

CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

Gestencilde Mededelingen

Jaargang 1951

nr 1

HET ZETMEEL VAN DOPERWTEN

door

Dr W.B.Deijs en Mej. M.S.M. Bosman

Inhoud

- § 1. Inleiding.
- § 2. De bereiding van zetmeel uit verschillende doperwtenrassen.
- § 3. De gehalten aan as, stikstof en phosphor in de zetmeelpreparaten.
- § 4. De bepaling van amylose in het zetmeel volgens de potentiometrische titratie met jodium.
- § 5. Het absorptiespectrum van de jodiumcomplexen van een drietal zetmeelpreparaten.
- § 6. De lichtabsorptie van de jodiumcomplexen bij 600 en 650 m μ .
- § 7. Het verband tussen de resultaten van de potentiometrische titratie en de colorimetrie.
- § 8. Vergelijking der resultaten met de gegevens uit de literatuur
- § 9. Samenvatting en conclusies.
- § 10. Literatuur.

§ 1. Inleiding

Algemeen wordt in de literatuur aangenomen, dat het gehalte aan zetmeel in doperwten van belang is voor de kwaliteit. Dit betreft niet alleen de smaak, maar ook de geschiktheid voor het conserveren. In verband hiermede wordt in de laatste jaren veel aandacht besteed aan een snelle en betrouwbare methode voor de bepaling van zetmeel in doperwten.

Reeds lang bekend is de polarimetrische methode. Daarbij wordt na verwijdering van de suikers het zetmeel geëxtraheerd. Van de verkregen oplossing bepaalt men het draaiingsvermogen en berekent daaruit de hoeveelheid zetmeel (1).

In de laatste jaren wordt ook vaak de blauwkleuring met jodium toegepast om het zetmeelgehalte langs colorimetrische weg te kunnen bepalen. J.P. Nielsen (2, 3) maakt hiervan gebruik voor de bepaling van zetmeel o.a. in doperwten. Evenals andere auteurs (4) vestigt Nielsen er de aandacht op, dat de colorimetrische methode niet zonder meer bruikbaar is voor de bepaling van zetmeel, daar het zetmeel vrijwel steeds bestaat uit een mengsel van amylose en amylopectine. Eersgenoemde verbinding geeft met jodium een diepblauwe kleur, amylopectine daarentegen een roodviolette kleur. Hieruit volgt, dat de tint en de intensiteit van de kleur van het jodiumcomplex sterk afhankelijk zijn van de verhouding der hoeveelheden amylose en amylopectine in het zetmeel. Bij de toepassing van de colorimetrische methode is het dus niet om met behulp van een uit het te analyseren product geïsoleerd zetmeelpreparaat een ijklijn te bepalen, die het verband aangeeft tussen concentratie en lichtabsorptie (optische dichtheid).

Vooraf in de laatste 10 jaren is bijzondere aandacht besteed aan de chemische en de fysische eigenschappen van twee fracties, die in zetmeelpreparaten voorkomen; men vat deze fracties samen onder de namen amylose (A-fractie) en amylopectine (B-fractie). In onderstaande tabel, ontleend aan Haworth (5) en Badenhuizen (4) geven wij een overzicht van enige eigenschappen van amylose en amylopectine.

Tabel 1

	<u>Amylose</u>	<u>Amylopectine</u>
Bouw van het molecuul	vrijwel geheel onvertakte ketens	vertakte ketens
Jodiumkleur	diepblauw	roodviolet
Blauwwaarde (Lumetron filter 650)	0,345	0,05
Inwerking β amylase	100 % afbraak tot maltose	50 % afbraak tot β dextrine
Oplosbaarheid in water	slecht	zeer goed
Stabiliteit in waterige opl.	retrogradeert	zeer stabiel
Eindgroepenbepaling (6)	200 of meer glucoseresten	ketengroepen van 20-30 glucoseresten
Absorptie van jodium	sterk	veel minder

Uit de verschillen in eigenschappen (chemisch en fysisch) van amylose en amylopectine mogen wij veronderstellen, dat niet alleen het zetmeelgehalte, maar ook de chemische samenstelling van het zetmeel van invloed zal zijn op de kwaliteit van het product. Bij ons onderzoek hebben wij speciaal het zetmeel van doperwten bestudeerd en gingen daarbij na, of langs eenvoudige colorimetrische weg inzicht in de samenstelling van het zetmeel van diverse rassen kan worden verkregen. Het is in de literatuur reeds bekend, dat het zetmeel van de z.g. kreukerwten (gerimpelde erwten) een hoog gehalte aan amylose heeft. Badenhuizen (4) p. 119 noemt amylosegehalten van 60-70, 93 en 98 %. Feat, Bourne en Nicholls (7) vonden in kreukerwte 60-70 % amylose, evenals Hilberts en Mac Masters (8). In het zetmeel van ronde (gladde) erwten werd daarentegen veel minder amylose gevonden (ca 30 %).

§ 2. De bereiding van zetmeel uit verschillende doperwtenrassen.

Nielsen (2) geeft een eenvoudige methode voor de bereiding van zetmeelpreparaten, die hij gebruikt voor het vaststellen van de ijkcurven voor de colorimetrische bepaling van zetmeel. Wij hebben deze bereidingswijze eveneens toegepast, daar ons gebleken is, dat de aldus verkregen zetmeelpreparaten behoorlijk zuiver waren (zie § 3

Deze bereiding was als volgt:

Verse doperwten werden met een gelijk gewicht water in een "mixer" (Nelson menger) gedisintegreerd. De suspensie werd gefiltreerd door kopergaas (100-200 mesh). Vervolgens werd het filtraat aangeroerd met een ruime hoeveelheid water, waarna men het zetmeel liet bezinken. Na decanteren werden de bewerkingen (oproeren met water, bezinken, decanteren) nog 4 of 5 maal herhaald. Dan werd het product op dezelfde wijze tweemaal met alcohol en tweemaal met aether gewassen, tenslotte gedurende 30 minuten gedroogd bij 80° C en tenminste een week bewaard in vacuum boven natronloog en paraffine.

Volgens bovenstaand voorschrift werden door ons zetmeelpreparaten bereid uit de volgende erwtenrassen: Kelvedon-Wonder, afkomstig uit Zeeland en van een proefveld te Rhenen, Stratagem, Unica, Vroege Ideaal, Venlose Lage en Nunhem's Lente. Tevens werd zetmeel bereid uit twee aardappelrassen (Eersteling en Eigenheimer).

