

Projectnr.: 505.0020

Ontwikkeling van microscopische onderzoekmethoden voor diverse landbouw- en visserijproducten.

Projectleider: drs. W.J.H.J. de Jong

Rapport 92.12

Maart 1992

MICROSCOPISCHE IDENTIFICATIE VAN VERDIKKINGSMIDDELEN EN GELEERMIDDELEN

drs. W.J.H.J. de Jong

Afdeling: Microscopie

DLO-Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT-DLO)

Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen

Postbus 230, 6700 AE Wageningen

Telefoon 08370-75400

Telex 75180 RIKIL

Telefax 08370-17717

Copyright 1992, DLO-Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT-DLO).
Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

VERZENDLIJST

INTERN:

directeur

hoofden onderzoekafdelingen

projectleider

programmabeheer en informatieverzorging (2x)

afdeling Microscopie (5x)

circulatie

bibliotheek (3x)

EXTERN:

Dienst Landbouwkundig Onderzoek

Directie Wetenschap en Technologie

Directie Milieu, Kwaliteit en Voeding

Laboratorium/Belastingdienst, Amsterdam

Informatie en Kennis Centrum, Ede

Redactie Ware(n)-Chemicus

ABSTRACT

Microscopische identificatie van verdikkingsmiddelen en geleermiddelen
Microscopical identification of thickening agents and gelling agents (in Dutch)

Report 92.12

March 1992

drs. W.J.H.J. de Jong

DLO-State Institute for Quality Control of Agricultural Products (RIKILT-DLO)
PO Box 230, 6700 AE Wageningen, The Netherlands

5 figures, 1 table, 45 pages, 20 references.

Various microscopical techniques are useful for the identification of food additives. In this report a survey is given of microscopical identification methods of widely used thickening and gelling agents. Relevant information is given of the origin, structure and characteristic features of these products. Based on the results of the microscopical investigations an identification scheme is drawn up.

Keywords: thickening agents, gelling agents, microscopical identification.

INHOUD	<u>blz</u>
ABSTRACT	1
1. INLEIDING	5
2. MATERIAAL EN METHODEN	6
2.1 Monstermateriaal	6
2.2 Methoden microscopisch onderzoek	6
3. RESULTATEN EN DISCUSSIE	8
3.1 Verdikkingsmiddelen en geleermiddelen uit landplanten	8
3.1.1 Johannesbroodpitmeel	8
3.1.2 Guarmeel	10
3.1.3 Taragom	12
3.1.4 Tamarindezaadgom	14
3.1.5 Psylliumzaadgom	15
3.1.6 Pectine	17
3.1.7 Arabische gom	19
3.1.8 Ghattigom	21
3.1.9 Tragacanth	22
3.1.10 Karayagom	25
3.1.11 Konjakugom	26
3.1.12 Cellulose	28
3.2 Verdikkingsmiddelen en geleermiddelen uit zeeplanten	30
3.2.1 Alginezuur	30
3.2.2 Alginaten	32
3.2.3 Agar-agar	33
3.2.4 Carrageen	35
3.3 Verdikkingsmiddelen en geleermiddelen van andere oorsprong	38
3.3.1 Xanthaangom	38
3.3.2 Gelatine	39
4. IDENTIFICATIESCHEMA	40
5. CONCLUSIE	42

LITERATUUR

42

REGISTER

45

()

()

1. INLEIDING

Verdikkingsmiddelen en geleermiddelen zijn hydrophiele macromoleculaire stoffen die in water al bij lage concentraties hoogvisceuze kolloidale oplossingen geven. Men onderscheidt deze hydrokolloïden vaak naar hun toepassing. Zo zijn emulgatoren en stabilisatoren producten die toegevoegd worden aan voedingsmiddelen om een gelijkmatige verdeling van twee of meer niet mengbare fasen tot stand te brengen. Verdikkingsmiddelen zijn stoffen die de viscositeit van een oplossing verhogen en geleermiddelen geven bij oplossen een geleïchtige consistentie.

Verdikkingsmiddelen en geleermiddelen worden ook wel ingedeeld naar hun herkomst zoals verdikkingsmiddelen afkomstig van landplanten, van zeeplanten (wieren) en van andere oorsprong. Om praktische redenen wordt deze laatste indeling hier gevolgd.

In het kader van de toepassing van het Tarief van Invoerrechten of het In- en Uitvoerbesluit Landbouwgoederen worden aan het RIKILT-DLO regelmatig monsters van verdikkingsmiddelen en geleermiddelen voor onderzoek op identiteit of botanische herkomst en zuiverheid aangeboden.

De identificatie kan zowel chemisch als microscopisch plaats vinden. In de literatuur wordt een groot aantal chemische methoden voor de identificatie van verdikkingsmiddelen beschreven (GC, HPLC, GPC en elektroforese). Het aantal artikelen over de microscopische identificatie is daarentegen vrij beperkt.

Door microscopisch onderzoek en met behulp van een aantal testen is het echter in de meeste gevallen mogelijk om de identiteit en de zuiverheid van een preparaat vast te stellen. De voordelen van de microscopische methode zijn dat er slechts weinig monstermateriaal nodig is en de vorm van de oorspronkelijke deeltjes kan worden onderzocht. Verder kan men vaststellen of de stof enkelvoudig is dan wel een mengsel. Bovendien is voor het microscopisch onderzoek betrekkelijk weinig voorbereidings- en waarnemingstijd nodig.

In dit overzicht wordt naast de beschrijving van de microscopische identificatie van een aantal verdikkingsmiddelen en geleermiddelen tevens aandacht besteed aan herkomst en specifieke eigenschappen van deze producten.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Monstermateriaal

Bij het ontwikkelen van microscopische methoden voor de identificatie van verdikkingsmiddelen en geleermiddelen is gebruik gemaakt van praktijkmonsters. Monsters verdikkingsmiddelen en

geleermiddelen worden regelmatig aan het RIKILT-DLO aangeboden voor onderzoek op identiteit en zuiverheid in het kader van de wettelijke controle van diverse landbouwregelingen zoals het Tarief van Invoerrechten en het In- en Uitvoerbesluit Landbouwgoederen.

2.2 Methoden microscopisch onderzoek

Microscopisch onderzoek voor de identificatie van een verdikkingsmiddel kan als volgt worden uitgevoerd. Allereerst wordt het preparaat met een stereomicroscopie onderzocht (vergroting 8X tot 50X). Hierbij kan vastgesteld worden of het preparaat een homogene structuur heeft en of andere bestanddelen of verontreinigingen aanwezig zijn. De geur, kleur en smaak van het preparaat kunnen vaak al een goede indicatie geven over de identiteit. Een zeer geringe hoeveelheid van het te onderzoeken monstermateriaal wordt op een aantal voorwerpglasjes gebracht. Vervolgens worden een of twee druppels van een beperkt aantal reagentia of inbedmiddelen toegevoegd. Onder de microscoop worden de preparaten onderzocht (vergroting 160X en 400X) op een aantal aspecten zoals oplosbaarheid, kleuring en/of microchemische reacties van de poederdeeltjes.

- In een paraffineoliepreparaat lossen de poederdeeltjes niet op. Paraffineolie is een indifferent inbedmiddel. De vorm van de deeltjes is goed waar te nemen. Onderscheid kan gemaakt worden in gespreidroogde, vezelige en kristallijne producten. Onzuiverheden van het uitgangsmateriaal (plantaardige weefsels) of extra toegevoegde stoffen - zoals suikers, wijnsteenzuur of citroenzuur - kunnen worden vastgesteld.
- In gepolariseerd licht kan worden waargenomen of de poederdeeltjes al of niet anisotroop (dubbelbrekend) zijn.
- Een preparaat van de celwandfractie wordt bereid door een hoeveelheid monstermateriaal te koken in salpeterzuur (10%). Na filtreren over een fijnmazig filter (b.v. met een maaswijdte van 30 micrometer) wordt het materiaal nogmaals gekookt in natronloog (2,5%) en op dezelfde wijze uitgewassen. Het residu bevat ondermeer celwandmateriaal dat vaak voor het uitgangsmateriaal zeer karakteristiek is.

- In een joodjoodkaliumpreparaat (0,5% jodium en 1% kaliumjodide in water) kan de aanwezigheid van zetmeel (blauw) en dextrinen (roodbruin) worden vastgesteld. Bepaalde verdikkingsmiddelen bevatten van nature zetmeel. Ook kan op deze wijze toegevoegd zetmeel worden aangetoond. Bepaalde celinhoudstoffen bijvoorbeeld van guar kleuren met dit reagens heel specifiek (Deutschmann 1976).
- Een veel toegepaste kleurstof voor het aantonen van pectines is rutheniumrood (Schilt 1961). Het is aan te bevelen om de kleurstofoplossing steeds vers te bereiden door enkele kristallen rutheniumrood in een druppel water op een voorwerpglasje op te lossen alvorens het te onderzoeken poeder toe te voegen.
- Met anilineblauw (0,2% in water) reageren bepaalde verdikkingsmiddelen zoals agar-agar zeer karakteristiek (Czaja 1967).
- De kleurstof methyleenblauw (0,1% in water) wordt toegepast om anionisch reagerende verdikkingsmiddelen aan te tonen (Schoch 1956).
- Met het chloorzinkjodiumreagens (20 g zinkchloride, 6,5 g kaliumjodide, 0,15 g jodium in 8 ml water) wordt cellulose blauwviolet gekleurd. Het preparaat dient voor deze reactie voorzichtig verwarmd te worden. Bepaalde verdikkingsmiddelen bevatten een geringe hoeveelheid cellulose, andere - zoals microcellulose - bestaan geheel uit cellulose. Ook de wijze van oplossen in dit reagens kan karakteristiek zijn voor bepaalde verdikkingsmiddelen (Schilt 1961).
- Een specifieke test op de aanwezigheid van glucose kan worden uitgevoerd met een glucosteststrip. Glucose wordt evenals saccharose soms in verdikkingsmiddelen toegepast om de geleersterkte te standaardiseren.
- Door het toevoegen van een of twee druppels waterstofperoxide (3%) aan een kleine hoeveelheid van een verdikkingsmiddel kan de aanwezigheid van het enzym peroxydase worden vastgesteld door de ontwikkeling van zuurstofbelletjes in het preparaat. Bepaalde bestanddelen zoals delen van de zaadhuid, die als verontreiniging in het poeder aanwezig kunnen zijn, vertonen een sterke reactie.
- Voor het aantonen van eiwitten, die in bepaalde verdikkingsmiddelen voorkomen zoals bijvoorbeeld in johannesbroodpitmeel (ca. 7% eiwit) kan de ninhydrinetest worden toegepast. Het reagens is vers te bereiden door enkele ninhydrinekristallen in een of twee druppels water op te lossen. Nadat een weinig monstermateriaal is toegevoegd dient het preparaat voorzichtig verwarmd te worden, waarbij bij de aanwezigheid van eiwitten een paarse verkleuring van de deeltjes ontstaat.
- In gedestilleerd water kan de oplosbaarheid en de oplossnelheid van een verdikkingsmiddel worden nagegaan. De meeste verdikkingsmiddelen lossen niet op in koud water maar zwellen wel op. In alcohol vlokken de meeste verdikkingsmiddelen uit. Bepaalde cellulosederivaten vormen hierop een uitzondering.

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1 Verdikkingsmiddelen en geleermiddelen uit landplanten

3.1.1 Johannesbroodpitmeel E410

Johannesbroodpitmeel is het gemalen endosperm van de zaden van de johannesbroodboom, *Ceratonia siliqua* L. Taub. fam. Leguminosae (Fabaceae). De boom komt voor in het Middellands zeegebied. Het meel bestaat uit een hydrokolloidaal polysaccharide met een hoog molecuulgewicht (>200.000) hoofdzakelijk opgebouwd uit galactose- en mannose-eenheden (galcatomannaan in een verhouding 4 : 1). Het bevat verder pentosanen (maximaal 4%), eiwit (ca. 7%), cellulose (ca. 1%), as (1,2%) en vocht (ca. 10%).

Eigenschappen van johannesbroodpitmeel

Johannesbroodpitmeel lost op in heet water, in alcohol is het onoplosbaar en in koud water niet volledig oplosbaar. Gecombineerd met xanthaangom geeft het een viscositeitsverhoging tot gelvorming toe. De eigenschappen van andere verdikkingsmiddelen kunnen door het toevoegen van johannesbroodpitmeel verbeterd worden. Door modificatie van het polysaccharide door een fysische of chemische behandeling kunnen de gelvormende eigenschappen (viscositeit, oplosbaarheid) worden verbeterd of gestabiliseerd. Johannesbroodpitmeel kan door het toevoegen van suiker (glucose, saccharose) gestandaardiseerd zijn met het doel een gelijkblijvende werking bij het gebruik te handhaven. Het gehalte aan toegevoegde suiker bedraagt in het algemeen niet meer dan 25%. Wanneer het produkt te vochtig bewaard is geweest, is het mogelijk dat er gistcellen in voorkomen.

