	tenderometer	Kramer Shear-press	Christel texturometer
Wyola, Surprise	0,96	0,97	0,91
Laxton, Pride, Teton	0,88	0,88	0,86
ras onbekend	0,91	0,92	0,88
alle rassen gemiddeld	0,83	0,82	0,80

Uit tabel 22 lijkt duidelijk, dat de correlatiecoëfficiënten sterk dalen bij het middelen over de rassen, en dat deze groepen gelijke of hogere coëfficiënten hebben dan het ras Alaska uit tabel 21. Deze daling van de correlatiecoëfficiënten is een gevolg van het verschil in richtingscoëfficiënten van de lineaire verbanden tussen textuurmetingen en sensorische keuring, zie figuur 1.



Figuur 1. Verband tussen tenderometerwaarden van diverse rassen verse erwten en sensorische keuringen van de blikerwten, volgens Kramer and Aamlid (1953)

Jammer, dat Kramer and Aamlid (1953) niet de correlatiecoëfficiënten uitgerekend hebben van het wel bepaalde AIS-gehalte en de sensorische keuring. Hoewel de correlatiecoëfficiënten tussen AIS en textuurmetingen hoog waren, zie tabel 21, behoort een wat minder uiteenlopend (t.o.v. figuur 1) verband tussen AIS en sensoriek voor de diverse rassen niet tot de onmogelijkheden.

### 3.4.2.3. Invloed van het type ras, rond- of kreukzadig

Oudin (1971/1973) geeft aan dat in Frankrijk de optimale gemiddelde tenderometerwaarde voor in te vriezen kreukzadige erwten 90-120 is, terwijl men voor in te blikken rondzadige erwten wel tot een TM-waarde van 150 kan gaan! Verder geeft

hij een grafiek van tenderometerwaarde tegen AIS-gehalte, waarbij de lijn voor de rondzadige erwten evenwijdig aan en ca. 5,5% AIS hoger ligt dan die voor de kreukzadige erwten. Bij een tenderometerwaarde van 110, zijn de kreukzadige na diepvriezen, veel zachter dan de rondzadige erwten; een probleem blijft de relatieve hardheid van de schil. Uit het oogpunt van malsheid blijft men in Frankrijk de voorkeur geven aan de kreukzadige erwten voor diepvriezen. Oudin (1971/73) stelt dat de rijpheid door het AIS-gehalte nog beter wordt gekarakteriseerd dan door de tenderometer, en geeft als ruime grenzen 12-19%, en als ideale grenzen 13-15% AIS, aan voor te diepvriezen kreukzadige erwten; voor in te blikken rondzadige erwten worden de hoge (t.o.v. de onder 3.4.1.1. genoemde) grenzen van 18-27% gegeven. Tenslotte geeft Oudin (1971/73) een grafiek van sensorisch bepaalde meligheid tegen het AIS-gehalte van verse kreukzadige erwten: rechte dalende lijn in het gebied van 11 tot 22% AIS met in het midden wat meer afwijkende punten (totaal 35 meetpunten). Jammer, dat hier ter vergelijking een dergelijke grafiek ontbrak voor de rondzadige erwten.

Cousin et al. (1971) hebben gevonden, zie 3.4.1.4., dat voor eenzelfde tenderometerwaarde een kreukerwt zachter lijkt dan een rondzadige. Daarentegen stellen Cousin et al. (1971), zonder nadere cijfers, dat de keurder voor eenzelfde drogestof- of AIS-gehalte minder verschil waarneemt. De keurder zou, volgens de auteurs meer de substantie aan drogestof en AIS vergelijken (tussen deze erwten-type) dan de tenderometer hardheid. Voor de praktijk is de tenderometer zeer geschikt, maar dan moet men werken met twee waarden: 80 tot 100 voor het optimum van de kreukzadige, en 80 tot 110 voor de rondzadige erwten, aldus de auteurs.

#### 4.4.2.4. *Conclusies*

Een algemeen aanvaarde indeling in kwaliteitsklassen voor blikervwten op grond van het AIS-gehalte, is uit de literatuur niet te verkrijgen. Elehwany and Kramer (1956) stellen voor:

tot en met 11,0% → eerste kwaliteit A

11,1 tot 15,0% → extra standaard B

15,1 tot 21,0% → standaard C

Het zetmeelgehalte van de hele doperwt blijkt nog sneller te stijgen met de rijpheid dan het AIS-gehalte, zie ook vijfde conclusie onder 3.4.1.5. en tabel 1 in de inleiding. Dit gegeven is van weinig praktisch belang, omdat zetmeel niet snel kwantitatief te bepalen is.

Er schijnt een slechte correlatie te bestaan tussen het chemisch gemeten totaal suikergehalte van (verse) erwten en de sensorisch vastgestelde zoete smaak van blik- en diepvrieserwten.

Op grond van de diverse gepubliceerde correlatiecoëfficiënten mag men concluderen dat er nauwere correlaties bestaan tussen de diverse meetmethoden, incl. AIS, onderling dan tussen deze methoden en de sensorische keuring.

De gepubliceerde correlatiecoëfficiënten wettigen geen uitspraak over het al of niet beter zijn van de correlatie tussen AIS en sensoriek dan die tussen tenderometerwaarde en sensorische meting.

Correlatiecoëfficiënten tussen textuurmetingen en sensoriek, betreffen resultaten van één ras, zijn aanmerkelijk hoger dan die betreffende meer rassen gemiddeld.

Cousin et al. (1971) stellen (zonder nadere cijfers) dat de tenderometerwaarden van kreuk- en rondzadige erwten sterker verschillen dan overeenkomt met verschillen in sensorische keuring en AIS-gehalte; AIS-gehalte van kreuk- en rondzadige rassen door elkaar zou dus beter correleren met de sensoriek dan de tenderometerwaarde.

