

CHEMISCH WEEKBLAD

ORGAAN VAN DE NEDERLANDSE CHEMISCHE VERENIGING

IN HOUD

	Blz.		Blz.
Verhandelingen, Overzichten, Verslagen		Personalía	541
Dr. A. H. A. de Willigen, Aardappelmeel als product van landbouw en industrie.	529	Verenigingsnieuws	541
Octrooien	534	Mededelingen van het Secretariaat. — Chemisch Jaarboekje, deel I. — Contributie 1950. — Examens voor Analyst. — Commissies.	
Openbaar gemaakte octrooiaanvragen per 15 Februari 1950.		Mededelingen van verwante verenigingen.	542
Uit Wetenschap en Techniek	537	Mededelingen van verschillende aard	543
Kunststoffen: Caseïnevezels voor vele toepassingen.		Vraag en Aanbod	544
Handel en Economie.	538	Aangeboden betrekkingen	544
Dr. E. L. Krugers Dagneaux, Het herstel van de Duitse Chemische Industrie.		Gevraagde betrekkingen.	544
Boekbesprekingen.	539	Correspondentie	544
Korte Economische berichten	541	Agenda van Vergaderingen	544

Verhandelingen, Overzichten, Verslagen

Aardappelmeel als product van landbouw en industrie^{*)}

door A. H. A. de Willigen

664.22

A survey is given of research projects of the Experiment Station for the Industrial Use of the Potato at Groningen, viz. the influence of phosphoric acid fertilizing on the rheological properties of potato starch, the possibility of maintaining the viscosity of starch during manufacture, and the instability of potato starch in storage.

By means of these examples an impression is given of the national importance of this strictly regional industry in the northern part of the Netherlands.

1. Inleiding.

Nu er over zetmeel in het algemeen in enkele jaren tijds enige uitvoerige handboeken zijn verschenen ¹⁾ blijkt de weergeving van alle nieuwe feiten en inzichten over deze stof een taak geworden te zijn, die de capaciteit van één mens, ja die van een reeks van scheikundigen te boven gaat. Ik zal hier dan ook niet aan beginnen, maar mij beperken tot enkele onderzoeken over het aardappelzetmeel — gewoonlijk aardappelmeel genoemd — in een keus, die uitsluitend voor dit speciale ogenblik passend lijkt.

Mijn voorbeelden ontleen ik daarbij aan verschillende onderzoeken over de rol, die het fosforgehalte van het zetmeel kan spelen voor de praktische toepassing.

Het is de verdienste van de Joegoslavische onderzoeker Samec ²⁾, dat hij de aandacht heeft gevestigd op het gehalte aan fosfor in het aardappel-zetmeel

en heeft bewezen, dat dit blijkbaar in de kolloïdchemie van deze stof een bepaalde rol vervult.

Er is daardoor in de literatuur een zekere neiging ontstaan om aan dit gehalte al de eigenschappen toe te schrijven, waarin aardappelmeel verschilt van andere zetmelen. Dat men daarmee echter niet alles kan verklaren, zal U — naar ik hoop — door deze voordracht duidelijk worden.

Hoewel het in een samenvatting zoals deze jammer is om veel tijd te besteden aan methodische kwesties, moet ik toch eerst in het kort met U nagaan welke eisen de practijk aan aardappelmeel stelt en welke methodes er bestaan om de gewenste eigenschappen te meten. Vervolgens wil ik U medenemen naar enige landbouwkundige proefnemingen over de invloeden, die de synthese van het zetmeel beheersen. In de derde plaats zal ik bespreken welke mogelijkheden de aardappelmeelfabriek heeft om de kwaliteit van het zetmeel te beïnvloeden en ten slotte zal ik moeten betogen, dat zetmeel niet als een stabiele stof mag worden opgevat, daar het bij bewaring in eigenschappen verandert.

^{*)} Voordracht, gehouden op de zomervergadering van de Nederlandse Chemische Vereniging op Donderdag 20 Juli 1950 te Groningen.

De voorbeelden voor deze voordracht ontleen ik niet alleen aan eigen werk, maar ook aan dat van de andere leden van de staf van het Proefstation voor Aardappelverwerking: Prof. Dr. H. J. C. Tendeloo, Dr. J. Hofstee en Ir. J. C. de Man.

