
Octrooiraad



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8502138

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Fiber-optische inrichting.**
- ⑤1 Int.Cl⁴.: G01J 3/46, G01N 21/25, G01N 33/12, G01N 21/47.
- ⑦1 Aanvragers: Ekro B.V. Vee- en Vleeshandel te Apeldoorn en Petrus Cornelis Franciscus Borsboom te Westeremden.
- ⑦4 Gem.: Ir. Th.A.H.J. Smulders c.s.
Vereenigde Octroobureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8502138.
- ②2 Ingediend 26 juli 1985.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 februari 1987.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Titel: Fiber-optische inrichting

De uitvinding heeft betrekking op een fiber-optische inrichting ter bepaling aan een materiaal van een door oppervlak- en/of volumereflectie beïnvloedbaar fenomeen, omvattende een lichtbron; een de lichtbron met een sensorkop
5 verbindend verlichtingssysteem; een de sensorkop met een lichtdetector verbindend lichtdetectiesysteem; en in de sensorkop een op het verlichtingssysteem aangesloten centrale optische fiber en een op het licht-
detectiesysteem aangesloten nevenopgestelde optische fiber
10 in een onderling vaste positie gefixeerd zijn.

Bestemd als fotoelektrische colorimeter, en geschikt om te worden toegepast als een inrichting voor automatische kleurcontrole bij de bereiding van verf, is een als in de aanhef beschreven inrichting bekend uit het artikel
15 van I.G.H. Ishak "Fibre optics photoelectric colorimeter", Optica Acta, 1970, Vol. 17, no. 10, bladzijde 725-732. Zoals bij alle fotoelektrische colorimeters berust ook bij Ishak het meetprincipe op het langs fysische weg door middel van kleurfilters dupliceren van de zogenaamde
20 C.M.F. (Colour Matching Functions) \bar{x}_λ , \bar{y}_λ , en \bar{z}_λ , zijnde de drie spectrale gevoeligheidsfuncties waardoor de eigenschappen van het oog van een standaardwaarnemer gedefiniëerd zijn, passend in het door de Commission Internationale de l'Eclairage (C.I.E.) ontworpen stelsel van de speci-
25 ficatie van kleuren.

Binnen het kader van de door hem ontwikkelde fiber-optische fotoelektrische colorimeter past Ishak een sensorkop toe waarbij de geometrie van belichten en opvangen van het gereflecteerde licht $0^\circ/45^\circ$ is. Hiertoe
30 is de sensorkop, die halve-bolvormig is uitgevoerd, voorzien van 7 gaten met radiale assen. Een van de gaten is

aangebracht op de top van de halve-bolvormige sensorkop en is via een optische fiber als belichtingselement optisch gekoppeld aan een lichtbron, terwijl de overige 6 gaten zich op onderling gelijke afstanden symmetrisch 5 verdeeld onder hoeken van 45° langs de omtrek van de halve-bolvormige sensorkop bevinden en via 6 optische fibers verbonden zijn met de detector. Het van het te onderzoeken materiaal afkomstige gereflecteerde licht wordt aldus onder een hoek van 45° uit zes verschillende richting- 10 en door de overeenkomstige optische fibers verzameld. Bij de door Ishak voorgestelde colorimeter is het dus van groot belang dat de reflectie van het te onderzoeken materiaal isotroop is.

Verf, voor welk materiaal Ishak zijn fiber-optische 15 colorimeter heeft ontwikkeld, is een voorbeeld van een opaak materiaal. Opake materialen onderscheiden zich door een hoge absorptie- en verstrooiingscoëfficiënt met waarden die $\gg 10 \text{ mm}^{-1}$ en derhalve met voor licht zeer geringe indringdiepten. CIE-genormeerde reflectometers zoals de 20 colorimeter volgens Ishak zijn voor toepassing op opake materialen bedoeld. Bij toepassing van dergelijke meetinrichtingen op translucente materialen, die worden gekenmerkt door relatief lage absorptie- en verstrooiingscoëfficiënt met waarden van $10 \text{ mm}^{-1} - 0,01 \text{ mm}^{-1}$ (waarbij de 25 absorptiecoëfficiënt \ll verstrooiingscoëfficiënt) ontstaan echter meetproblemen, veroorzaakt door de zogenaamde randlek. Hieronder wordt het verschijnsel verstaan waarbij een op het translucente materiaal vallende smalle lichtbundel zich verbreedt tengevolge van de volumeverstrooiing en 30 - reflectie in terugwaartse richting in het translucente materiaal. Deze verbreding maakt zich kenbaar als een brede lichtvlek om de volgens de normaal op het translucente materiaal ingestraalde bundel. Daarbij kan verder nog

5582130

worden opgemerkt dat indien het in het translucente materiaal
volumeverstrooide licht tijdens zijn gang door dit trans-
lucente materiaal kan worden geabsorbeerd. Deze absorptie is
afhankelijk van de concentratie van de absorberende stof. De
5 invloed van de absorberende stof uit zich in een verandering
van de lichtintensiteitsverdeling van de lichtvlek. De
licht-absorptie heeft kleurbeïnvloeding tot gevolg.