§ 3. De gehalten aan as, stikstof en phosphor in de zetmeelpreparaten.

Teneinde een inzicht te verkrijgen in de zuiverheid van de preparaten werden analyses verricht, waarvan de resultaten in tabel 2 worden vermeld. Hieruit volgt, dat de zuiverheid aan behoorlijke eisen voldoet.

Ras	Tabel 2 In % van de droge stof		
	As	N	P ₂ O ₅
Kelvedon (Zeeland)	0,24	0,19	0,10
Kelvedon (Rhenen)	0,16	0,13	0,07
Stratagem	0,12	0,17	0,07
Unica	0,02	0,05	0,04
Vroege Ideaal	0,05	0,05	0,05
Venlose Lage	0,10	0,05	0,04
Nunhem's Lente	0,06	0,05	0,04
Eersteling	0,19	0,02	0,13
Eigenheimer	0,27	0,05	0,18

§ 4. De bepaling van amylose in het zetmeel volgens de potentiometrische titratie met jodium.

Een der meest toegepaste en aantrekkelijkste methoden ter bepaling van amylose in zetmeelpreparaten is wel de potentiometrische titratie met jodium. Een uitvoerig voorschrift hiervoor wordt gegeven door Kerr (9). Van de zetmeelpreparaten werd 42,5 mg bij kamertemp. opgelost in 2,5 ml 2 n KOH. Wanneer het zetmeel was opgelost, werd 7,5 ml water toegevoegd, geneutraliseerd met 0,5 n HCl t.o.v. methy oranje, 5 ml 1 n KJ toegevoegd en verdund tot 100 ml. In een beker-glas, waarin zich een calomelectrode en een blanco Pt-electrode bevond, werd de verkregen oplossing onder langzaam roeren getitreerd met de oplossing van 0,000986 n Jodium, die tevens 0,05 normaal was aan KJ en KCl. Gedurende de titratie (langzaam druppelen) werden voortdurend gelijktijdig het aantal verbruikte ml jodium-oplossing en de E.M.K. (uitslag van de galvanometer) afgelezen. Zodra de sterke absorptie van jodium door amylose ophoudt, komt in de oplossing vrij jodium, waardoor een uitslag van de galvanometer wordt waargenomen. Ook werd een titratie verricht van een oplossing, die geen zetmeel bevat (standaardcurve). Voor de berekening van de op een bepaald moment geabsorbeerde hoeveelheid jodium geven wij het volgende voorbeeld:

Galvanometer-uitslag: 30

Totaal toegevoegd : 47,7 ml 0,000986 n J.

Galvanometeruitslag van 30 wordt ook veroorzaakt door 1,63 ml 0,000986 n J (zonder zetmeel, zie standaardcurve).

De hoeveelheid vrij jodium is dus 1,63 ml 0,000986 n

De hoeveelheid geabsorbeerd jodium is dus $47,7 - 1,63 = 46,1$ ml 0,000986 n.

In tabel 3 wordt het volledige resultaat gegeven van de potentiometrische titratie van 42,5 mg zetmeel van het ras Strategem. Tevens zijn de gegevens opgenomen voor de standaardcurve (titratie met jodium zonder zetmeel).

Tabel 3

Jodium (zonder zetmeel) (Standaardcurve)		Met 42,5 mg zetmeel van het ras Stratagem			
Galvanometer uitslag	ml 0,000986nJ	Gevonden		Berekend (ml 0,000986 nJ)	
		Galvanometer uitslag	Verbruikt aantal ml J(0,000986n)	Vrij jodium	Geabsorbeerd jodium
12	0,49	1	30,0	0,04	30,0
15	0,60	2	32,0	0,07	31,9
22	0,95	3	34,0	0,10	33,9
26	1,35	4	35,0	0,13	34,9
32	1,80	5	35,9	0,17	35,7
35	2,15	6	36,7	0,21	36,5
36	2,78	7	37,2	0,25	36,9
37	3,26	8	37,9	0,29	37,6
38	3,85	9	38,4	0,33	38,1
39	4,75	11	39,1	0,42	38,7
40	6,25	13	39,9	0,51	39,4
41	7,65	16	40,8	0,66	40,1
42	9,25	19	41,8	0,83	41,0
43	11,85	22	42,4	1,01	41,4
44	14,45	26	43,3	1,28	42,0
45	17,5	31	44,2	1,72	42,5

N.B. De juiste waarde voor de hoeveelheid vrij jodium wordt afgelezen uit de standaardcurve.

In figuur 1 worden als voorbeelden de titratiecurven gegeven voor jodium zonder zetmeel (standaardcurve) en voor zetmeel van de rassen Unica, Stratagem en Kelvedon (Rhenen).

In de tabellen 4, 5 en 6 zijn de uiteindelijke resultaten opgenomen van de potentiometrische titraties van alle door ons bereide zetmeelpreparaten. Van Kelvedon (Rhenen) zijn twee titraties vermeld. De hoeveelheden vrij jodium en geabsorbeerd jodium gelden voor 42,5 mg zetmeel en worden uitgedrukt in ml 0,000986 n. De titratie van zetmeel van Stratagem is reeds vermeld in tabel 3. In tabel 6 zijn de titratiecijfers opgenomen voor twee aardappelrassen en voor een mengsel van gelijke gewichtsdelen van zetmeel van Kelvedon (Rhenen) en van Unica.