2. Rheologie van aardappelmeel.

Over de eigenschappen, die de gebruiker van aardappelmeel verlangt, kan ik aansluiten bij twee vroegere artikelen in dit tijdschrift. ³⁾

Een groot deel van het meel wordt gebruikt als een pap, verkregen door het met water te verwarmen, of als een gel, ontstaan door afkoeling van deze pap. Ik begin daarom met U enige microfoto's te laten zien van de veranderingen, die hierbij plaatsvinden (Fig. 1). Bij een temperatuur van 52–53 °C begint een

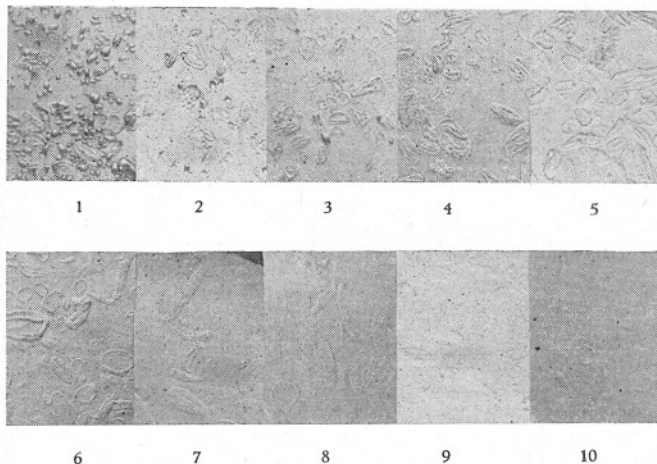


Fig. 1. 10 stadia van verstijfseling van aardappel-zetmeel (8% pap in de V I viscosigraaf). Microfoto's J. C. de Man. Vergroting ca. 24 X.

Bovenste rij van links naar rechts:

1. bij 59°
2. bij 60°
3. bij 62°
4. bij 64°
5. bij 69° = top van het viscosigram.

Benedenste rij van links naar rechts:

6. bij 74°
7. bij 85°
8. bij 96° = 2.5 min na het optreden van kookbellen
9. bij 99° = 6.5 min " " " "
10. bij 99° = 15 min " " " "

mengsel van aardappelmeel en water te verstijfselen, d.w.z. sommige korrels verliezen hun optische anisotropie en zwellen op. Voert men de temperatuur geleidelijk verder op, dan worden meer korrels aangetast. Over een traject van enkele graden verdwijnt van de ene korrel na de andere het polarisatiekruis; het verschil in brekingsindex met het omringende water vermindert en de pap wordt doorschijnend. De zwelling gaat door tot de korrels een veelvoud van hun oorspronkelijke volumen innemen; bij een voldoende grote zetmeelconcentratie wordt de pap stijf, omdat praktisch al het water in de korrels wordt opgenomen. Bij doorroeren onder verwarming gaat de korrel stuk, de massa wordt dan ook weer wat dunner vloeibaar. Maar ook na urenlang doorkoken blijven er resten van de korrel in onopgeloste toestand achter.

De wijze waarop deze opzwellings plaats grijpt en de eigenschappen van de uiteindelijk verkregen vis-

keuze oplossing kunnen op elegante wijze gemeten worden met een viscosigraaf ⁴⁾. Dit apparaat registreert op een voortbewogen papierstrook het koppel van een motor, waarmee een roerder in het te verwarmen mengsel van zetmeel en water wordt aangedreven. Aangezien door toepassing van elektrische verwarming een bijna constante opwarmingsnelheid is verkregen, mag de ontstane curve tevens als een viscositeit-temperatuurkromme worden aangemerkt.

Aan een vorig artikel in dit blad ontleen ik een figuur, waarin viscosigraafcurven van verschillende zetmeelsoorten zijn opgenomen (fig. 2). Daarin vindt

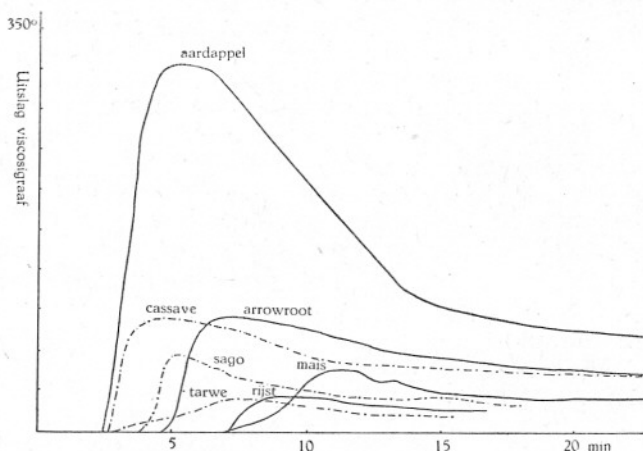


Fig. 2. Viscosigraafcurven van zetmeel van verschillende gewassen (24 g absoluut droog zetmeel + 300 g water).

