Projectnr.: 7041701
Ontwikkeling van een databank t.b.v. het microscopisch identiteitsonderzoek van agrarische producten.
Projectleider: drs. W.J.H.J. de Jong

Rapport 97.06 januari 1997

MICROSCOPISCHE IDENTIFICATIE VAN GEDROOGDE MELKPRODUCTEN EN DENATURATIEMIDDELEN IN HET KADER VAN WETTELIJKE REGELINGEN

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

Afdeling: Kwaliteitsbewaking

DLO-Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT-DLO)
Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen
Postbus 230, 6700 AE Wageningen
Telefoon 0317-475400
Telefax 0317-417717

Copyright 1997, DLO-Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT-DLO).
Overname van de inhoud is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.

VERZENDLIJST

INTERN:
directeur
programmaleiders (2X)
in- en externe communicatie (3x)
bibliotheek (3x)
J. de Jong
W.J.H.J. de Jong
J.F. Labrijn
C.G.M. Onstenk
V.G.Z. Pinckaers
L.G.T.M. Pricken
J.J.M. Vliege

EXTERN:
Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Ministerie LNV, Directie Wetenschap en Kennisoverdracht
Ministerie LNV, Directie Internationale zaken (drs. W.A.M. Kippersluis, drs. R.L.J. Laurey)
Ministerie LNV, Directie Milieu, Kwaliteit en Gezondheid (drs. P.H. Draaisma)
Algemene Inspectie Dienst (dhr. W.M.J. Nooij)
Belastingdienst/Douane Laboratorium (drs. G.J. Sluis, drs. T. Knol, mw. drs. M.J.M. Damen)
Hoofdproductschap Akkerbouwproducten (ir. P.J.M. Knippels)
Productschap voor Zuivel (ing. H.J. Mulder)

ABSTRACT

Microscopische identificatie van gedroogde melkproducten en denaturatiemiddelen in het kader van wettelijke regelingen

Microscopical identification of dried milk products and denaturing agents within the framework of legal regulations (in Dutch)

Report 97.06 January 1997

W.J.H.J. de Jong

State Institute for Quality Control of Agricultural Products (RIKILT-DLO)
P.O. Box 230, NL-6700 AE Wageningen, the Netherlands

1 annex, 5 tables, 29 pages, 16 references

By the EU financial support is given on working up skimmed-milk powder and buttermilk powder in milkreplacer feeds for calves or the denaturation of these milk products with grassmeal, fishmeal and other denaturing agents (Directive 986/68/EEC, Directive 1725/79/EEC). Microscopical examination is a useful technique for the identification of feedstuffs. In this report a survey is given of the microscopical identification of dried milk products and denaturing agents as mentioned in these directives.

Keywords: dried milk products, denaturing agents, microscopical identification.

INHOUD blz

ABSTRACT 1

SAMENVATTING 5

1 INLEIDING 7
1.1 Steunregelingen op magere melkpoeder 7
1.2 Denaturering van magere melkpoeder 8
1.3 Verwerking van magere melkpoeder in mengvoeder 8
1.4 Voorgeschreven controlemaatregelen 9
1.5 Microscopische controle 11

2 MATERIAAL EN METHODEN 13
2.1 Monstermateriaal 13
2.2 Methoden van onderzoek 13
2.2.1 Microscopisch onderzoek van gedroogde melkproducten 13
2.2.2 Microscopisch onderzoek van denaturatiemiddelen 14
2.2.3 Opnametechniek 15

3 RESULTATEN EN DISCUSSIE 15
3.1 Microscopische identificatie van gedroogde melkproducten 15
3.2 Microscopische identificatie van denaturatiemiddelen 21
3.3 Microscopische identificatie van kunstmelkvoeders 26

4 CONCLUSIES 27

LITERATUUR 28

BIJLAGE

SAMENVATTING

Door de Raad van de Europese Gemeenschap is de mogelijkheid vastgesteld voor steunverlening op magere melkpoeder en ondermelk bestemd voor voederdoeleinden (Verordening (EEG) Nr. 986/68).
Steun kan worden verleend op magere melkpoeder dat wordt gedenatureerd of rechtstreeks wordt verwerkt in mengvoeder (kunstmelkvoeder voor kalveren). Hierbij moeten de verschillende producten (magere melkpoeder, denaturatiemiddelen, mengvoeders) aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen (Verordening (EEG) Nr. 1725/79). De controle op deze kwaliteitseisen ten aanzien van identiteit, zuiverheid en/of samenstelling van genoemde producten vindt plaats door chemisch analytisch en microscopisch monsteronderzoek.

In dit rapport wordt het microscopisch onderzoek van gedroogde melkproducten en denaturatiemiddelen beschreven evenals de belangrijkste microscopische kenmerken waarmee gedroogde melkproducten zoals magere melkpoeder, karnemelkpoeder, in een mengsel verwerkt magere melkpoeder (vetkern), kunstmelkvoeder en denaturatiemiddelen kunnen worden geïdentificeerd. Andere gedroogde melkproducten zoals volle melkpoeder, weipoeder, melksuikerarme weipoeder en weivetkern vertonen grote overeenkomsten met bovengenoemde melkproducten. Daarom zijn deze eveneens bij het onderzoek betrokken. De beschrijvingen van de microscopische kenmerken van de gedroogde melkproducten en van de denaturatiemiddelen zijn gebaseerd op het microscopisch onderzoek van referentiemonsters en op gegevens uit de literatuur.

Van de belangrijkste c.q. meest karakteristieke kenmerken van de verschillende gedroogde melkproducten en denaturatiemiddelen zijn microscopische beelden opgenomen in het RIKILT-DLO databankprogramma 'Treasury' en uitgeprint met een kleurenprinter.

1 INLEIDING

Microscopisch onderzoek is een belangrijke techniek bij de identiteits- en de samenstellingscontrole van industriële landbouwproducten. Het onderzoek wordt ondermeer toegepast bij de wettelijk voorgeschreven controle van EG-steunmaatregelen voor magere melkpoeder. Steun wordt verleend op magere melkpoeder dat wordt gedenatureerd of dat wordt verwerkt in een mengvoeder (kunstmelkvoeder voor kalveren).

1.1 Steunregelingen op magere melkpoeder

Voor de controle op de denaturering van magere melkpoeder en op de rechtstreekse verwerking ervan in mengvoeder (kunstmelkvoeder) zijn bepaalde controlemaatregelen ingevoerd. Deze controlemaatregelen zijn opgenomen in een aantal EG-verordeningen, Productschapsregelingen en Beschikkingen van het Ministerie van Landbouw. Voor het microscopisch onderzoek zijn de volgende regelingen van belang.

Verordening (EEG) Nr. 986/68

Door middel van Verordening (EEG) Nr. 986/68 is door de EG de mogelijkheid vastgesteld van steunverlening op de verwerking van magere melkpoeder en ondermelk bestemd voor voederdoeleinden.

In deze verordening is tevens aangegeven wat - in het kader van de steunmaatregel - verstaan moet worden onder melk, karnemelk, ondermelk en magere melkpoeder. Magere melkpoeder is melk en karnemelk in poedervorm, dat ten hoogste 11% vetstoffen bevat en waarvan het watergehalte een nader vast te stellen maximum niet te boven gaat [1]. Omdat het moeilijk is om een duidelijk onderscheid te maken tussen magere melkpoeder en karnemelkpoeder wordt er ook op de verwerking van karnemelkpoeder steun verleend. De steunregeling betreft dus niet alleen magere melkpoeder maar ook karnemelkpoeder hoewel dit in de meeste gevallen niet apart wordt vermeld. Er wordt geen steun verleend op weipoeder. Het is daarom van belang om een onderscheid te kunnen maken tussen magere melkpoeder en weipoeder. Het vervalsen van magere melkpoeder met weipoeder is namelijk uit financiële overwegingen aantrekkelijk.

Verordening (EEG) Nr. 1725/79

In Verordening (EEG) Nr. 1725/79 zijn voorwaarden vastgesteld waaraan de magere melkpoeder, de denaturatiemiddelen, of bij de verwerking van de magere melkpoeder in een mengvoeder, het mengvoeder moet voldoen.

De magere melkpoeder moet voldoen aan de in Verordening (EEG) Nr. 986/68 vermelde definities en er mag van te voren geen enkele stof aan zijn toegevoegd. Er wordt daarbij een uitzondering gemaakt voor magere melkpoeder, dat in een mengsel is verwerkt en dat gebruikt wordt voor de vervaardiging van mengvoeder (kunstmelkvoeder) zoals in Verordening (EEG) Nr. 1725/79 is omschreven. Het mengsel mag bij verwerking geen andere producten bevatten dan: vetten, vitamines, minerale zouten, saccharose, ten hoogste 0,3% anti-klontermiddelen en/of vloeimiddelen

(zgn. free-flowers) en andere in vet oplosbare hulpstoffen, met name anti-oxydantia en emulgatoren [2]. Verordening (EEG) Nr. 1725/79 is opgenomen in de nationale wetgeving als Steunregeling op magere-melkpoeder en ondermelk in mengvoeder (VO. 1725/79) [3].

Beschikking no. J 4660

In Beschikking no. J 4660 van het Ministerie van Landbouw (artikel 5) is verder bepaald dat de magere melkpoeder die voor steun in aanmerking wordt gebracht, deugdelijk en van goede bacteriologische kwaliteit moet zijn. De melkpoeder mag geen vreemde bestanddelen bevatten, dan wel niet meer dan 3 gram per kg verontreinigingen en/of verbrande deeltjes [4].

1.2 Denaturering van magere melkpoeder.

De denaturering van magere melkpoeder in de zin van de steunregeling dient als volgt te worden uitgevoerd (artikel 2 van Verordening (EEG) Nr. 1725/79):

Magere melkpoeder wordt gedenatureerd door per 100 kg magere melkpoeder het volgende toe te voegen:

Formule A

a) 9 kg luzernemeel of grasmeel dat ten minste 50% (m/m) korrels met een grootte van maximaal 300 µm bevat, en

b) 2 kg zetmeel of voor verstijfseld zetmeel.

die op gelijkmatige wijze in het mengsel moeten zijn verwerkt, of

Formule B

a) 5 kg luzernemeel of grasmeel dat ten minste 50% (m/m) korrels met een grootte van maximaal 300 µm bevat, en

b) 12 kg niet-ontgeurd of een uitgesproken geur verspreidend vismeel dat ten minste 30% (m/m) korrels met een grootte van maximaal 300 µm bevat, en

c) 2 kg zetmeel of voorverstijfseld zetmeel.

die op gelijkmatige wijze in het mengsel moeten worden verwerkt [2].

1.3 Verwerking van magere melkpoeder in mengvoeder

Bij de verwerking van magere melkpoeder in mengvoeder (kunstmelkvoeder) moet het mengvoeder - in de zin van de steunregeling - aan bepaalde eisen voldoen. Bijlage V bij de "Steunregeling op magere melkpoeder en ondermelk in mengvoeder (VO. 1725/79)" geeft een definitie van mengvoeder in de zin van de steunregeling als bedoeld in deze verordening:

De verwerking van magere melkpoeder, dat voldoet aan de gestelde eisen, komt in aanmerking voor steun, als deze rechtstreeks tot mengvoeder is verwerkt, dat:

a) per 100 kg eindproduct bevat:

- *ten minste 50 kg en ten hoogste 80 kg magere melkpoeder[1)]*
- *ten minste 5 kg melkvreemde vetten[2)] en ten minste 2 kg zetmeel of voorverstijfseld zetmeel*

of

- *ten minste 2,5 kg melkvreemde vetten*[2] *en ten minste 2 kg zetmeel of voorverstijfseld zetmeel indien per 100 kg magere melkpoeder 5 kg luzernemeel of grasmeel wordt bijgemengd dat ten minste 50% (m/m) korrels met een grootte van maximaal 300 micrometer bevat. De korrels van maximaal 300 micrometer moeten op gelijkmatige wijze in het mengsel zijn verwerkt.*

b) een voor voeder typische samenstelling heeft;

c) (vervallen)

d) die rechtstreeks als diervoeder kunnen worden gebruikt en vóór het stadium van de eindverbruiker niet zullen worden verwerkt of vermengd.

[1] *Indien uit analyse blijkt dat het mengvoeder per 100 kg minder dan 50 kg doch tenminste 45 kg of méér dan 80 doch ten hoogste 81 kg magere melkpoeder bevat, kan steun worden verleend onder de voorwaarden gesteld in punt 7.2.1 van de regeling.*

[2] *Indien in het kader van Verordening (EEG) nr. 2409/86 [5] gekocht botervet evenwel wordt gebruikt voor de vervaardiging van mengvoeder is het minimum gehalte aan melkvreemde vetten niet vereist* [3].