Tabel 4

Zetmeel van kreukerwten

Kelvedon (Rhenen)		Kelvedon (Rhenen)		Kelvedon (Zeeland)	
Vrij jodium	geabsorb. jodium	vrij jodium	geabsorb. jodium	vrij jodium	geabsorb. jodium
0,05	34,5	0,04	18,1	0,02	32,0
0,10	37,3	0,07	21,1	0,04	36,5
0,13	38,4	0,10	36,2	0,07	39,0
0,17	39,2	0,13	37,2	0,10	40,9
0,21	39,4	0,17	37,8	0,13	42,3
0,25	40,3	0,21	38,2	0,17	43,4
0,29	40,8	0,25	39,3	0,21	44,1
0,33	41,5	0,29	39,8	0,25	44,9
0,38	42,0	0,33	40,6	0,29	45,6
0,42	42,5	0,38	41,0	0,33	45,8
0,47	42,7	0,42	41,4	0,38	46,3
0,51	43,0	0,51	42,3	0,42	46,8
0,56	43,4	0,61	43,1	0,47	47,0
0,61	43,8	0,72	43,6	0,56	47,4
0,66	44,1	0,89	44,3	0,66	47,9
0,89	44,6	1,01	45,0	0,83	48,7
1,01	44,7	1,20	45,4	0,89	48,8
1,28	45,1	1,36	46,0	1,14	49,5
1,44	45,7	1,63	46,7	1,28	49,8
1,63	46,1	3,26	46,7	1,36	50,0
2,07	47,0			1,63	50,4
3,60	46,4			1,82	50,5
				2,07	50,7
				2,53	50,7

Tabel 5

Zetmeel van ronde erwten

Unica		Vroege Ideaal		Venlose Lage		Nanh. Lente	
Vrij jodium	geabsorb. jodium	vrij jodium	geabsorb. jodium	vrij jodium	geabsorb. jodium	vrij jodium	geabsorb. jodium
0,02	11,8	0,02	11,2	0,04	12,5	0,04	8,2
0,04	13,0	0,04	12,3	0,07	13,7	0,07	12,3
0,05	13,3	0,05	13,0	0,10	14,5	0,10	13,9
0,07	14,1	0,07	13,5	0,13	15,0	0,13	14,8
0,10	14,6	0,10	14,0	0,17	15,2	0,17	15,6
0,15	15,5	0,13	14,7	0,25	15,7	0,21	16,0
0,18	16,0	0,17	15,4	0,38	16,2	0,25	16,3
0,22	16,4	0,21	15,9	0,47	16,6	0,29	16,7
0,25	16,7	0,29	16,5	0,61	17,1	0,38	17,1
0,33	17,3	0,33	16,9	0,78	17,6	0,47	17,3
0,50	18,1	0,51	17,3	0,95	18,1	0,61	17,8
0,60	18,6	0,61	17,7	1,36	19,0	0,78	18,2
0,70	19,0	0,78	18,3	2,07	19,9	1,08	18,9
1,00	20,1	1,08	19,0			1,44	19,5
1,20	21,3	1,20	19,3			2,25	20,2
1,50	21,5	1,49	19,8				
1,80	22,1	2,53	20,1				
2,53	22,8						
3,26	22,8						

Tabel 6

Eersteling		Eigenheimer		Mengsel Kelvedon-Unica	
Vrij jodium	geabsorb. jodium	vrij jodium	geabsorb. jodium	vrij jodium	geabsorb. jodium
				0,02	3,0
0,05	8,8	0,02	10,6	0,05	25,3
0,07	10,5	0,10	13,4	0,07	25,9
0,10	13,1	0,17	13,9	0,10	26,6
0,13	14,0	0,21	14,3	0,13	27,4
0,17	14,2	0,29	14,6	0,17	27,8
0,21	14,5	0,38	16,7	0,21	28,6
0,25	14,8	0,47	17,5	0,25	29,2
0,33	15,1	0,56	18,4	0,29	29,5
0,42	15,5	0,66	19,0	0,38	29,8
0,51	15,9	0,78	19,7	0,51	30,5
0,66	16,5	0,89	20,1	0,61	31,3
0,83	17,1	1,01	21,0	0,83	31,6
0,95	17,3	1,14	21,7	1,08	32,5
1,08	17,8	1,28	22,2	1,20	32,8
1,28	18,4	1,72	23,4	1,36	33,4
1,63	18,8	2,07	24,0	1,72	33,7
2,07	18,9	3,26	23,7	1,94	33,8
2,53	19,1			2,25	33,7

Teneinde de juiste totale hoeveelheid jodium, die door 42,5 mg zetmeel wordt geabsorbeerd, te kunnen aflezen, werden de hoeveelheid vrij jodium en geabsorbeerd jodium tegen elkaar uitgezet. In fig. geven wij enkele voorbeelden van de aldus verkregen curven. Volgens Kerr (9) verkrijgt men de totale hoeveelheid geabsorbeerd jodium door het snijpunt te bepalen van de raaklijnen aan het verticale en het horizontale gedeelte der curve. Volgens Hilbert en Mc Mast: (8) wordt door een gram zuiver amylose uit erwten 200 mg jodium geabsorbeerd. Wij gebruikten dit getal bij de volgende berekening.

Bij de titratie werd uitgegaan van 42,5 mg zetmeel. Uit de grafische voorstelling (fig. 2) werd afgelezen, dat a ml jodium 0,000986 n wordt geabsorbeerd. Het gehalte aan amylose in het zetmeel is dan:

$$\frac{a \times 127 \times 0,000986 \times 1000}{42,5 \times 200} \times 100 \% = 1,473 \times a \%$$

In tabel 7 worden de gevonden gehalten aan amylose samengevat.

Tabel 7

Rassen	a	% amylose
Kelvedon (Zeeland)	50,6	74,5
Kelvedon (Rhenen)	46,4	68,3
Stratagem	42,0	61,9
Unica-Kelvedon (1:1)	33,7	49,6
Unica	22,2	32,7
Vroege Ideaal	19,8	29,2
Vonl. Lage	18,4	27,1
Nunh. Lente	19,8	29,2
Eersteling	19,0	28,0
Eigenheimer	22,3	32,8

Opmerking:

Bij bovenstaande berekening namen wij aan, dat ook door aardappel-amylose 200 mg J. per gram wordt geabsorbeerd.

§ 5. Het absorptie-spectrum van de jodiumcomplexen van een drietal zetmeelpreparaten.

In § 4 werd aangetoond, dat in de zetmeelpreparaten de gehalten aan amylose sterk uiteenlopen. Getracht werd dit ook langs colorimetrische weg te bewijzen. Het is n.l. bekend, dat amylose en amylopectine geheel verschillende kleurreacties met jodium geven. Nielsen (2, 3) en andere onderzoekers hebben hierop gewezen in recente publicaties. In de eerste plaats bepaalden wij met behulp van een Beckman-spectrophotometer de absorptiespectra van het met jodium gekleurde zetmeel van Kelvedon-Wonder (Rhenen), Unica en Eigenheimer. De bereiding van de zetmeeloplossingen en de kleuring met jodium geschiedde volgens het voorschrift van Nielsen (2).