U een curve voor aardappelzetmeel, met een hoge top en een steile daling na die top; een curve voor maiszetmeel, die nog wel een top bevat maar waarvan de daling toch veel minder steil is en tenslotte een voor tarwezetmeel, waarin nauwelijks meer een top valt aan te wijzen.

Het maakt de indruk alsof er een principieel verschil is in de manier van verstijfseling van deze melen. Dit moet echter volgens de nieuwste onderzoekingen toch niet als juist worden aangemerkt, maar wordt gedeeltelijk veroorzaakt doordat alle melen bij dezelfde concentratie zijn gemeten. Het is namelijk blij-

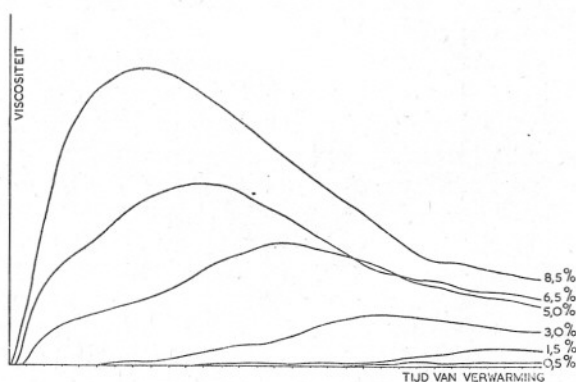


Fig. 3. Viscosigraafcurven van pappen van verschillende concentratie.

kens fig. 3 mogelijk om een vlakke curve zoals die van mais te krijgen door van aardappelmeel een lagere concentratie te kiezen. Zelfs een vorm als die van tarwezetmeel is mogelijk bij een heel lage concentratie van aardappelmeel. Omgekeerd begint een 15% maiszetmeelpap al veel op een aardappelmeelpap te lijken wat betreft het verloop van de curve.

Samenvattend mag worden gezegd dat aardappelmeel in hoofdzaak afwijkt door zijn vermogen om tot een veel groter volumen op te zwellen zonder dat de samenhang van de korrel verloren gaat. Uitgedrukt in de uitslag van de viscosigraaf: aardappelmeel geeft al bij een relatief kleine concentratie een curve, waarin een hoge top voorkomt.

Natuurlijk blijven er daarnaast andere verschillen zoals bijvoorbeeld de minimum temperatuur, waarbij opzwellling plaatsvindt, terwijl ook de snelheid van opzwellling verschillend kan zijn.

Voor vele verbruikers van aardappelmeel is de aanwezigheid van een hoge top in de curve gewenst. Voor sommigen heeft deze top een directe betekenis, omdat het zetmeel juist in dit stadium wordt gebruikt (sommige plakmiddelen). Andere gebruikers, zoals de textielindustrie, hebben niet zozeer belang bij de hoge top als wel bij een meel, dat voldoende snel verstijft. De viscosigraafcurve geeft de gelegenheid om dit te beoordelen o.a. door het al of niet voorkomen van een hoge top. Maar er zijn ook gebruikers zoals de dextrine-industrie, die weinig belang hebben bij een hoge top, terwijl het er voor stroopen en glucosefabricage in het geheel niets toe doet, hoe de viscositeit is.

Bij verdere beschouwingen ga ik er stilzwijgend van uit, dat een hoge top gewenst wordt, omdat een verlaging van de viscositeit gemakkelijk tot stand gebracht kan worden, een verhoging daarentegen meestal niet meer mogelijk is.

3. Landbouwkundige invloeden op fosforgehalte en viscositeit.

Tot voor weinige jaren was een synthese in vitro bij het zetmeel onmogelijk. Hierin is nu sinds enkele jaren verandering gekomen door onderzoeken o.a. van Hanes ⁵⁾ en Bourne ⁶⁾. Deze syntheses werden uitgevoerd door enzymen, geïsoleerd uit het aardappelsap, te doen inwerken op de Cori-ester, dat is de mono-fosforzure ester van glucose.

Het is natuurlijk niet volstrekt zeker, dat de opbouw van het zetmeel in de plant precies volgens dezelfde reactie verloopt, maar het is toch wel waarschijnlijk dat het fosfor er toch ook een rol bij speelt. Wij hebben daarom geprobeerd om de invloed van de fosforvoorziening van de aardappelplant op de kwaliteit van het gevormde zetmeel te bestuderen.