Punt 7.2.1 van de "Steunregeling op magere melkpoeder en ondermelk in mengvoeder (VO. 1725/79)" betreft de marges die gehanteerd worden t.a.v. het gehalte aan magere melkpoeder:

wanneer wordt geconstateerd dat het vervaardigde mengvoeder de hoeveelheid van 50 kg magere melkpoeder niet bevat wordt een met 15% verlaagd steunbedrag toegekend voor de werkelijk bijgemengde hoeveelheid magere melkpoeder. Voorwaarde is wel dat 100 kg eindproduct minstens 45 kg magere melkpoeder moet bervatten.

Wanneer wordt geconstateerd dat het mengvoeder een hoeveelheid magere melkpoeder bevat, die groter is dan de genoemde hoeveelheid van 80 kg doch niet groter dan 81 kg wordt toch steun verleend en wel op basis van 80 kg magere melkpoeder [3].

De bepaling van de hoeveelheid magere melkpoeder in het mengvoeder wordt door het RIKILT-DLO uitgevoerd (in duplo) volgens de methode van Bijlage III bij Verordening (EEG) nr. 1725/79 (Bepaling van de hoeveelheid magere melkpoeder in diervoeders door enzymatische coagulatie van paracaseïne) [3]. Voor de wettelijk controle op het gehalte aan magere melkpoeder in mengvoeder is derhalve een chemische analysemethode voorgeschreven.

Voor de bepaling van het vetgehalte in mengvoeder is eveneens een chemische analysemethode voorgeschreven (zie Verord. nr. 1725/79/EEG, Bijlage II, voetnoot 3) [2].

1.4 Voorgeschreven controlemaatregelen

In Verordening (EEG) Nr. 1725/79 zijn de controles voorgeschreven, die uitgevoerd dienen te worden om voor steun op de denaturering van magere melkpoeder of de rechtstreekse verwerking ervan in een mengsel, in aanmerking te komen [2].

De bijlagen I en II bij deze Verordening bestaan uit modellen van het analyseformulier en het controleformulier zoals die moeten worden toegepast bij de controle.

Bijlage I is een analyseformulier dat behoort bij de controle op de denaturering van magere melkpoeder en waarop de resultaten van de diverse controles moeten worden ingevuld (TABEL I).

TABEL I: Analyseformulier voor de controle van magere melkpoeder, in een mengsel verwerkte magere melkpoeder (vetkernen) en gedenatureerde magere melkpoeder. De met een * gemerkte bestanddelen zijn microscopisch te identificeren.
(Bijlage I bij Verordening (EEG) Nr. 1725/79 [2]).

ANALYSEFORMULIER	
A. Magere melkpoeder in ongewijzigde staat	1. Gehalte a) aan water b) aan andere bestanddelen zoals vet 2. Aanwezigheid van vreemde bestanddelen: a) zetmeel* b) gebroken granen* c) luzernemeel of grasmeel* d) -/- e) vismeel* f) gemalen perskoeken en/of meel van gedroogd en ontvet kool- en/of raapzaad* g) andere dan sub f) bedoelde gemalen perskoeken* h) hooi- en/of stromeel* i) andere producten van plantaardige bestemd voor de diervoeding* j) andere stoffen met name zure wei* (voor zover de nationale autoriteiten de opsporing daarvan vereisen)
B. In een mengsel verwerkt magere melkpoeder (vetkernen)	Naast de onder A bedoelde analyses uit te voeren controles: 1. Gehalte a) aan magere melkpoeder b) aan vetten, inclusief in vetoplosbare hulpstoffen 2. Andere controles verlangd door de nationale autoriteiten
C. Gedenatureerde magere melkpoeder	Naast de onder A bedoelde analyses uit te voeren controles: Controle op denaturering overeenkomstig formule A: 1. gras- of luzernemeel* a) percentage b) korrelverdeling (controle voor denaturering) 2. zetmeel* Controle op denaturering overeenkomstig formule B: Naast de onder formule A vermelde controles: 3. vismeel* a) percentage b) korrelverdeling (controle voor denaturering) c) geur

Bijlage II van Verordening (EEG) Nr. 1725/79 is een controleformulier dat behoort bij de controle op de verwerking van magere melkpoeder in mengvoeder (kunstmelkvoeder) en waarop de resultaten van de diverse controles moeten worden ingevuld (TABEL II).

TABEL II: Controleformulier voor de controle van mengvoeder (kunstmelkvoeder). De met een * gemerkte bestanddelen zijn microscopisch te identificeren .
(Bijlage II bij Verordening (EEG) Nr. 1725/79 [2]).

CONTROLEFORMULIER	
A. Mengvoeder (controle ter plaatse aangevuld met laboratoriumanalyse)	a) magere melkpoeder* b) zetmeel (kwantitatief of de kwalitatieve bepaling)* c) vetten* d) gras- of luzernemeel*
B. Mengvoeder (laboratoriumanalyse)	1. kopergehalte* 2. korrelverdeling van gras- of luzernemeel (gecontroleerd voor de bijmenging)*

1.5 Microscopische controle

De microscopische controle bij de denaturering van magere melkpoeder (formule A en B) met gras- en luzernemeel, zetmeel en vismeel betreft de controle van de samenstelling van de magere melkpoeder (TABEL I,A) en de controle van de gedenatureerde magere melkpoeder (TABEL I,C).
De microscopische controle bij de verwerking van magere melkpoeder in mengvoeder (kunstmelkvoeder) betreft de controle van de samenstelling van de magere melkpoeder (TABEL I,A), de samenstelling van in een mengsel verwerkte magere melkpoeder zoals vetkern (TABEL I,B) en de samenstelling van het vervaardigde mengvoeder (TABEL II,A en B).

Magere melkpoeder c.q. karnemelkpoeder

De controle van magere melkpoeder (in ongewijzigde staat) betreft het microscopisch onderzoek naar de aanwezigheid van denaturatiemiddelen zoals zetmeel en voorverstijfseld zetmeel, gebroken granen, luzerne- of grasmeel, vismeel, gemalen perskoeken en/of meel van gedroogd of ontvet kool- en/of raapzaad, andere gemalen perskoeken, hooi en/of stromeel, andere plantaardige diervoeders en andere stoffen met name weipoeder (TABEL I, A).
Verder dient gecontroleerd te worden of de magere melkpoeder geen vreemde bestanddelen bevat en minder dan 0,3% verontreinigingen en/of verbrande deeltjes [4].
Zoals uit bovenstaande regelingen blijkt wordt uitsluitend steun verleend op de verwerking van magere melkpoeder en karnemelkpoeder bestemd voor voederdoeleinden [1,2]. Geen steun wordt verleend op andere stoffen met name zure wei [2]. Magere melkpoeder kan vervalst worden door het bijmengen van weiproducten zoals lebweipoeder, zure weipoeder en melksuikerarme weipoeder. Ook is vervalsing mogelijk door het toevoegen van wei aan ondermelk voor het drogen. De magere melkpoeder c.q. karnemelkpoeder dient dus tevens microscopisch onderzocht te worden op de aanwezigheid van weiproducten zoals lebweipoeder, zure weipoeder en melksuikerarme weipoeder.

Voor de controle op de aanwezigheid van lebweipoeder in magere melkpoeder of karnemelkpoeder is een chemische analysemethode voorgeschreven. Het betreft een onderzoek naar glycomacropeptide A met behulp van HPLC (zie Bijlage IV bij Verord.(EEG) Nr. 1725/79/EEG) [2].

In een mengsel verwerkt magere melkpoeder (vetkern)

De controle van in een mengsel verwerkte magere melkpoeder (vetkern) betreft het microscopisch onderzoek naar de aanwezigheid van denaturatiemiddelen zoals zetmeel en voorverstijfseld zetmeel, gebroken granen, luzerne- of grasmeel, vismeel, gemalen perskoeken en/of meel van gedroogd of ontvet kool- en/of raapzaad, andere gemalen perskoeken, hooi en/of stromeel, andere plantaardige diervoeders en andere stoffen met name weipoeder (TABEL I,A). Ook dient gecontroleerd te worden op weibestanddelen (zie § 1.5 *Magere melkpoeder c.q. karnemelkpoeder*).
Verder betreft de controle het onderzoek naar het gehalte aan magere melkpoeder en aan vet (TABEL I,B).

Gedenatureerde magere melkpoeder

Bij de microscopische controle bij de denaturering van magere melkpoeder moet blijken dat de magere melkpoeder is gedenatureerd overeenkomstig formule A (9% luzernemeel of grasmeel en 2% zetmeel of voorverstijfseld zetmeel) of overeenkomstig formule B (5% luzernemeel of grasmeel, 12% niet-ontgeurd vismeel en 2% zetmeel of voorverstijfseld zetmeel).
De controle op de denaturering van magere melkpoeder kan behalve door laboratoriumanalyse c.q. microscopisch onderzoek ook worden uitgevoerd door controle ter plaatse op de betrokken bedrijven.

Denaturatiemiddelen

De microscopische controle van de denaturatiemiddelen zoals die toegepast worden bij de denaturering van magere melkpoeder (TABEL I,C) betreft de identiteit hiervan en de controle op de korrelverdeling (fijnheid). De korrelverdeling kan worden bepaald door een zeefanalyse. De doorval door een zeef met een maaswijdte van 300 μm van luzernemeel en grasmeel dient ten minste 50% (m/m) te bedragen en van vismeel ten minste 30% (m/m). De controle van de korrelverdeling van gras- of luzernemeel en van vismeel dient plaats te vinden voor de denaturering van de magere melkpoeder.
De controle op de geur van vismeel kan worden uitgevoerd met een inert poeder vóór de denaturering (verhouding 1:20) of na de denaturering (verhouding 1:2). Na de verdunning moet nog een karakteristieke en uitgesproken geur worden geconstateerd.

Kunstmelkvoeders

De controle van mengvoeder (kunstmelkvoeder) betreft het microscopisch onderzoek naar de aanwezigheid van zetmeel of voorverstijfseld zetmeel (minimaal 2%) en - indien gras- of luzernemeel is bijgemengd - de aanwezigheid hiervan (ten minste 5%).

In dit rapport worden de belangrijkste microscopische kenmerken beschreven waarmee de gedroogde melkproducten zoals magere melkpoeder, karnemelkpoeder, vetkernen, kunstmelkvoeder, gedenatureerde magere melkpoeder en denaturatiemiddelen kunnen worden geïdentificeerd. Andere gedroogde melkproducten zoals volle melkpoeder, weipoeder, melksuikerarme weipoeder en weivetkern vertonen grote overeenkomsten met bovengenoemde melkproducten. Daarom zijn deze eveneens bij het onderzoek betrokken.

2 MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Monstermateriaal

Bij het ontwikkelen van microscopische methoden voor de identificatie van gedroogde melkproducten en denaturatiemiddelen is gebruik gemaakt van de verzameling referentiemonsters van RIKILT-DLO.

2.2 Methoden van onderzoek

2.2.1 Microscopisch onderzoek van gedroogde melkproducten

A. Stereomicroscopisch onderzoek

De controle van de magere melkpoeder op de aanwezigheid van vreemde bestanddelen, verontreinigingen en/of verbrande deeltjes wordt uitgevoerd met behulp van een stereomicroscoop (vergroting 8* tot 50*). In het geval verontreinigingen en/of verbrande deeltjes aanwezig zijn, wordt er een semikwantitatieve schatting van het gehalte gemaakt. Indien mogelijk wordt het gehalte kwantitatief vastgesteld door deze bestanddelen uit te zoeken en te wegen. De magere melkpoeder mag geen vreemde bestanddelen bevatten, dan wel niet meer dan 3 g/kg verontreinigingen en/of verbrande deeltjes [4].

B. Microscopisch onderzoek

Het microscopisch onderzoek wordt uitgevoerd conform de door STERLAB gecertificeerde RIKILT-standaardmethode "RSV A0683: Gedroogde melkproducten: microscopische identificatie".

De identificatie van gedroogde melkproducten vindt plaats met behulp van een microscoop met polarisatie-inrichting (vergroting 100* tot 400*) aan de hand van specifieke structuren, morfologische of fysische kenmerken. Toegepast worden onder meer de volgende reagentia en insluitmiddelen: paraffineolie, jodiumkaliumjodide-oplossing (2 g kaliumjodide, 1 g jodium in 300 ml water), Oil Red O-oplossing (0,5 g Oil Red O in 100 ml 2-propanol) en dimethylsulfoxide (DMSO). [6].