## 5. VERLOOP VAN HET AIS-GEHALTE IN DOPERWTEN TIJDENS DE CONSERVERING EN DE DAAROP VOLGENDE BEWARING

### 5.1. Inblikken

Andreotti et al. (1974) vergeleken de eigenschappen van normaal ingeblikte erwten met die van met de vacuummethode ingeblikte erwten, zowel direct na steriliseren als na bewaren, zie tabel 23.

Tabel 23. Eigenschappen van blikerwten (ras Minarette), op twee manieren verpakt, en gehalten aan bestanddelen in % van die van het verse produkt, na verwerken en bewaren, volgens Andreotti et al. (1974)

bepalingen, metingen	vers pródukt abs. %	normaal verpakt				onder vacuüm verpakt			
		bewaartijd in dagen				bewaartijd in dagen			
		0	30	90	180	0	30	90	180
onderdruk, mm Hg	- -	182	187	210	193	640	635	615	645
netto gewicht, g	- -	410	408	407	405	245	252	248	248
lekgewicht, g	- -	229	232	217	221	216	225	215	220
tenderometerwaarde	110 100	7	7	7	7	10	8	8	8
droge stof, %	20,4 100	86	81	98	93	98	98	101	95
AIS, %	13,8 100	91	88	98	94	99	96	101	100
zetmeel, %	6,6 100	89	79	85	95	100	76	97	97
ruw eiwit, %	5,8 100	75	90	76	76	87	98	89	110
totaal suikers, %	2,7 100	59	59	67	59	89	93	96	85

Proeven, uitgevoerd met het ras Lancet met een tenderometerwaarde van 135, droge-stofgehalte van 23,3, AIS 17,5, zetmeel 7,2, ruw eiwit 6,8, en totaal suikers 3,3%, leverden overeenkomstige resultaten op. Uit tabel 23 blijkt dat het AIS-gehalte tijdens het steriliseren voor beide verpakkingsmethoden niet veranderde; de kleine daling bij de normale methode moet toegeschreven worden aan gewichtstoename van de erwten t.g.v. het opnemen van vocht uit de opgiet, en aan verliezen in de zetmeel- en eiwitfractie uit de AIS (een gedeelte van het zetmeel en de eiwitten blijken na het steriliseren op te lossen in de opgiet). Bij de normale (opgiet) methode werd een duidelijk verlies aan suikers geconstateerd; dit is een nadeel indien men totaal suikergehalte (refractometerwaarde) als rijpheidsparameter zou willen gebruiken. Bij de vacuummethode was er t.g.v. de minimale hoeveelheden aanhangend water, vrijwel geen verlies aan bestanddelen. Verder blijkt uit tabel 23 dat bij bewaring alle bestanddelen constant in gehalte bleven en dat de tenderometerwaarde van het gesteriliseerde produkt slechts 10% is van die in het verse produkt, waarmee deze parameter vrijwel waardeloos is voor toepassing op de erwt na inblikken.

## 5.2. Diepvriezen

Rutledge and Board (1980) bepaalden het effect van blancheren in kokend water en van snel (onderdompelen in brokjes CO<sub>2</sub>) en langzaam (d.m.v. stilstaande lucht van -20°C) invriezen en het effect van ontdooien en van koken (gedurende 5 minuten, gevolgd door koelen met water) op 4 partijen doperwten (2 partijen 1 dag later geogst dan de andere twee). Op deze doperwten werden rijpheidsmetingen verricht, zoals beschreven onder 3.4.1.2. bij Rutledge and Board (1980). De gemiddelde waarden voor de 4 partijen zijn vermeld in tabel 24.

Tabel 24. Gemiddelde (uit 4) waarden van rijpheidsmetingen uitgevoerd op diepvries-erwten, geblancheerd gedurende 3 tijden en ingevroren met 2 snelheden, zowel na ontdooien als na koken, volgens Rutledge en Board (1980)

invries-snelheid	blancheer-tijd in seconden	AIS in %	Kramer shear-press in kg		back extrusion cell in kg		maturometer-index		viscometer in instrument-eenheden	
		na ontdooien	na ontdooien	na koken	na ontdooien	na koken	na ontdooien	na koken	na ontdooien	na koken
snel	60	13,7	256	144	188	90	107	61	31,4	34
	90	13,2	248	144	167	88	95	59	28,9	33
	120	13,3	245	143	134	79	80	56	27,3	29
langzaam	60	13,9	257	143	197	105	111	69	42,0	38
	90	14,1	270	143	190	100	103	64	40,0	40
	120	13,5	250	136	164	91	90	63	36,4	39



De auteurs vermelden dat de blancheertijden significante verschillen veroorzaakten voor alle metingen, behalve AIS, Kramer shear-press na koken, viscosimeter zowel na ontdooien als na koken, en dat de invriessnelheid significante verschillen gaf voor alle metingen behalve AIS en Kramer shear-press na koken. Niet duidelijk wordt waarom AIS na koken niet bepaald is; helaas zijn de diverse metingen niet ook aan het verse produkt verricht. De auteurs concluderen dat een snelle rijpheidsbepalingsmethode ontwikkeld dient te worden, die onafhankelijk is van oogst- en verwerkingsomstandigheden; zij denken aan een eigenschap van de met water gemixte erwten, die nauw gecorreleerd is met AIS.

Kaack (1977) vond geen significante verschillen tussen het AIS-gehalte van verse erwten en dat van geblancheerde monsters: van 4 monsters in de maat 6,0-9,3 mm waren 2 stuks lager na blancheren, 1 hoger en 1 gelijk, gemiddeld 10,6% tegen 10,5% na blancheren en van 5 monsters in de maat boven 9,3 mm waren 3 stuks hoger (1 uitbijter), 1 lager en 1 gelijk, gemiddeld 12,8 tegen 13,2%. Voor droge stof werd steeds een kleine daling gevonden na het blancheren: voor de maat 6,0-9,3 mm gemiddeld van 19,4 naar 17,8% en voor de maat boven 9,3 mm van 20,5 naar 19,1%. Droge stof als rijpheidsparameter voor het rauwe produkt, is door de blancheverliezen tijdens de verwerking dus minder gunstig dan het vrijwel constant blijvende AIS.