Tabel I.

Fosforgehalte in zetmeel bereid uit aardappelmonsters van het proefveld Pr 87 te Emmercompascuum, oogst 1949.

Jaarlijkse bemesting	P ₂ O ₅ in % van abs. droge stof
0 kg P ₂ O ₅	0.19
25 " "	0.21
50 " "	0.27
75 " "	0.27
100 " "	0.27
150 " "	0.29
200 " "	0.28

Als voorbeeld van een dergelijke invloed vindt U in tabel I het fosforgehalte vermeld van een serie monsters, ons afgestaan door het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen, van een proefveld te Emmercompascuum. Op een

veld met een zeer geringe voorraad voor de plant beschikbaar fosforzuur is door de vermelde jaarlijkse toediening van verschillende bemestingen een aantal trappen van fosforvoorzieningen aangebracht, variërend van volkomen ontoereikend tot zeer ruim. Het phosphor-gehalte van het zetmeel, dat uit de oogst van dit proefveld in het laboratorium werd bereid, blijkt nauw samen te hangen met de gegeven bemesting en in heel wijde grenzen te variëren.

Het gehalte aan fosfor is natuurlijk op zichzelf geen belangrijke eigenschap van het meel. Wij hebben daarom van deze en andere monsters viscosigraafcurven gemaakt en ook de eigenschappen van de gelen bestudeerd, die door afkoeling van de pap uit de viscosigraaf werden verkregen. In fig. 4 vindt

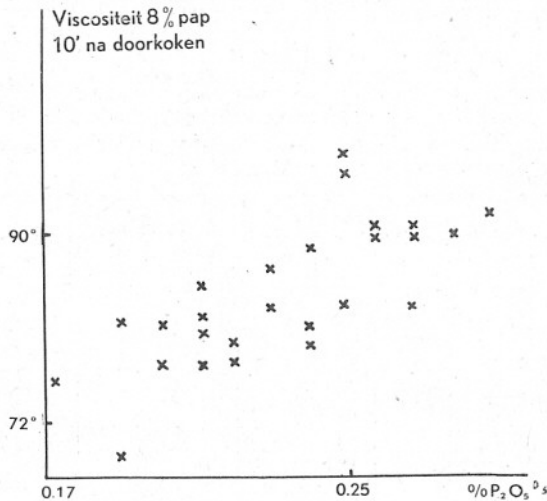


Fig. 4. Viscositeit van 8%-ige pap, in de viscosigraaf verwarmd tot 10 min na het optreden van kookbellen, uitgezet tegen het fosforgehalte van het zetmeel. Monsters van één aardappelras (Voran), waarin het fosforgehalte gevarieerd is door wisselende fosfaatvoorziening van de plant.

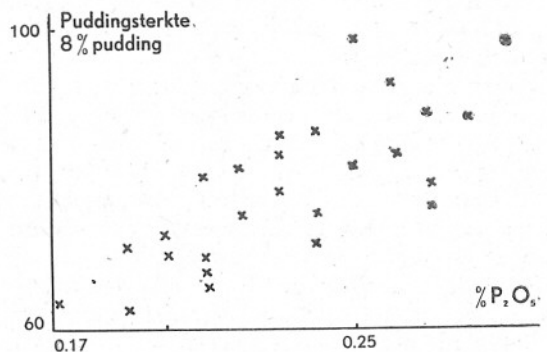


Fig. 5. Sterkte van gelen, bereid door afkoeling van in de viscosigraaf bereide pap. Zelfde monsters als fig. 4.

U de viscositeit van de gedurende 10 min. doorgekookte pap uitgezet tegen het fosforgehalte, terwijl in fig. 5 de sterkte van de verkregen puddingen met dit gehalte is vergeleken. Zowel de viscositeit als de gelsterkte nemen toe met het fosforzuurgehalte. Er is dus door de toegepaste bemesting bij deze monsters een flinke kwaliteitsverhoging van het meel verkregen.

De figuren 4 en 5 hebben betrekking op een aantal monsters van velden, waarop zo min mogelijk andere factoren dan de fosfaatbemesting gevarieerd zijn. Met name behoren al deze monsters tot het ras Voran en zijn ze verbouwd op velden, waarop de cultuursomstandigheden niet erg verschillend waren.

Het fosforgehalte van het zetmeel is zodoende alleen door het verschil in bemesting ontstaan.