Paraffineoliepreparaat

In dit preparaat kan worden vastgesteld of het gedroogde melkproduct is verkregen door het onttrekken van vocht door verstuiving in een warme luchtstroom (verstuivingspoeder of spraypoeder) of door drogen op verwarmde walsen (walsenpoeder). In paraffineolie lossen geen bestanddelen op zodat met name in weipoeder de grote wigvormige in gepolariseerd licht dubbelbrekende α-lactose-monohydraatkristallen zijn vast te stellen.

Jodiumkaliumjodidepreparaat

In dit preparaat vallen zowel magere melkpoeder- als weipoederdeeltjes uiteen in kleine korrels die gedeeltelijk oplossen. Karnemelkpoeder, volle melkpoeder en vetconcentraat (vetkernen) lossen nauwelijks op. Waarschijnlijk is de structuur van de deeltjes door de aanwezigheid van vet stabieler.

Oil Red O-preparaat

Hiermee wordt het vet bijvoorbeeld in volle melkpoeder en vetkernen rood gekleurd. Met dit preparaat is een onderscheid te maken tussen magere melkpoeder (gem. 0,7% vet) en karnemelkpoeder (gem. 5,0% vet) met volle melkpoeder (gem. 26% vet) en vetkernen (30-60% vet).

DMSO-preparaat

Dimethylsulfoxide (DMSO) dringt snel de spraybolletjes in en verdringt de lucht uit de vacuolen (luchtinslag). Voor het aanbrengen van een dekglas dient even gewacht te worden omdat anders te veel luchtbellen in het preparaat ontstaan. Zowel de grote wigvormige α-lactose-monohydraat-kristallen als de zeer kleine α-lactosemonohydraatkristalletjes (kristalgruis), die veel in oudere melkpoeders voorkomen, lossen op in DMSO. In met name in weipoeder en melksuikerarme weipoeder kunnen in gepolariseerd licht zeer kleine dubbelbrekende kristalnaalden worden waargenomen, die niet oplossen in DMSO. Vermoedelijk handelt het hier om geprecipiteerde fosfaat- en lactaatkristallen [7].

2.2.2 Microscopisch onderzoek van denaturatiemiddelen

A. Stereomicroscopisch onderzoek

Het laboratoriummonster wordt na zorgvuldig mengen verkleind tot een deelmonster van ongeveer 50 g. Hiervan wordt een analysemonster van ongeveer 10 g genomen volgens de uitkruismethode. Het analysemonster wordt gezeefd in drie fracties: een grove fractie (> 355 μm), een middelfijne fractie (< 355 μm, > 250 μm) en een fijne of bloemfractie (< 250 μm).

De grove en middelfijne fractie van het monster worden onder de stereomicroscoop (vergroting 8* tot 50*) onderzocht en op grond van uiterlijke fysische kenmerken (vorm, kleur, etc.) wordt het monster geïdentificeerd.

B. Microscopisch onderzoek

Het microscopisch onderzoek wordt uitgevoerd conform de door STERLAB gecertificeerde RIKILT-standaardmethode "RSV A0680: Diervoeders - microscopische identificatie van diervoedergrondstoffen".

De identificatie van denaturatiemiddelen vindt plaats met behulp van een microscoop met polarisatie-inrichting (vergroting 100* tot 400*) aan de hand van specifieke structuren (morfologisch en histologisch onderzoek). Van de fijne fractie (< 250μm) wordt een aantal microscopische preparaten gemaakt. Toegepast worden onder meer de volgende reagentia en insluitmiddelen: paraffineolie, jodiumkaliumjodide-oplossing (2 g kaliumjodide, 1 g jodium in 300 ml water) en chloralhydraat (80 g chloralhydraat in 50 ml water) [8].

Paraffineoliepreparaat

In het paraffineoliepreparaat kan worden vastgesteld of het zetmeel uit natief zetmeel of uit vlokken bestaat. Het zetmeel is op grond van vorm en grootte van de korrels te identificeren. In gepolariseerd licht is vast te stellen of de korrels ongewijzigd (dubbelbrekend) dan wel gezwollen of verstijfseld zijn (niet dubbelbrekend).

Jodiumkaliumjodidepreparaat

Met dit reagens kleurt natief zetmeel blauw, kleefzetmelen of amylopectines kleuren bruin en gedextrineerde zetmelen roodbruin tot geel. Van deze laatste zetmelen zwellen de korrels vaak op en lossen daarna op. De dubbelbreking in gepolariseerd licht gaat hierbij verloren.

Chloralhydraatpreparaat

Een kleine hoeveelheid materiaal van een denaturatiemiddel wordt gesuspendeerd in enkele druppels chloralhydraat en vervolgens wordt voorzichtig verhit tot kookpunt. Na afkoelen wordt een druppel chloralhydraat als inbedmiddel aan het preparaat toegevoegd. Chloralhydraat is een sterk ophelderingsmiddel waardoor plantaardige weefsels van de denaturatiemiddelen duidelijker kunnen worden waargenomen.

2.2.3 Opnametechniek

Van verschillende microscopische preparaten van de gedroogde melkproducten en denaturatiemiddelen zijn digitale kleuropnamen gemaakt. Hierbij is gebruik gemaakt van een CCD-camera en een databankprogramma ('Treasury Imaging Database'). De beelden zijn vastgelegd in TIF-formaat (16 bit, 33768 kleuren). Opgeslagen beelden zijn uitgeprint met een kleurenprinter (NEC SuperScript Color 3000 in 300 dpi). Zie BIJLAGE.

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1 Microscopische identificatie van gedroogde melkproducten

De beschrijvingen van de microscopische kenmerken van de verschillende gedroogde melkproducten zijn gebaseerd op het microscopisch onderzoek van referentiemonsters en op gegevens uit de literatuur [7,9,10,11].

Bij de microscopische identificatie van gedroogde melkproducten speelt de chemische samenstelling hiervan een belangrijke rol. Het soms grote verschil in eiwit-, lactose-, vet- en mineralengehalte tussen de verschillende melkproducten is van belang bij de interpretatie van de microscopische preparaten (TABEL III).

TABEL III: Globale chemische samenstelling (%) van gedroogde melkproducten [12].

Product	Eiwit	Lactose	Vet	Mineralen	Vocht
Magere melkpoeder	36,0	51,0	0,7	8,2	3,0
Karnemelkpoeder	34,0	48,0	5,0	7,9	3,0
Weipoeder	14,0	73,5	0,7	8,8	3,0
MSA-weipoeder	27,0	46,2	5,1	17,1	4,6
Volle melkpoeder	26,0	38,0	26,0	6,0	2,5

Magere melkpoeder

Magere melkpoeder bestaat uit een glanzend helder wit poeder (verstuivingspoeder of spraypoeder) of een mat gebroken wit poeder (walsengedroogd poeder of walsenpoeder). De kleur is afhankelijk van de bereidingswijze van het melkpoeder. Het drogen van melkproducten in Nederland vindt voornamelijk plaats in verstuivingsdrogers. Gedroogde melkproducten waaronder magere melkpoeder komen dan ook meestal voor in de vorm van spraypoeder en zelden in vorm van walsenpoeder.

In een paraffineoliepreparaat is vast te stellen dat het spraypoeder bestaat uit zeer kleine bolletjes (10-100 μm) met daarin een groot aantal ronde met luchtgevulde ruimten (vacuolen) (afb.1). Het aantal vacuolen kan variëren en is afhankelijk van de bereidingswijze van het poeder. Bij schijfverstuiving kunnen de poederdeeltjes enige tientallen tot honderd vacuolen bevatten ("disc-sprayed skim milk powder"), terwijl bij drukverstuiving de poederdeeltjes weinig of geen vacuolen bevatten ("pressure-sprayed skim milk powder" of "nozzle poeder") [12].

Het walsenpoeder bestaat uit dunne onregelmatige plaatjes of vlokken van verschillende afmetingen met een rimpelig oppervlak (afb.2).

In magere melkpoeder bevinden zich meestal geen of slechts enkele wigvormige tot 30 μm grote α-lactose-monohydraatkristallen ('tomahawk'kristallen). Deze kristallen komen veelvuldig voor in weipoeder maar niet in magere melkpoeder. De aanwezigheid van meerdere van deze kristallen in magere melkpoeder kan een aanwijzing zijn dat aan de magere melkpoeder weipoeder is toegevoegd. Het monster wordt dan als verdacht beschouwd (zie Bijlage II bij VO. 1725/79) [3].

In verse magere melkpoeder bevindt de melksuiker zich in amorfe isotrope vorm. Deze amorfe lactose kristalliseert uit bij bewaren van de magere melkpoeder bij een hoge relatieve luchtvochtigheid in de vorm van zeer kleine (circa 1μm) anisotrope (dubbelbrekende) α-lactose-monohydraatkristalletjes, die sterk oplichten in gepolariseerd licht (afb.3).

In een jodiumkaliumjodidepreparaat vallen de magere melkpoederdeeltjes uiteen in kleine gele korrels (eiwitten) terwijl de melksuiker oplost (afb.4). Karnemelkpoeder lost langzamer op en volle melkpoeder en vetconcentraat (vetkern) lossen niet op. In het jodiumkaliumjodidepreparaat kan tevens de controle plaats vinden op de aanwezigheid van zetmeel, dextrinen of dextrinemaltose. In gepolariseerd licht kan vastgesteld worden of dubbelbrekende naaldvormige of rosetvormige kristallen (uit wei) aanwezig zijn. De aanwezigheid van zetmeel of kristalnaalden maakt het monster verdacht (zie Bijlage II bij VO. 1725/79) [3].

In een Oil Red-O-preparaat wordt vet rood gekleurd. Omdat magere melkpoeder zeer weinig vet bevat (gem. 0,7%) vindt geen roodkleuring plaats van de magere melkpoederdeeltjes (afb.5).
In een DMSO-preparaat dringt het dimethylsulfoxide in de spraybolletjes en verdrijft de lucht uit de vacuolen. Als zich lactosekristallen in het preparaat bevinden dan lossen deze op in dimethylsulfoxide. In een DMSO-preparaat van magere melkpoeder zijn geen kristalnaalden (lactaat- of fosfaatkristallen) waar te nemen (afb.6). De aanwezigheid van naaldvormige of rosetvormige kristallen in een DMSO-preparaat van magere melkpoeder maakt het monster verdacht (zie Bijlage II bij VO. 1725/79) [3].
Behalve vervalsing van magere melkpoeder door toevoeging van lebweipoeder, zure weipoeder of MSA-weipoeder is ook vervalsing mogelijk door ondermelk met wei te vermengen en daarna in te dampen (condenseren) en te sproeidrogen. Door het mengsel vooraf in te dampen heeft er door destabilisatie precipitatie van de naaldvormige fosfaatkristallen plaats gevonden. Worden er in een DMSO-preparaat van magere melkpoeder kristalnaalden gevonden dan is het monster verdacht (zie Bijlage II van VO. 1725/79) [3]. De aanwezigheid van lebweibestanddelen wordt chemisch vastgesteld door de vaststelling van glycomacropeptide A met HPLC (zie Bijlage IV bij Verord. (EEG) Nr. 1725/79) [2].
Wanneer een mengsel van ondermelk en wei wordt gedroogd zonder indampen vooraf, dan ontbreken de geprecipiteerde kristalnaalden. In dat geval is het aantonen van weibestanddelen in magere melkpoeder door microscopisch onderzoek niet mogelijk [7].