Microscopische identificatie van johannesbroodpitmeel

In de handel vindt men slechts meelvormige produkten met verschillende zuiverheid en fijnheid. De kleur van het meel kan variëren van wit tot bruingeel. Afhankelijk van de scheiding van het endosperm zijn delen van de zaadhuid soms in de vorm van donkere stippen herkenbaar. De geur van johannesbroodpitmeel is fruitig, de smaak flauw slijmig.

- In een paraffineoliepreparaat zijn zeer onregelmatig gevormde kleurloze brokstukjes met scherpe hoeken en randen waarneembaar. Enkele deeltjes zijn bruin gekleurd (delen van de zaadhuid) en enkele grijs gekleurd (mogelijk gecollabreerde cellen van het perisperm).
- In gepolariseerd licht zijn de grotere deeltjes sterk dubbelbrekend evenals de palissadecellen uit de zaadhuid. De grijsgekleurde deeltjes zijn niet dubbelbrekend.

- In een preparaat van de celwandfractie kunnen vaak nog enkele stukjes van de zaadhuid worden gevonden. Van belang is met name de palissadelaag. De palissadecellen zijn ca. 150 micrometer lang en slank met een naar onderen breder wordend lumen. Ze zijn aan de buitenzijde verslijmd, zodat de einden niet meer waar te nemen zijn (weggekookt). Soms vindt men nog een complete palissadecel. In gepolariseerd licht is dan te zien dat het verslijmd gedeelte niet dubbelbrekend is. Veel palissadecellen van leguminosenzaden vertonen in dwarsdoorsneden op eenderde van de buitenzijde (of minder) een zogenaamde lichtlijn. Ook bij de palissadelaag van johannesbroodpitten is een lichtlijn op ca. 15 micrometer vanaf de buitenzijde van de cellen waar te nemen. Daarbij moet men er rekening mee houden, dat de buitenste delen van de cellen verslijmd kunnen zijn. De schijnbaar geringe afstand van de lichtlijn tot de buitenkant van de palissaden is kenmerkend voor johannesbroodpitmeel. Hiermede onderscheidt het zich duidelijk van taragom. Dit is eveneens een verdikkingsmiddel dat uit de zaden van een leguminosensoort wordt bereid. Bij tarazaad is de afstand van de lichtlijn tot de buitenzijde van de palissaden groter namelijk ca. 30 micrometer.

Fig. 1. Johannesbroodpitmeel, palissadecellen (100X).

- In een joodjoodkaliumpreparaat blijven de opgezwollen celwanden ongekleurd, de celinhoud wordt geelbruin. Opvallend is daardoor de typische maasvormige structuur van de cellen met duidelijk gestrekte cellumen. Soms lijkt het of de bruine inhoud door gaat van cel tot cel. Dit beeld is zeer karakteristiek voor johannesbroodpitmeel.

- In een rutheniumroodpreparaat worden de celwanden niet gekleurd, de smalle lumina worden soms licht rood gekleurd.
- In een anilineblauwpreparaat blijven de celwanden ongekleurd. De lumina worden daarentegen zeer intensief blauw gekleurd.
- Met methyleenblauw kleuren de celwanden en de lumina intensief blauw. Het gezwollen plantenslijm wordt echter slechts zeer licht blauw gekleurd. Als het meel door een chemische modificatie anionisch reageert b.v. door oxidatie, zal het slijm echter sterk blauw kleuren.
- De celwanden kleuren met chloorzinkjodium na enige tijd verwarmen niet of zeer licht paarsblauw (cellulose).
- De glucosetest op johannesbroodpitmeel is negatief tenzij glucose is toegevoegd om de geleersterkte te standaardiseren.
- In een oplossing van waterstofperoxide wordt geen zuurstof gevormd.
- De ninhydrinetest is positief (eiwitreactie). Johannesbroodpitmeel bevat ca. 7% eiwit.
- Bij de oplosbaarheidstest in water lost johannesbroodpitmeel niet op in koud water maar wel in water van 80 a 90 graden celsius. Door het toevoegen van een kleine hoeveelheid borax aan een oplossing van johannesbroodpitmeel in water vormt zich een transparante gel. De deeltjes lossen niet op in alcohol.

3.1.2 Guarpitmeel E412

Guarpitmeel is het gemalen endosperm van de zaden van de guarplant, *Cyamopsis tetragonolobus* L. Taub. fam. Leguminosae (Fabaceae). Andere namen van de plant zijn ondermeer *Lotus tetragonolobus*, *Tetragonolobus purpureus* en *Cyamopsis psoralioides*. De plant stamt vermoedelijk uit Centraal Afrika. In Indonesië, India en Pakistan wordt zij verbouwd als groenvoeder en groenbemester. Sinds de vijftiger jaren wordt de plant op de eerste plaats geteeld voor de productie van het verdikkingsmiddel (India, Texas). Het meel bestaat uit een hydrokolloidaal polysaccharide met een hoog molecuulgewicht opgebouwd uit galactose- en mannose-eenheden in de verhouding 2 : 1 (galactomannaan). Het bevat verder cellulose (ca. 3%), eiwit (ca. 7%), as (ca. 1,5%) en vocht (ca. 10%). In de kwalitatieve samenstelling bestaat geen significant onderscheid tussen johannesbroodpitmeel en guarpitmeel.

Eigenschappen van guarpitmeel

Guarpitmeel is ook in koud water goed oplosbaar. Gecombineerd met xanthaangom en andere gommen geeft het een viscositeitsstijging tot gelvorming toe. Chemische en fysische modificaties van guarpitmeel worden soms toegepast om de viscositeit of oplosbaarheid te verbeteren.

Guarpitmeel kan door de toevoeging van suikers (saccharose, glucose) gestandaardiseerd zijn met het doel een gelijkblijvende werking bij het gebruik te handhaven. Bij het te vochtig bewaren van het produkt kunnen zich gistcellen ontwikkelen.

Microscopische identificatie van guarpitmeel

Guarpitmeel is een wit tot geelachtig wit vrijwel reukloos poeder. Soms heeft het een "bonengeur". De smaak is flauw. In het poeder zijn meestal zaadschilfragmenten te herkennen. Deze stukjes zaadhuid zijn lichtgrijs tot wit van kleur, dit in tegenstelling tot de zaadhuidjes in johannesbroodpitmeel, die donkerbruin van kleur zijn.

- In een paraffineoliepreparaat zijn onregelmatig gevormde deeltjes waarneembaar. Opvallend is de enigszins vezelige langwerpige structuur.
- In gepolariseerd licht zijn de deeltjes sterk dubbelbrekend. Soms zijn de deeltjes met lucht gevuld en schijnen zwart.
- In een preparaat van de celwandfractie worden vaak stukjes van de zaadhuid aangetroffen. Deze zijn ongeveer 180 micrometer dik en bestaan uit palissadecellen, dragercellen en sponsparenchym. De palissaden zijn ongelijk van lengte van 65 tot 80 micrometer. Ze vormen een soort knobbeltjes op het oppervlak van de zaadhuid, waarbij ongeveer 50 palissadecellen betrokken zijn. Dit geeft het guarzaad zijn knobbelig uiterlijk. De dragercellen zijn van het zogenaamde melkkantype, waarbij in het bovenste deel van de cellen een insnoering voorkomt. Hierin onderscheiden zich de dragercellen van guar van de dragercellen van vele andere leguminosensoorten, waarbij het zandloper-type overheerst. Door de aanwezigheid van enkele dragercellen van het melkkantype in verdikkingsmiddelen is met zekerheid vast te stellen dat guarpitmeel is gebruikt.

Fig.2. Guarpitmeel: palissadecellen en dragercellen (100X).

- In de joodjoodkaliumoplossing zwellen de dikwandige slijmcellen op. Karakteristiek zijn de weefselstukjes, die uit dikwandige polygonale cellen bestaan, waarvan de lumina met joodjoodkalium geelbruin gekleurd worden. Iedere celinhoud ligt min of meer geïsoleerd, waardoor als het ware een gestippeld beeld ontstaat zonder verbindingslijnen tussen de afzonderlijke lumina. Hierin ligt het onderscheid met johannesbroodpitmeel en taragom.
- In een rutheniumroodpreparaat kleuren de lumina van de slijmcellen evenals de dragercellen en palissadecellen intensief rood. De gezwollen celwanden kleuren niet.
- In een anilineblauwpreparaat worden met name de lumina van de endospermcellen donkerblauw gekleurd.
- Met methyleenblauw worden eveneens de lumina donkerblauw gekleurd terwijl de gezwollen celwanden niet of zeer licht blauw kleuren.
- De celwanden kleuren met chloorzinkjodium na enige tijd verwarmen niet. De lumina kleuren licht geel.
- De glucosetest op guarpitmeel is negatief tenzij glucose is toegevoegd om het verdikkingsmiddel te standaardiseren.
- De microchemische reactie met waterstofperoxide is negatief. Er wordt geen zuurstof gevormd.
- De ninhydrinetest is positief (eiwitreactie). Guarpitmeel bevat ca. 7% eiwit.
- Bij de oplosbaarheidstest in water lost guarpitmeel op in koud en warm water maar niet in alcohol. Bij toevoeging van een geringe hoeveelheid borax aan een oplossing van guarpitmeel wordt een transparante gel gevormd.

3.1.3 Taragom

Taragom wordt bereid uit het slijmendosperm van de zaden van de taraboom, *Caesalpinia spinosa* (Mol.) O. Kuntze = *C. tinctoria* (H.B.K.) Dombey, fam. Leguminosae (Fabaceae). Deze boom komt voor in de Peruviaanse Andes. Het handelsprodukt bestaat uit de gemalen peulen (tara powder, guarango), dat 35 tot 55% looistof en een zwarte kleurstof bevat. Uit de slijmendospermen van de zaden wordt sinds de jaren vijftig ook een verdikkingsmiddel bereid. De zaden vertonen een grote overeenkomst met johannesbroodzaden. Taragom bestaat uit galactomannaan, een hoogmoleculair polysaccharide dat opgebouwd is uit galactose en mannose (in de verhouding 3 : 1). Voor wat betreft de samenstelling komt taragom overeen met guarpitmeel.

Eigenschappen van taragom

Taragom komt in eigenschappen overeen met guarpitmeel en johannesbroodpitmeel.

Microscopische identificatie van taragom

Taragom is een wit, grijswit of geelwit bijna reukloos poeder. Afhankelijk van de reiniging zijn in het poeder duidelijk de bruine stukjes van de zaadhuid te herkennen.

- In een paraffineoliepreparaat zijn de onregelmatige brokjes endosperm en enkele delen van de zaadhuid waar te nemen. In gepolariseerd licht blijken met name de deeltjes van het endosperm nauwelijks dubbelbrekend. Daarentegen zijn de palissadecellen vanaf de lichtlijn sterk dubbelbrekend.
- In een preparaat van de celwandfractie worden meestal delen van de zaadhuid aangetroffen. De palissadecellen zijn ca. 170 micrometer lang. De dragercellen zijn daarentegen erg klein. Het buitenste deel van de palissadecellen zwelt in tegenstelling tot deze cellen bij johannesbroodpitmeel niet op. De lichtlijn bevindt zich dientengevolge verder van de buitenrand van de palissadecellen (ca. 30 micrometer). In het oppervlaktebeeld vertonen de palissadecellen de voor leguminosen typische kleincellige bouw. De celwanden van de dragercellen zijn sterk verdikt wat ook in het oppervlakte beeld goed tot uiting komt.
- In een joodjoodkaliumpreparaat lijkt taragom sterk op guarpitmeel. De celwanden verslijmen sterk en vertonen een gelaagdheid die zowel bij guarpitmeel als bij johannesbroodpitmeel niet te zien is. De lumina worden donker geel tot bruin gekleurd en ze lijken door draden of strengen met elkaar verbonden. Dit beeld wordt door Deutschmann omschreven als het "atomium-model uit Brussel".
- In een rutheniumroodpreparaat worden de celwanden niet gekleurd, de lumina worden soms licht rood gekleurd. De in het produkt aanwezige verontreinigingen kleuren intensief rood.
- In een anilineblauwpreparaat blijven de gezwollen celwanden ongekleurd en de lumina kleuren licht blauw.
- In een methyleenblauwpreparaat zijn de verslijmde celwanden licht blauw gekleurd (gelaagde structuur) en de lumina zijn donkerblauw gekleurd.
- In een chloorzinkjodidpreparaat treedt geen blauwkleuring op (geen cellulose-reaktie).
- De glucosetest op tarameel is negatief.
- De peroxydasetest met waterstofperoxide is negatief. In het preparaat wordt geen zuurstof gevormd.
- De ninhydrinetest is zwak positief (eiwitreaktie).
- Taragom lost niet op in koud water en maar gedeeltelijk in warm water. Door het toevoegen van een kleine hoeveelheid borax aan de opgeloste taragom wordt een transparante gel gevormd.