Szanto-Nemeth (1972) in Hongarije bestudeerde de geschiktheid van 5 rassen erwten voor het diepvriezen en bepaalde de tenderometerwaarde m.b.v. een finometer (Hongaars apparaat) en het AIS-gehalte van elk ras 3 maal, en vond de volgende waarden (vers):

ras	oogstdatum	tenderometer waarde	droge stof%	AIS %
Kelvedon	20 juni	104	19,9	11,8
Vitalis	1 juli	117	20,9	12,6
Grüne Perle	26 juni	167	26,2	18,8
Rhine dwarf	18 juni	171	26,8	20,3
Mignon	11 juni	173	28,9	22,6
Mignon/Kelvedon	-	1,66	1,45	1,92

Opvallend zijn de grote verschillen in AIS-gehalte tussen de rassen en het vrijwel ontbreken van een verband met de oogstdatum: zouden alle rassen b.v. op 1 juli geoogst zijn, dan zouden er enorme verschillen in AIS ontstaan zijn tussen Vitalis en Mignon. Tussen AIS en tenderometerwaarde werd de volgende regressievergelijking berekend:

$AIS = 3,2 + 0,14 \text{ tenderometerwaarde}$ , met correlatiecoëfficiënt 0,96 voor 15 waarnemingen.

Voor alle 5 rassen waren de tenderometerwaarden ongeveer gehalveerd (t.o.v.

vers) na een blancheerbehandeling bij 95°C gedurende 2 minuten. Dezelfde behandeling, maar dan gevolgd door snel invriezen en 12 maanden bewaren bij -30 of -20°C, leverde bij de 3 "harde" rassen een kleine (10-20%) versterking t.o.v. alleen blancheren, en bij de 2 "zachte" rassen een grotere (> 50%) versterking op, zodat de hardheid na 1 jaar bij -20°C niet zoveel meer verschilde tussen de 5 rassen. Ruwweg werd hetzelfde patroon (1 jaar, -20°C) bereikt na koken van de verse erwten gedurende 9 minuten, maar blancheren, invriezen, bewaren bij -30 of 20°C, gevolgd door ontdooien en 5 minuten koken, leverde een spectaculaire val in de hardheid voor de 2 zachte rassen tot ca. 15-20% van vers, en voor de 3 andere tot ca. 30% van vers. Helaas zijn in geen van de monsters AIS-gehalten bepaald.

### 5.3. Luchtdrogen

Kaur et al. (1976) bepaalden in 7 erwterassen, zowel in verse toestand als na luchtdrogen bij 70°C in een oven, gehalten aan AIS, ruw eiwit, totaal water oplosbare suikers, as en ascorbinezuur (+ droge stof in vers). In tabel 25 worden de gehalten aan AIS, as en totaal suikers in de droge stof voor zowel verse als de gedroogde erwten gegeven; voor ruw eiwit is dit niet berekend uit de cijfers van de auteurs, omdat men aan mag nemen dat aan de optredende verschillen (tussen vóór en na drogen) een aanmerkelijk chemisch analytische spreiding ten grondslag ligt.

Tabel 25. Gehalten aan AIS, totaal water oplosbare suikers en as in de droge stof van 7 rassen doperwten, zowel vóór drogen (vers) als na drogen, volgens Kaur et al. (1976)

ras	AIS			totaal suikers			as		
	vóór	na	$\frac{\text{na}}{\text{vóór}}$	vóór	na	$\frac{\text{na}}{\text{vóór}}$	vóór	na	$\frac{\text{na}}{\text{vóór}}$
Wando	46,0	52,1	1,13	22,7	21,0	0,92	2,69	2,42	0,90
G.C. 477	64,3	67,6	1,05	20,0	19,0	0,95	2,99	2,72	0,91
G.C. 31	64,7	68,2	1,05	21,4	19,9	0,93	3,62	3,50	0,97
G.C. 152	58,4	60,0	1,03	18,4	18,0	0,98	3,66	3,49	0,95
Lincon	62,3	67,0	1,08	21,4	20,5	0,96	2,81	2,68	0,95
G.C. 141	58,8	64,5	1,10	19,9	16,4	0,83	3,69	3,44	0,93
Bonnevilla	60,7	66,5	1,10	23,7	19,9	0,84	4,21	4,10	0,97
gemiddeld	59,3	66,5	1,08	21,0	19,2	0,92	3,38	3,19	0,94

Gezien het feit dat een asbepaling eenvoudig en goed reproduceerbaar is uit te

voeren, mag men stellen dat het vochtgehalte van de gedroogde erwten gemiddeld ongeveer 6% is geweest. Afgezien van wat afwijkingen bij de laatste twee rassen, is dan ook het wat lagere suikergehalte na drogen verklaard. De bij AIS gevonden na/vóór verhouding van 1,08 (verwacht 0,94 bij onveranderd produkt) houdt dus een stijging van het AIS van ca. 12% in ten gevolge van het drogen. Men moet dus aannemen dat er tijdens het drogen van de erwten verbindingen ontstaan, die onoplosbaar zijn in 80% alcohol, maar waarvan de samenstellende delen in de verse erwt wel oplosbaar zijn in 80% alcohol. Gedacht kan worden aan Maillard-reacties tussen aminozuren of eiwitten met suikers (de na/vóór verhouding van 0,92 bij de suikers in tabel 25 had dan eigenlijk wat lager moeten zijn) en reacties die pektines onoplosbaar maken.