Weipoeder

Weipoeder in Nederland is in het algemeen bereid uit zoete wei (lebweipoeder). In veel landen waar voornamelijk Cheddar kaas wordt gemaakt is de weipoeder afkomstig van zure wei [12]. Zowel lebweipoeder als zure weipoeder bestaan uit een wit tot zachtgeel poeder. Het wordt gekarakteriseerd door het relatief hoge lactosegehalte (gem. 73,5%) ten opzichte van magere melkpoeder (gem. 51,0%). Weipoeder heeft een enigszins zure melkachtige geur. Doordat weipoeder zeer hygroscopisch is zijn de poederdeeltjes vaak geagglomereerd tot grote harde witte of gele onregelmatige brokken.
In een paraffineoliepreparaat heeft sprayweipoeder dezelfde morfologische kenmerken als het overeenkomstige type magere melkpoeder. Walsenweipoeder heeft niet de voor magere melkpoeder karakteristieke plaatjes- of vlokkenvorm. Walsenweipoeder bestaat uit onregelmatig gevormde, fijn gestippelde deeltjes van verschillende grootte met afgeronde hoeken. De deeltjes hebben geen gerimpeld oppervlak, zoals bij walsengedroogde magere melkpoeder. In gepolariseerd licht zijn de deeltjes nagenoeg volledig dubbelbrekend doordat de lactose is uitgekristalliseerd in de vorm van zeer kleine lactosekristallen (kristalgruis). Het betreft hier gemalen weibrokken.
In een paraffineoliepreparaat van sprayweipoeder bevinden zich tot 30 μm grote wigvormige α-lactose-monohydraatkristallen. Deze kristallen ontstaan bij de bereiding van het poeder tijdens het indampen. Ze kunnen zowel in als buiten de spraybolletjes voorkomen (afb.7).
Vanwege de sterke hygroscopiciteit van de amorfe lactose nemen de weipoederdeeltjes gemakkelijk vocht op, waarbij de melksuiker in kristallijne vorm (α-lactose-monohydraat) overgaat. De kristalletjes die dan gevormd worden zijn gewoonlijk zeer klein (circa 1 μm). Deze kleine in gepolariseerd licht dubbelbrekende kristalletjes zijn als kristalgruis in oudere weipoeders waar te nemen.

In een jodiumkaliumjodidepreparaat lossen weipoederbolletjes op. Wat overblijft zijn bruingele eiwitkorrels (afb.8). Het betreft minder eiwitkorrels dan bij een overeenkomstige hoeveelheid magere melkpoeder.
In een Oil Red O-preparaat is door het lage vetgehalte (gem. 0,7%) geen roodkleuring van het vet waar te nemen. Wel duidelijk zichtbaar zijn de grote wigvormige α-lactose-monohydraatkristallen (afb.9).
In een DMSO-preparaat lossen de grote α-lactosemonohydraatkristallen op. Bij oudere weipoeder lost ook het kristalgruis (de microkristallijne lactose) op (zie ook § 3.1 onder *Magere melkpoeder*). Na het oplossen van de lactose zijn er nog kleine in gepolariseerd licht dubbelbrekende kristalnaalden waar te nemen. Het betreft hier vermoedelijk geprecipiteerde kristallen van fosfaten en lactaten. Deze kristalnaalden komen voor bij lebweipoeder, zure weipoeder, gedemineraliseerde weipoeder en melksuikerarme weipoer [7]. De spraybolletjes van weipoeder hebben een gestippelde structuur (afb.10).

Karnemelkpoeder

Karnemelkpoeder bestaat uit een glanzend helder wit spraypoeder of een mat gebroken wit walsenpoeder. De globale samenstelling van karnemelkpoeder wijkt weinig af van die van magere melkpoeder. Het is in het algemeen wat rijker aan vet (gem. 5,0%).
In een paraffineolieprepaaraat kan de structuur van de karnemelkpoeder worden vastgesteld. De wigvormige α-lactose-monohydraatkristallen ontbreken. Het bestaat evenals magere melkpoeder uit bolletjes met vacuolen (spraypoeder) of uit plaatjes of vlokken met een rimpelig oppervlak (walsenpoeder).
In het jodiumkaliumjodidepreparaat vallen de spraybolletjes of vlokken langzaam uiteen, de lactose lost op en de eiwitkorrels kleuren geelbruin.
In het Oil Red O-preparaat wordt het vet uit de karnemelkpoeder meestal enigszins rood gekleurd. Op deze wijze kan karnemelkpoeder met een wat hoger vetgehalte onderscheiden worden van magere melkpoeder (afb.11).
In het DMSO-preparaat wordt de luchtinslag uit de vacuolen vervangen door het insluitmiddel. In de spraybolletjes is een fijne gestippelde structuur waar te nemen. Het betreft hier kleine vetbolletjes, die in magere melkpoeder niet voorkomen. Ook hiermee onderscheidt karnemelkpoeder zich enigszins van magere melkpoeder (afb.12). In gepolariseerd licht zijn geen dubbelbrekende kristalnaalden waar te nemen zoals in weipoeder en melksuikerarme weipoeder.
Onderscheid tussen magere melkpoeder en karnemelkpoeder is behalve door de vaststelling van het vetgehalte ook vast te stellen door de bepaling van de zuurgraad. De zuurgraad wordt uitgedrukt in het aantal ml's 1 N loog ter neutralisatie van 100 g van het product.
De aanwezigheid van zetmeel of van naaldvormige of rosetvormige kristallen in een DMSO-preparaat van karnemelkpoeder maakt het monster verdacht (zie Bijlage II van VO. 1725/79) [3].

Melksuikerarme weipoeder

Melksuikerarme weipoeder wordt gekarakteriseerd door het verlaagde lactosegehalte (gem. 46,2%) en het verhoogde mineralengehalte (gem. 17,1%) ten opzichte van weipoeder. Zoals bij magere melkpoeder komt de lactose amorf voor en kristalliseert eerst uit na bereiken van een bepaald vochtgehalte.

In een paraffineoliepreparaat zijn in gesproeidroogde melksuikerarme weipoeder in veel bolletjes kleine kristalnaalden te vinden. Walsengedroogde melksuikerarme weipoeder vertoont wel de plaatjes- of vlokkenstructuur, waarbij de gerimpelde oppervlaktestructuur is waar te nemen. Anders dan bij walsen magere melkpoeder bevinden zich in ieder plaatje wel enkele kristallen, meestal onregelmatig gevormd, gedeeltelijk echter ook naald-, staaf- of ruitvormig. Vermoedelijk betreft het hier geprecipiteerde mineralen.
In een jodiumkaliumjodidepreparaat lost melksuikerarme weipoeder langzaam op. In het preparaat zijn in gepolariseerd licht (vooral zonder het Rood I-compensatorplaatje) zeer veel anisotrope kristalnaalden waar te nemen (afb.13).
In een Oil Red O-preparaat vindt geen of slechts een zeer geringe roodkleuring van de spraybolletjes plaats door het geringe vetgehalte (gem. 5,1%) van melksuikerarme weipoeder.
In een DMSO-preparaat zijn er in gepolariseerd licht (vooral zonder het Rood I-compensatorplaatje) dubbelbrekende kristalnaalden te vinden. Het betreft hier vermoedelijk evenals bij weipoeder geprecipiteerde kristallen van fosfaten en lactaten [7] (afb.14).

Volle melkpoeder

Volle melkpoeder heeft een meer gele kleur dan magere melkpoeder. Hierbij speelt de kleur van het melkvet een rol. Een te langdurige inwerking van hoge temperaturen op het poeder kan een verkleuring (van lichtbruin tot zwart) ten gevolge hebben.
Volle melkpoeder is het product, dat verkregen is door het onttrekken van vocht aan deugdelijke melk, waarvan slechts weinig vet mag zijn ontnomen (vet gem. 26,0%). In het Oil Red O-preparaat worden de bolletjes door de kleuring van het vet roodgekleurd (afb.15).
In een paraffineoliepreparaat kan worden vastgesteld of volle melkpoeder bestaat uit een gesproeidroogd product of een walsenproduct aan de hand van de bolletjes- of de plaatjesstructuur. Door de aanwezigheid van vet hebben de spraybolletjes in dit preparaat een bruingrijze gekorrelde structuur. De wigvormige α-lactose-monohydraatkristallen ontbreken (afb.16).
In het jodiumkaliumjodidepreparaat lossen de deeltjes nauwelijks of niet op. De bolletjes worden bruingeel gekleurd (eiwitkleuring).
In een DMSO-preparaat dringt het insluitmiddel in de spraybolletjes en verdrijft de lucht uit de vacuolen. In gepolariseerd licht worden geen kleine dubbelbrekende kristalnaalden waargenomen, die niet in dimethylsulfoxide oplossen. Volle melkpoederdeeltjes hebben een scherpe rand. De structuur is gekorreld door de aanwezigheid van vetbolletjes (afb.17).

Melkvetkern

In een paraffineoliepreparaat van melkvetkern (bestaande uit magere melkpoeder en vet) kan worden vastgesteld of deze uit een gesproeidroogd product bestaat. Door de aanwezigheid van vet hebben de spraybolletjes van vetkern in dit preparaat een bruingrijze gekorrelde structuur. De wigvormige α-lactose-monohydraatkristallen ontbreken. In gepolariseerd licht treedt een zwakke dubbelbreking van het uitgekristalliseerde vet op. In vetkernen, die bestaan uit magere melkpoeder en dierlijk vet, worden regelmatig deeltjes uit vetkanen gevonden [9].
In het jodiumkaliumjodidepreparaat lossen de deeltjes nauwelijks of niet op. De bolletjes worden bruingeel gekleurd (eiwitkleuring) (afb.18).

In een Oil Red O-preparaat kan het vet in een vetkern worden aangetoond door de roodkleuring hiervan (afb.19).
In een DMSO-preparaat van melkvetkern blijven de spraybolletjes intact. De vacuolen zijn door de aanwezigheid van het vet niet zo duidelijk waar te nemen. Het product heeft een gekorrelde structuur.

Weivetkern

In het DMSO-preparaat van een vetkern bestaande uit weipoeder en vet (bij voorbeeld 50/50) blijven de spraybolletjes intact. In gepolariseerd licht (vooral zonder het Rood I-compensatorplaatje) zijn kleine dubbelbrekende kristalnaalden vast te stellen. Bij weivetkern kan ook een deel van het vet uitkristalliseren (afb.20).
In het paraffineoliepreparaat van weivetkern zijn in gepolariseerd licht wigvormige α-lactose-monohydraatkristallen aanwezig. De spraybolletjes hebben een bruingrijze gekorreldelde structuur.
Bij het Oil Red O-preparaat van weivetkern diffundeert een deel van het vet uit de spraybolletjes en dit komt in het preparaat als kleine rode oliedruppels. Verder komen in dit preparaat de wigvormige α-lactose-monohydraatkristallen voor (afb.21).
Spraybolletjes van weivetkern vallen in een jodiumkaliumjodidepreparaat gedeeltelijk uiteen. In het preparaat bevindt zich naast de bruingele spraybolletjes een groot aantal gele korrels (eiwitten). De lactose lost op. Een deel van het vet gaat over in het medium in de vorm van veegachtige vetstrepen en vetdruppels (afb.22).

Identificatieschema

De belangrijkste microscopische kenmerken van de verschillende gedroogde melkproducten die in Verordening (EEG) Nr. 1725/79 genoemd worden en gedroogde melkproducten, die mogelijk als vervalsing kunnen worden toegevoegd, worden weergegeven in onderstaand identificatieschema (TABEL IV).

TABEL IV: Overzicht van de belangrijkste microscopische preparaten en meest karakteristieke kenmerken van gedroogde melkproducten.

	Preparaten			
Product	Paraffineolie	Jodiumkaliumjodide-oplossing	Oil Red O-oplossing	Dimethylsulfoxide (DMSO)
Magere melkpoeder	Geen lactosekristallen	Spraybolletjes vallen uiteen	Geen roodkleuring	Geen kristalnaalden
Weipoeder	Lactosekristallen	Spraybolletjes vallen uiteen	Geen roodkleuring	Kristalnaalden
Karnemelkpoeder	Geen lactosekristallen	Spraybolletjes vallen langzaam uiteen	Lichte roodkleuring	Geen kristalnaalden
Melksuikerarme weipoeder	Geen lactosekristallen of slechts enkele	Spraybolletjes vallen langzaam uiteen, veel kristalnaalden	Geen roodkleuring	Veel kristalnaalden
Volle melkpoeder	Geen lactosekristallen, gekorrelde structuur	Spraybolletjes blijven intact	Roodkleuring	Geen kristalnaalden
Melkvetkern	Geen lactosekristallen, gekorrelde structuur	Spraybolletjes blijven intact	Roodkleuring	Geen kristalnaalden
Weivetkern	Lactosekristallen, gekorrelde structuur	Spraybolletjes vallen gedeeltelijk uiteen	Roodkleuring, oliedruppels	Kristalnaalden

3.2 Microscopische identificatie van denaturatiemiddelen

De beschrijvingen van de microscopische kenmerken van de denaturatiemiddelen zijn gebaseerd op microscopisch onderzoek van referentiemonsters en op gegevens uit de literatuur [13,14,15,-16].