Het licht, dat in het centrum en binnen de diameter
van de verlichtingsbundel wordt terugverstrooid, dus een
10 korte weg in het translucente materiaal heeft afgelegd,
is hoofdzakelijk bepaald door alleen de verstrooiings-
eigenschappen van het materiaal .

Voorbeelden van translucente materialen zijn :
vrijwel alle biologische materialen zoals spierweefsel,
15 huid, melk, kaas, fruit. Voorts melkachtige vloeistoffen,
dispersies van poedermaterialen in vloeistof en papier.

Naast verf kunnen als voorbeelden voor opake materialen
nog worden genoemd metalen of de oxiden daarvan.

De uitvinding nu beoogt in aansluiting aan het voor-
20 gaande een inrichting te verschaffen van de in de aanhef
vermelde soort die met betrekking tot het gebruiksdoel
daarvan algemener toepasbaar is,
dat wil zeggen: kan worden toegepast voor zowel translu-
cente als opake materialen voor het optisch daaraan bepalen
25 van een door oppervlak- en/of volumereflectie van licht
beïnvloedbaar fenomeen, bijvoorbeeld de kleur en/of helder-
heid van het materiaal. Daartoe heeft de inrichting volgens
de uitvinding tot kenmerk, dat de centrale optische fiber
een massieve fiber is en een diameter D bezit, waarbij D
30 ongeveer gelijk of groter is dan viermaal de inverse van de
verstrooiingscoëfficiënt van het te onderzoeken materiaal;
de nevenopgestelde optische

fiber een dikte d bezit en met zijn optische as evenwijdig aan de optische as van de centrale fiber is opgesteld op een radiale afstand s , gemeten tussen de wanden van de centrale fiber en de nevenopgestelde fiber, waarbij de
5 radiale afstand s van de orde van grootte is van tweemaal de
X inverse van de verstrooiingscoëfficiënt bij een absorptiedoëfficiënt van het te onderzoeken materiaal die gelijk of kleiner is dan de verstrooiingscoëfficiënt maar niet kleiner is dan ongeveer 0,1 maal de verstrooiingscoëfficiënt, en d ongeveer $1/5$ van de radiale afstand s bedraagt.

10 Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm is binnen de sensorkop van de inrichting volgens de uitvinding de centrale massieve optische fiber op een afstand van de meettipzijde van de sensorkop, dus aan de zijde die naar de lichtbron is gekeerd, Y-vormig in twee takken vertakt.

15 Het licht, dat dient voor het verlichten van het te onderzoeken materiaal, wordt dan, komende van de lichtbron, ingekoppeld in één van de korte vertakkingen van de Y-vormige centrale fiber. Dit licht zal aan de meettipzijde van de sensorkop (de lange tak van de Y-vormig vertakte
20 centrale fiber) uittreden onder een uittreehoek α die wordt bepaald door de brekingsindex van het materiaal van de optische fiber respectievelijk de brekingsindex van de omhulling.

Het aan de meettipzijde van de centrale optische
25 fiber intredende gereflecteerde licht, afkomstig van het te onderzoeken materiaal door oppervlak- en volumereflectie, wordt bepaald door de zogenaamde acceptatiehoek van de centrale optische fiber, die gelijk is aan de uittreehoek α .
Het aldus ingetreden licht wordt gedetecteerd aan de andere
30 van de korte takken van de Y-vormig vertakte centrale optische fiber. Voor een goede geleiding van het licht in de centrale optische fiber wordt ervoor gezorgd dat de

hoek tussen elk van de korte takken van de Y-vormig vertakte centrale optische fiber en de optische as van de lange tak van deze fiber niet groter is dan de helft van de uittreehoek α . Het kan in de praktijk aanbeveling verdienen tussen de meet-
5 tip en de te onderzoeken stof een filmlaag aan te brengen van een medium met een brekingsindex die lager is dan van de optische fiber.