Beerh and Kurien (1976) in India bepaalden in 12 rassen verse erwten het AIS en suikergehalte, waarbij een spreiding tussen de rassen van 15,2% tot 18,4% resp. van 2,8 tot 3,7% optrad; er werd alleen gewerkt met de B-sortering, 8-10 mm diameter. De erwten werden na een dompeling in 2% soda oplossing, geblancheerd in 0,1%  $\text{NaHCO}_3$  + 0,1%  $\text{MgO}$ , en daarna gedroogd bij 70 en 60°C. Vier rassen vertoonden na drogen goede reconstitutie-eigenschappen bij herbevochtiging met een coëfficiënt van 1,0 tot 0,93. Deze rassen hadden in verse toestand een AIS-gehalte van 16,5-17,3%, uit de middenmoot dus; drie van deze vier hadden wel het hoogste suikergehalte; tussen 3,2-3,7%. Helaas werd geen AIS bepaald na de droging.

#### 5.4. Conclusies

Tijdens het steriliseren van erwten met opgiet zullen kleine hoeveelheden zetmeel en eiwit kunnen oplossen in deze opgiet, waardoor het AIS-gehalte van blik-erwten wat lager zal zijn dan dat van verse erwten; ook kan opname van vocht in de erwt uit de opgiet plaatsvinden (geeft ook verlaging van AIS). Bij het inblikken volgens de vacuummethode blijven alle bestanddelen vrijwel constant in gehalte.

De tenderometerwaarde van de blik'erwt is zo laag (minder dan 20% van die in de verse erwt), dat deze ongeschikt is voor karakterisering van de rijpheid van het uitgangsprодукt.

Blancheren en vriezen van in te vriezen erwten en het koken van diepvries- en verse erwten hebben een sterk verlagend effect op de tenderometerwaarde, terwijl het AIS-gehalte vrijwel constant blijft. De tenderometerwaarde is dus ook ongeschikt voor de diepvries'erwt ter karakterisering van de rijpheid van het uitgangsprодукt.

Het luchtdrogen veroorzaakt zodanige veranderingen in de bestanddelen van de erwt, dat het AIS-gehalte van de droge erwt iets hoger is dan het AIS-gehalte van de verse erwt (uitgedrukt op de droge stof).

## 6. ANDERE ASPECTEN BETREFFENDE HET AIS-GEHALTE

### 6.1. Het verschil tussen vers ingeblikte erwten en opgeweekte droge erwten na inblikken

Gersons et Swemle (1960) bepaalden de gehalten aan water, AIS en ascorbinezuur in vers ingeblikte erwten, sortering "middel I" en "middel II", en in oude doorgegroeide droge erwten, na opweken en inblikken. De spreiding van de watergehalten in de oude opgeweekte erwten, 72-78%, werd geheel omvat door die van de verse erwten, 72-84%. Voor het AIS-gehalte gold hetzelfde: 22-27% tegen 16-27%; de ondergrens van de verse erwten was wat lager: 10 van de 63 monsters hadden een AIS-gehalte lager dan 20%. Een klein rassenonderzoek leverde de volgende resultaten: 3 monsters van oude erwten van het rondzadige ras Rondo hadden een AIS-gehalte van 22,8-23,6%, terwijl 4 verse "middel II" monsters varieerden van 22,8-23,8%; het kreukzadige ras Kelvedon Wonder had lagere gehalten en wel 15,9-16,5% voor 3 oude, 17,5-18,0% voor 4 verse monsters (middel II).

Tussen de oude opgeweekte monsters na inblikken en de vers ingeblikte monsters was wel verschil in ascorbinezuurgehalte: 0,7-1,5 mg/100 g voor de oude en 4,0-9,4 mg/100 g voor de verse erwten (63 monsters ieder). Verder bleek het aminozuur threonine in de oude erwten vrijwel te ontbreken. Met deze twee criteria zijn de oude van de verse erwten te onderscheiden, maar de verschillen zijn door kunstmatige toevoeging gemakkelijk op te heffen; bovendien is threonine vrij moeilijk te bepalen.

Kertes (1934) zette uiteen dat de oude droge erwten bij het opweken en lang koken extra geëxtraheerd worden t.o.v. verse erwten. Als dit effect aanmerkelijk is dan zou de verhouding AIS/droge stof bij opgeweekte erwten wat hoger moeten liggen dan die bij vers ingeblikte erwten.

### 6.2. Het effect van het bewaren van doperwten in verse toestand

#### 6.2.1. Het bewaren van nog niet gedorste erwten

Kaack (1977) liet 's morgens vroeg geogste doperwten op het land liggen bij omgevingstemperatuur; op gezette tijden werd een partijtje doperwten gedorst, waarna de tenderometerwaarde gemeten werd en een monster genomen ter bepaling van het AIS- en het saccharosegehalte, zie tabel 26.

Tabel 26. Tenderometerwaarden, gehalten aan AIS en saccharose in doperwten, bewaard na oogsten gedurende diverse tijden tot aan het dorsen, volgens Kaack (1977)

tijdstip		be- waar- duur uren	tem- pera- tuur °C	sortering 6,0-9,3 mm			sortering > 9,3 mm			
moment van dorsen	moment van meting			tendero- meter- waarde	AIS %	sac- cha- rose %	tendero- meter- waarde	droge stof %	AIS %	sac- cha- rose %
4.30	6.15	0	12,5	89	11,3	3,3	107	20,8	13,8	3,3
7.30	9.00	3	19,5	88	10,7	3,1	103	20,2	13,9	3,5
10.30	12.00	6	26,0	88	11,4	2,9	106	21,2	14,0	2,9
13.30	15.00	9	29,0	91	11,2	2,7	109	21,0	13,9	2,9
16.30	18.00	12	25,0	93	11,6	2,7	113	21,3	14,3	2,9
19.30	21.00	15	20,0	96	11,7	2,6	119	21,4	15,2	2,7

Opvallend uit de tabel is dat de stijgingen van tenderometerwaarde, droge stof en AIS pas na 12 en 15 uur optraden, en de dalingen van het saccharosegehalte vooral in het begin, na 6 uur, plaatsvonden. In een ander vergelijkbaar experiment werd ook sensorisch gekeurd: gedurende 12 uur (van 5 uur 's morgens tot 17 uur 's avonds) bleef de kleur constant, steeg de meligheid voor de kleine sortering van 2,2 tot 3,3 en voor de grote van 2,8 tot 3,8 op een schaal van 0 tot 5 (meeste intensiteit), daalde het aroma van 4,2 tot ca. 3,4, en daalde de zoetheid van 4,0 tot 3,0 voor de kleine en van 3,5 tot 2,4 voor de grote erwten. Opvallend en verontrustend is de grote achteruitgang van de sensorische kwaliteit, die zich slechts in uiterst lichte mate afspiegelt bij de tenderometerwaarde en AIS-gehalte, m.a.w.: een na oogsten bewaarde partij doperwten met een "mooi" AIS-gehalte kan een slechte sensorische kwaliteit hebben!