Zetmeel

In een paraffineoliepreparaat kan worden vastgesteld of het zetmeel uit korrels of vlokken bestaat. Het zetmeel is op grond van vorm en grootte van de korrels te identificeren. In gepolariseerd licht is vast te stellen of de korrels ongewijzigd (dubbelbrekend) dan wel gezwollen of verstijfseld zijn (niet dubbelbrekend).

In een jodiumkaliumjodidepreparaat kleurt natief zetmeel blauw, kleefzetmelen of amylopectines kleuren bruin en gedextrineerde zetmelen roodbruin tot roodpaars. Van deze laatste zetmelen zwellen de korrels vaak op in water en lossen daarna op. De dubbelbreking in gepolariseerd licht gaat hierbij verloren.

Het onderzoek naar de aanwezigheid van zetmeel (denaturatiemiddel) in magere melkpoeder en karnemelkpoeder wordt eveneens uitgevoerd in een jodiumkaliumjodidepreparaat (zie § 3.1 *Magere melkpoeder*).

Bij de controle van vetkern op de aanwezigheid van zetmeel of dextrine is vooraf een ontsluiting hiervan in een preparaat met enkele druppels alcohol noodzakelijk in verband met het vetrijke karakter. Vervolgens kan de kleuring van het zetmeel of dextrine met de jodiumkaliumjodide-oplossing worden uitgevoerd. Het gebruik van jodiumtinctuur (7 g jodium, 3 g kaliumjodide in 90 ml ethanol 90%) bij deze test geeft het zelfde resultaat.

De belangrijkste zetmeelsoorten die gebruikt worden voor de denaturatie van magere melkpoeder zijn tarwe-, mais- en aardappelzetmeel en verder voorverstijfseld zetmeel.

Tarwezetmeel bestaat uit grote zetmeelkorrels (30-35 μm) omgeven door kleine zetmeelkorrels (3-5 μm). Beide groepen zijn niet verbonden door tussenvormen. De grote korrels zijn altijd rond. Een gelaagdheid is meestal niet te zien. Op de grote korrels zijn vaak indrukken te zien, die ontstaan zijn door de druk van de tegen de korrels aanliggende kleine korrels in het endosperm. De kleine korrels zijn meestal hoekig, maar ook wel ovaal, elliptisch of spoelvormig. In een jodiumkaliumjodidepreparaat kleuren de korrels blauwgrijs tot blauw (afb.23).

De zetmeelkorrels van mais uit het hoornendosperm zijn polygonaal, uit het meelendosperm meer rond, ovaal of peervormig. De korrels zijn 15-20 μm, de gelaagdheid is afwezig. De hilum is soms rond maar vaker spleetvormig. De zetmeelkorrels kleuren in een jodiumkaliumjodidepreparaat blauw of blauwpaars (amylosezetmeel) of bruin (waxy of amylopectinezetmeel) (afb.24).

Aardappelzetmeelkorrels hebben vaak een onregelmatige meestal ronde of ovale vorm. De korrelgrootte varieert van 2-100 μm (gemiddeld 45-65 μm). De gelaagdheid is zeer scherp en de hilum duidelijk waar te nemen. De zetmeelkorrels in een jodiumkaliumjodidepreparaat kleuren blauw (afb.25).

Voorverstijfseld zetmeel (zwelstijfsel) bestaat uit vlokken, die in een jodiumkaliumjodidepreparaat blauw kleuren. Soms is het mogelijk om de herkomst van het zetmeel vast te stellen bijvoorbeeld door de aanwezigheid van enkele tarweharen (afb.26).

Voor het opsporen van zetmeel en gemodificeerd zetmeel in magere melkpoeder en mengvoeder is een methode voorgeschreven (Verordening (EEG) Nr. 1725/79, Bijlage V) [2]. In een proefbuis wordt aan 1 g te onderzoeken monster 20 ml gedestilleerd water toegevoegd en gedurende 5 minuten in een warmwaterbad op kooktemperatuur gebracht. Na afkoelen tot kamertemperatuur wordt 0,5 ml jodiumkaliumjodide-oplossing toegevoegd. Een blauwe verkleuring wijst op de

aanwezigheid van niet-gemodificeerd zetmeel in het monster. Wanneer het monster gemodificeerd zetmeel bevat is de kleur niet noodzakelijkerwijs blauw.
Deze buismethode is een kwalitatieve methode. Het microscopisch onderzoek van jodiumkaliumjodidepreparaten is een semikwantitatieve methode. Met name bij de schatting van het zetmeelgehalte in kunstmelkvoeder (Zie § 3.3 *Kunstmelkvoeder*) verdient de microscopische methode de voorkeur.

Gebroken granen

Het identificeren van gebroken granen is met behulp van een stereomicroscoop (8*-50*) meestal geen probleem. Gebroken granen worden gekenmerkt door dezelfde bestanddelen, die alleen per graansoort in detail verschillen.
Microscopisch (100*- 400*) kunnen in een waterpreparaat zetmeelkorrels worden vastgesteld, die in gepolariseerd sterk dubbelbrekend zijn. Vorm en grootte van de zetmeelkorrels zijn kenmerkend voor de graansoort. In een jodiumkaliumjodidepreparaat kleuren de zetmeelkorrels donkerblauw tot bijna zwart, aleuronkorrels en andere eiwithoudende bestanddelen kleuren geel tot bruin.
In een chloralhydraatpreparaat lossen zetmeelkorrels en storende inhoudstoffen op waardoor het preparaat sterk opheldert. Door het opzwellen van de celwanden zijn deze beter waar te nemen. In granen hebben de zemelen een karakteristieke structuur. Deze bestaat uit een aantal lagen cellen. Voor de identificatie zijn de dwarscellenlaag en de lengtecellenlaag het belangrijkst. Andere karakteristieke kenmerken van graankorrels zijn de aleuroncellen, het kiemweefsel en de haren.

Luzernemeel

Luzernemeel bestaat uit korte, lichte, iets vezelige stengeldelen en brede donkergroene bladfragmenten. Met behulp van een stereomicroscoop (8*-50*) zijn op deze fragmenten kleine witte haren vast te stellen. Melen van goede kwaliteit zijn donkergroen, minder goede producten zijn bladarm, zeer licht groen of bruin gekleurd. In het product kunnen ook grasbestanddelen en kruiden (klaver) voorkomen tot 20%.
Microscopisch zijn de volgende kenmerken van belang. De bladeren van luzerne zijn bifaciaal. De epidermis bestaat aan beide zijden uit cellen met sterk gegolfde celwanden met daartussen een groot aantal spleetvormige huidmondjes. Deze zijn met name goed waar te nemen in een chloralhydraatpreparaat. De stengel en de onderzijde van het blad zijn met karakteristieke tot 1 mm lange en ongeveer 16 μm dikke driecellige haren bezet. Op de haren bevindt zich een groot aantal kleine knobbeltjes. Langs de vaatbundels bevinden zich cellen met enkele en dubbele monocliene calciumoxalaatkristallen, die vooral in gepolariseerd licht goed zichtbaar zijn.
Luzernemeel dient een bepaalde fijnheid te bezitten wanneer het wordt toegepast als denaturatiemiddel. De doorval door een zeef met een maaswijdte van 300 μm moet ten minste 50% bedragen.

Grasmeel

Grasmeel wordt stereomicroscopisch (8*-50*) gekenmerkt door langwerpige bladfragmenten, lichte vezelige stengelfragmenten met daartussen vaak bredere bladfragmenten van kruiden. Door de vezelige structuur is grasmeel goed van luzernemeel te onderscheiden. Grasmeel is meestal ook lichter groen dan luzernemeel.

Microscopisch (100*-400*) is grasmeel eveneens goed van luzernemeel te onderscheiden. In een choralhydraatpreparaat zijn langwerpige cellen zonder oxalaatkristallen en rechte celwanden aanwezig evenals langwerpige cellen met meanderachtig gewonden celwanden. Opvallend zijn ook de korte kromme haren, die zich aan de rand van het grasblad bevinden. In het oppervlaktebeeld van een grasblad bevinden zich tussen de epidermiscellen smalle huidmondjes met een spleetvormige opening.
Het grasmeel moet, als het toegepast wordt als denaturatiemiddel, aan een bepaalde fijnheid voldoen. De doorval door een zeef met een maaswijdte van 300 μm moet ten minste 50% bedragen.

Vismeel

Stereomicroscopisch (8*-50*) is vismeel te identificeren aan de bruine vetglanzende spierweefselkluitjes, de graten, de schubben en soms door de aanwezigheid van kuit en verontreinigingen zoals schelpgruis, zeewier, garnalen- en krabbenfragmenten. Zeer opvallend is altijd de typische geur.
Voor de microscopisch identificatie (100*-400*) van vismeel is het aan te bevelen om een scheiding te maken tussen de soortelijk zwaardere delen en de soortelijk lichtere delen door te sedimenteren in tetrachloorethyleen (D^{20} = 1,6226). Het gewicht van dit sediment is niet constant omdat het uitgangsmateriaal varieert. In een paraffineoliepreparaat van de graten blijft de lucht in de holle ruimten, zoals de kanalen van Havers en de lacunen, aanwezig. Daardoor zijn de lacunen duidelijk zichtbaar als donkere stippen met dunne uitlopertjes (canaliculi). De lacunen bij visgraten zijn spleetvormig.
In een chloralhydraatpreparaat van vismeel liggen de spiervezels los of in bundels. De dwarsstreping is ook ten gevolge van de voorbewerking (steriliseren) moeilijk vast te stellen en vaak maar op bepaalde plaatsen duidelijk. De spiervezels van diverse vissoorten variëren in dikte (20-200 μm). Toch is een onderscheid op grond hiervan tussen de verschillende vissoorten niet mogelijk.
Het vismeel dient een bepaalde fijnheid te bezitten wanneer het wordt toegepast als denaturatiemiddel. De doorval door een zeef met een maaswijdte van 300 μm moet ten minste 30%. bedragen.

Gemalen perskoeken van kool-en/of raapzaad

Stereomicroscopisch (8*-50*) kan worden vastgesteld dat koolzaad- en raapzaadschilfers en -schroten bestaan uit harde vuilgele deeltjes met daartussen de donkerbruine tot zwarte dunne fragmenten van de zaadhuidjes.
Door microscopisch onderzoek (100*-400*) van een chloralhydraatpreparaat van de zaadhuid van kool- of raapzaad is het verschil met mosterdzaad vast te stellen aan de hand van de epidermis van de zaadhuid. De epidermis is bij kool- en raapzaad samengedrukt, dit in tegenstelling met mosterdzaadsoorten waarbij de epidermis een slijmcellenlaag vormt. De gepigmenteerde palissadecellen zijn bij koolzaad en raapzaad 30-35 μm hoog en 6-8 μm breed. De lumina van de palissadecellen zijn ongeveer zo breed als de dikte van de omgevende celwanden. In het oppervlaktebeeld is een netwerk niet waar te nemen omdat de palissadecellen nagenoeg gelijk van hoogte zijn.
De pigmentcellen bevatten een roodbruine kleurstof.

Andere gemalen perskoeken

Voor de winning van plantaardige oliën en vetten worden de vruchten of zaden van meer dan veertig plantensoorten toegepast. Economisch het belangrijkst zijn sojabonen, palmpitten, kokos, kool- en raapzaad (zie boven), grondnoten, zonnebloemzaad, katoenzaad, lijnzaad en sesamzaad. De ontvette resten hiervan (koeken, schroten of schilfers) worden in de veevoeding toegepast. De identificatie van deze schroten of schilfers wordt zowel stereomicroscopisch (8*-50*) als microscopisch (100*-400*) uitgevoerd. Aan de hand van microscopische preparaten is in de meeste gevallen de identiteit vast te stellen. In het jodiumkaliumjodidepreparaat kunnen eiwitten en zetmeel worden aangetoond. Het chloralhydraatpreparaat wordt door het oplossen van storende inhoudstoffen het microscopisch beeld opgehelderd. In gepolariseerd licht kunnen dubbelbrekende structuren zoals vezels, celwanden, haren, kristallen en slijmcellen worden vastgesteld. De microscopische identificatie van gemalen perskoeken wordt hier niet verder beschreven. Voor de identificatie kan worden verwezen naar de bestaande literatuur op dit gebied [13,14,15,16].

Hooi en/of stromeel

Microscopisch wordt stromeel in een chloralhydraatpreparaat gekenmerkt door grote langwerpige epidermiscellen met dikke sterk gegolfde wanden, die afgewisseld worden met rijen smallere en rechtwandige cellen. De in de epidermis aanwezige huidmondjes zijn smal en parallel geplaatst. De hypodermis van stro bevat verhoute, vezelvormige en gestrekte cellen met een meer parenchymatisch karakter. Ook delen van ring-, spiraal- en netvaten worden in stromeel regelmatig aangetroffen. Verder kunnen lange vezels voorkomen met bamboe-achtige knopen.