100 mg zetmeel werd gedispergeerd in 2 ml water, daarna werd 2,7 ml ca 70 % perchloorzuur (s.g. 1,67) toegevoegd. Onder voortdurend schudden loste het zetmeel op. Na 10 minuten staan werd de oplossing tot 50 ml aangevuld. Aan 1 ml (die dus 2 mg zetmeel bevat) werd 6 ml water en een druppel phenolphthaleïne-opl. toegevoegd, vervolgens werd met 6 n NaOH de oplossing juist alkalisch gemaakt. Daarna werd zoveel 2 n azijnzuur toegedruppeld, totdat de rose kleur juist verdwenen was. Achtereenvolgens werden voorts 2,5 ml 2 n azijnzuur, 0,5 ml 10 % KJ en 5 ml 0,01 n KJO₃ toegevoegd. Na 15 minuten werd aangevuld tot 50 ml. Bij verschillende golflengten werd de

optische dichtheid bepaald (cuvette 1 cm). De metingen werden verricht t.o.v. een jodium-oplossing, die op dezelfde manier was bereid doch geen zetmeel bevatte. In fig. 3 zijn de optische dichtheden uitgezet t.o.v. de golflengten.

Om een inzicht te geven in de bij deze metingen gebruikte optische bandbreedten geven wij het volgende overzicht.

Golflengte	Bandbreedte
400 m μ	17,2 m μ
450 m μ	2,6 m μ
500 m μ	1,8 m μ
550 m μ	2,2 m μ
600 m μ	3,6 m μ
650 m μ	4,4 m μ
700 m μ	4,4 m μ

Uit fig. 3 volgt, dat de intensiteit van de kleur, veroorzaakt door de zetmeelpreparaten, zeer verschillend is. Wanneer meer amylose voorkomt, is de intensiteit van de kleur van het jodium-complex groter. Tevens zien wij, dat de maximale lichtabsorptie niet voor alle zetmeelpreparaten bij dezelfde golflengte wordt gevonden. Dit is in overeenstemming met de tint van de jodiumcomplexen.

De lichtabsorptie van de jodiumcomplexen bij 600 m μ en bij 650 m μ

Van alle door ons bereide zetmeelpreparaten werden de optische dichtheden van het jodiumcomplex gemeten bij 600 m μ en bij 650 m μ . Het bleek, dat wordt voldaan aan de wet van Beer. (Optische dichtheid evenredig met de concentratie). De oplossingen werden gemaakt geheel volgens het voorschrift van Nielsen (zie § 5). De metingen werden verricht in cuvetten van 1 cm t.o.v. een jodiumoplossing zonder zetmeel. In tabel 8 worden vermeld de hoeveelheden zetmeel, die in 50 ml meet vloeistof voorkomen; tevens is de optische dichtheid voor 2,00 mg zetmeel per 50 ml berekend.

Tabel 8

Rassen	600 m μ		650 m μ	
	Gewicht zetmeel (mg/50 ml)	D	Gewicht zetmeel (mg/50 ml)	D
Kelvedon (Zeeland)	1,27	0,662	1,10	0,533
	2,55	1,305	2,20	1,076
	<u>2,00</u>	<u>1,035</u>	1,17	0,535
			2,34	2,340
		<u>2,00</u>	<u>0,942</u>	
Kelvedon (Rhenen)	2,06	0,955	1,05	0,438
	4,13	1,947	2,10	0,889
	0,97	0,451	<u>2,00</u>	<u>0,841</u>
	1,95	0,910		
	<u>2,00</u>	<u>0,930</u>		
Stratagem	1,05	0,467	1,38	0,575
	2,10	0,951	2,75	1,143
	<u>2,00</u>	<u>0,900</u>	<u>2,00</u>	<u>0,834</u>
Kelvedon + Unica (1:1)	1,20	0,439	1,06	0,342
	2,40	0,879	2,11	0,695
	<u>2,00</u>	<u>0,735</u>	<u>2,00</u>	<u>0,668</u>
Unica	1,82	0,482	1,84	0,439
	3,64	0,959	3,68	0,873
	2,15	0,554	<u>2,00</u>	<u>0,476</u>
	2,30	1,174		
	<u>2,00</u>	<u>0,530</u>		
Vroege Ideaal	1,85	0,483	1,93	0,434
	3,69	0,951	3,85	0,876
	<u>2,00</u>	<u>0,520</u>	3,85	0,863
			<u>2,00</u>	<u>0,452</u>
Venlose Lage	1,86	0,465	1,74	0,401
	3,72	0,928	1,48	0,799
	<u>2,00</u>	<u>0,500</u>	<u>2,00</u>	<u>0,460</u>
Nunh. Lente	1,70	0,452	1,74	0,408
	3,40	0,907	3,47	0,807
	<u>2,00</u>	<u>0,535</u>	<u>2,00</u>	<u>0,467</u>
Eersteling	2,39	0,624	1,69	0,405
	4,77	1,252	3,38	0,807
	<u>2,00</u>	<u>0,525</u>	<u>2,00</u>	<u>0,479</u>
Eigenheimer	2,39	0,624	1,77	0,420
	4,77	1,252	2,54	0,827
	<u>2,00</u>	<u>0,525</u>	<u>2,00</u>	<u>0,471</u>

Opmerking.

Tijdens het bewaren van de zetmeelpreparaten veranderden de optisch dichtheden van de jodiumcomplexen niet sterk. Na ca 5 maanden vonden wij voor het zetmeel van Kelvedon (Z1), Vroege Ideaal, Nunh. Lente en Eigenheimer resp. 1,040; 0,537; 0,554; 0,585 (bij 600 m μ voor 2,00 mg zetmeel/50 ml).

Het verband tussen de resultaten van de potentiometrische titratie en de colorimetrie.

Resumerend werden in de §§ 4 en 6 de volgende resultaten verkregen.

Tabel 9

Rassen	% amylose in het zetmeel	opt.dichtheid (2 mg zetmeel/50)	
		600 m μ	650 m μ
Kelvedon (Z1)	74,5	1,035	0,942
Kelvedon (Rhenen)	68,3	0,935	0,841
Stratagem	61,9	0,900	0,834
Kelv.+ Unica (1:1)	49,6	0,735	0,656
Unica	32,7	0,530	0,476
Vroege Ideaal	29,2	0,520	0,452
Venlose Lage	27,1	0,500	0,460
Nunh. Lente	29,2	0,535	0,467
Eersteling	28,0	0,525	0,479
Eigenheimer	32,8	0,545	0,471

Er bleek een zeer goed lineair verband te bestaan tussen het % amylose en de opt. dichtheid van het jodiumcomplex (zie figuren 4 en 5).