We kunnen dit gehalte nog op andere manieren beïnvloeden, bijvoorbeeld door rassenkeuze. Wij hebben op 7 gelijkmatige proefvelden telkens 10 rassen laten verbouwen onder zoveel mogelijk gelijke omstandigheden, o.a. een zorgvuldig gelijke fosfaatbemesting, zodat alle andere invloeden dan die van het rasverschil naar beste weten zijn geëlimineerd. In tabel 2 vindt U een overzicht van het fosforgehalte van het zetmeel, telkens als gemiddelde van 7 monsters per ras. De verschillen mogen daarbij al niet zo groot zijn als die door bemestingsverschillen ontstaan waren, ze zijn toch nog heel belangrijk.

In vergelijking met fig. 4 en 5 zouden we nu ook verwachten, dat de viscositeit van de doorgeskookte

Tabel II.

Fosforgehalte en rheologische eigenschappen van zetmeel, bereid uit monsters van aardappellrassenproeven in 1949. Elk cijfer is een gemiddelde van 7 waarden, afkomstig van 7 verschillende velden.

Ras	P ₂ O ₅ in % van luchtdroge stof	Viscositeit na 10 min doorkoken	Gelsterkte
Libertas	0.22	22	80
Voran	0.21	22½	75
Wilpo	0.20	21	81
Eigenheimer	0.20	22	88
Record	0.19	22	89
Noordeling	0.19	21½	84
Bintje	0.18	21½	83
Profijt	0.16	22	79
Ultimus	0.15	21½	89
Sneeuw S 56	0.15	22	83

pap en de sterkte van het daaruit ontstane gel door het fosforgehalte beïnvloed zouden zijn. Dit echter blijkt niet het geval te zijn. De viscositeit is praktisch gelijk, de gelsterkte wisselt wel, maar houdt geen verband met het fosforgehalte.

De vergelijking van deze twee methodes van beïnvloeding van de fosforhuishouding leert ons dus, dat het fosforgehalte als zodanig niet of niet alleen de bepalende factor is voor de rheologie van het zetmeel. Wel is de fosfaatvoorziening van de plant van het grootste belang voor het verkrijgen van de gewenste eigenschappen, maar het gehalte is daarbij misschien niet meer dan een aanwijzing voor een van de factoren, die de opbouw van het zetmeel in de plant hebben beheerst.

In de toepassing van ruime fosfaatbemesting hebben we nu voor het eerst een middel in de hand gekregen om de viscositeit van zetmeelpappen te vergroten. Intussen staat het onderzoek op dit gebied nog in de kinderschoenen. De gegeven voorbeelden en ook de overige gegevens, die wij hierover in het laatste oogstjaar verzamelden, mogen niet meer genoemd worden dan een eerste oriëntatie. Er staan naar mijn gevoel in deze richting nog grote dingen voor de deur.

In de lijn van deze ontwikkeling heeft de aardappelmeelindustrie alleen kans op succes, wanneer zij kan steunen op boerenbedrijven, die hieraan actief willen gaan meedoen. In dit opzicht kan deze industrie echter gerust zijn: De bedrijven, die op de levering van fabrieksaardappelen gespecialiseerd zijn, staan voor een dergelijke ontwikkeling zeker open en mo-

gen in staat worden geacht om de gewenste landbouwkundige verbeteringen tot stand te brengen.

4. Verandering van het zetmeel tijdens de fabricage.

De eerste oorzaak voor een kwaliteitsverandering tijdens de fabricage is het gebruik van min of meer hard water om het vruchtwater weg te wassen. Men mag het zetmeel hierbij beschouwen als een ionen-uitwisselaar en zelfs als een bijzonder goede uitwisselaar. Het heeft een groter adsorberend vermogen voor tweewaardige kationen dan bijv. dusariet, en neemt uit een met Na-dusariet onthard water nog aanzienlijke hoeveelheden kalk op.

In de aardappel is maar een beperkte hoeveelheid tweewaardige ionen aanwezig. Na raspen van de knol is dan ook in de brij in hoofdzaak een K-zetmeel aanwezig, waarvan ten hoogste een betrekkelijk gering deel der ionogene plekken met Mg is bezet.