Kopersulfaat

Kopersulfaat is stereomicroscopisch (8*-50*) gemakkelijk te identificeren. Het bestaat uit blauwe tricliene dubbelbrekende kristallen, die goed oplossen in water. De grootte bedraagt 0,3-3 mm. Voor het isoleren van kopersulfaatkristallen uit een gedroogd melkproduct is sedimenteren in tetrachloorethyleen (D^{20} = 1,6226) een geschikte methode. Koper kan worden aangetoond met een oplossing van kaliumferrocyanide (10%). Er ontstaat een roodbruin vlokkig neerslag van koperferrocyanide. Sulfaat kan worden aangetoond door het kopersulfaat op te lossen in water en vervolgens enkele druppels calciumchloride-oplossing (7%) toe te voegen. In het microscopisch preparaat (100*-400*) is dan een groot aantal gipsnaalden waar te nemen. Voor de bepaling van het kopergehalte in mengvoeder (kunstmelkvoeder) is eveneens een chemische analysemethode voorgeschreven (Zie Verord. nr. 1725/79/EEG, Bijlage II, voetnoot 4) [2].

Identificatieschema

De belangrijkste microscopische kenmerken van de verschillende denaturatiemiddelen die in Verordening (EEG) Nr. 1725/79 genoemd worden, worden weergegeven in onderstaand identificatieschema (TABEL V).

TABEL V: Overzicht van de belangrijkste microscopische preparaten en de meest karakteristieke kenmerken van denaturatiemiddelen.

Denaturatiemiddel	Microscopisch preparaat	Kenmerken
Zetmeel	Jodiumkaliumjodide-oplossing Paraffineolie	Verstijfseld zetmeel, dextrinen Zetmeelsoort
Gebroken granen	Jodiumkaliumjodide-oplossing Chloralhydraat	Zetmeel (graansoort) Zemelstructuur, haren, doppen, etc.
Luzernemeel	Chloralhydraat	Karakteristieke haren huidmondjes, calciumoxalaatkristallen
Grasmeel	Chloralhydraat	Huidmondjes, parallelle nervatuur, getande bladranden
Vismeel	Sediment Chloralhydraat Paraffineolie	Graten, gehoorsteentjes, schelpgruis Spierweefsel, schubben Graten met lacunen
Kool- en/of raapzaadschroot	Chloralhydraat	Zaadhuid met epidermis, palissadecellen, netwerkstructuur
Gemalen perskoeken	Chloralhydraat Jodiumkaliumjodide-oplossing	Vezels, celwanden, slijmcellen, haren, etc. Zetmeel, eiwitten
Hooi en/of stromeel	Chloralhydraat	Epidermiscellen, huidmondjes
Kopersulfaat	Sediment Kaliumferrocyanide (10%) Calciumchloride (7%)	Blauwe kristallen Bruin neerslag (koperferrocyanide) Gipsnaalden

3.3 Microscopische identificatie van kunstmelkvoeders

In een kunstmelkvoeder zijn meerdere producten aanwezig die microscopisch te identificeren zijn. Voor de controle van kunstmelkvoeders (KUVO's) in het kader van de steunregeling is het zetmeelgehalte van belang. Het gehalte aan zetmeel of voorverstijfseld zetmeel moet ten minste 2% bedragen. In een jodiumkaliumjodidepreparaat kleurt zetmeel blauw, waxy zetmeel bruin, voorverstijfseld zetmeel blauw of roodbruin en dextrine roodbruin. Door gebruik te maken van standaardmonsters met verschillende gehalten aan zetmeel of voorverstijfseld zetmeel is door

vergelijking microscopisch vast te stellen of een kunstmelkvoeder meer of minder dan 2% zetmeel of voorverstijfseld zetmeel bevat.
Behalve zetmeel kan ook luzerne- of grasmeel in kunstmelkvoeder als denaturatiemiddelen worden toegepast. In een chloralhydraatpreparaat is de identiteit hiervan door microscopisch onderzoek vast te stellen (zie § 3.2 *Luzernemeel; Grasmeel*). In het geval luzernemeel of grasmeel gebruikt is bij de bereiding van het kunstmelkvoeder kan door vergelijking met standaardmonsters microscopisch worden vastgesteld of het kunstmelkvoeder ten minste 5% luzernemeel of grasmeel bevat.

4 CONCLUSIES

- Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat enkelvoudige gedroogde melkproducten (zoals magere melkpoeder, weipoeder, karnemelkpoeder, volle melkpoeder en vetkern) microscopisch te identificeren zijn.

- Het voorkomen van meerdere wigvormige α-lactose-monohydraatkristallen in een paraffineoliepreparaat van magere melkpoeder kan een aanwijzing zijn dat de magere melkpoeder weipoeder bevat (verdacht).

- Het voorkomen van kristalnaalden in een DMSO-preparaat van magere melkpoeder maakt dit poeder verdacht. Dat wil zeggen dat het product mogelijk weipoeder (lebweipoeder, zure weipoeder of MSA-weipoeder) bevat.

- Uit de resultaten van het onderzoek blijkt tevens dat denaturatiemiddelen (zoals zetmeel, gebroken granen, luzernemeel, grasmeel, vismeel, kool- en raapzaadschroot, andere gemalen perskoeken, hooi en/of stromeel en kopersulfaat) als enkelvoudige producten maar ook in gedroogde melkproducten microscopisch te identificeren zijn.

- Het voorkomen van blauwe, bruine of roodbruine deeltjes in een jodiumkaliumjodidepreparaat van magere melkpoeder of vetkern is een aanwijzing dat het product zetmeel, voorverstijfseld zetmeel of dextrine (denaturatiemiddelen) bevat.

- Door microscopisch onderzoek is het mogelijk om de samenstelling van mengvoeders (kunstmelkvoeders) te controleren met name ten aanzien van de aanwezigheid en het gehalte aan zetmeel en voorverstijfseld zetmeel evenals luzernemeel en grasmeel.

LITERATUUR

1. Verordening (EEG) Nr. 986/68 van de Raad houdende vaststelling van de algemene voorschriften voor de toekenning van steun voor ondermelk en magere-melkpoeder bestemd voor voederdoeleinden. PB E.G. Nr. L 169/4 (1968).

2. Verordening (EEG) Nr. 1725/79 van de Commissie met betrekking tot de uitvoeringsbepalingen inzake de toekenning van steun voor tot mengvoeder verwerkte ondermelk en voor magere-melkpoeder met name bestemd voor kalvervoeding. PB E.G. Nr. L 199/1 (1979).

3. Steunregeling op magere-melkpoeder en ondermelk in mengvoeder (VO. 1725/79) Hoofdproductschap voor Akkerbouwproducten (HPA). 's-Gravenhage (1996) 1-18 en Bijlagen I t/m XVI.

4. Beschikking denaturatie- en verwerkingssteun magere-melkpoeder 1980. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Juridische en Bedrijfsorganisatorische Zaken. Beschikking no. J 4660. 's-Gravenhage (1980) 11 p.

5. Verordening (EEG) nr. 2409/86 van de Commissie betreffende de verkoop van interventieboter bestemd voor bijmenging in mengvoeder. PB E.G. Nr. L 208/29 (1986).

6. RSV A0683: Gedroogde melkproducten - microscopische identificatie. 2e editie. RIKILT-DLO, Wageningen (1994) 8 p.

7. Mol, J.; J. Meijer: Methode zur mikroskopischen Untersuchung von Magermilchpulver. Kraftfutter (1982) 7, 268-270.

8. RSV A0680: Diervoeders - microscopische identificatie van diervoedergrondstoffen. 2e editie. RIKILT-DLO, Wageningen (1994) 7 p.

9. Haas, M.: Erfahrungen und Ergebnisse der Milchpulverkontrolle laut EWG-Verordnung 1725/79 in Luxembourg. Protokoll IAG, Sektion Mikroskopie. Karlsruhe (1985) 92-93.

10. Huss, W.: Die mikroskopische Beurteilung von Trockenmagermilchpulvern. Kraftfutter (1970) 53, 430-434.

11. De Jong, W.J.H.J.: Die mikroskopische Untersuchung von Magermilchpulver auf Zusatz von Molkenpulver. Protokoll IAG, Sektion Mikroskopie. Stuttgart-Hohenheim (1982) 65-70.

12. Vos, E.A; J.J. Mol: Het verstuivingsdroogproces, in het bijzonder van melk. NIZO-Mededelingen, M12. Nederlands Instituut voor Zuivelonderzoek, Ede (1976) 56-72.

13. Hahn, H; I. Michaelsen. Mikroskopische Diagnostik pflanzlicher Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, einschliesslich Gewürze. Springer-Verlag, Berlin (1996) 174 p.

14. Gassner, G.; B. Hohmann; F. Deutschmann: Mikroskopische Untersuchung planzlicher Lebensmittel. 5. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1989) 414 p.

15. Mészáros, L.; F. Deutschmann (eds.): Methodenbuch Band XI, Atlas für die Mikroskopie von Nahrungsgrundstoffen und Futtermitteln. Teil I: Ölsaaten und deren Verarbeitungsrückstände. Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen (1975) 136 p.

16. Mészáros, L.; E. Bihler (eds.): Methodenbuch Band XI, Atlas für die Mikroskopie von Nahrungsgrundstoffen und Futtermitteln. Teil II: Stärkereiche Nahrungsgrundstoffe und deren Verarbeitungsprodukte, Grünmehle, Obsttrester, Braunalgen u.a. Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen (1983) 260 p.

BIJLAGE Microscopische en stereomicroscopische afbeeldingen van gedroogde melkproducten en denaturatiemiddelen.

AFBEELDINGEN:

1. MAGERE MELKPOEDER, SPRAY
Paraffineolie, gepolariseerd licht + Rood I (160*).
Spraybolletjes (10-100 μm) met een aantal ronde met luchtgevulde ruimten (vacuolen); meestal geen of zeer weinig wigvormige α-lactose-monohydraatkristallen; melksuiker in amorfe isotrope vorm (verse magere melkpoeder).

2. KARNEMELKPOEDER, WALSEN
Paraffineolie (160*).
Dunne onregelmatige plaatjes van verschillende afmetingen met een rimpelig oppervlak.

3. MAGERE MELKPOEDER
Paraffineolie, gepolariseerd licht + Rood I (160*).
Uitgekristalliseerde kleine (circa 1 μm) anisotrope α-lactose-monohydraatkristallen. In gepolariseerd licht lichten deze kristalletjes sterk op (oude magere melkpoeder).

4. MAGERE MELKPOEDER
Jodiumkaliumjodide (160*).
Kleine gele korrels (eiwitkleuring); de melksuiker is opgelost. Karnemelkpoeder lost langzamer op, volle melkpoeder en vetconcentraat (vetkern) lossen niet op. In het jodiumkaliumjodidepreparaat kan tevens de controle op de aanwezigheid van zetmeel, dextrine of dextrinemaltose (denaturatiemiddelen) plaats vinden.

5. MAGERE MELKPOEDER
Oil Red O (160*).
Geen roodkleuring spraybolletjes (gem. 0,7% vet).

6. MAGERE MELKPOEDER
Dimethylsulfoxide (DMSO), gepolariseerd licht + Rood I (160*).
Geen anisotrope kristalnaalden waar te nemen in tegenstelling tot bij weipoeder en melksuikerarme weipoeder in DMSO.

7. WEIPOEDER
Paraffineolie, gepolariseerd licht + Rood I (160*).
Spraybolletjes (10-100 μm) met luchtgevulde ruimten (vacuolen); groot aantal wigvormige α-lactose-monohydraatkristallen (tot 30 μm). De kristallen kunnen zowel in als buiten de spraybolletjes voorkomen.

8. WEIPOEDER
Jodiumkaliumjodide (160*).
Uiteengevallen spraybolletjes; bruingele korrels (eiwitkleuring).

9. WEIPOEDER
Oil Red O (160*).
Nagenoeg geen roodkleuring (gem. 0,7% vet)..

10. WEIPOEDER
Dimethylsulfoxide (DMSO), gepolariseerd licht zonder Rood I (160*).
Kristalnaalden van vermoedelijk lactaten en fosfaten; spraybolletjes met een gestippelde structuur. Magere melkpoeder in DMSO bevat geen kristalnaalden en heeft geen gestippelde structuur.