Voor de 8 zetmeelpreparaten uit doperwten (zie tabel 9) werden deze lijnen berekend, zowel voor metingen van de opt. dichtheid bij 600 m μ als bij 650 m μ . Wij vonden bij 600 m μ :

$$Y = 0,089 X - 16,7$$

Y = % amylose

X = opt. dichtheid

$$\text{Correlatiecoëfficiënt (r)} = 0,997$$

$$\text{Standaardafwijking (\sigma)} = 1,61$$

Bij 650 m μ werd gevonden:

$$Y = 0,095 X - 14,2$$

$$\text{Correlatiecoëfficiënt (r)} = 0,995$$

$$\text{Standaardafwijking (\sigma)} = 2,2$$

Ook de resultaten voor aardappelzetmeel (Eersteling en Eigenheimer) blijken zeer goed in dit verband te passen.

§ 8. Vergelijking der resultaten met de gegevens uit de literatuur.

1. De gehalten aan amylose (bepaald volgens de potentiometrische titratie). In het zetmeel van kreukerwten vonden wij 62-75 % amylose. Duidelijk lagere gehalten constateerden wij in ronde erwten 29-33 %. Deze cijfers zijn goed in overeenstemming met de meeste gegevens, die wij in de literatuur vermeld vonden. Opgemerkt dient te worden, dat Adam en Brown in 1948 in de variëteiten Lincoln, Sharpe's No 99 Canner, Surprise en Thomas Laxton "at the ideal canning stage" 45-55 % amylose in het zetmeel vonden. Dit amylosegehalte ligt precies tussen de door ons en andere onderzoekers gevonden gehalten voor kreukerwten en ronde erwten in. Mej. Veenbaas (13) deelde ons mede, dat ook op grond van het suikergehalte het ras Lincoln kan worden beschouwd als een tussenras tussen typische kreukerwten en ronde erwten.
2. De optische dichtheid van het jodiumcomplex.

Met behulp van de lijnen, gegeven in § 7 (zie ook de fig. 4 en 5) kunnen de opt.dichtheden voor zuiver amylose en zuiver amylopectine worden berekend. Wij vonden bij 600 m μ :

Amylose: Opt. dichtheid 1,311 (2 mg zetmeel/50 ml)
 Amylopectine: Opt. dichtheid 0,188 idem.
Bij 650 m μ :

Amylose: Opt. dichtheid 1,202 (2 mg zetmeel/50 ml)
 Amylopectine: Opt. dichtheid 0,149 idem

De verhouding der optische dichtheden van amylose en amylopecti-
 is dus bij 600 m μ : 7,0 en bij 650 m μ : 8,1.

De verhouding der "blauwwaarden", ontleend aan andere onder-
 zoekers, is $\frac{0,345}{0,050} = 6,9$ (zie tabel 1).

Opgemerkt dient te worden, dat deze "blauwwaarden" werden be-
 paald met een Lumetron-colorimeter, filter 650 (zie Badenhuizen (4),
 p. 104).

Krishnaswamy en Sreenivasan (11) vonden met behulp van een
 Klett-Summerson photoelectric colorimeter, filter K 66, voor amylose
 en amylopectine, geïsoleerd uit erwten, blauwwaarden van resp.
 0,279 en 0,043 (2 mg zetmeel/100 ml). Hier is de genoemde verhouding
 dus $\frac{0,279}{0,043} = 6,5$.

Mc Cready en Hassid (12) vonden eveneens met filter K 66 van de
 Klett-Summerson colorimeter voor amylose en amylopectine uit aard-
 appelen resp. 0,310 en 0,050 voor de opt. dichtheden (2 mg zetmeel/
 100 ml). Verhouding: 6,2.

Opgemerkt dient te worden, dat het door ons gebruikte licht
 veel monochromatischer was (zie p. 10.); 85 % van het licht, door-
 gelaten door filter K 66 van de Klett Summerson colorimeter heeft
 een golflengte van 640-700 m μ ! Niet alleen zijn daardoor de door
 ons geconstateerde optische dichtheden hoger, maar ook zijn de me-
 tingen nauwkeuriger. Wij vonden relatief grotere verschillen tussen
 de optische dichtheden van de jodiumcomplexen van amylose en amylope-
 ctine.

Wij vonden gemiddeld voor kreukerwten (Kelvedon, Stratagem) een
 opt. dichtheid van 0,957 bij 600 m μ en van 0,872 bij 650 m μ . Voor
 ronde erwten (4 rassen) gemiddeld 0,521 bij 600 m μ en 0,464 bij
 650 m μ . De verhouding van deze optische dichtheden is 1,84 bij
 600 m μ en 1,88 bij 650 m μ . Uit een publicatie van Nielsen (3)
 kan als verhouding van de opt. dichtheid van kreukerwten en ronde
 erwten 1,91 worden berekend, hetgeen goed met onze resultaten over-
 eenkomt.

§10. Samenvatting en conclusies.

Volgens de methode, beschreven door Nielsen (2, 3) werden uit
 6 doperwtenrassen en 2 aardappelrassen zetmeelpreparaten bereid.
 Van deze preparaten bepaalden wij het gehalte aan amylose met behulp
 van de potentiometrische titratie met jodium volgens Kerr (9). Wij
 vonden, dat voor zetmeel van doperwten het gehalte aan amylose sterk
 kan variëren (tabel 7). Voor het zetmeel van kreukerwten vonden wij
 62-75 % amylose, in het zetmeel van ronde erwten en jonge aardappeler
 constateerden wij daarentegen slechts ca 30 % amylose.

Er bleek een zeer goede correlatie te bestaan tussen het amylose
 gehalte en de optische dichtheid van het jodium-complex, gemeten bij
 600 m μ en 650 m μ (Beckman spectrophotometer). Deze correlatie is
 zó goed, dat het mogelijk is in een zetmeelpreparaat van doperwten
 langs eenvoudige colorimetrische weg het gehalte aan amylose te be-
 palen (standaardafwijking ca 2 %). Deze methode is veel sneller en
 eenvoudiger dan een potentiometrische titratie. Dit kan een belangrij
 hulpmiddel zijn bij het chemische kwaliteitsonderzoek van doperwten.