Gaat men nu het vruchtwater wegwassen met leidingwater, dan vervangt men K⁺ door Ca⁺⁺ (of Ca⁺⁺ en Mg⁺⁺), hetgeen de viscositeit verandert. In

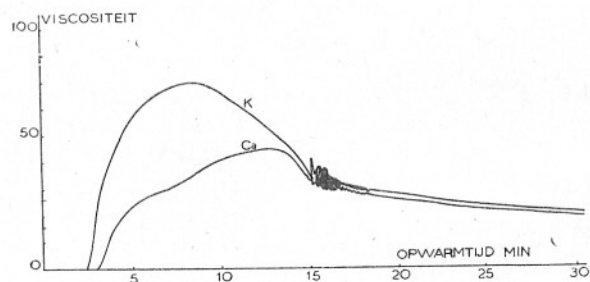


Fig. 6. V I viscosigraafcurven bij 8 %-ige pappen van K- en Ca-zetmeel, bereid uit hetzelfde aardappelmeel (handelsproduct).

fig. 6 vindt U een voorbeeld: De top van het viscosigram daalt, de ligging van de top verschuift naar rechts, maar het verdere deel van de kromme wordt hierdoor weinig of niet beïnvloed.

Deze verandering kan door de aardappelmeelfabriek niet gemakkelijk worden beïnvloed. De hoeveelheid waswater, die voor een goede zuivering nodig is, is te groot om ze te kunnen ontharden. Er is gewoonlijk ongeveer 50 liter water per kg meel nodig. hetgeen voor een fabriek van matige grootte bijv. 300 m³/h betekent. Maar gelukkig is deze verandering — althans in hoofdzaak — nog omkeerbaar. Desgewenst kan uit het eindprodukt het calcium nog worden weggewassen door grote concentraties éénwaardige kationen.

De tweede verandering is niet zo gemakkelijk ongedaan te maken en moet dus met kracht worden bestreden. Wanneer op warme dagen de microbiologische activiteit hoger is dan normaal, worden uit het zetmeel grote hoeveelheden melkzuur gevormd. De pH kan dalen tot beneden 4, in bijzondere omstandigheden zelfs beneden 3.5. Deze concentratie aan waterstofionen is in staat om zowel de eenwaardige als de tweewaardige ionen uit het zetmeel te verdrijven.

Wanneer deze vervanging voor een enigszins belangrijk percentage plaatsvindt, is zij funest voor de eigenschappen van het zetmeel. Bij verwarming van zo'n meel hydroliseert men het, en de viscosigraafcurve daalt dus snel. Door een behandeling met ver-

dund zuur ontstaat een product, dat al naar gelang van de duur en intensiteit der inwerking in eigenschappen nadert tot een „oplosbaar zetmeel” 7).

De verandering in de fabriek grijpt intussen nog sterker in dan een wassing met zuur. Immers ook de fabricage van het melkzuur is gegaan ten koste van het zetmeel, en deze afbraak is op zichzelf al voldoende om de viscositeit te verlagen. Misschien komt hier ook nog fosfaat vrij, maar het bewijs daarvoor is nog niet geleverd.

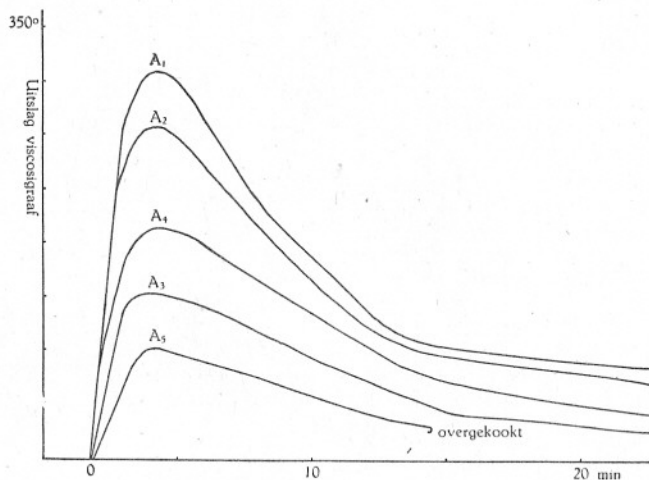


Fig. 7. Viscosigraafcurven van meel, dat gedurende verschillende tijden in een aardappelmeelfabriek in circulatie was.

A_1 : juist vrijgekomen uit verse aardappel.
 A_2 : hoofdproduct (nat).
 A_3 — A_5 : verkregen door verwerking van spoelvroeststoffen.

In fig. 7 ziet men het totale resultaat van deze inwerking. De curve wordt over de gehele lengte verlaagd, en wel des te sterker, naarmate het meel langer in de fabriek in omloop is en dus in sterkere mate is aangetast.