3.1.4 Tamarindezaadgom

Tamarindezaadgom wordt bereid door het vermalen van de geschilde zaden van de tamarindeboom *Tamarindus indica* L. fam. Leguminosae (Fabaceae). De productie vindt plaats in Indonesië. De meeste gom wordt in de lokale textielindustrie toegepast, slechts een klein deel wordt geëxporteerd. Het in het meel aanwezige polysaccharide bestaat uit glucose, galactose en xylose. Het vormt een gel met suikers en zuren zoals pectine. Een andere naam is dan ook tamarindepectine. Naast koolhydraten (ca. 60 tot 70%) bevat tamarindezaadgom vocht (ca. 8 tot 14%), eiwit (ca. 12 tot 18%), vet (ca. 5 tot 8%) en as (ca. 2 tot 4%).

Eigenschappen van tamarindezaadgom

In koud water is tamarindezaadgom slechts weinig oplosbaar. Bij het opkoken treedt verstijfseling op zoals bij zetmeel. Er ontstaat een troebele oplossing of een stijfsel. De eigenschappen kunnen door een thermische of chemische behandeling gewijzigd zijn.

Microscopische identificatie van tamarindezaadgom

Tamarindezaadgom bestaat uit een grauwwit tot crèmekleurig poeder. Het heeft een melige mufte geur. In het gemalen produkt kunnen kleine stukjes van de zaadhuid worden vastgesteld.

- In een paraffineoliepreparaat zijn onregelmatig gevormde deeltjes waarneembaar van ca. 3 micrometer doorsnede. Ook conglomeraten van deze deeltjes tot een doorsnede van 60 micrometer komen voor.
- In gepolariseerd licht vertonen de deeltjes een sterke dubbelbreking.
- In een preparaat van de celwandfractie kunnen fragmenten van de zaadhuid worden teruggevonden. Met name in gepolariseerd licht zijn de dubbelbrekende palissadecellen zeer opvallend. Deze cellen zijn smal en ze zijn ca. 60 micrometer lang. De palissadecellen kunnen ook in twee lagen voorkomen en zijn dan gezamenlijk ca. 120 micrometer lang. In plaats van een dubbele laag palissadecellen kan het ook zijn dat het gaat om een rij palissadecellen waarbij in het midden van deze cellen een onderbreking zit in de vorm van een wratje. De palissaden nemen naar de hilum toe in lengte tot ca. 250 micrometer.
- In joodjoodkalium worden de deeltjes gedeeltelijk blauw met een licht groene zweem en gedeeltelijk geel tot roodbruin gekleurd. De blauwe en de geelbruine deeltjes zijn voor een deel gescheiden maar ook samengesteld waar te nemen. Deze meerkleurige verschijningsvorm biedt de mogelijkheid om tamarindezaadgom te onderscheiden van alle andere gommen.
- In een rutheniumroodpreparaat wordt een gedeelte van de deeltjes roserood gekleurd. De rest blijft ongekleurd.

- In een anilineblauwpreparaat worden de deeltjes lichtblauw gekleurd.
- Met methyleenblauw worden de deeltjes intensief donkerblauw gekleurd.
- In chloorzinkjodium treedt na voorzichtig verwarmen geen violetkleuring op (geen cellulose-
aktie).
- De glucosetest op tamarindezaadgom is negatief.
- De microchemische reactie op peroxydase met waterstofperoxide is negatief.
- De ninhydrinetest is positief (eiwitreactie).
- Bij de oplosbaarheidstest in koud water zwellen de deeltjes van tamarindezaadgom op en
vormen een troebele suspensie. Bij het opkoken treedt een verstijfselingsproces op dat
overeenkomt met dat van zetmeel. Er ontstaat een matte witgekleurde oplossing of een
stijfsel.

3.1.5 Psylliumzaadgom

De zaden van de diverse weegbreesoorten (fam. Plantaginaceae) worden gebruikt voor de commerciële productie van psylliumzaadgom zoals *Plantago ovata* Forsk. in India en de V.S. (Arizona), *P. indica* L. in Frankrijk en *P. psyllium* L. in Spanje. *P. psyllium* of vlozaad komt voor in het Middellands Zeegebied. Bij de zaden is het mogelijk om de slijmvormende epidermis machinaal te verwijderen. In water zwellen deze epidermiscellen sterk op. De zuivere gom wordt verkregen door de epidermiscellen te extraheren met heet water. Meestal wordt psylliumzaadgom echter gebruikt in de vorm van de gemalen epidermiscellen. Het produkt komt onder de naam Metamucyl in de handel. Het vindt voornamelijk toepassing als laxeermiddel in combinatie met agar of een andere gom en glucose. Het Indiase produkt wordt isabgol genoemd. Psylliumzaadgom bestaat uit verscheidene polysacchariden waaronder ook galacturonzuur.

Eigenschappen van psylliumzaadgom

Na inweken in water zwellen de epidermiscellen sterk op en vormen een doorzichtige grijze visceuze massa. De gom is niet oplosbaar in alcohol.

Microscopische identificatie van psylliumzaadgom

Psylliumzaadgom bestaat uit witte of licht gele epidermiscellen met daarnaast een aantal licht en donker bruin gekleurde verontreinigingen zoals zaadhuidjes, endosperm en kaf. Het gemalen produkt bestaat uit een licht geelbeige reukloos poeder met afhankelijk van de zuiverheid een aantal bruine stippen.

- In een paraffineoliepreparaat zijn de transparante onregelmatig gevormde stukjes van de epidermis duidelijk te herkennen aan de ca. 60 micrometer grote polygonale cellen.
- In gepolariseerd licht vertonen de epidermiscellen dubbelbreking. Deze dubbelbreking is veel minder dan die van kristallijn glucose wat wel eens wordt toegevoegd.
- In een preparaat van de celwandfractie bevinden zich de epidermiscellen maar ook andere weefselbestanddelen.

Fig.3 Psylliumzaadgom: slijmepidermis (100X).

- In joodjoodkalium zwellen de epidermiscellen cel voor cel sterk op en ze vormen transparante slijmlagen zonder specifieke kleuring. De opzwellende epidermiscellen vertonen een soort gelaagdheid rondom een stukje epidermisweefsel. Deze manier van slijmvorming door epidermiscellen is specifiek voor weegbreezaden en wordt bij andere zaden, die ook een slijmvormende epidermis hebben zoals lijnzaad en mosterdzaad, niet waargenomen. De slijmcellen vertonen geen dubbelbreking in gepolariseerd licht.
- In een rutheniumroodpreparaat vindt ophoping van de rode kleurstof in het oppervlak van de slijmcellen plaats.
- In een anilineblauwpreparaat blijven de gezwollen slijmcellen ongekleurd.
- In methyleenblauw vindt ophoping van de blauwe kleurstof in het slijm plaats.
- In een chloorzinkjodiupreparaat treedt na voorzichtig verwarmen geen violetkleuring op (geen cellulosereactie).

- De glucosetest op psylliumzaadgom is negatief. Bij het preparaat waaraan glucose is toegevoegd, is deze reactie uiteraard positief.
- Bij de peroxydasetest met waterstofperoxide is de reactie met de slijmcellen negatief maar met de stukjes van de zaadhuid sterk positief.
- De ninhydrinetest is zwak positief. Met name de zaadhuiddeeltjes en endospermdeeltjes kleuren violet (eiwitreactie).
- Bij de oplosbaarheidstest in koud water zwelt psylliumzaadgom sterk op. Na verwarmen vormt zich een transparante oplossing of een gel. Psylliumzaadgom lost niet op in alcohol.

3.1.6 Pectine E440

Pectine wordt bereid uit geschikt eetbaar plantaardig materiaal zoals uit citrusvruchten of appels door een extractie met aangezuurd water (pH 1,5-3,0) bij 60 tot 100 graden Celsius, gevolgd door het neerslaan met alcohol (methanol, ethanol of isopropanol). Het neerslag wordt in vacuo gedroogd en tot een fijn poeder vermalen. Droge preparaten van citruspectinen kunnen ook door sproeidrogen bereid zijn. Bijzonder rijk aan pectine is appelpulp. Pectine dient als kitsubstantie tussen de cellen en zorgt voor samenhang tussen de weefsels. Een enzymatische of chemische pectineafbraak zorgt voor het uiteenvallen van weefsels in afzonderlijke cellen. Pectine is opgebouwd uit galacturonzuur-eenheden. De carboxylgroepen zijn gedeeltelijk veresterd met methanol. Als meer dan 50% van de carboxylgroepen veresterd is spreekt men van hoogveresterde pectine anders van laagveresterde pectine. Het molecuulgewicht van pectine ligt tussen 10.000 en 300.000.

Eigenschappen van pectine

De oplosbaarheid van pectine in water neemt met toenemende veresteringsgraad en afnemende ketenlengte toe. Naast gedeeltelijk veresterde pectine (E440i) en pectinezuur komen nog andere pectines voor. Geamideerde pectine (E440ii) bestaat hoofdzakelijk uit methylesters en amiden van polygalacturonzuur en hun ammonium-, natrium-, kalium- en calciumzouten. Het wordt bereid door behandeling van pectine met ammoniak in alkalisch milieu. Pectinaten zijn zouten van pectinezuren en pectaten zijn zouten van gemethoxyleerde pectinezuren. Eigenschappen en gebruik van deze producten komen veel overeen met pectine. Aan pectine worden vaak suikers (glucose, saccharose) toegevoegd om de geleersterkte te standaardiseren. Het toevoegen van suikers vergemakkelijkt tevens het oplossen van het pectinepreparaat in water. Soms worden ook wijnsteenzuur of bufferzouten b.v. natriumcitraat toegevoegd waardoor de geleertijd van het pectinepreparaat beïnvloed kan worden. In pectinepreparaten kunnen soms ook diatomeeën worden vastgesteld. Deze diatomeeën zijn in het preparaat terecht gekomen

omdat bij de zuivering en de ontkleuring van de pectine infusoriënaarde is toegepast. Bij het vochtig bewaren van pectinepreparaten treedt gemakkelijk gistvorming op. Bij de identificatie van pectine is de aanwezigheid van gistcellen vaak karakteristiek.

Microscopische identificatie van pectine

In de handel vindt men vloeibare pectinepreparaten en poedervormige producten. De eerste zijn meestal enigszins troebel, gelig en visceus, de laatste zijn fijne licht bruine of bijna witte poeders. De smaak is flauw en de geur is nauwelijks vast te stellen.

- In een paraffineoliepreparaat zijn de deeltjes ongelijkvormig min of meer doorschijnend soms met een vezelachtige structuur. Bij appelpectine is een deel van de deeltjes bruin gekleurd. Ook pectines in de vorm van onregelmatig gevormde deeltjes met scherpe hoeken komen voor. Gesproeidroogde pectine bestaat uit bolletjes met meerdere vacuolen.
- In gepolariseerd licht vertonen de deeltjes een geringe dubbelbreking. Opvallend is dat bij appelpectine de bruine gekleurde deeltjes sterk dubbelbrekend zijn. Als glucose of saccharose is toegevoegd, is dit door de dubbelbreking van deze kristallen in gepolariseerd licht vast te stellen.
- In een preparaat van de celwandfractie zijn de pectinedeeltjes praktisch onveranderd terug te vinden. Er vindt met name bij appelpectine enige ontkleuring van de bruine deeltjes plaats.
- In een joodjoodkaliumpreparaat lossen de deeltjes op afhankelijk van de veresteringsgraad. Van laagveresterde pectine b.v. < 40% lossen de deeltjes niet op, maar zwellen wel op. Bij een veresteringsgraad van meer dan 40% lossen de deeltjes langzaam op en bij een veresteringsgraad van > 70% lossen de deeltjes snel op. De deeltjes van appelpectine met een veresteringsgraad van 10% lossen niet op. Het merendeel van de deeltjes kleurt roodbruin. Een gering aantal deeltjes kleurt niet. In appelpectine met een veresteringsgraad van 38% kleuren de deeltjes lichtblauw, ze zwellen sterk op (gespikkeld beeld). Min of meer het zelfde beeld geeft appelpectine met een veresteringsgraad van 72 tot 75%. Bij andere pectines (citruspectine) kleuren de deeltjes licht geel terwijl ze nagenoeg oplossen. Er is dus wat betreft de kleuring met joodjoodkali een verschil waar te nemen tussen appelpectine en citruspectine.
- In een rutheniumroodpreparaat kleuren de pectinedeeltjes fel rood, vooral aan de randen. De kleuring is afhankelijk van de veresteringsgraad van het pectine. Bij een hogere veresteringsgraad worden de pectinedeeltjes lichter rood gekleurd. Verwacht mag worden dat volledig veresterde pectine met rutheniumrood niet meer gekleurd zal worden. Er kan dus met de rutheniumroodkleuring vastgesteld worden of het pectinepreparaat bestaat uit pectinedeeltjes

met gelijke veresteringsgraad of dat er een pectinepreparaat is samengesteld uit pectinedeeltjes met nogal uiteenlopende veresteringsgraad, dus uit een mengsel van verschillende pectines. Bij de gewone bepaling van de veresteringsgraad kan dit niet worden vastgesteld. Soms worden naast roodgekleurde pectinedeeltjes in het preparaat ook bruinachtige massa's met haarvormige uitlopers vastgesteld. Deze bruine delen zijn mogelijk afkomstig van de aan het pectine toegevoegde wijnsteenzuur. Afhankelijk van de veresteringsgraad gaan de deeltjes in een rutheniumroodpreparaat opzwellen of in oplossing.