Van slechts twee aardappelrassen werd het zetmeel onderzocht
 (jonge knollen van Eersteling en Eigenheimer). Wat de correlatie tus-
 sen amylose-gehalte en optische dichtheid van het jodium-complex

betreft, sloten deze zetmeelpreparaten geheel aan bij het zetmeel van doperwten.

De door ons geconstateerde optische dichtheden van het jodium-complex van zetmeel uit kreukerwten (2 mg zetmeel/50 ml) varieerden bij metingen bij 600 en 650 m μ resp. van 0,900 tot 1,035 en van 0,834 tot 0,942. Voor ronde erwten was deze variatie bij 600 m μ van 0,500 - 0,535 en bij 650 m μ van 0,452 tot 0,476 (zie tabel 9).

Deze variatie, vooral bij kreukerwten, is te groot om zonder meer een colorimetrische bepaling van zetmeel mogelijk te achten. Ook is het niet verantwoord de erwten in slechts twee groepen in te delen, daar ook "tussenrassen" zijn gevonden, die, wat de chemische samenstelling van het zetmeel betreft, het midden houden tussen kreukerwten en ronde erwten. Wil men dus van een bepaald ras doperwt of van een mengsel van rassen het zetmeel colorimetrisch bepalen, dan is het steeds noodzakelijk eerst een zetmeelpreparaat te isoleren met behulp waarvan men de optische dichtheid van het jodium-complex (bijv. voor 2 mg zetmeel per 50 ml) bepaalt. Overigens moet met de mogelijkheid rekening worden gehouden, dat tijdens de groeiperiode de verhouding amylose/amylopectine kan veranderen.

Er is weinig verschil in nauwkeurigheid der metingen bij 600 m μ en 650 m μ (zie § 7).

December 1950.

§ 9. Literatuur.

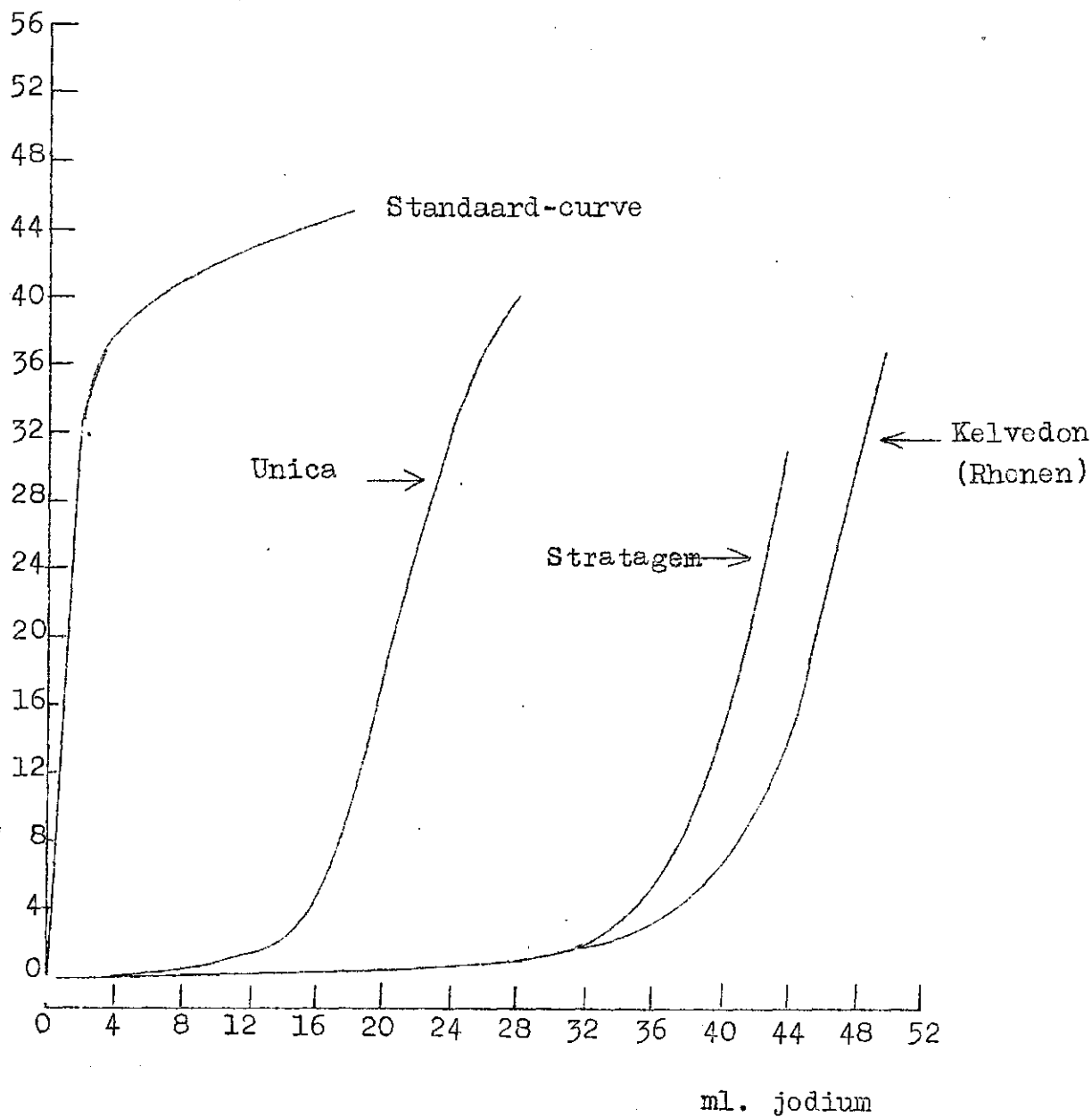
- (1) Zie o.a. Official and tentative methods of analysis (A.O.A.C. Washington 1945, p. 250-251.
- (2) J.P. Nielsen, Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 15 (1943), 176-179.
- (3) J.P. Nielsen and Peggy C. Cleason, Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 17 (1945) p. 131 - 134.
- (4) Zie o.a. N.P. Badenhuizen, De chemie en de biologie van het zetmeel, Utrecht 1949.
- (5) W.N. Haworth, J. Chem. Soc. 1946, p. 543 - 549.
- (6) W.Z. Hassid and R.M. McCready, J. Am. Chem. Soc. 65 (1943) 1157 - 1161.
- (7) S. Peat, E.J. Bourne, M.J. Nicholls, Nature 161 (1948) 206.
- (8) G.E. Hilbert, M.M. Mac Masters, J. Biol. Chem. 162 (1946) 229 - 238.
- (9) R.W. Kerr, Archives of Biochem. 7 (1946) 377 - 392.
- (10) W.B. Adam, F. Brown, The annual report of the fruit & vegetable preservation research station, Campden (1948), p. 14 - 24.
- (11) K.G. Krishnaswamy, A. Sreenivasan, J. Biol. Chem. 176 (1948) 1253 - 1261.
- (12) R.M. McCready, W.Z. Hassid, J. Am. Chem. Soc. 65 (1943) 1154 - 1157.
- (13) Meij. A. Veenbaas. Technische Berichten. Peulvruchten Studie Combinatie no 46, p/a Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen.