#### 6.2.2. Het bewaren van gedorste erwten

Kaack (1977) bewaarde ook doperwten na het dorsen, en wel in kisten bij omgevingstemperatuur, van 17-33°C. Gedurende 12 uur bewaren bleef de tenderometerwaarde constant rond 91 voor de kleine en 109 voor de grote sortering; ook AIS bleef constant, resp. rond 10,5 en 14,2. Met een laboratoriumproef (erwten in glas in waterbad) werd bij 30 en 40°C gedurende 12 uur een grote daling in saccharose (van 2,6 naar 1,5%) en in chlorofylgehalte (van 0,8 naar 0,2 eenheden) geconstateerd. Bij 10 en 20°C was er slechts een lichte daling van ca. 10%. Tijdens de kistbewaring ontwikkelde zich een afwijkende geur, toegeschreven aan de enzymatische ontwikkeling van aldehyden uit onverzadigde vetzuren. Ook hier dus achteruitgang in sensorische kwaliteit zonder bijbehorende toename van AIS of tenderometerwaarde.

### 6.3. Conclusies

Voor het onderscheid van vers ingeblikte erwten tegenover opgeweekte droge erwten (na inblikken) is zowel het droge stof- als het AIS-gehalte totaal onbruikbaar, juist op grond van de gunstige eigenschap van AIS om vrijwel onveranderd te blijven tijdens de diverse verwerkingen.

Bewaring van verse erwten in ongedorste of gedorste toestand bij omgevings-temperaturen gaat gepaard met aanzienlijke achteruitgang in sensorische kwaliteit, zonder evenredige of zelfs zonder enige toename van het AIS-gehalte en tenderometerwaarde (naar waarden toe in het onaanvaardbare gebied).

### 7. EINDCONCLUSIES

Zie ook de conclusies, genoemd onder 4.4.1.5., onder 4.4.2.4., onder 5.4, en onder 6.3.

De recente literatuur overziende moet men constateren dat er eigenlijk weinig bekend is over de samenstellende delen van AIS en over het effect van diverse omstandigheden op de grootte van de fractie van deze samenstellende delen. Mogelijk dat de oudere literatuur van vóór 1969 hierover nog iets kan opleveren.

In de correlatie-driehoek tussen AIS-gehalte, tenderometerwaarde en sensorische keuring is eigenlijk nog niet duidelijk geworden welke parameter van deze twee nu het beste correleert met de sensorische keuring als men middelt over alle erwte-rassen, en rondzadige- tegenover kreukzadige rassen in het bijzonder.

AIS is ongetwijfeld de aangewezen rijpheidsparameter van de verse doperwt, als men moet meten aan het verwerkte produkt. Terwijl de tenderometerwaarde na steriliseren slechts tot een minimale fractie van zijn oorspronkelijke waarde terug valt, blijft het AIS-gehalte vrijwel constant. Daar staat tegenover dat AIS-gehalte en tenderometerwaarde ook vrijwel constant blijven bij verse bewaring van de erwt, waarbij de sensorische kwaliteit snel daalt. Drogen van erwten geeft een lichte verhoging van het AIS-gehalte, maar men mag aannemen dat de sensorische kwaliteit na drogen en opweken aanmerkelijk meer is gedaald.

Als men normen wil stellen voor het AIS-gehalte van gesteriliseerde doperwten, dan zal de invoering van twee normen, één voor rondzadige- en één voor kreukzadige rassen (lagere AIS-waarde), waarschijnlijk onvermijdelijk zijn,

8. LITERATUUR

- D35 Adam, W.B. (1956):  
Experiments with the tenderometer and maturometer: 1955.  
ref. D 5 Fruit and Vegetable Canning and Quick Freezing Research Association.  
Technical Memorandum no. 14, 20 blz.
- D 3 Andreotti, R., M. Tomasicchia and F. Castelvetri (1974):  
Further studies on preparing natural canned vegetables under vacuum  
(in 't Italiaans).  
Industria Conserve 49(4)225-227.
- D45 Angel, S., A. Kramer and J.N. Yeatman (1965):  
Physical methods of measuring quality of canned peas.  
ref. D15 Food Technology 19( 8 )1278-1280.
- G 3 Arthey, V.D. and C. Webb (1969):  
The relationship between maturity and quality of canned broad beans  
(Vicia faba L.).  
Journal of Food Technology 4(1)61-74.
- F10 Askar, A., A. El-Tamini and M. Raouf (1972):  
Inhaltsstoffe in Mangofrüchten und deren Verhalten während des Wach-  
stums und der Reife.  
Mitteilungen Rebe und Wein, Obstbau und Früchteverwertung 33(2)120-125.
- A 4 Association of Official Analytical Chemists (1980):  
Official methods of analysis, 13th Edition, Washington, DC20044, 1980,  
no. 32.012.
- D27 Bajaj, K.L., G. Kaur, G.S. Dhillon, K.S. Nandpuri and D. Singh  
(1978):  
Peroxidase activity, chemical composition and plant characters of some  
promising pea cultivars.  
Scientia Horticulturae 9(1)1-5.
- D18 Beerh, O.P. and S. Kurien (1976):  
Influence of variety, maturity and some pre-drying treatments on the  
quality of dried peas.  
Indian Food Packer 30(6)27-32.