- In een anilineblauwpreparaat kleuren de pectinedeeltjes niet. Afhankelijk van de veresteringsgraad van het pectine zwellen de deeltjes op of lossen op.
- In chloorzinkjodium blijkt met name bij appelpectine een aantal pectinedeeltjes blauw te kleuren en een aantal niet te kleuren. Pectinedeeltjes van andere oorsprong (b.v. citruspectine) kleuren niet in chloorzinkjodium.
- In een methyleenblauwpreparaat kleuren de deeltjes sterk blauw. Ook hier zwellen de deeltjes op of lossen op afhankelijk van de veresteringsgraad.
- De microchemische test op de aanwezigheid van glucose is negatief. Als de test positief uitvalt is glucose toegevoegd voor het standaardiseren van de geleersterkte.
- In een waterstofperoxidepreparaat wordt geen zuurstof gevormd. De deeltjes zwellen op of lossen op afhankelijk van de veresteringsgraad.
- De ninhydrinetest is negatief. In een pectinepreparaat bevinden zich geen eiwitten.
- Pectine lost op in water afhankelijk van de veresteringsgraad. Laag veresterde pectinen lossen niet of langzaam op, hoog veresterde deeltjes lossen snel op. Gesproeidroogde pectinepreparaten lossen meestal snel op onder vorming van luchtbelletjes. Pectinen lossen niet op in alcohol.

3.1.7 Arabische gom E414

Arabische gom of acaciagom is het aan de lucht gedroogde en hard geworden uitscheidingsprodukt (exudaat), dat gevloeid is uit de stammen en twijgen van verschillende acaciasoorten en wel voornamelijk *Acacia senegal* (L.) Willd. = *A. verec* Guill. et Perott., fam. Leguminosae (Fabaceae). Ook andere acaciasoorten leveren Arabische gom zoals *A. seyal* en *A. nilotica*. De gom wordt bij in het wild groeiende bomen en struiken gewonnen. In Soedan wordt Arabische gom gewonnen in een soort halfkultuur van *A. senegal*. Behalve in Afrika zoals in Senegal, Nigeria en Togo komen ook gomleverende acaciasoorten voor in India en Australië. Het uittreden van de gom wordt bevorderd door inkervingen in de bast te maken. Jonge gezonde bomen produceren weinig gom in verhouding tot oude zieke bomen. De gom wordt daarom als

een pathologisch produkt beschouwd. Arabische gom afkomstig van verschillende acacia-soorten worden vaak naar de botanische herkomst maar ook naar de streek van herkomst genoemd bijvoorbeeld babulgom en zedougom van *A. nilotica*; hashabgom en verekgom van *A. senegal*; talhagom en suakingom van *A. seyal*; adengom uit Aden en senegalgom uit Senegal, enz. De gom bestaat uit het polysaccharide arabinezuur dat met verdund zuur gehydrolyseerd kan worden tot arabinose, rhamnose, galactose en de keten galactose-glucuronzuur in de verhouding 3 : 1. Het arabinezuur komt in de gom voor in de vorm van calcium-, magnesium- en kaliumzouten. Arabische gom bestaat voor 80 tot 90% uit polysacchariden, tot 15,5% vocht, tot 5% as, < 0,5% onoplosbare as en 2% tot 3% eiwit. Het produkt kan met zand en tanninen verontreinigd zijn.

Eigenschappen van Arabische gom

Arabische gom is goed oplosbaar in koud water en geeft een zure reactie. Oplossingen van Arabische gom zijn slechts beperkt visceus, zodat veel hogere concentraties kunnen worden gebruikt dan met andere gommen bijvoorbeeld een 40 tot 50% oplossing is minder visceus dan een 2 tot 5% oplossing van johannesbroodpitmeel of natriumalginaat. De oplossing is zeer geschikt als plakmiddel. Arabische gom is onoplosbaar in alcohol.

Microscopische identificatie van Arabische gom

Ongemalen Arabische gom bestaat uit geel- of roodachtige doorschijnende druppels of onregelmatige brokstukken. Door uitdroging zijn er barsten ontstaan en zijn de brokstukken bros. Bij kordofangom rijken de barsten tot het centrum. Bij senegalgom, die er meestal ook geler uitziet, blijven de barsten meer aan het oppervlak van de druppels. Arabische gom is ook in de handel verkrijgbaar als witte of geelwitte vlokken of korrels en als poeder. De smaak is slijmig.

- In een paraffineoliepreparaat zijn de stukjes van de gemalen druppels waarneembaar als onregelmatig gevormde, kleurloze brokstukjes met scherpe hoeken en randen.
- In gepolariseerd licht zijn de deeltjes zwak dubbelbrekend. Bepaalde stukjes zijn soms sterk dubbelbrekend.
- Bij de behandeling van de gom met zuur en loog lost nagenoeg alle materiaal op.
- In een joodjoodkaliumpreparaat lossen de deeltjes langzaam zonder kleurverandering op. Opvallend is dat de deeltjes tijdens het oplossen een bepaalde structuur te zien geven, die doet denken aan parenchymatisch weefsel. Tijdens het oplossen verdwijnt deze structuur en gaan de "cellen" in elkaar over.
- In een rutheniumroodpreparaat kleuren de oplossende deeltjes niet. Kleine deeltjes zwellen op en vloeien in elkaar over.

- In een anilineblauwpreparaat lossen de deeltjes op waarbij de weefselstructuur verdwijnt. Ophoping van kleurstof vindt niet plaats.
- In methyleenblauw lossen de deeltjes vrij snel op waarbij de structuur verdwijnt. Ophoping van kleurstof vindt niet plaats.
- In een chloorzinkjodiumpreparaat lossen de deeltjes bijna niet op. Zij behouden hun vorm met scherpe hoeken en randen. De deeltjes kleuren het zelfde als het reagens (geel).
- De glucosetest op Arabische gom is negatief.
- De peroxydasetest is positief. Door de aanwezigheid van het peroxydase-enzym wordt in waterstofperoxide zuurstof gevormd. Dit is duidelijk waar te door de ontwikkeling van kleine zuurstofbelletjes onder het dekglas.
- De ninhydrinetest is negatief, eiwitten zijn niet aantoonbaar.
- Bij de oplosbaarheidstest in water lost Arabische gom zowel in koud als in warm water op. Een waterige oplossing van Arabische gom reageert zuur (pH 5). De gom lost niet op in alcohol.

3.1.8 Ghattigom

Ghattigom of Indiase gom is de aan de lucht gedroogde gom die uitgescheiden wordt uit de stam van *Anogeissus latifolia* Wall. Fam. Combretaceae. Ghattigom werd vroeger in grote hoeveelheden net als Arabische gom toegepast. De export van de gom uit India is nu van weinig betekenis meer. Het betreft slechts een paar honderd ton per jaar.

Eigenschappen van ghattigom

Ghattigom vertoont grote overeenkomsten in eigenschappen met Arabische gom. Opvallend is de bruinere kleur ten opzichte van Arabische gom door de verontreinigingen die er in aanwezig zijn, zoals plantaardige bestanddelen en zand. De chemische samenstelling van het polysaccharide vertoont grote overeenkomst met Arabische gom.

Microscopische identificatie van ghattigom

Ongemalen ghattigom bestaat uit licht- en donkerbruin gekleurde transparante harde druppels of brokstukken. In vergelijking met Arabische gom komen er betrekkelijk veel verontreinigingen in voor. Ghattigom is reukloos en smaakt slijmig. Het gemalen produkt bevat een groot aantal bruine stippen.

- In een paraffineoliepreparaat zijn de stukjes van ghattigom waarneembaar in de vorm van onregelmatige brokstukjes met scherpe randen en hoeken

- In gepolariseerd licht vertonen de deeltjes weinig of geen dubbelbreking. Enkele deeltjes evenals de verontreinigingen vertonen een sterke dubbelbreking.
- In een preparaat van de celwandfractie van minder goed gereinigde ghattigom zijn schorsweefsel, steencellen en andere plantaardige weefsels vast te stellen.
- In joodjoodkalium lossen de deeltjes op zonder kleurverandering. De opvallende "parenchymatische" structuur, zoals die bij Arabische gom te zien is, is in dit geval veel minder duidelijk. Slechts een gering aantal deeltjes vertoont enigszins deze structuur. Tijdens het oplossen verdwijnt de structuur vrij snel.
- In een rutheniumroodpreparaat kleuren de deeltjes niet dit in tegenstelling tot de verontreinigingen. De structuur in de deeltjes is praktisch afwezig.
- In een anilineblauwpreparaat lossen de deeltjes op zonder dat ze blauw kleuren. Er ontstaat om de deeltjes een blauwe hof. De oplossende "weefselstructuur" van de deeltjes is slechts bij enkele deeltjes waarneembaar.
- In een methyleenblauwpreparaat lossen de deeltjes vrij snel op en er vormt zich een blauwe hof om de kleurloze opgeloste deeltjes.
- In chloorzinkjodium lossen de deeltjes zeer langzaam op. Zij behouden min of meer hun oorspronkelijke vorm met scherpe hoeken en randen. De deeltjes krijgen dezelfde gele kleur als het reagens.
- De glucosetest op ghattigom is negatief.
- In waterstofperoxide wordt zuurstof gevormd onder invloed van het enzym peroxydase.
- De ninhydrinetest is negatief. Eiwitten zijn niet aanwezig.
- Bij de oplosbaarheidstest in water lost ghattigom zowel in koud als in warm water op. Een waterige oplossing van ghattigom reageert zuur (pH 5). Ghattigom lost niet op in alcohol.

3.1.9 Tragacanth E413

Tragacanth of tragant is de aan de lucht gedroogde gom (exudaat), die uitgescheiden wordt uit de stammen van diverse soorten *Astragalus*-struiken zoals *Astragalus gumnifer* Labill., *A. microcephalus* Wild. en *A. adscendens* Boiss. et Hausskn., fam. Leguminosae (Fabaceae). Deze struiken komen voor in het Midden Oosten (Syrië, Turkije). Door het verslijmen van de celwanden van het merg en de mergstralen verdwijnen de celwanden met uitzondering van de middenlamel. Deze middenlamel geeft de omtrek van de verslijmde cellen nog aan. De omtrek van de cellen is dan ook nog zichtbaar en de inhoudstoffen zoals zetmeel zijn nog aan te tonen. De verandering van de cellen vindt alleen plaats bij de onderste delen van oude stammen en takken. Door verwonding komt de gom als een taaie massa uit de schors en verhardt binnen

een paar dagen. Tragacanth bestaat uit een mengsel van polysacchariden namelijk het in water opzwellende zure bassorine (60 tot 70%) en het in water oplosbare neutrale arabino-galactaan (ca. 10%). Verder bevat het water (ca. 10%), as (ca. 3%), eiwit (ca. 3%) en methoxyl (ca. 4%). Bouwstenen van de neutrale en zure polysacchariden zijn arabinose, xylose, fucose, galactose en galacturonzuur, gedeeltelijk met methanol veresterd. Tragacanth heeft evenals pectine een natuurlijk gehalte aan methoxylgroepen. Naast de zogenaamde Persische of echte tragant bestaat ook de Indiase tragant, ook wel karaya- of kultiragom genoemd.

Eigenschappen van tragacanth

Tragacanth zwelt op in koud water en vormt een transparante gel. Het geeft in zeer lage concentraties al vloeistoffen met een hoge viscositeit. Oplossingen met 0,5% zijn al pseudoplastisch. De gel is hittebestendig en resistent tegen afbraak in zuur milieu. Tragacanth is onoplosbaar in alcohol.

Microscopische identificatie van tragacanth

Ongemalen tragacanth komt voor in de vorm van platte, tot bandjes gevormde vaak sikkelvormige delen, of in elkaar gedraaide structuren met een dikte van 0,5 tot 2,5 mm. De kleur is wit tot bleekgeel. Het is smaakloos en reukloos en voelt enigszins slijmachtig aan. Tragacanthpoeder is wit tot geelwit van kleur.

- In een paraffineoliepreparaat zijn de brokstukjes van de gemalen tragacanth zichtbaar als ongelijkvormige doorschijnende deeltjes, gedeeltelijk in de vorm van conglomeraten.
- In gepolariseerd licht zijn de dubbelbrekende zetmeelkorrels duidelijk waar te nemen.
- In een preparaat van de celwandfractie zijn enkele xyleemelementen waar te nemen. Bij minder goed gereinigde tragacanth zijn schors- en houtcellen uit de takken, bladfragmenten en zand terug te vinden.
- In joodjoodkalium zwellen de deeltjes op maar kleuren niet. De zetmeelkorrels worden wel blauw gekleurd. De zetmeelkorrels zijn rond of elliptisch van vorm en hebben een doorsnede van ca. 15 micrometer (3 tot 20 micrometer). In de gom liggen ze min of meer parelsnoevormig gerangschikt.