11. KARNEMELKPOEDER
Oil Red O (160*).
Spraybolletjes enigszins rood gekleurd (gem. 5,0% vet). Op deze wijze kan men karnemelkpoeder met een wat hoger vetgehalte van magere melkpoeder onderscheiden.

12. KARNEMELKPOEDER
Dimethylsulfoxide (DMSO) (160*).
Fijne gestippelde structuur in de spraybolltejes (vet).

13. MELKSUIKERARME WEIPOEDER
Jodiumkaliumjodide, gepolariseerd licht zonder Rood I (160*).
Zeer veel anisotrope kristalnaalden.

14. MELKSUIKERARME WEIPOEDER
Dimethylsulfoxide (DMSO), gepolariseerd licht, zonder Rood I (160*).
Veel anisotrope kristalnaalden in de spraybolletjes.

15. VOLLE MELKPOEDER
Oil Red O (160*).
Roodgekleurde spraybolletjes (gem. 26,0% vet) door ophoping van de kleurstof in het vet; rode oliedruppels (vet dat uit de spraybolletjes is gediffundeerd); gekorrelde structuur (vet).

16. VOLLE MELKPOEDER
Paraffineolie (160*).
Grijsbruine spraybolletjes; gekorrelde structuur (vet).

17. VOLLE MELKPOEDER
Dimethylsulfoxide (DMSO), gepolariseerd licht + Rood I (160*).
Spraybolletjes met een scherp afgebakende rand; gekorrelde structuur (vet); geen anisotrope kristalnaalden zoals bij weipoeder of melksuikerarme weipoeder.

18. MELKVETKERN
Jodiumkaliumjodide, gepolariseerd licht zonder, Rood I (160*).
Spraybolletjes geelbruin (eiwitkleuring); gekorrelde structuur (vet).

19. MELKVETKERN
Oil Red O (160*).
Roodgekleurde spraybolletjes (30-60% vet); gekorrelde structuur; deel van het vet in het medium in de vorm van kleine rode vetdruppels.

20. WEIVETKERN
Dimethylsulfoxide (DMSO), gepolariseerd licht + Rood I (160*).
Spraybolletjes met anisotrope kristalnaalden; gekorrelde structuur. Bij deze weivetkern (50/50) is ook een deel van het vet uitgekristalliseerd.

21. WEIVETKERN
Oil Red O (160*).
Roodgekleurde spraybolletjes; gekorrelde structuur; rode vetdruppels door diffunderen van het vet uit de spraybolletjes; lactose-monohydraatkristallen.

22. WEIVETKERN
Jodiumkaliumjodide, gepolariseerd licht zonder, Rood I (160*).
Spraybolletjes en kleine bruingele korrels. Een deel van het vet gaat over in het medium in de vorm van veegachtige vetstrepen en vetdruppels

23. TARWEZETMEEL, NATIEF
Jodiumkaliumjodide (400*).
Blauwgrijze tot blauwe zetmeelkorrels; grote korrels van 30-35 μm en kleine korrels van 3-5 μm; grote korrels rond; kleine korrels meestal hoekig maar ook wel rond, ovaal elliptisch of spoelvormig; gelaagdheid meestal niet te zien; op de grote korrels vaak indrukken van de tegen de korrels aanliggende kleine korrels.

24. MAISZETMEEL, NATIEF
Jodiumkaliumjodide; mengsel van maiszetmeel en waxy maiszetmeel (400*).
Blauwe (maiszetmeel) of bruine (waxy maiszetmeel) zetmeelkorrels; korrels uit het hoornendosperm polygonaal, uit het meelendosperm meer rond, ovaal of peervormig; korrels 15-20 μm; gelaagdheid afwezig; hilum soms rond maar meestal spleetvormig; in een jodiumoplossing kleurt natief maiszetmeel blauw en waxy maiszetmeel bruin.

25. AARDAPPELZETMEEL
Jodiumkaliumjodide (400*).
Donkerblauwe zetmeelkorrels; korrels meestal met een onregelmatige ronde of ovale vorm; korrelgrootte van 2-100 μm (gemiddeld 45-65 μm); gelaagdheid en hilum zeer duidelijk.

26. VOORVERSTIJFSELD ZETMEEL
Jodiumkaliumjodide (160*).
Diepblauwe vlokken. Soms is het mogelijk de identiteit van het zetmeel vast te stellen bijvoorbeeld aan de hand van de aanwezigheid van tarweharen.

27. LUZERNEMEEL
Bladfragmenten (20*).
Aan de onderzijde van de bladfragmenten tot 1 mm lange dunne haren.

28. LUZERNEMEEL
Epidermis onderzijde blad.
Chloralhydraat, gepolariseerd licht + Rood I (160*).
Aan stengel en onderzijde van het blad karakteristieke tot 1 mm lange en circa 16 μm dikke driecellige haren; op de haren een groot aantal kleine knobbeltjes.

29. GRASMEEL
Bladfragmenten (20*).
Langwerpige bladfragmenten; vezelige structuur; meestal lichter groen dan luzernemeel.

30. GRASMEEL
Epidermis blad.
Chloralhydraat, gepolariseerd licht + Rood I (100*).
Langwerpige epidermiscellen aan beide zijden van het grasblad; aan de onderzijde van het blad een groot aantal smalle huidmondjes en (meestal) korte kromme haren.

31. VISMEEL
Spiervezels en graten (12*).
Grofkorrelig geel tot donkerbruin product met een vezelige structuur; voornamelijk gedroogde spierweefseldeeltjes en graten.

32. VISMEEL
Visgraat
Paraffineolie (400*).
Spleetvormige lacunen (donkere stippen) met dunne uitlopertjes (canaliculi).

33. RAAPSCHROOT
Raapschroot, gepelleteerd (12*).
Harde vuilgele tot bruine deeltjes met daartussen roodbruine tot zwarte zaadschilfragmenten.

34. RAAPSCHROOT

Palissadelaag.

Chloralhydraat, gepolariseerd licht + Rood I (100*).

Geen slijmcellenlaag maar samengedrukte epidermis; palissadecellen 30-35μm hoog en 6-8 μm breed; lumina van de palissadecellen ongeveer zo breed als de breedte van de omgevende celwanden; netwerk niet aanwezig omdat de palissadecellen nagenoeg gelijk van hoogte zijn.

35. HOOI- EN/OF STROMEEL

Epidermis blad (160*).

Chloralhydraatpreparaat, gepolariseerd licht + Rood I.

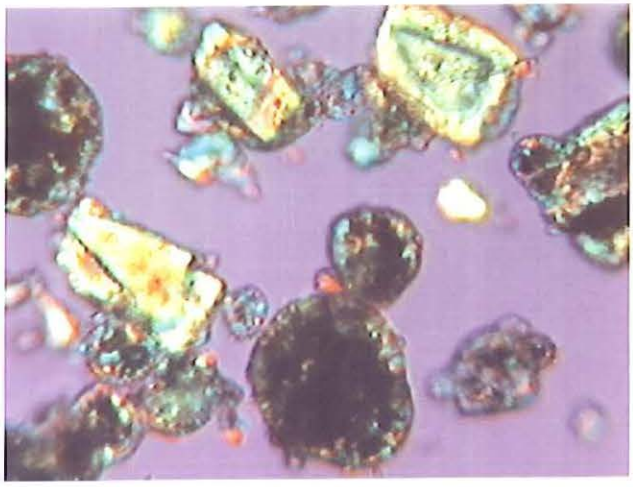
Langwerpige epidermiscellen met dikke sterk gegolfde wanden, afgewisseld met rijen smallere en rechtwandige cellen; huidmondjes smal en parallel geplaatst.

36. KOPERSULFAAT

Kopersulfaatkristallen (20*).

Blauwe tricliene kristallen; goed oplosbaar in water; 0,3-3 mm.