- B 4 Bermell, A., L. Calvo y L. Durán (1971):  
Measurement of texture in canned green beans (in 't Spaans).  
Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos 11(3)392-401.
- F13 Bianco, V.V. and H.K. Pratt (1977):  
Compositional changes in muskmelons during development and in response  
to ethylene treatment.  
Journal of the American Society for Horticultural Science 10(2)127-133.
- D 1 Bittner, A.S., E.A. Burritt, J. Moser and J.C. Street (1982):  
Composition of dietary fiber: neutral and acidic sugar composition of  
the alcohol insoluble residue from human foods.  
Journal of Food Science 47(5)1469-1471, 1477.
- D46 Bourne, M.C. and J.C. Moyer (1968):  
The extrusion principle in texture measurement of fresh peas.  
ref. D16 Food Technology 22(8)1013-1018.
- F 9 Bradley, B.F. and B.I. Brown (1969):  
The influence of maturity and storage of Granny Smith apples at ambient  
temperatures on the quality of canned apple juice.  
Food Technology in Australia 21(5)212-213, 215, 217.
- D13 Casimir, D.J. and J.C. Moyer (1968):  
Maturation studies using a single-pea maturometer.  
CSIRO Food Preservation Quality 28(1/2)27-29.
- D47 Casimir, D.J., R.S. Mitchell, L.J. Lynch and J.C. Moyer (1967):  
Vining procedures and their influence on yield and quality of peas.  
ref. D13 Food Technology 21(3)427-432.
- D23 Cerning-Béroard, J. et A. Filiatre-Verel (1979):  
Etude comparée de la composition glucidique des graines de pois  
lisse et ridé.  
Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie 12(5)247-301.



- D 5 Chakraborty, S., S.R. Sampathu, H.C. Bisht, K. Prakash and N.K. Saha (1976):  
Determination of optimum maturity in peas for canning for Indian preparation.  
Indian Food Packer 30(6)20-26.
- F 7 Chen, P.M., D.G. Richardson and W.M. Mellenthin (1982):  
Differences in biochemical composition between "Beurre d'Anjou" and "Bosc" pears during fruit development and storage.  
Journal of the American Society for Horticultural Science 107(5)807-812.
- F 6 Ch'ng, G.C. and C.C. Seow (1972):  
Comparative evaluation on some quality aspects of banana (*Musa acuminata* colla). II. Juiciness and texture.  
Malaysian Agricultural Research 1(2)118-123.
- Christel, W.F. (1938):  
Texturemeter, a new device for measuring the texture of peas.  
ref. D15 The Canning Trade 60(10)34.
- A10 Codex Alimentarius Commission (1980):  
Determination of alcohol insoluble solids content of quick frozen corn-on-the cob and whole kernel corn.  
Ref. no. CAC/RM 35-1970.
- D14 Cousin, R., G. Lefèbre, J. Arnoux, G. Hiroux et V. Boulaïne (1971):  
Les pois frais. Relations existant entre: les teneurs des principaux constituants chimiques, la tendreté et la teneur en eau.  
Revue Générale du Froid 62(7)659-664.
- G 5 Davies, J.N. and R.J. Kempton (1976):  
Some changes in the composition of the fruit of the glasshouse cucumber (*cucumis sativus*) during growth, maturation and senescence.  
Journal of the Science of Food and Agriculture 27(5)413-418.
- A 7 Dickinson, D. and R. Holt (1954):  
Chemical laboratory handbook for the fruit and vegetable cannery.  
Scientific Bulletin no. 1. The Fruit and Vegetable Canning and Quick Freezing Research Association, Chipping Campden, Gloucestershire, 23 blz.

- F12 Eaks, I.L. and W.B. Sinclair (1978):  
Pectin and related compounds in avocado fruit during ontogeny.  
Journal of the American Society for Horticultural Science 103(6)846-849.
- D34 Elehwany, N. and A. Kramer (1956):  
A quick test for measuring average pea maturity.  
ref. D 5 The Canner and Freezer 123(1)17-18.
- F 4 El-Shurafa, M.Y. (1978):  
Studies on the sugar, starch and alcohol insoluble solids contents in  
fruits and pinnae of date palm in Basrah.  
The Libyan Journal of Agriculture 7, 89-96.
- F 1 Facticeau, T.J. (1982):  
Relationships of soluble solids, alcohol-insoluble solids, fruit  
calcium, and pectin levels to firmness and surface pitting in "Lambert"  
and "Bing" sweet cherry fruit.  
Journal of the American Society for Horticultural Science 107(1)151-154.
- D 9 Freund, P.R. (1969):  
Effects of age, size and variety at harvest on preference for canned  
vegetables.  
Dissertation of the University of Wisconsin, 192 blz.  
Dissertation Abstracts International. B. The Sciences and Engineering  
31, B2, 741(1970-1971).
- B 2 Gardiner, K.D. (1970):  
Alcohol-insoluble-solids and dry-matter contents in the assessment of  
quality and maturity in French beans.  
The Journal of Horticultural Science 45(2)163-174.
- D17 Gersons, L. et C.M. Swemle (1960):  
Methodes de distinction des pois frais et des pois régénérés en conserve.  
Annales des Falsifications et de l'Expertise Chimique 615, 144-159.
- G 4 Gormley, T.R., F. Orfordáin and M.D. Prendiville (1971):  
Some aspects of the quality of carrots on different soil types.  
Journal of Food Technology 6(4)393-402.