Fig.4. Tragacanth: slijmcellen en zetmeelkorrels (100X).

- In een rutheniumroodpreparaat zwellen de deeltjes op, sommige vervagen enigszins. Ze worden niet of zeer licht rood gekleurd. De omtrek van de deeltjes blijft meestal vaag zichtbaar.
- In anilineblauw kleuren de tragacanthdeeltjes lichtblauw.
- In een methyleenblauwpreparaat kleuren de deeltjes donkerblauw. Bij het opzwellen ontstaat een structuur van parallel verlopende lijnen op de deeltjes.
- In chloorzinkjodium zwellen de deeltjes nauwelijks op. Na verwarmen kleuren de zetmeelkorrels blauw en de vezels en cellulosehoudende houtcellen donkerbruin tot paars. De tragacanthdeeltjes kleuren niet.
- De glucosetest op tragacanth is negatief.
- De peroxydasetest is negatief. De tragacanthdeeltjes vertonen geen zuurstofontwikkeling. Daarentegen geven bepaalde verontreinigingen zoals stukjes plantaardig weefsel wel zuurstofontwikkeling te zien.
- De ninhydrinetest is positief. Tragacanth bevat een geringe hoeveelheid eiwit.
- Bij de oplosbaarheidstest in water lost tragacanth zowel in koud als in warm water op en vormt bij zeer lage concentraties een transparante grijze gel. De gom lost niet op in alcohol.

Tragacanth moet vrij zijn van karayagom (Indiase tragacanth).

Met de volgende test is karayagom in tragacanth aan te tonen:

Laat 1 g in 20 ml water koken tot slijm is ontstaan. Voeg 5 ml zoutzuur toe en laat opnieuw 5 minuten koken. Er mag geen blijvende rose of rode kleur ontstaan. Deze test wordt vermeld in de Warenwet, Emulgatorenbesluit, Uitvoeringsvoorschriften (CI-16a). Karayagom (zie aldaar) heeft een typische azijnzuurgeur. Deze geur is nog waar te nemen als slechts 5% karayagom in tragacanth aanwezig is.

3.1.10 Karayagom

Karayagom of kultiragom is het aan de lucht gedroogde uitscheidingsprodukt (exudaat) van *Sterculia urens* Roxb. of van andere *Sterculia*-soorten zoals b.v. *St. tragacantha* Lindl. fam. *Sterculiaceae*. Andere namen voor karayagom zijn katilogom, kullogom, muscaragom en *sterculiagom*. Karayagom kan ook afkomstig zijn van *Cochlospermum gossypium* of andere species van *Cochlospermum*, fam. *Bixaceae*. Soms wordt karayagom in plaats van tragacanth gebruikt en wordt dan Indiase tragacanth of Indiase traganth genoemd. De kolloidale oplossing van karayagom is echter minder visceus dan van tragacanth. Het produkt is goedkoper dan tragacanth en wordt wel gebruikt als vervalsingsmiddel hiervan. De structuurformule van karayagom is buitengewoon complex. Het zure polysaccharide bestaat uit de bouwstenen galactose, rhamnose en galacturonzuur.

Eigenschappen van karayagom

Karayagom lost niet volledig op in water. Het absorbeert het water snel en vormt een gekorrelde, stijve, transparante gel, die zuur reageert. Karaygom is onoplosbaar in absolute alcohol. Het zwelt echter wel op in alcohol 60% en onderscheidt zich hiermee van andere gomsoorten.

Microscopische identificatie van karayagom

Ongemalen karayagom bestaat uit druppels van verschillende grootte of uit gebroken brokjes met een kristallijn uiterlijk. Het is lichtgeel tot rosebruin gekleurd, transparant en hoornachtig. Soms bevinden zich er donkere fragmenten in en delen van de schors. Gemalen karayagom is lichtgrijs tot rosegrijs van kleur. De gom heeft een opvallende azijnzuurgeur en -smaak.

- In paraffineolie zijn de stukjes van de gemalen druppels waarneembaar als onregelmatig gevormde kleurloze brokstukjes met scherpe hoeken en randen. Verder bevinden zich een groot aantal bruingekleurde deeltjes in het preparaat afkomstig van de schorscellen en andere plantaardige weefsels.

- In gepolariseerd licht zijn de meeste van de transparante deeltjes zwak dubbelbrekend.
- In een preparaat van de celwandfractie van een slecht gezuiverde gom zijn schors- en houtcellen en andere verontreinigingen vast te stellen.
- In joodjoodkalium zwellen de deeltjes op zonder verkleuring. Zetmeel is niet aanwezig dit in tegenstelling met tragacanth.
- In een rutheniumroodpreparaat kleuren de opzwellende deeltjes voor een deel licht rose tot rood.
- In een anilineblauwpreparaat kleuren de opzwellende deeltjes niet. Opvallend is een min of meer parallel verlopende dwarsstreping.
- In een methyleenblauwpreparaat kleuren de opzwellende deeltjes intensief blauw. Ook hier is de dwarsgestreepte structuur in een aantal deeltjes waar te nemen.
- In een chloorzinkjodumpreparaat lossen de deeltjes niet op. Na voorzichtig verwarmen van het preparaat zijn er een aantal deeltjes die violet blauw kleuren (cellulosereactie).
- De glucosetest op karayagom is negatief.
- De peroxydasetest is negatief. Er worden geen zuurstofbelletjes onder het dekglas gevormd.
- De ninhydrinetest is zwak positief. Er kan een geringe hoeveelheid eiwit worden vast gesteld.
- Bij de oplosbaarheidstest in water zwelt karayagom op en vormt een transparante gel. Door het koken van de gel in zoutzuur ontstaat een rose kleur (zie ook tragacanth). Een waterige oplossing van karayagom reageert zuur (pH 5). De gom lost niet op in alcohol 96% maar wel in alcohol 60%.

3.1.11 Konjakugom

Konjakugom of konjakubloem is een verdikkingsmiddel dat wordt bereid uit de knollen van verschillende *Amorphophallus*soorten (fam. Araceae). Het genus *Amorphophallus* met ca. 70 soorten komt voornamelijk in Oost Azië voor. Vooral uit de knollen van *A. rivierii* (Dur.), maar ook uit *A. oncophyllus* en *A. variabilis* Bl. wordt konjakubloem bereid. In Japan en Indonesië wordt konjakugom gewonnen uit knollen van *A. rivierii* Dur. var. *konjac* (Schott) Engl. De bloem wordt gebruikt voor de bereiding van levensmiddelen maar ook voor de bereiding van verdikkingsmiddelen en lijm.

Het polysaccharide van konjakugom (konjakumannaan) bestaat uit mannose en glucose. De gom bestaat voor ca. 75% uit mannaan en bevat verder nog een geringe hoeveelheid zetmeel en as.

Eigenschappen van konjakugom

Konjakugom in water gekookt geeft een taaie gelatineachtige massa.

Overige specifieke eigenschappen zijn niet bekend.

Microscopische identificatie van konjakugom

In de handel vindt men meestal de grof verkleinde delen van de konjakknollen. Ook in de vorm van dunne schijfjes (chips) wordt konjakugom wel geïmporteerd. De kleur van het meel is bruingrijs met donkere stippen afkomstig van de kurklaag van de knollen. De geur is praktisch afwezig de smaak is flauw melig.

- In een paraffineoliepreparaat zijn min of meer afgeronde korrels waarneembaar. Een gedeelte van deze korrels is bruin gekleurd, mogelijk door verontreinigingen. Tussen de korrels bevinden zich plantaardige weefselbestanddelen en naaldvormige calciumoxalaatkristallen.
- In gepolariseerd licht zijn de korrels in het algemeen sterk dubbelbrekend. Zeer opvallend zijn de in bundels voorkomende naaldvormige calciumoxalaatkristallen (raphiden). De naaldkristallen komen in verschillende lengten voor. Meestal zijn ze slechts 15 tot 20 micrometer lang en liggen in de slijmcellen ingebed. Daarnaast komen middelgrote kristallen voor met een lengte van 60 micrometer en ongewoon grote kristallen met een lengte van 200 micrometer. Deze grote naaldkristallen hebben aan beide zijden een zeer opvallende spitse punt. Naast raphiden komen ook stervormige calciumoxalaatkristallen voor met een doorsnede tot 35 micrometer.
- In een preparaat van de celwandfractie bevinden zich stukjes parenchymatisch weefsel, kurkweefsel en bundels spiraalvaten.
- In een joodjoodkaliumpreparaat zwellen de slijmcellen in de brokjes sterk op. Deze slijmcellen hebben een doorsnede van ca. 500 micrometer en vormen een soort maaswerk. In de cellen bevinden zich zeer kleine ca. 2 tot 6 micrometer grote zetmeelkorrels. door het drogen van het produkt kunnen de zetmeelkorrels verstijfseld zijn.
- In een rutheniumroodpreparaat kleuren vooral de celwanden van de slijmcellen sterk rood.
- In een anilineblauwpreparaat blijven de slijmcellen min of meer ongekleurd.
- Met methyleenblauw kleuren de wanden van de slijmcellen intensief blauw. Het gezwollen plantenslijm wordt slechts lichtblauw gekleurd.
- In een chloorzinkjodiumpreparaat treedt na voorzichtig verwarmen geen violetkleuring op (geen cellulosereactie).
- De glucosetest op konjakugom is positief. Naast mannose is ook glucose aanwezig.
- Bij de peroxydasetest met waterstofperoxide is de reactie in het preparaat sterk positief. Vooral de verontreinigingen maar ook de slijmcellen geven zuurstofvorming te zien.

- De ninhydrinetest is zwak positief. De deeltjes worden lichtviolet gekleurd (eiwitreactie).
- Bij de oplosbaarheidstest in koud water zwellen de slijmcellen op. Na verwarmen vormt zich een gel. Konjakgom lost niet op in alcohol.

3.1.12 Cellulose E460 t/m E466

Cellulose is de meest voorkomende organische stof in de natuur. Het is het voornaamste celwandbestanddeel van landplanten. Het bestaat uit een keten van glucose-eenheden die door 1-4 glucosidische bindingen met elkaar verbonden zijn. Cellulose is niet in water oplosbaar. Door echter een deel van de OH-groepen van de cellulose te veretheren kunnen de celluloseketens gemakkelijk gehydrateerd worden, waardoor ze wel oplosbaar zijn. Zijn echter alle of de meeste OH-groepen veretherd dan is het produkt niet oplosbaar meer door gebrek aan hydrofiele OH-groepen. De oplosbaarheid van cellulosederivaten in water is afhankelijk van de substitutiegraad. De substitutiegraad geeft het gemiddeld aantal hydroxylgroepen aan dat per glucose-eenheid gesubstitueerd is. Maximaal kunnen drie OH-groepen per glucose-eenheid gesubstitueerd worden. In de praktijk worden een vijftal celluloseprodukten als verdikkingsmiddel toegepast. Bij de bereiding ervan wordt uitgegaan van gezuiverde mechanisch gebroken cellulose van plantaardige vezels van katoen (linters) of van hout. Microkristallijne cellulose E460 (i) wordt bereid door hydrolyse van cellulose. Het heeft een molecuulgewicht van ca. 36.000. Cellulose in poedervorm E460 (ii) wordt bereid door het mechanisch breken van gezuiverde cellulosevezels. Het molecuulgewicht bedraagt 160.000 of meer. Methylcellulose E461 wordt bereid door gezuiverde cellulose te veretheren met methylchloride in alkalisch milieu. Het molecuulgewicht bedraagt ca. 20.000 tot ca. 380.000. Hydroxypropylcellulose E463 is cellulose die gedeeltelijk met hydroxypropylgroepen is veretherd. Het molecuulgewicht bedraagt ca. 30.000 tot 1.000.000. Hydroxypropylmethylcellulose E464 wordt vervaardigd door gedeeltelijke verethering van de gezuiverde cellulose met methylgroepen en met hydroxypropylgroepen. Het molecuulgewicht bedraagt ca. 13.000 tot ca. 2.000.000.

Methylethylcellulose E465 is cellulose die vervaardigd is door gedeeltelijke verethering met methyl- en ethylgroepen. Het molecuulgewicht bedraagt ca. 30.000 tot ca. 40.000.

Natrium-carboxymethylcellulose (Na-CMC) E466 is cellulose die gedeeltelijk veretherd is met natrium-carboxymethylgroepen. Het molecuulgewicht bedraagt ca. 17.000 tot ca. 1.500.000.

Cellulose en cellulosederivaten worden onder diverse merknamen in de handel gebracht zoals Avicel (microkristallijne cellulose), AKU-CMC (carboxymethylcellulose) en Tylose (methylcellulose).