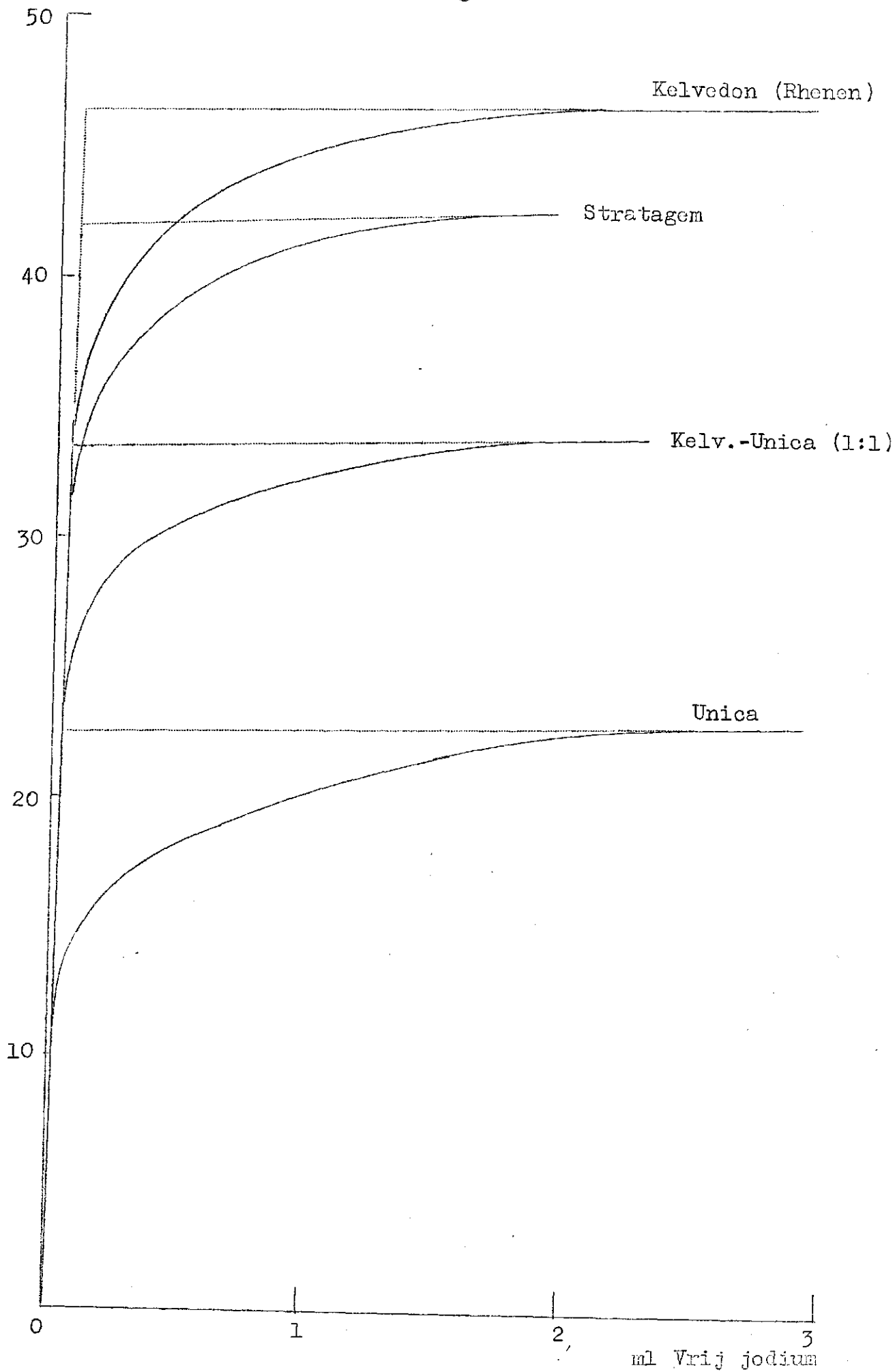
No S 811

150 ex.

Fig. 1

Galvanometeruitslag.