Als laatste factor wil ik noemen de invloed van de droging. Deze moet plaatsvinden bij een temperatuur, die beneden het verstijfselingspunt blijft, d.w.z. zodanig dat nog geen der korrels tot verstijfseling kan overgaan. Hier wordt nog wel eens tegen gezondigd. De zetmeelkorrels hebben dan bij de droging al een deel van het proces doorlopen, dat later bij de verstijfseling zou moeten plaatsvinden. Hun vermogen tot opzwellen (immers de voornaamste eis der gebruikers), gaat dan verloren.

Te warm gedroogde melen geven een viscosigraafcurve met een minder hoge top. Deze kwaliteitsvermindering kan door een nabehandeling niet meer ongedaan gemaakt worden.

4. Verandering van zetmeel bij bewaring.

Voor de meeste scheikundigen is zetmeel een chemisch individu, waarvan men een hoeveelheid inkoop, in een stopfles doet en waarvan men dan aanneemt, dat het tot in lengte van jaren onveranderd zal blijven. Dit is beslist niet het geval. In het zetmeel, zoals dit luchtdroog (d.w.z. met 20 % vocht) wordt afgeleverd, treden veranderingen op. Het fosforgehalte is hier weer de indicator; er ontstaat een hoeveelheid vrij, anorganisch fosfaat, dat langs colorimetrische weg gemakkelijk en nauwkeurig kan worden aangetoond.

Over de aard van deze omzettingen is nog niet veel bekend. In tabel III vindt U enkele veronderstellin-

Tabel III.

Invloed van verschillende behandelingen op de afsplitsing van fosfaat uit aardappelzetmeel, bewaard in dichtgesmolten glazen buizen.

Voorbehandeling	Bewaring gedurende	Temperatuur	mg P_2O_5 /100 g afgesplitst
Buis gevuld met stikstof	1 jaar	kamertemperatuur	2.3
Buis voorzien v. 1 dr. toluol	id.	id.	2.6
Onbehandelde controle	id.	id.	2.9
Meel gewassen met 1 % $HgCl_2$	id.	id.	3.7
Meel gewassen met gedest. water	id.	id.	3.3
Meel gewassen met water	5 mnd.	45—50°	30
Idem met 1 % NH_4F	id.	id.	19
Zelfde meel in buis met 1 dr. formol	id.	id.	55

gen getoetst. De eerste, meest voor de hand liggende hypothese was, dat enzymen uit het aardappelsap zouden zijn achtergebleven, die de ontleding van het zetmeel veroorzaakt zouden hebben. Dit is niet het geval. Door toevoegingen van enzymvergiften als $HgCl_2$, NaF, formol kan de fosfaatafsplitsing niet worden stopgezet, zodat enzymatische activiteit welhaast uitgesloten is. Hiermede vervalt tevens de mogelijkheid, dat micro-organismen in het spel zouden zijn.

Een tweede veronderstelling was, dat een inwerking van de zuurstof van de lucht plaatsvindt. Door zetmeel te bewaren in dichtgesmolten buizen, gevuld met stikstof, komt de reactie echter niet tot stilstand, zodat ook deze hypothese moet worden prijsgegeven.

Tabel IV.

Invloed van de temperatuur op de fosfaatafsplitsing uit aardappelmeel.

Wijze van bewaring	mg P_2O_5 /100 g
1 jaar in ijskast	0.7—1.4
1 jaar in kelder ca. 12°	2.3—3.5
1 jaar in kamer max. ca. 25°	3—5
1 maand bij 50°	14—36
2 h bij 100°	ca. 9.

Zoals blijkt uit tabel IV is de invloed van de temperatuur op de reactiesnelheid heel groot. Er is hier echter niet zoals bij de meeste levensmiddelen een optimum temperatuur voor het bederf, hetgeen eveneens pleit tegen een enzymatisch proces. In de ijskast duurt het enige maanden, voordat anorganisch fosfaat kan worden aangetoond, maar geheel tot stilstand komt de reactie ook onder deze omstandigheden niet.

Er is bijna geen invloed van het vochtgehalte, tenminste in het gebied van ca. 9—26 %. (het is bekend dat zetmeel door nog verder gaande ontwatering, bijv. boven P_2O_5 , ontleedt). Boven 26 % vochtgehalte treedt zeer snel bederf in, meestal door schimmelgroei. (tabel V).

Tenslotte vindt men in tabel VI de invloed van een nabehandeling met alkali. Door behandeling met alkali, waarbij de in het natieve meel aanwezige

Tabel V.

Invloed van vochtgehalte op fosfaatsplitsing in aardappelzetmeel bij bewaring gedurende 1 jaar op ca. 12° C.