De positie van de lichtgeleiders in de sensorkop, dat wil zeggen van de centrale optische fiber en van de
10 parallelle nevenopgestelde optische fiber(s) is gefixeerd. Volgens een nadere uitwerking van de inrichting volgens de uitvinding worden het fixatiesysteem en de lichtgeleiders aangebracht binnen een buis uit bij voorkeur roestvast
staal.

15 Aan de voorzijde of meettipzijde kan deze (meet)buis worden afgeschuind waarbij de afschuinhoek β ten opzichte van de optische as kleiner is dan de totale - reflectiehoek van de optische fibers. In de praktijk bedraagt β in de regel ongeveer 65° . Door deze constructie van de meetbuis
20 kan hij in een zich daarvoor lenend materiaal dat wordt onderzocht, worden gestoken zodat de inrichting volgens de uitvinding bruikbaar is als invasieve meter voor het aldus uitvoeren van wat driedimensionale bepalingen zouden kunnen worden genoemd.

25 De voor absorptie meest optimale positie van de optische fibers binnen de sensorkop ten opzichte van elkaar is afhankelijk van de aard van het te onderzoeken materiaal en wordt desgewenst proefondervindelijk bepaald. Men zou voor dit doel eventueel een sensorkop kunnen vervaardigen waarbij een groot
30 aantal nevenopgestelde optische fibers met diameter d concentrisch rond de centrale optische fiber wordt aangebracht, met toenemende straal. Metingen, uitgevoerd met een dergelijke sensorkop, geven een goed beeld van de in de concentrisch in ringen opgestelde fibers ingetreden
35 hoeveelheid gereflecteerd licht en dus van de lichtreflectie

3502138

als functie van de afstand tot de in het te onderzoeken materiaal ingestraalde licht, met andere woorden van de optimale optische constructie.

De uitvinding wordt aan de hand van de tekening, die een uitvoeringsvoorbeeld van een tot de inrichting volgens de uitvinding behorende sensorkop weergeeft, nader toegelicht. De tekening toont schematisch de sensorkop 1 in axiale doorsnede.

Door 2 is de centrale massieve optische fiber met diameter D aangegeven, die Y-vormig vertakt is uitgevoerd en waardoor aan deze fiber te onderscheiden zijn de twee korte takken 3 en 4 en, aan de (niet-afgeschuinde) meettipzijde 5 van de sensorkop 1, de lange tak 6.

Ringvormig om en coaxiaal met de centrale fiber 2 zijn vier nevenopgestelde optische fibers 7 aangebracht. Het gehele stelsel van optische fibers is op niet nader getoonde wijze gefixeerd aangebracht binnen een buis 8 uit roestvast staal. De buis is voorzien van een flens 9 en daarmee aangesloten op het huis 10, waarbinnen het deel van de centrale fiber met de takken 3 en 4 en de gebundelde vier nevenopgestelde optische fibers 7 geordend aangebracht zijn.

De tak 4 van de centrale optische fiber 2 wordt aangesloten via het niet-getoonde lichtgeleidingssysteem op een lichtbron en de tak 3 via het niet-getoonde lichtdetectiesysteem op een detector voor het teruggereflecteerde licht dat, afkomstig van het te onderzoeken materiaal benevens strooilicht van de centrale fiber zelf, aan de meettipzijde in de lange tak 6 van de centrale optische fiber is ingetreden.

Als lichtbron kan gebruik worden gemaakt van een halogeenlamp van 50 W, 12 V en met een gloeidraadtemperatuur van ca. 3000 K. De lamp wordt gevoed door een stabiele spanningsbron $\Delta V = 5 \cdot 10^{-4}$ bij 12 V gelijkstroom. Als alternatief voor de lichtbron kan ook gebruik worden gemaakt van een zogenaamde LED (Light Emitting Diode) die stroom- en temperatuur-gestabiliseerd is bij een wissel-

5502150

stroombron van circa 1000 Hz. Daarbij zal het golflengte-
spectrum van de LED moeten worden aangepast aan de absorptie-
eigenschappen van het te onderzoeken transluente materiaal.
Andere lichtbrontypen, mits met gestabiliseerde licht-
5 opbrengst, zijn ook bruikbaar. Gaat het daarbij om een
met gelijkstroom gevoede lichtbron, dan wordt de lichtstroom
gepulseerd door middel van een door een synchroonmotor
aangedreven chopperwiel dat met een zodanige snelheid wordt
geroteerd dat de lichtstroomonderbreking plaatsvindt met
10 een frekwentie van circa 1000 HZ.

Het van de lichtbron afkomstige licht wordt vervolgens
via een condensorens op de ingang van een tot het licht-
geleidingssysteem behorende flexibele optische fiber als
lichtgeleider gefocusseerd en via de lichtgeleider verder
15 getransporteerd naar de tak 4 van de centrale fiber 2 in
de sensorkop.