1000 x D

900

800

700

600

500

400

300

200

Fig. 3

Kelvedon

Eigenheimer

Unica

450

500

550

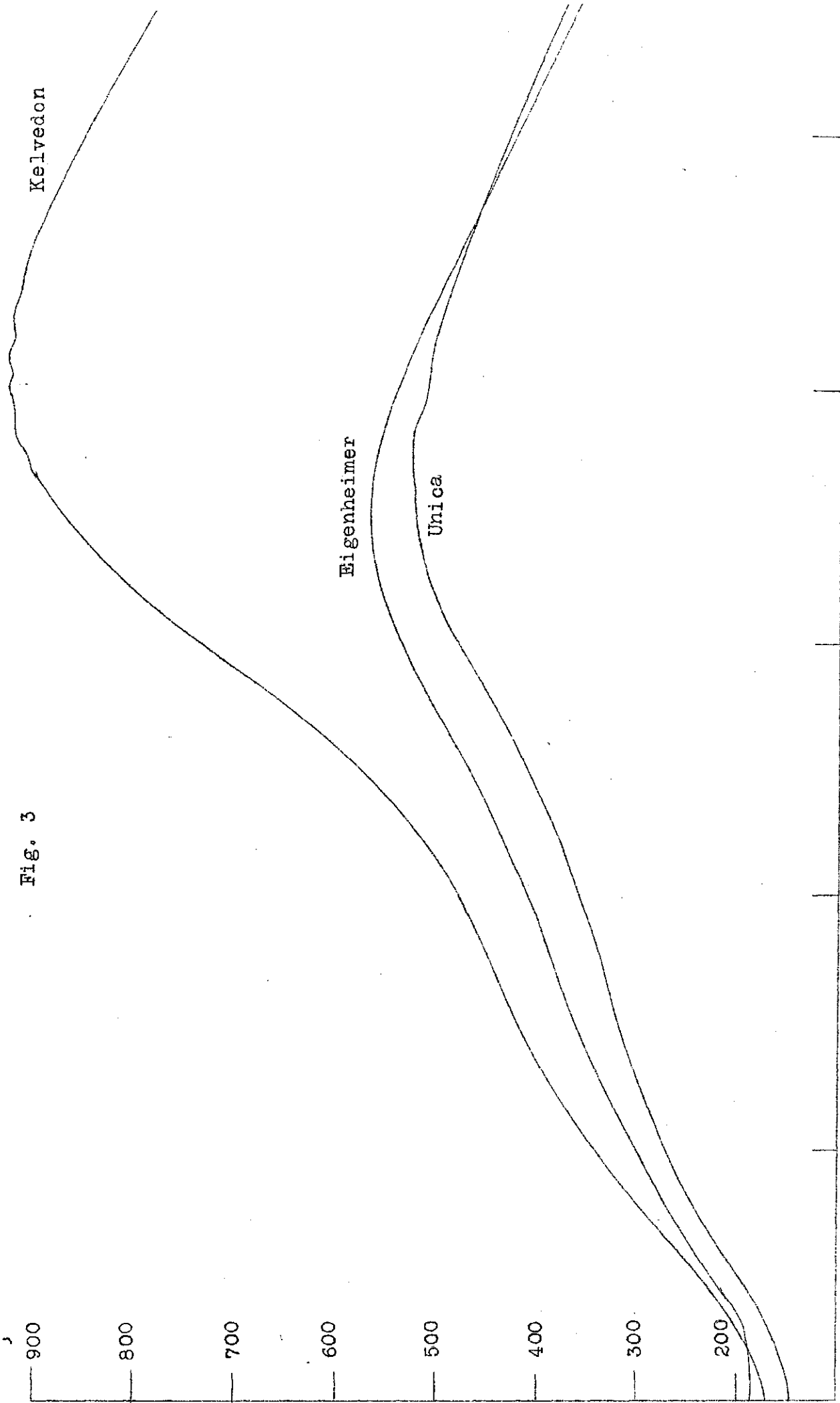
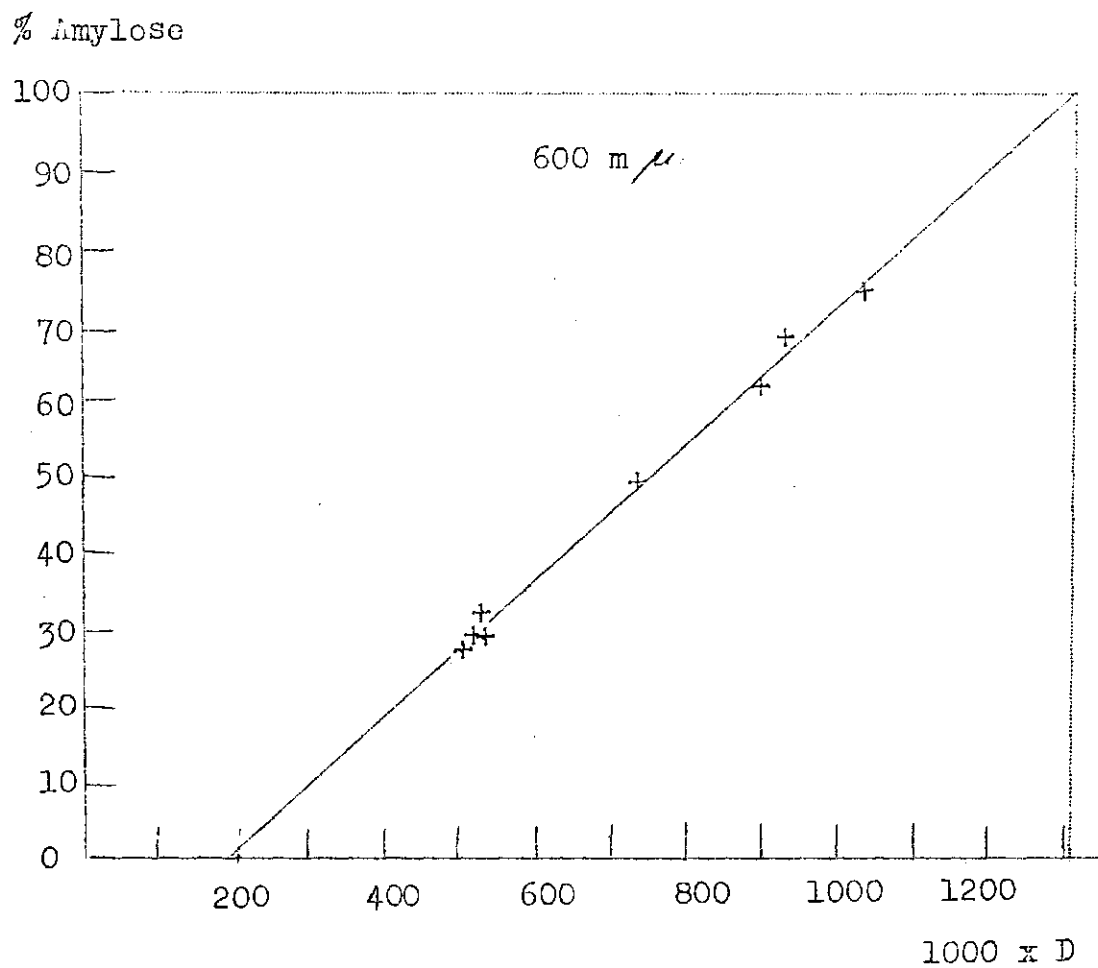


Fig. 4



% Amylose

Fig. 5