Eigenschappen van cellulose en cellulosederivaten

Celluloseketens met een lage substitutiegraad zijn in water of loog oplosbaar. Met een hoge substitutiegraad daarentegen niet. Deze blijken echter wel oplosbaar in verschillende organische oplosmiddelen. Bij verwarmen van een waterige oplossing vlokken de opgeloste cellulosederivaten uit. De oplossingen zijn neutraal en in een breed pH-bereik stabiel. Ze hebben schuimvormende eigenschappen. Natrium-CMC is ionisch van karakter vanwege de carboxylgroep. Met een kopersulfaat- of aluminiumsulfaatoplossing ontstaat een neerslag van het koper- of aluminiumzout. Hiermee onderscheidt zich CMC van andere cellulosederivaten. Cellulose en cellulosederivaten zijn onoplosbaar in alcohol met uitzondering van methylcellulose dat wel oplosbaar is.

Microscopische identificatie van cellulose en cellulosederivaten

Cellulose en cellulosederivaten zijn enigszins hygroscopische witte tot lichtgele of lichtgrijze korrelige of vezelige poeders. De producten kunnen ook voorkomen in de vorm van granulaat of gries. Ze zijn reuk- en smaakloos. - In een paraffineoliepreparaat zijn de cellulosedeeltes zichtbaar als ongelijkvormige vezelachtige doorschijnende deeltjes van ongelijke lengte. Microkristallijne cellulose (Avicel) bestaat voornamelijk uit min of meer compacte onregelmatig gevormde ondoorzichtige bolletjes die sterk in grootte variëren. Daarnaast komen een aantal kristalnaalden voor. Carboxymethylcellulose (CMC) bestaat uit dunne vezelige deeltjes onregelmatig gevormd met variërende lengte en breedte.

- In gepolariseerd licht zijn alle deeltjes en de kristalnaalden van Avicel evenals de CMC-vezels sterk dubbelbrekend.
- In een preparaat van de celwandfractie treden geen veranderingen op van de structuur van de cellulosepreparaten.
- In een joodjoodkaliumpreparaat kleuren de cellulosevezels licht paarsbruin. Bij microkristallijne cellulose kleuren de naalden praktisch niet. De bolletjes zwellen wel iets op, zodat in gepolariseerd licht hierin de kristalnaalden duidelijk zichtbaar zijn. CMC-vezels zwellen sterk op en kleuren paars. Diverse deeltjes zwellen zo sterk op dat ze bijna geheel vervagen. Sommige vezels zwellen plaatselijk op en krijgen daardoor een parelsnoervormig uiterlijk.
- In een rutheniumroodpreparaat kleuren de cellulosedeeltes niet. Microkristallijne deeltjes met name de bolletjes kleuren intensief rood. Bij CMC verdicht de kleurstof zich als een soort membraan om de opgezwollen deeltjes, waardoor een netwerk van blazen ontstaat.
- In een anilineblauwpreparaat worden zowel de cellulosevezels als de microkristallijne bolletjes en kristalnaalden niet gekleurd. CMC-vezels kleuren evenmin. Omdat ze sterk zwellen en de omtrekken, vervagen, ontstaat een beeld van witte hofjes in een blauwgekleurd preparaat.

- In een methyleenblauwpreparaat kleuren de cellulosevezels evenals de bolletjes en kristalnaalden van microkristallijne cellulose blauw. CMC-vezels zwellen sterk op en vormen blauw gekleurde membranen om de deeltjes. Er ontstaat een netwerk van gezwollen blazen.
- In chloorzinkjodium worden de cellulosevezels evenals de bolletjes en kristalnaalden van microkristallijne cellulose violetblauw gekleurd. CMC-vezels kleuren slechts gedeeltelijk na verwarmen roodbruin en zwellen daarbij enigszins op. Andere vezels zwellen niet en kleuren soms donkerbruin maar soms ook niet.
- De glucosetest op cellulose, microkristallijne cellulose en CMC is negatief.
- De peroxydasetest en de ninhydrinetest op bovengenoemde produkten zijn eveneens negatief.
- Bij de oplosbaarheidstest lost CMC snel op en vormt een transparante gel. Microkristallijne cellulose zwelt in geringe mate op in water. Na verwarmen ontstaat een geleachtig neerslag met daarin de onveranderde kristalnaalden. Cellulose lost in het geheel niet op in water ook niet na verwarmen. In alcohol lossen CMC, cellulose en microkristallijne cellulose niet op. Methylcellosedeeltjes (Tylose) vallen echter snel uiteen en lossen op onder vorming van luchtbelletjes.

3.2 Verdikkingsmiddelen en geleermiddelen uit zeeplanten

3.2.1 Alginezuur E400

Alginezuur is een hydrokolloid dat bereid wordt uit de celwanden van een groot aantal zeewiersoorten. Het komt met name voor in bruinwieren (Phaeophyceae). De belangrijkste leveranciers van alginezuur zijn *Laminaria digitata*, *L. saccharina* en *L. cloustonii* voorkomend langs de kust van Ierland, Schotland en Noorwegen, *Ecklonia cava* en Sargassumsoorten bij Japan en *Macrocystis pyrifera* langs de kust van de Grote Oceaan (Californië, Australië en Nieuw Zeeland). Alginezuur bestaat uit een lange keten van mannuronzuur- en guluronzuureenheden in een verhouding van 2:1. De polymerisatiegraad bedraagt 100 tot 800. Het moleculgewicht varieert van 32.000 tot 250.000.

Eigenschappen van alginezuur

Alginezuur is sterk hydrofiel. Door toevoegen van natronloog wordt natriumalginaat gevormd dat in oplossing gaat. Alginezuur lost ook op in oplossingen van natriumcarbonaat en trinatriummofosfaat. Alginezuur is echter niet oplosbaar in alcohol en andere organische oplosmiddelen.

De pH van alginezuur varieert van 2,0 tot 3,4. Aan alginezuur en ook aan alginaten worden soms conserveringsmiddelen toegevoegd (b.v. natriumbenzoaat) en soms zijn ze gestandaardiseerd door toevoeging van geleermiddelen (b.v. calciumzouten), vertragers (b.v. fosfaten en citraten), versnellers (b.v. organische zuren) en regulators (b.v. saccharose en ureum).

Microscopische identificatie van alginezuur

Alginezuur kan voorkomen in de vorm van een fijn korrelig of vezelig wit of lichtgeel poeder. Het kan een lichte karakteristieke geur en smaak hebben.

- In een paraffineoliepreparaat zijn de alginezuurdeeltjes zichtbaar als ongelijkvormige vrij ronde tot vezelachtige partikels.
- In gepolariseerd licht zijn de alginezuurdeeltjes zeer weinig dubbelbrekend. Wanneer in plaats van paraffineolie zoutzuur gebruikt wordt als inbedmiddel dan blijkt dat de dubbelbreking enigszins verbeterd wordt. In paraffineolie kunnen ook nog zeer kleine sterk dubbelbrekende kristallen worden waargenomen. Het betreft hier mogelijk een hulpstof die goed in water oplosbaar blijkt te zijn.
- Het preparaat van de celwandfractie bestaat uit een vlokkelig produkt met daarin deeltjes die praktisch niet zijn aangetast of veranderd door de inwerking van zuur en loog.
- In joodjoodkalium lossen de deeltjes onmiddellijk op onder vorming van een kleurloze gel.
- In een rutheniumroodpreparaat zwellen de deeltjes op en met name de randen van de gezwollen deeltjes kleuren sterk rood. De deeltjes zijn als het ware door een netwerk van rode draden met elkaar verbonden.
- In een anilineblauwpreparaat lossen de deeltjes volledig op. Op de plaats waar de deeltjes opgelost zijn blijft een kleurloos hofje zichtbaar.
- In een methyleenblauwpreparaat kleuren de buitenranden van de opgeloste deeltjes diep blauw. De kleurstofdeeltjes bevinden zich als een korrelig neerslag tussen de gezwollen alginezuurdeeltjes in.
- In een chloorzinkjodiumpreparaat zwellen de deeltjes nauwelijks op. Na verwarmen lossen de deeltjes evenmin op. Blauwkleuring door cellulose vindt niet plaats.
- De glucosetest op alginezuur is negatief.
- De peroxydasetest is negatief. De gezwollen deeltjes geven geen zuurstofvorming te zien.
- De ninhydrinetest is zwak positief. Alginezuur bevat volgens opgave ca. 3% eiwit.
- Bij de oplosbaarheidstest in water en ook in natronloog lossen de alginezuurdeeltjes op en vormen een transparante gel. In alcohol en ook in zoutzuur daarentegen lossen de deeltjes in het geheel niet op maar ze behouden hun oorspronkelijke vorm. De zuurtegraad van een suspensie van alginezuur ligt in de buurt van pH 5.

Een specifieke test op alginezuur kan worden uitgevoerd met een ferrisulfaatoplossing. Het alginezuur wordt eerst opgelost in verdunde natronloog (0,1 N). Vervolgens wordt een verzadigde ferrisulfaatoplossing toegevoegd. Binnen vijf minuten ontwikkelt zich een kersrode kleur, die later paars wordt.

3.2.2 Alginaten E401 t/m E405

De zouten van alginezuur vinden eveneens een grote industriële toepassing. Het betreft ondermeer natriumalgiinaat E401, kaliumalgiinaat E402, ammoniumalgiinaat E403, calciumalgiinaat E404 en magnesiumalgiinaat. Verder wordt ook de propyleenglycolester van alginezuur - het propyleenglycolalgiinaat E405 - toegepast. Bij dit produkt zijn de meeste van de carboxylgroepen veresterd (ca. 85%). Het is daardoor in tegenstelling met natriumalgiinaat tegen zuren en zouten van meerwaardige kationen bestendig. Het molecuulgewicht varieert van 20.000 tot 240.000. In de handel komen ondermeer algiinaatprodukten voor onder de naam Protanal (fabrikant Protan, Noorwegen).

Eigenschappen van alginaten

Natrium-, kalium-, ammoniumalgiinaat zijn oplosbaar in water. Calciumalgiinaat en de alginaten van andere meerwaardige kationen zijn onoplosbaar in water. Een uitzondering hierop vormt magnesiumalgiinaat. Ook propyleenglycolalgiinaat is oplosbaar in water. Dit is een ester en geen zout en vormt dus geen ionische reacties. In het algemeen zijn alginaten onoplosbaar in alcohol en organische oplosmiddelen.

Microscopische identificatie van alginaten

Alginaten bestaan uit witte, gele of bruinachtige nagenoeg reukloze vezelige of korrelige poeders.

- In een paraffineoliepreparaat zijn de algiinaatdeeltjes zichtbaar als ongelijkvormige min of meer afgeronde doorschijnende brokjes. Ook vezelige deeltjes komen voor. Afhankelijk van het fabrikaat zijn de deeltjes grof korrelig of zeer fijn korrelig.
- In gepolariseerd licht zijn de deeltjes slechts zwak dubbelbrekend. Een uitzondering hierop vormt het natriumalgiinaat Sobalg FD 120. De dubbelbreking van algiinaatdeeltjes wordt sterker door toevoeging van verdund zoutzuur. Soms kan er kooldioxide-ontwikkeling plaats vinden bij het toevoegen van zoutzuur. Dit wordt dan veroorzaakt door het natriumcarbonaat dat bij de bereiding van alginaten wordt toegevoegd en dat soms nog in kleine hoeveelheden aan de deeltjes kleeft.

- Het preparaat van de celwandfractie bestaat uit een wit vlokkelig produkt met daarin enkele deeltjes die praktisch niet zijn aangetast door het zuur of de loog.
- In joodjoodkalium lossen natriumalginaatdeeltjes nagenoeg geheel op. Magnesiumalginaat lost iets minder goed op.
- In een rutheniumroodpreparaat zwellen de natriumalginaatdeeltjes op. Vooral de randen van de deeltjes worden sterk rood gekleurd. Er ontstaan een soort rode membranen om de deeltjes heen waardoor als het ware een netwerk van rode draden te zien is. In tegenstelling tot natriumalginaat zwellen de deeltjes van magnesiumalginaat nauwelijks op. Ook de roodkleuring van de deeltjes is veel minder intensief.
- In een anilineblauwpreparaat lossen de deeltjes volledig op. Op de plaatsen waar de deeltjes opgelost zijn ontstaan in het preparaat kleurloze hofjes. Magnesiumalginaat lost iets minder snel op dan natriumalginaat.
- In een methyleenblauwpreparaat zwellen de deeltjes sterk op. Er vormen zich meerdere blauwe membranen om de deeltjes en er ontstaat een soort netwerk van blauwe draden. Een deel van de kleurstof vormt een blauw korrelig neerslag tussen de gezwollen deeltjes.
- In een chloorzinkjodiumpreparaat behouden de deeltjes hun oorspronkelijke vorm of ze zwellen iets op. Ook na verwarmen treedt geen blauwkleuring door cellulose op.
- De glucosetest op alginaten is negatief tenzij glucose is toegevoegd.
- De peroxydasetest op alginaten is negatief. Het kan voorkomen dat een sterke positieve reactie optreedt bij de in het preparaat aanwezige verontreinigingen.
- De ninhydrinetest is zeer zwak positief, eiwitten zijn praktisch afwezig.
- Bij de oplosbaarheidstest lossen natriumalginaat en magnesiumalginaat goed op in koud water en in loog. Ze vormen een transparante gel. Ze lossen echter niet op in zoutzuur. Na indampen van een zoutzuursuspensie van natriumalginaat kunnen isotrope keukenzoutkristallen worden waargenomen. Alginaten lossen niet op in alcohol. Magnesium in magnesiumalginaat kan worden aangetoond door gebruik te maken van een kleine hoeveelheid magneson opgelost in loog. Bij het toevoegen van magnesiumalginaat kleuren de deeltjes licht blauw.