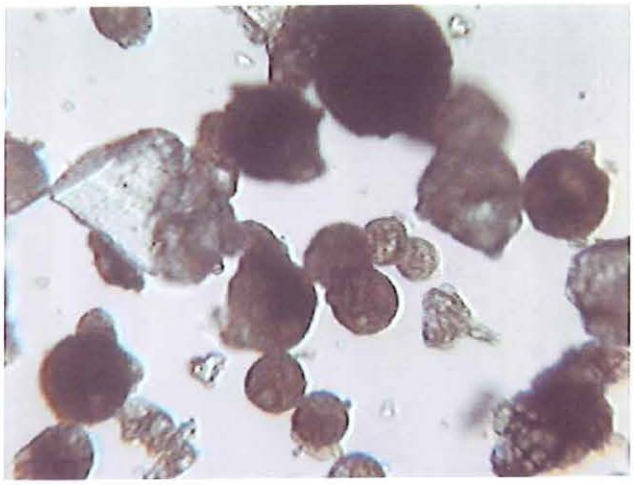
7. Weipoeder



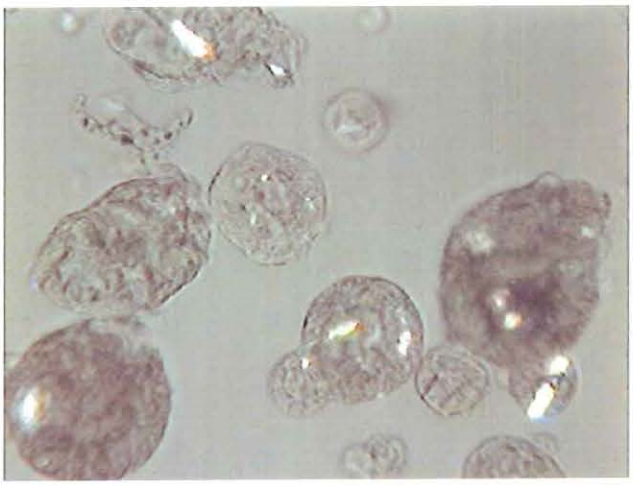
8. Weipoeder



9. Weipoeder



10. Weipoeder



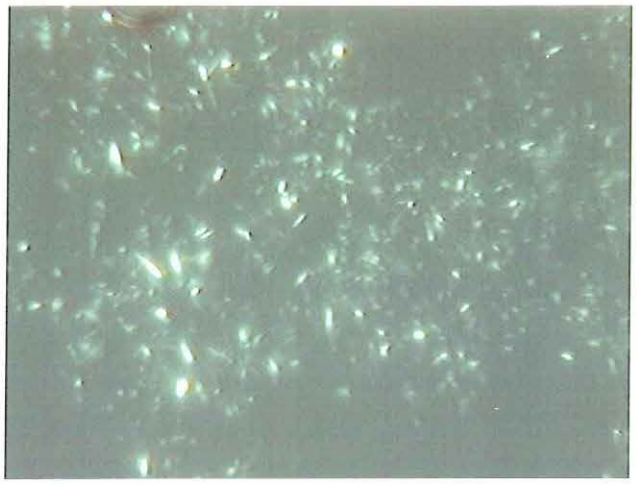
11. Karnemelkpoeder



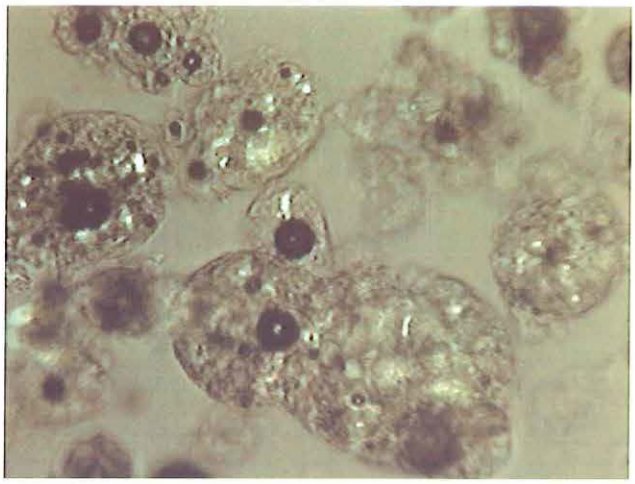
12. Karnemelkpoeder



13. Melksuikerarme weipoeder



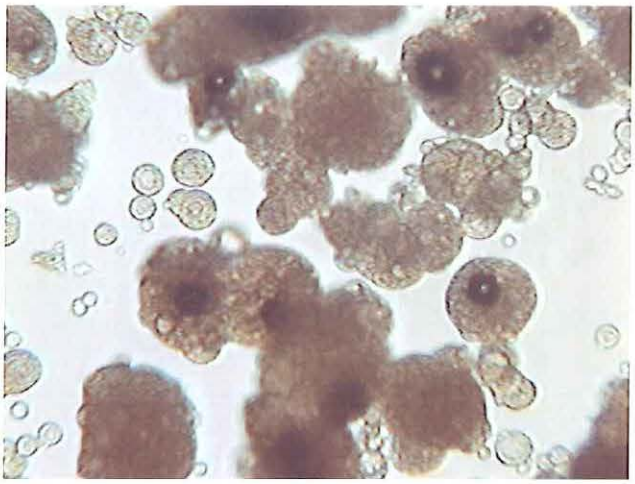
14. Melksuikerarme weipoeder



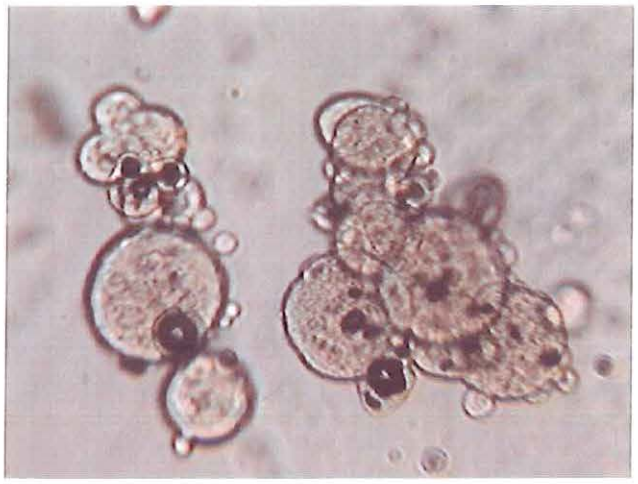
15. Volle melkpoeder



16. Volle melkpoeder



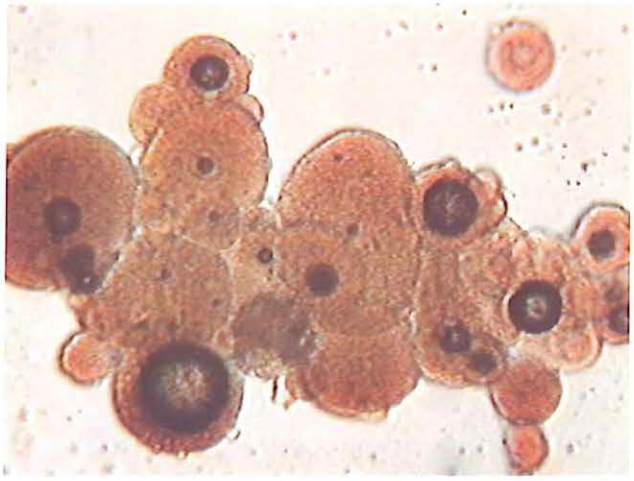
17. Volle melkpoeder



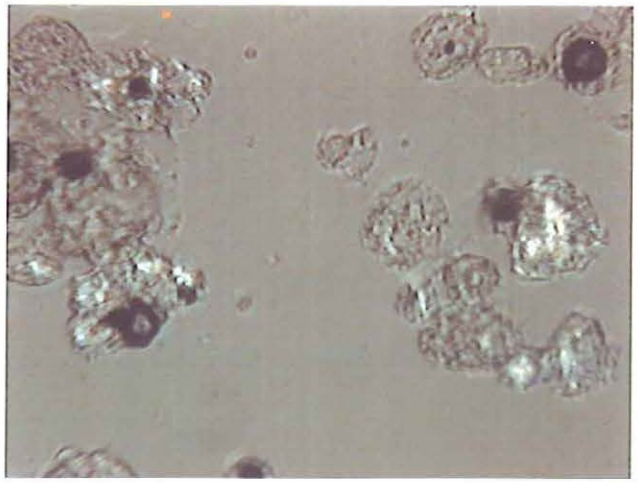
18. Melkvetkern



19. Melkvetkern



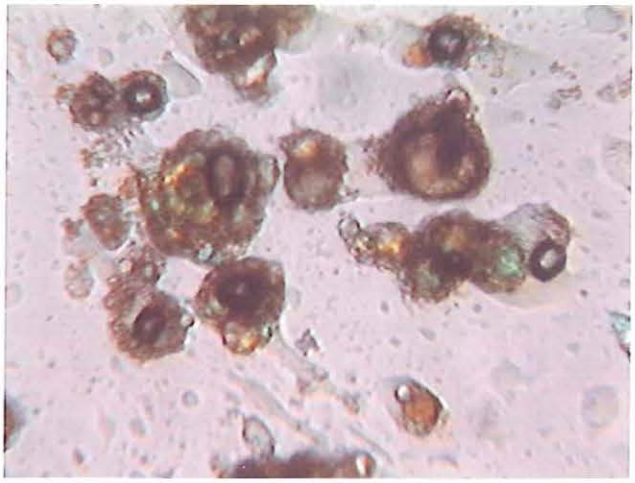
20. Weivetkern



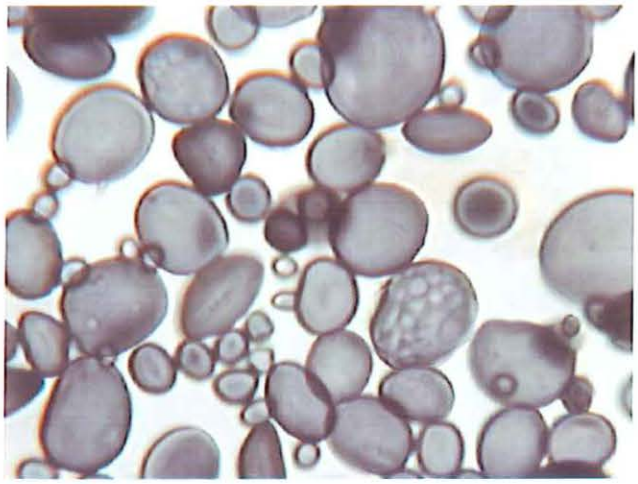
21. Weivetkern



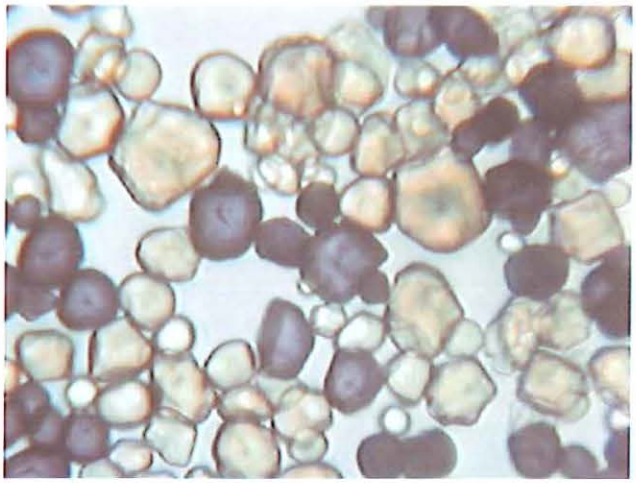
22. Weivetkern



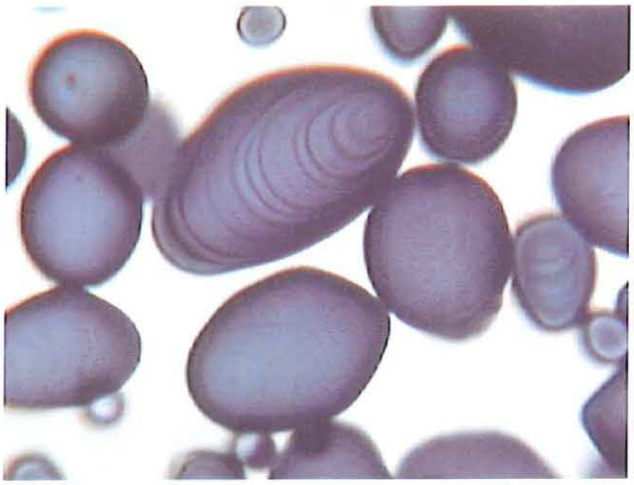
23. Tarwezetmeel, natief



24. Maiszetmeel, natief



25. Aardappelzetmeel, natief



26. Verstijfseld zetmeel



27. Luzernemeel



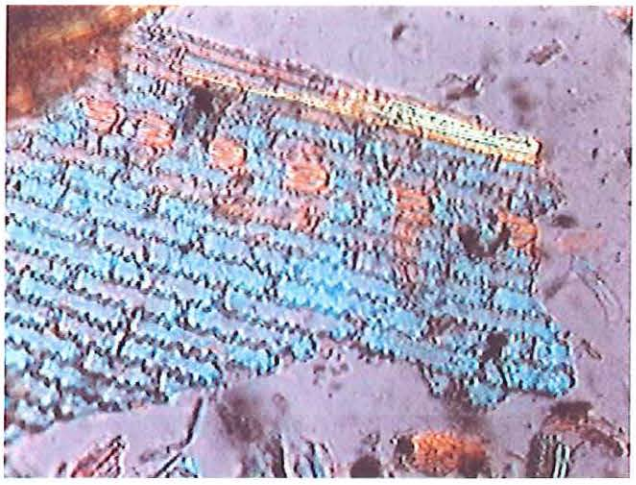
28. Luzernemeel



29. Grasmeel



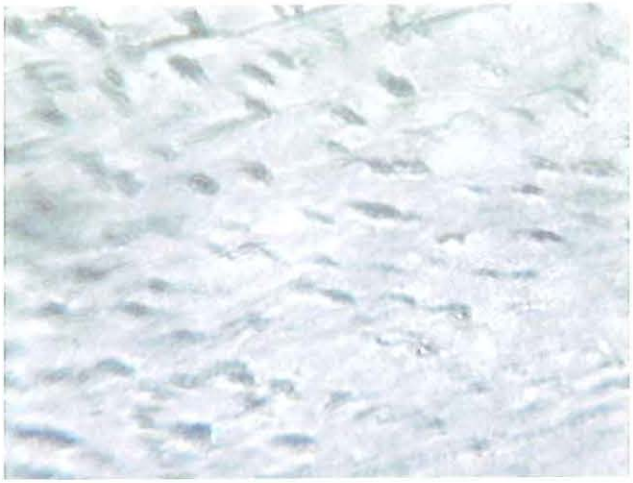
30. Grasmeel



31. Vismeel



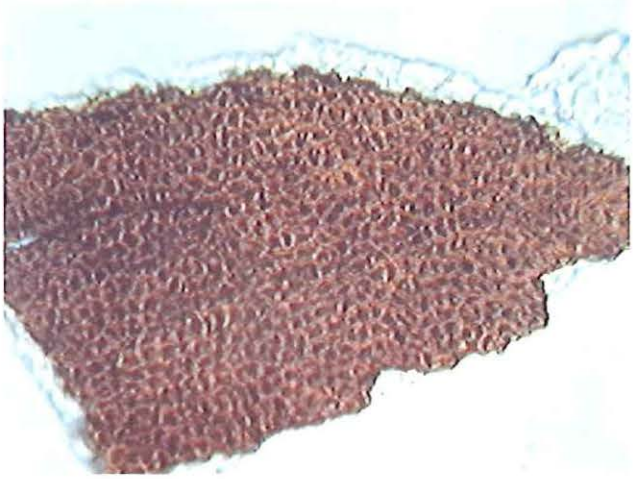
32. Vismeel



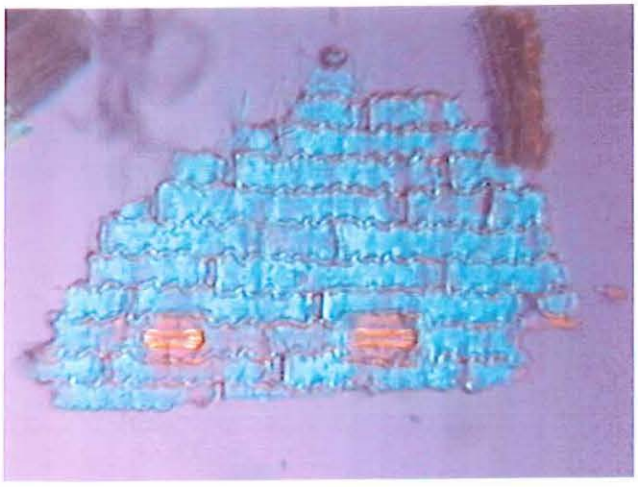
33. Raapzaadschroot



34. Raapzaadschroot



35. Stromeel



36. Kopersulfaat