Vochtgehalte	mg P ₂ O ₅ /100 g
9.6 %	2.1
18.2 %	2.9
20.0 %	2.5
26.1 %	3.3
26.1 % met 1 dr toluol	3.7

Tabel VI.

Invloed van voorbehandeling van zetmeel met alkali op de fosfaatsplitsing bij bewaring gedurende 5 maanden op 45—50° C.

Voorbehandeling	mg P ₂ O ₅ /100 g
100 g zetmeel geschud met 100 cm ³ water	—
idem met 0.01 N NaOH	33
idem met 0.02 N NaOH	15
idem met 0.05 N NaOH	12
	8

waterstofionen door K⁺ of Na⁺ vervangen worden, wordt de fosfaatsplitsing geremd.

De invloed van deze afsplitsing op de rheologische eigenschappen van het zetmeel wordt gedemonstreerd in fig. 8. De hoge top van curven van aardappelzetmeel blijkt door de veroudering sterk te zijn gedaald.

5. Slotbeschouwing.

Met deze drie capita selecta van het zetmeelonderzoek hoop ik U een indruk te hebben gegeven van de talrijke vraagstukken, waarmee de aardappelmeel-industrie te maken krijgt. In elk van deze drie gevallen is een dieper inzicht ons nog onthouden en komt de wens op om door fundamenteel onderzoek ons inzicht te verruimen. Maar tevens leveren de bekende

- ¹⁾ O.a. Radley, J. A., Starch and its derivatives, London 1943; Kerr, R. W., Chemistry and industry of starch, New York 1944 en 1950; Badenhuizen, N. P., De chemie en de biologie van het zetmeel, Utrecht 1949.
- ²⁾ Samec, M., Kolloidchem. Beihefte 4, 132 (1912).
- ³⁾ Willigen, A. H. A. de, Hofstee, J. en Groot, P. W. de, Chem. Weekblad 44, 422 (1948); Hofstee, J., Chem. Weekblad 46, 515 (1950).

gegevens reeds nu perspectieven op voor praktische toepassing, zodat ontwikkeling en fundamenteel onderzoek hand in hand kunnen gaan.

Voor deze industrie, die een van de belangrijkste is in deze omgeving, komen we tot de conclusie dat het product niet is een ruwe grondstof, waar niets meer aan te verbeteren zou zijn. Er vloeien integendeel uit deze en dergelijke onderzoeken steeds

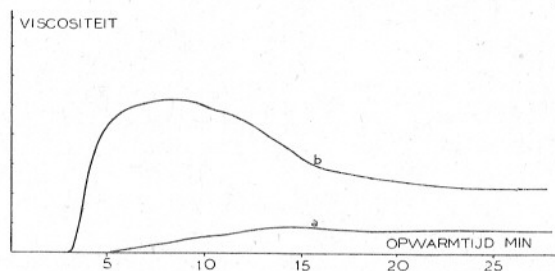


Fig. 8. Vergelijking van aardappelmeel na bewaring in de warmte en na bewaring in de ijskast. VI viscosigraafcurven van 8 %-ige pappen.

b. uit de ijskast; a. in de warmte bewaard.

meer suggesties voort ter verbetering van de kwaliteit van het product. Een verbetering betekent dan meestal, dat de hoeveelheid, die voor een bepaalde toepassing nodig is, verminderd kan worden, zodat het product daardoor beter in staat wordt te concurreren tegen zetmelen van andere herkomst.

Er zijn in de laatste jaren reeds grote verbeteringen in de fabricage aangebracht. Niettemin openen zich nog ruime perspectieven dat deze exportindustrie door samenwerking van deskundigen van allerlei aard — en niet het minst van scheikundigen van allerlei richting — nog beter zal kunnen worden toegerust in zijn concurrentiestrijd. Het belang van deze bij uitstek regionale landbouw en industrie is in dit opzicht tevens een nationaal belang.

- ⁴⁾ Geddes, W. F., Cereal Chem. 21, 335 (1944); Kesler, C. C. en Bechtel, W. G., Anal. Chem. 19, 16 (1947); Selling, H. J. en Lamoen, F. L. J. van, Chem. Weekblad 43, 602 (1947).
- ⁵⁾ Hanes, C. S., Proc. Roy. Soc. London 129 B, 205 (1940); Nature 145, 348 (1940).
- ⁶⁾ Bourne, E. J. en Peat, S., J. Chem. Soc. 1945, 877.
- ⁷⁾ Wiegand, E., Kolloid-Z. 74, 58 (1936).