3.2.3 Agar-agar E406

Agar-agar of agar komt voor in de celwanden van verschillende zeewieren van de families Gelidiaceae en Sphaerococcaceae en verwante roodwieren (klasse Rhodophyceae) meestal in de vorm van een calcium- of een magnesiumzout. De belangrijkste soorten waaruit agar gewonnen wordt zijn *Gelidium amansii*, *G. cartilagineum* (Japan, Californië, Mexico), *Gracilaria*-soorten (Atlantische en Indische Oceaan), *Ahnfeltia plicata* (Witte Zee, Sachalin), *Gelidium*

carneum (Spanje, Portugal en Marokko), *Pterocladia pinnata* en *P. lucida* (Nieuw Zeeland, Japan en Australië). Uit het roodwier *Furcellaria fastigiata* (fam. Nemastomaceae) wordt de zogenaamde Deense agar gewonnen die wat uiterlijk en eigenschappen betreft een grote overeenkomst vertoont met agar-agar. Deense agar komt o.a. in de handel onder de naam Furcellaran (Danagar); agar-agar onder de namen Gelose, Japanse gelatine of *Alga spinosa*. Agar bestaat uit een lange keten van galactose-eenheden, waarin ongeveer 90% van de galactosemoleculen de D-vorm en 10% de L-vorm vertoont. Een op tien galactopyranose-eenheden is veresterd met zwavelzuur, dat door calcium, magnesium, kalium of natrium wordt geneutraliseerd. Het gemiddeld molecuulgewicht van agar ligt tussen 5.000 en 160.000.

Eigenschappen van agar-agar

Agar is onoplosbaar in koud water. In kokend water lost het echter wel op en vormt het een tamelijk dunne vloeistof. Bij afkoelen blijft agar vloeibaar tot een temperatuur van ongeveer 40 graden Celsius is bereikt. Bij verder afkoelen ontstaat een sterke gel. Agar bestaat voor ongeveer 75 tot 77% uit polysacchariden, 15 tot 20% vocht en 0,5 tot 1,5% eiwit. De rest bestaat uit as.

Microscopische identificatie van agar-agar

Agar bestaat uit grijswitte 20 tot 60 cm lange en 0,5 tot 1 cm brede stroken. Daarnaast komt het ook voor in poedervorm. Dit poeder bestaat uit vezels of vlokken met een witte tot bleekgele kleur. De geur is soms licht karakteristiek. Het produkt voelt slijmachtig aan.

- In paraffineolie zijn de deeltjes min of meer scherphoekig, zeer ongelijkvormig met grote maar ook zeer kleine deeltjes. In de regel treft men geen plantaardige weefselbestanddelen aan. Bij een sterkere vergroting is een bepaalde structuur te zien, die bestaat uit kleine puntjes en parallelle strepen. Vooral de puntjes zijn kenmerkend.
- In gepolariseerd licht zijn de meeste deeltjes zeer sterk dubbelbrekend.
- Bij de bereiding van een preparaat van de celwandfractie van agar-agar in zuur en loog blijft praktisch geen materiaal over.
- In joodjoodkalium kleuren de deeltjes onmiddellijk roodbruin zonder dat er opzwellling plaats vindt. Deze kleuring vindt niet bij alle agarsoorten plaats. Bij Deense agar treedt bij de toevoeging van het reagens geen roodbruinkleuring op. Dit heeft te maken met de bereidingswijze van Deense agar, waarbij zwavel wordt toegepast, hetgeen bij de bereiding van Japanse agar niet gebeurt.
- In een rutheniumroodpreparaat kleuren de deeltjes lichtrood zonder dat ze van vorm veranderen.

- In een anilineblauwpreparaat vindt geen specifieke kleuring plaats. De deeltjes behouden hun oorspronkelijke vorm en zwellen niet op. Bij Deense agar zwellen de deeltjes volgens Czaja (1967) wel op voornamelijk in de lengterichting. Ze omgeven zich met een roodviolette kleurstoflaag. Bij verder opzwellen ontstaan steeds nieuwe kleurstofflagen, waardoor de omtrek van de deeltjes afwisselend licht en donker gestreept wordt. Hierin onderscheidt zich agar-agar van alle andere verdikkingsmiddelen.
- In methyleenblauw kleuren de deeltjes donkerblauw. De kleurstof hoopt zich op in de deeltjes. Er vindt bijna geen zwelling plaats.
- In chloorzinkjodium vindt een zeer geringe bruinkleuring aan de randen van de deeltjes plaats. De optrekken van de deeltjes vervagen en ze zwellen enigszins op. Door voorzichtig verwarmen lossen de deeltjes op zonder violetkleuring (geen cellulosereactie).
- De glucosetest op agar is negatief evenals de peroxydasetest en de ninhydrinetest.
- Agar-agar lost niet op in koud water maar na verwarmen ontstaat een transparante gel. De deeltjes lossen na verwarmen eveneens op in verdunde loog en verdund zuur. Agar is niet oplosbaar in alcohol en andere organische oplosmiddelen.

3.2.4 Carrageen E407

Het verdikkingsmiddel carrageen wordt door extractie met heet water en loog gewonnen uit een aantal soorten roodwieren (klasse Rhodophyceae). De belangrijkste zijn de volgende soorten: *Chondrus crispus* = Iers mos en *C. canaliculatus* (kust van Europa en Noord Amerika, van Peru, Chili, Filippijnen en Nieuw Zeeland); *Gigartina pistillata* en *G. stellata* (Noord Europa); *Gigartina radula* (Portugal, Afrika en Canada); *Gigartina intermedia* en *G. pacifica* (Japan) en *Euchema* spp. (Indonesië). De naam Iers mos moet niet verward worden met IJslands mos (*Lichen islandicus*) een korstmos. Carrageen is een overwegend hoogmoleculair polysaccharide dat uit galactose en galactosesulfaat bestaat. Het komt in twee vormen voor, het gelerende kappa-carrageenan (70%) en het niet-gelerende lambda-carrageenan (30%). In een aantal Eugena-soorten komt nog een derde vorm voor, het gelerende jota-carrageenan. De structuur doet denken aan die van agar. Naast het carrageen komen voor calcium-, natrium-, kalium-, ammonium- en magnesiumzouten van de polysaccharidesulfaatesters (carragenaten). Het molecuulgewicht van carrageen ligt tussen 100.000 en 800.000. Het bestaat voor 70 tot 95% uit polysacchariden (waarvan sulfaatgehalte 25 tot 35%), vochtgehalte 8 tot 15%, eiwitgehalte 2 tot 4% en asgehalte 25 tot 35%. Verder zou ca. 1,3% cellulose voorkomen. Als handelsprodukten zijn o.a. bekend Viscarin, Gecarin, Gelatan en Genucarrageen en verder Irish moss gelose, Euchenan, Iridophycan en Hypnean.

Eigenschappen van carrageen

Carrageen is slechts gedeeltelijk oplosbaar in koud water maar volledig oplosbaar in heet water. Het vormt een visceuze gel. Het reageert zuur vanwege de sulfaatgroepen. Van de carragenaten is alleen het natriumzout in koud water oplosbaar. Deze oplossing geleert niet. Het kalium-, ammonium- en magnesiumzout lost pas op bij 50 graden Celsius. Met melkeiwit reageert carrageen onder vorming van een caseinecarrageengel. Carrageen en carragenaten zijn onoplosbaar in alcohol.

Microscopische identificatie van carrageen

Carrageen en carragenaten komen voor in de vorm van witte tot lichtbruine poeders of granulaten. De geur is praktisch afwezig, de smaak kan aan zeewieren doen denken.

- In paraffineolie zijn de carrageendeeltjes (genulacta) voornamelijk onregelmatig gevormd en enigszins afgerond. Daarnaast zijn ook vezelige deeltjes aanwezig. Van een monster carrageenaat bestaan de deeltjes uit zeer grote vezels, terwijl van een monster kappa-carrageen de deeltjes uit zeer fijne dunne vezeltjes bestaan.
- In gepolariseerd licht zijn bovengenoemde drie soorten carrageen sterk dubbelbrekend.
- In een preparaat van de celwandfractie is praktisch alle celmateriaal terug te vinden. De celstructuren zijn minder duidelijk dan in het paraffineoliepreparaat. Bij sterk gezuiverde preparaten en kappa-carrageen is in een preparaat van de celwandfractie geen celstructuur meer waar te nemen.
- In joodjoodkalium zwellen de deeltjes op, de thalluscellen worden zichtbaar. In de cellen komen dextrinehoudende korrels voor, die donkerbruin kleuren. In het preparaat zijn verschillende delen van de thallus terug te vinden namelijk weefselstukjes van het losse merg en weefselstukjes van het kleincellige schorsweefsel. Karakteristiek hierbij is de radiale ordening van de schorscellen. Deze cellen zijn zeer kenmerkend voor wieren. Het is echter niet mogelijk om op grond van het microscopisch beeld hiervan vast te stellen uit welke wiersoort het carrageen is bereid.

Fig.5 Carrageen: gipskristallen (100X).

- Met rutheniumrood kleuren de celwanden rood, de slijmachtige opgezwollen massa's kleuren lichtrood.
- In de anilineblauwoplossing zwellen de deeltjes op. Het centrale gedeelte van de deeltjes blijft kleurloos. De thalluscellen blijven donkergrijs.
- Met methyleenblauw kleuren carrageen, carragenaten en kappa-carrageen fel violet, de deeltjes zwellen sterk op.
- Met chloorzinkjodium kleuren de thalluscellen donkerbruin. Daarnaast zijn er ook enkele violette deeltjes waar te nemen (cellulosereactie). Bij carragenaten en kappa-carrageen zwellen de deeltjes enigszins op en er vindt een lichte bruinkleuring plaats.
- De glucosetest op carrageen, carragenaten en kappa-carrageen is negatief. Als glucose ter standaardisering van de geleersterkte is toegevoegd is de reactie uiteraard positief. In een monster carrageen werd microscopisch ook de aanwezigheid van keukenzout vastgesteld, hetgeen bevestigd kon worden met een zilvernitraatoplossing (5%). Carrageen en carragenaten bevatten 25 tot 35% sulfaat. Dit is aan te tonen door een kleine hoeveelheid carrageen op te lossen onder verwarming in salpeterzuur (10%) en vervolgens enkele druppels calciumchloride-oplossing (7%) toe te voegen. In het microscopisch preparaat zijn dan een groot aantal gipsnaalden waar te nemen.
- De peroxydasetest is negatief.

- De ninhydrinetest op eiwitten is zwak positief. Carrageen bevat 2 tot 4% eiwit.
- De oplosbaarheidstest op carrageen, carragenaten en kappa-carrageen is zwak positief. De deeltjes zwellen op in koud water en lossen op in warm water en vormen bij afkoelen een troebele gel. Carrageen, carragenaten en kappa-carrageen lossen niet op in alcohol.

3.3 Verdikkingsmiddelen en geleermiddelen van andere oorsprong

3.3.1 Xanthaangom E415

Xanthaangom is een gom die wordt gevormd tijdens de groei van bepaalde soorten bacteriën (*Xanthomonas campestris*, *Leuconostoc mesenteroides* of *Leuconostoc dextranicum*) op een saccharose- of glucosehoudend substraat. Na beëindiging van de synthese wordt het bezinksel door centrifugeren van de bacteriën ontdaan. Het extracellulair gevormde polysaccharide kan met behulp van alcohol of aceton uit de visceuze oplossing neergeslagen worden. Het residu wordt vervolgens gedroogd en gemalen. Het bacteriële polysaccharide komt onder de namen dextraan (dextran) of xanthaangom (xanthangom) in de handel. Xanthaangom bevat D-glucose en D-mannose als belangrijkste hexose-eenheden. Verder bevat het D-glucuronzuur en pyrodruivenzuur. Het komt voor als natrium-, kalium- of calciumzout.

Eigenschappen van xanthaangom

Opgelost in koud water vormt xanthaangom tamelijk visceuze oplossingen die relatief stabiel zijn voor temperatuursveranderingen, de toevoeging van veel zouten en de verandering van de zuurtegraad. Een 1% oplossing van een mengsel van xanthaangom en johannesbroodpitmeel (1:1) vormt na afkoelen een stevige elastische gel. Xanthaangom bevat naast ca. 5% acetylgroepen ook 3 tot 3,5% pyrodruivenzuur. De oplossingen van natrium-, kalium- en calciumzouten zijn neutraal. Xanthaangom is onoplosbaar in alcohol.

Microscopische identificatie van xanthaangom

Xanthaangom is een reukloos roomkleurig poeder met een enigszins flauwe slijmerige smaak.