- A 3 Hoogzand, C., W.S. Poelstra en J.E.A. Slooman (1960/61):  
Snelle bepaling van het AIS-gehalte in doperwten.  
Conserva 9(10)243-246.
- A11 International Standards Organisation (1982):  
Determination of the alcohol-insoluble solids content. Part I. mais,  
Part II. peas.  
ISO/TC 34/SC 3N 307.
- G 1 Janoria, M.P. (1974):  
Sampling variation in alcohol insoluble solid content and viscosity  
of tomato juice.  
The Journal of Horticultural Science 49(3)305-310.
- G 2 Janoria, M.P. and A.M. Rhodes (1974):  
Juice viscosity as related to various juice constituents and fruit  
characters in tomatoes.  
Euphytica 23(3)553-562.
- D 2 Kaack, K. (1977):  
Changes of quality in harvested and combined peas (in 't Deens).  
Tidsskrift for Planteavl 81(1)57-67.
- F 8 Karikari, S.K., J. Mariott and P. Hutchins (1979):  
Changes during the respiratory climacteric in ripening plantain fruits.  
Scientia Horticulturae 10(4)369-376.
- D19 Kaur, G., F.C. Shukla and D. Singh (1976).  
Studies of the varietal differences in physico-chemical characteristics  
of some varieties of peas (*Pisum sativum*).  
Indian Food Packer 30(4)5-8.
- D30 Kertesz, Z.I. (1934):  
New objective method to determine maturity of canned peas.  
ref. D15 Food Industries 6(4)168-170.
- D12 Kovács, O. and P. Sallay (1970a):  
Quality factors of green peas suitable for objective measurement (in  
't Hongaars).  
Hütöipar 17(1)7-11.

D12 Kovács, O. and P. Sallay (1970b):

Objective measurement of the quality characteristics of green peas  
(in 't Hongaars).

Hűtőipar 17(2)61-64.

Kramer, A. (1954):

D48 Mandatory standards program on quality factors for frozen asparagus and  
peas - An industry approach.

ref. D15 Food Technology 8(10)468-470.

Kramer, A. (1963):

Determination of alcohol insoluble solids in plant material.

ref. B 2 Horticultural Laboratory Method Sheet no. 14, University of Maryland.

D32 Kramer, A. and A. Aamlid (1953):

The shear-press, an instrument for measuring the quality of foods III.  
Application to peas.

ref. D16 Proceedings of the American Society for Horticultural Science 61, 417-423.

Da30 Kramer, A., G.J. Burkhardt and H.P. Rogers (1951):

The shear-press: a device for measuring food quality.

ref. D15 The Canner 112(5)34-37, 40.

D39 Kramer, A., L.E. Scott, R.B. Guyer and L.E. Ide (1950):

Factors affecting the objective and organoleptic evaluation of quality  
in raw canned peas.

ref. D15 Food Technology 4(4)142-150.

D42 Lee, F.A. (1941):

Objective methods for determining the maturity of peas, with special  
reference to the frozen product.

ref. D15 New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, Bulletin 256,  
17 blz.

D36 Lee, F.A., J. Whitcombe and J.C. Hening (1954):

A critical examination of objective methods for maturity assessment in  
frozen peas.

ref. D15 Food Technology 8(3)126-133.

- F 2 Lidster, P.D., K. Muller and M.A. Tung (1980):  
Effects of maturity on fruit composition and susceptibility to surface damage in sweet cherries.  
Canadian Journal of Plant Science 60(3)865-871.
- D28 Limongelli, J.C.M., C.R. Ordonez and M. Barreiro (1973):  
Relation between optimum harvesting stage and composition of green peas (in 't Spaans).  
Tecnologia Alimentaria 7(41/42)6-7.
- D 6 List, D. und A. Askar (1976a):  
Organische Säuren in Gemüse und ihre Bedeutung für den Stoffwechsel in Bezug auf Wachstum, Reifung und Lagerung. I. Erbsen.  
Chemie Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel 5(1)1-10.
- B 1 List, D. und A. Askar (1976b):  
Organische Säuren in Gemüse und ihre Bedeutung für den Stoffwechsel im Bezug auf Wachstum, Reifung und Lagerung. II. Bohnen.  
Chemie Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel 5(1)11-19.
- D43 Lynch, L.J. and R.S. Mitchell (1950):  
The physical measurement of quality in canning of peas.  
ref. D15 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia.  
Melbourne, Bulletin 254, 35 blz.
- Lynch, L.J. and R.S. Mitchell (1955):  
ref. D 4 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia.  
Melbourne, Circular no. 5-P,
- Lynch, L.J., R.S. Mitchell and D.J. Casimir (1959):  
The chemistry and technology of the preservation of green peas.  
ref. D 5 Advances in Food Research. Academic Press, New York 9, 61-151.
- D41 Mahoney, C.H. (1939):  
The relation of color and maturity of pods with tenderometer readings,  
ref. D15 maturity grade scores and alcohol insoluble solids of peas grown for canning.  
Proceedings of the American Society for Horticultural Science 37,  
724-728.

- D38 Makower, R.U., M.M. Boggs, H.K. Burr and H.S. Olcott (1953):  
Comparison of methods for measuring the maturity factor in frozen  
peas.  
ref. D15 Food Technology 7(1)43-48.
- D31 Martin, W. McK. (1937a):  
The tenderometer. An apparatus for evaluating tenderness of peas.  
ref. D15 The Canning Trade 59(2)7-14.
- Martin, W. McK. (1937b):  
The tenderometer, an apparatus for evaluating tenderness in peas.  
ref. D46 The Canner 84(12)108.
- D49 Mitchell, R.S., D.J. Casimir and L.J. Lynch (1961):  
The maturometer-Instrumental test and redesign.  
ref. D16 Food Technology 15(10)415-418.
- A 6 Moyer, J.C. and K.C. Holgate (1948):  
Determination of alcohol-insoluble solids and sugar contents of  
vegetables.  
Analytical Chemistry 20(5)472-474.
- F 8a New, S. and J. Marriott (1974):  
Post-harvest physiology of tetraploid banana fruit: response to storage  
and ripening.  
Annals of Applied Biology 78(2)193-204.
- Da33 Nielsen, J.P., H. Campbell, C.S. Bohart and M.P. Masure (1947):  
Degree of maturity influences the quality of frozen peas.  
ref. D36 Food Industries 19(3)305-308, 432, 434, 436,  
19(4)479-482, 580.
- D11 Oudin, M. (1970):  
Possibilités d'utilisation de la tendérométrie et du "precision timing"  
pous les pois de conserve en France.  
Revue de la Conserve 27(4)103-112.
- D 8 Oudin, M. (1971/73):  
Problème du pois ridé pour la surgélation en France.  
Proceedings of the International Congress of Refrigeration (13th  
Washington) 3, 303-309.