- In een paraffineoliepreparaat bevinden zich naast kleine vezelige deeltjes ook deeltjes met scherpe hoeken en randen.
- In gepolariseerd licht zijn de deeltjes sterk dubbelbrekend.
- In een preparaat van de celwandfractie zijn geen bestanddelen van xanthaangom terug te vinden. Xanthaangom wordt vaak gecombineerd met andere verdikkingsmiddelen b.v. guarmeel. Het is dus mogelijk dat hiervan wel bestanddelen zoals palissadecellen in het preparaat te vinden zijn.

- Met joodjoodkalium treedt geen specifieke kleuring op.
- Met rutheniumrood kleuren de deeltjes intensief rood en ze zwellen op.
- In anilineblauw lossen de deeltjes op, het gehele preparaat wordt lichtblauw gekleurd.
- In methyleenblauw zwellen de deeltjes sterk op en kleuren intensief blauw.
- Met chloorzinkjodium kleuren de deeltjes lichtbruin.
- De glucosetest is zwak positief. Mogelijk bevat xanthaangom een geringe hoeveelheid glucose.
- De peroxydasetest met waterstofperoxide en de ninhydrine test op eiwitten zijn beide negatief.
- De deeltjes lossen gemakkelijk op in water en vormen reeds bij geringe concentratie een transparante gel. De xanthaangomdeeltjes lossen niet op in alcohol.

3.3.2 Gelatine

Gelatine is een verdikkingsmiddel van dierlijke oorsprong. Het vormt dus een uitzondering ten opzichte van de andere verdikkingsmiddelen. Gelatine wordt bereid uit het collageen dat zich in de huid, bindweefsel en beenderen bevindt. Bij de bereiding worden de grondstoffen gereinigd en ontvet. Beenderen worden ontkalkt tot zogenaamde oseine. Vervolgens wordt de gelatine door een zure of alkalische behandeling uit het collageen bereid. Afhankelijk van de voorbehandeling spreekt men van A-typen (zure voorbehandeling) of B-typen (alkalische voorbehandeling). Deze typen onderscheiden zich hoofdzakelijk door hun iso-elektrisch punt respectievelijk bij pH 7-9 en pH 4,5-5. Gelatine is een lineaire proteïne met een molecuulgewicht van 10.000 tot 100.000. Gelatine bevat maximaal 2% as, ca. 15% vocht en ca. 84% eiwit.

Eigenschappen van gelatine

Gelatine lost op in warm water en vormt bij afkoelen een gel. Deze omvorming van sol naar gel is thermoreversibel. Zuivere gedroogde gelatine is jarenlang houdbaar. Gelatine is vooral waardevol doordat de gelvorming onder de 35 graden Celsius plaats vindt. Gelatine is onoplosbaar in alcohol en andere organische oplosmiddelen.

Microscopische identificatie van gelatine

De in de handel voorkomende gelatinepreparaten zijn praktisch smaakloos en zonder geur. Het zijn lichtgele producten in de vorm van vellen, korrels of poeders. Instantgelatine is fijngemalen gelatine op een drager, die gemalen of gesproeidroogd is. Deze gelatinesoort geleert bij dispergeren in koud water.

- In een paraffineoliepreparaat van gelatinepoeder bevinden zich glasheldere, kleurloze, onregelmatig gevormde deeltjes met scherpe hoeken en randen. Op de meeste deeltjes bevinden zich krimpscheurtjes in de vorm van min of meer evenwijdige lijnen.
- In gepolariseerd licht zijn de deeltjes slechts zwak dubbelbrekend.
- In een preparaat van de celwandfractie worden geen bestanddelen teruggevonden.
- Met joodjoodkalium kleuren de deeltjes lichtgeel (eiwitreactie) en ze zwellen langzaam op.
- In een rutheniumroodpreparaat zwellen de gelatinedeeltjes langzaam op. Vooral de randen van de deeltjes worden rood gekleurd.
- In een anilineblauwpreparaat worden de langzaam opzwellende deeltjes vooral aan de randen blauw gekleurd. Na verloop van tijd wordt de kleur minder intensief.
- In een methyleenblauwpreparaat kleuren de deeltjes intensief blauw. Waarschijnlijk is deze kleuring pH-afhankelijk (A- of B-type gelatine). De deeltjes lossen geheel op.
- In een chloorzinkjodiumpreparaat behouden de deeltjes hun oorspronkelijke vorm. De deeltjes kleuren na enige tijd geel tot bruin.
- De glucosetest en de peroxydasetest zijn beide negatief.
- De ninhydrinetest is sterk positief. Gelatine bestaat voor 84% uit eiwit. Hierdoor is gelatine duidelijk te onderscheiden van de reeds eerder behandelde verdikkingsmiddelen.
- Bij de oplosbaarheidstest lossen de gelatinedeeltjes niet zo goed op in koud water. In heet water lossen ze snel op, bij afkoelen ontstaat een stevige transparante enigszins geel gekleurde gel.

4. IDENTIFICATIESCHEMA

Op grond van het boven beschreven onderzoek kan een overzicht worden samengesteld voor de meest karakteristieke kenmerken van de verdikkingsmiddelen en geleermiddelen (Tabel 1).

Tabel 1. Overzicht van de belangrijkste kenmerken voor de microscopische identificatie van verdikkingsmiddelen en geleermiddelen.

Verdikkingsmiddel geleermiddel	Belangrijkste kenmerken voor de identificatie
Johannesbroodpitmeel	* Palissadecellen tot 150 micrometer lang * Lichtlijn op 15 micrometer
Guarpitmeel	* Palissadecellen 65 tot 80 micrometer lang * Dragercellen van het melkkantype
Taragom	* Palissadecellen tot 170 micrometer lang * Lichtlijn op 30 micrometer
Tamarindezaadgom	* Palissadecellen van 60 tot 250 micrometer soms in dubbele rij * Met jodiumoplossing blauwe en roodbruine korrels
Psylliumzaadgom	* Slijmcellen ca. 60 micrometer, polygonaal in verschillende lagen
Pectine	* Met rutheniumroodoplossing sterke roodkleuring
Arabische gom	* Oplosbaar in koud water, pH 5 * Peroxydasetest positief
Ghattigom	* Oplosbaar in koud water * Peroxydasetest positief * Verontreinigingen (schorscellen)
Tragacanth	* Cellulaire structuur van verslijmde cellen * Zetmeelkorrels 3 tot 20 micrometer doorsnede
Karayagom	* Opvallende azijnzuurgeur en -smaak
Konjakugom	* Kristalnaalden (tot 200 micrometer lang) * Kleine zetmeelkorrels (2 - 5 micrometer) * Positieve glucosereactie
Cellulose	* Sterke dubbelbreking in gepolariseerd licht * Violetblauwkleuring met chloorzinkjodium
Alginezuur	* Zure reactie (pH 2,0-3,4) * Specifieke reactie met ferrisulfaatoplossing
Alginaten	* Specifieke reacties op Na, K, Ca of Mg
Agar-agar	* Roodbruinkleuring met jodiumoplossing
Deense agar	* Specifieke kleuring met anilineblauwoplossing
Carrageen	* Thalluscellen met dextrinehoudende korrels * Specifieke reactie op sulfaat
Carragenaten	* Thalluscellen met dextrinehoudende korrels * Specifieke reacties op Na, K, Ca of Mg * Specifieke reactie op sulfaat
Xanthaangom	* Specifieke test op glucose
Gelatine	* Ninhydrinetest op eiwitten

4. CONCLUSIE

Van een twintigtal verdikkingsmiddelen en geleermiddelen zijn de eigenschappen onderzocht m.b.v. een aantal microscopische preparaten en een aantal microchemische en fysische testen. Uit de resultaten van dit onderzoek werd een overzicht samengesteld met de belangrijkste karakteristieke kenmerken (Tabel 1).

Met behulp hiervan kan op een snelle manier de identificatie van de verschillende verdikkingsmiddelen en geleermiddelen plaats vinden. Vervolgens kan een bevestiging van de identificatie worden verkregen door het microscopisch onderzoek volledig uit te voeren zoals het voor ieder produkt beschreven is.

LITERATUUR

Acker, L. (eds).

Handbuch der Lebensmittelchemie. 1. Band, Die Bestandteile der Lebensmittel. Springer Verlag, Berlin, (1967) 1184-1194.

Boekwerk Heffingen bij Invoer, Deel III, Toelichtingen en Beslissingen, Uitgave Ministerie van Financiën, (1988) Hoofdstuk 13, 1302.1 - 13.02.5 en Hoofdstuk 39, 3913.3.

Czaja, A.Th.

Methoden der Lebensmittel-Mikroskopie und Lebensmittelüberwachung, Umschau Verlag, Frankfurt am Main, (1971) 72-83.

Czaja, A.Th.

Untersuchungen über den mikroskopischen Nachweis einiger oft verwendeter Dickungsmittel in Trockenmischungen.

Z. Lebensm.unters. 117, (1967) 499-513.

Deutschmann, F.

Zur mikroskopischen Untersuchung von pflanzlichen Dickungsmitteln verschiedener botanischer Herkunft.

Jahresbericht 91. bis 92. Jahrgang, Institut für Angewandte Botanik der Universität Hamburg, (1976) 181-218.

Fischer, R., Th. Kaertnig.

Drogenanalyse. Springer Verlag, Wien-New York, (1978) 31-37.

Franke, W.

Nutzpflanze.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York, (1985) 111-117.

Gassner, G. B. Homann, F. Deutschmann.

Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel.

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1989) 364-370.

De Jong, W.

Het microscopisch onderzoek van champignonconserven op de aanwezigheid van waterbindende middelen.

De Ware(n)-Chemicus (1988) 18, 118-124.

Pankratz, von M.

Gelier- und Verdickungsmittel in der Nahrungindustrie.

Zeitschr. f. Lebensm.unters.(1981) 32, 253-256.

Pankratz, von M.

Gelier und Verdickungsmittel in der Nahrungindustrie.

Zeitschr.f.Lebensm.unters.(1981) 32, 333-336.

Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, Richtlijn 78/663/EEG. Nr. L.223/7-L.223/29 (1978).

Schilt, R.

Pectinen en pectinesplitsende enzymen. Diss. RU Utrecht (1961).

Schoch J., E. Maywald.

Microscopic examination of modified starches.

Analyt. Chem. (1956) 28, 382-387.

Schweiz. Lebensmittelbuch.

Band II. Spezieller Teil, Kapitel 40, Gelier- und Verdickungsmittel.

Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale Bern, (1977) 3-22.

Specifications for identity and purity of thickening agents, anticaking agents, antimicrobials, antioxidants and emulsifiers.

Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, (1978) 1-59.

Thoor, van J. (ed.).

Materials and Technology.

Longman, J.H. de Bussy (eds.), London Amsterdam, (1975) Vol. V, 26-62.

Warenwet.

Band I, Emulgatorenbesluit, Uitvoeringsvoorschriften (c1-16a).

Vermande Lelystad, (1988) 1-33.

REGISTER

Acaciagom	19
Adengom	20
Agar-agar	34
AKU-CMC	28
Alga gaspinosa	34
Alginaten	32
Alginezuur	30
Ammoniumalginaat	32
Appelpektine	18
Arabische gom	19
Avicel	29
Babulgom	20
Calciumalginaat	32
Carrageen	35
Cellulose	28
Cellulosederivaten	29
Citruspectine.	17
CMC-vezels	29
Danagar	34
Deense agar	34
Dextraan	38
Euchenan,	35
Furcellaran	34
Gecarin	35
Gelatan	35
Gelatine	39
Gelose	34
Genucarrageen	35
Genulacta	36
Ghattigom	21
Guarpitmeel	10
Hashabgom	20
Hydroxypropylcellulose	28
Hydroxypropylmethylcellulose	28
Hypnean	35
Iers mos	35
IJslands mos	35
Indiase gom	21
Irishmoss gelose	35
Isabgol	15
Johannesbroodpitmeel	8
Jota-carrageenaan.	35
Kadayagom,	26
Kaliumalginaat	32
Kappa-carrageenaan	35
Karayagom	25
Katilogom,	25
Konjakubloem	26
Konjakugom	26
Kordofangom	21
Kullogom,	25
Kultiragom	25

Lambda-carrageenaan	35
Magnesiumalgiinaat.	32
Metamucyl	15
Methylcellulose	28
Methylethylcellulose	28
Microkristallijne cellulose	28
Muscaragom	25
Natrium-carboxymethylcellulose	28
Natriumalgiinaat	32
Oseine.	39
Pectaten	17
Pectinaten	17
Pectine	17
Propyleenglycolalgiinaat	32
Propyleenglycolester	32
Protanal	35
Psylliumzaadgom	10
Senegalgom	22
Sobalg FD 120	35
Sterculiagom	20
Suakingom	20
Talhagom	25
Tamarindezaadgom	14
Taragom	12
Tragacanth	22
Tragant	22
Tylose	28
Verekgom	20
Viscarin	35
Vlozaad	15
Xanthaangom	38
Zedougom	20