- B 3 Rodrigo, M., A. Navarro, L. Durán, J.L. Vayá y J. Safón (1977):  
Selection of maturity indices for green beans for canning (in 't  
Spaans).  
Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos 17(1)95-111.
- D16 Rutledge, P.J. and P.W. Board (1980):  
Comparison of physical methods for estimating the maturity of raw,  
frozen and cooked peas.  
Journal of Texture Studies 11(4)379-388.
- F14 Ryugo, K. and C. Intrieri (1972):  
Effect of light on growth of sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruits.  
Journal of the American Society for Horticultural Science 97(6)691-694.
- D20 Schippers, P.A. (1969a):  
Maturation in peas. I. A visual method of maturity assessment.  
Netherlands Journal of Agricultural Science 17(2)153-160.
- D20 Schippers, P.A. (1969b):  
Maturation in peas. II. Spread in maturity.  
Netherlands Journal of Agricultural Science 17(4)272-278.
- D22 Schoonens, J.G. (1971):  
Recording and estimating the maturity and yield of pea plants.  
Food Technology in Australia 23(4)156-157, 159-160, 162, 164.
- D21 Schoonens, J.G. (1977):  
Some observations on the pea testa with special reference to threshing  
damage.  
Food Technology in Australia 29(4)142-143, 145-147, 149-152.
- G 6 Scott, L.E. and J.C. Bouwkamp (1975):  
Effect of chronological age on composition and firmness of raw and  
processed sweet potatoes.  
Hort Science 10(2)165-168.
- G 7 Sebök, A. and J. Bódi (1982):  
Modified viscometric method for the evaluation of sweet corn maturity.  
Journal of Texture Studies 13(1)13-30.
- D25 Selman, J.B. and E.J. Rolfe (1979):  
Studies on the vitamin C content of developing pea seeds.  
Journal of Food Technology 14(2)157-171.

- D 4 Shah, W.H., A. Salam Sheikh and S.K. Malick (1975):  
Processing of green peas by dehydration.  
Pakistan Journal of Science 27(1/6)135-142.
- F 5 Shaw, G.W. (1972):  
Apple quality as affected by date of harvest, fruit density and storage.  
Arkansas Farm Research 21(6)4.
- D33 Siddappa, G.S. and W.B. Adam (1934-35):  
The ripening of green peas.  
ref. D24 The Annual Report of the Fruit and Vegetable Preservation Research  
Station, Campden, 74-101.
- B 6 Suresh, E.R., D.K. Pal, N.G. Divakar, R. Rajendran and Y. Selvaray  
(1977):  
Studies on the physico-chemical composition of twenty-five French  
bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties.  
Indian Food Packer 31(5)39-44.
- D10 Szántó-Németh, E. (1972):  
Investigation of the suitability of green pea varieties for quick-  
freezing.  
Acta Alimentaria 1(3/4)411-433.
- D51 Torfason, W.E., I.L. Nonnecke and G. Strachan (1956):  
An evaluation of objective methods for determining the maturity of  
canning peas.  
ref. D15 Canadian Journal of Agricultural Science 36(4)247-254.
- Townsend, C.T., I.I. Somers, F.C. Lamb and N.A. Olson (1954):  
Laboratory manual for the canning industry.  
ref. D 2 National Cannery Association, New York 1954.
- D15 Voisey, P.W. and I.L. Nonnecke (1973a):  
Measurement of pea tenderness.  
II: A review of methods.  
Journal of Texture Studies 4(2)171-195.



- D50 Voisey, P.W. and I.L. Nonnecke (1973b):  
Measurement of pea tenderness V: The Ottawa pea tenderometer and its performance in relation to the pea tenderometer and the FTC texture test system.  
ref. D16 Journal of Texture Studies 4(3)323-343.
- D24 Wager, H.G. and F.A.E. Porter (1973a):  
The effect of maturity on the texture of the testa and cotyledon of peas (*Pisum sativum*).  
Journal of Food Technology 8(2)121-131.
- D29 Wager, H.G. and F.A.E. Porter (1973b):  
The effect of maturity and variety on the content of the major organic acids of the green pea (*Pisum sativum*).  
Journal of the Science of Food and Agriculture 24(1)69-75.
- D40 Walls, E.P. and W.B. Kemp (1939):  
Relationship between tenderometer readings and alcohol insoluble solids of Alaska peas.  
ref. D15 Proceedings of the American Society for Horticultural Science 37, 729-730.
- D37 Weckel, K.G., C.R. Rodriguez, D.C. Kuesel, H. Maze and K.D. Demaree (1954):  
Interrelation between tenderometer, shear-press and alcohol-insoluble-solids values of Alaska and Perfection peas.  
ref. D15 Food Packer 35(10)24-27.
- D26 Wende, E. (1977):  
Züchtung von Gemüseerbsen für die Konservierung durch Gefriertrocknung.  
Verbrauchersdienst 22(8)186-188.
- A 9 Winter, F.H. (1969):  
Determination of alcohol-insoluble solids in frozen peas.  
Journal of the Association of Official Analytical Chemists 52(6)1182-1184.
- A 8 Winter, F.H. (1971):  
Determination of alcohol-insoluble solids in frozen peas.  
Journal of the Association of Official Analytical Chemists 54(1)54-55.

B 5 Witte, H. (1973):

Zur Qualitätsbeurteilung von groszen Bohnen.

Die Industrielle Obst- und Gemüseverwertung 58(5)123-124.

Wageningen, 5 september 1983

MAvdM/MJ