Vóór de ingang van de flexibele lichtgeleider kan
een monochromator of een kleur- of interferentiefilter
worden geplaatst afhankelijk van het toepassingsdoel van
20 de inrichting of van de absorptie-eigenschappen van het
te onderzoeken, bijvoorbeeld transluente materiaal. Zo
wordt bij metingen aan vlees, waarvoor de inrichting volgens
de uitvinding zich goed leent, een interferentiefilter toe-
gepast met een transmissie bij 560 nm, overeenkomend met
25 de absorptie door in het vlees voorkomende haemoglobine
en myoglobine.

Voor de verdere verwerking van het gereflecteerde
licht dat, afkomstig van het te onderzoeken materiaal, in
de centrale optische fiber 2 is ingetreden en in de tak
30 3 is geleid respectievelijk in de nevenopgestelde optische
fibers 7 is ingetreden, zijn de tak 3 én de nevenopgestelde
fibers 7 elk gekoppeld aan een detector. Daarbij wordt het
signaal van die detector, die gekoppeld is aan tak 3 van
de centrale optische fiber, toegevoerd aan de referentie-

zijde van een tweekanaals-synchroondetector terwijl het signaal van de detector, die gekoppeld is aan de parallelle nevenopgestelde fibers 7 wordt toegevoerd aan de meetzijde van de synchroondetector en de meetresultaten

5 op een geschikte en gewenste wijze worden geregistreerd.

Indien de inrichting volgens de uitvinding met de in de tekening getoonde sensor wordt toegepast voor onderzoek aan een materiaal waarvan de verstrooiingscoëfficiënt groot is ten opzichte van de inverse van de diameter D van de centrale fiber aan de meetzijde van de sensorkop
10 zullen de parallelle nevenopgestelde fibers 7 geen gereflecteerd licht ontvangen. Zo bij opake materialen zoals verf waarbij het lichtlekeffect (randlekeffect) bij een diameter D van 5 mm geen rol meer speelt, zal de inrichting
15 fungeren als een zuivere reflectometer. Dat wil zeggen dat, afgezien van de meetgeometrie van de sensorkop, de inrichting volgens de uitvinding vergelijkbaar is met de standaard CIE kleurmeter. De inrichting zou in dit geval bijvoorbeeld kunnen worden toegepast als een invasieve verf-
20 kleurmeter waarbij golflente-afhankelijk kan worden gemeten en slechts de centrale optische fiber 2 wordt benut.

Alvorens in de praktijk te worden toegepast, zal een sensorkop moeten worden geijkt, waarbij men voor een be-
25 paald translucient materiaal als volgt te werk gaat. De meettipzijde van de sensorkop wordt in een heldere vloeistof gedompeld, die zich bevindt in een aan de binnenzijde matzwarte beker, op een ruime afstand van de bodem van de beker. De brekingsindex van de vloeistof moet bekend
30 zijn (bijvoorbeeld water). Aan de vloeistof wordt een witte onoplosbare poederachtige vaste stof toegevoegd waarvan de deeltjesgrootte of deeltjesgrootteverdeling bekend is (bijvoorbeeld Latex van de deeltjesgrootte van $\approx 1 \mu\text{m}$)

Er worden aldus een drietal oplossingen bereid, bijvoorbeeld zodanig, dat de eerste oplossing 30% uitslag geeft ten opzichte van de uitslag van de te meten translucente stof; de tweede oplossing een evengrote en de derde oplossing tweemaal (200%) de uitslag van de te meten translucente stof (uitslag van het signaal van de centrale fiber). Van deze drie oplossingen worden vier onderverdelingen gemaakt: 1, 1a, 1b, 1c,; 2, 2a, 2b, 2c, en 3, 3a, 3b en 3c.

Aan de "a"-oplossingen wordt vervolgens zoveel van een kleurstof toegevoegd, dat de uitslag van de detector aan de 10 parallelle nevenopgestelde fibers 30% van de waarde van de uitslag van de translucente stof, bij de "b"-oplossingengelijk aan en bij de "c"-oplossingen 200% van die waarde wordt verkregen.

Als kleurstof kan een stof worden toegevoegd die een overeenkomend absorptiespectrum vertoont met dat van de 15 translucente stof. Zowel de toegevoegde concentratie van het witte poeder als van de kleurstof dient te worden bepaald. Nadat de oplossingen zijn verkregen, kan met de verdunningsmethode zoals standaard wordt toegepast bij chemische analyses en met behulp van een spectrofotometer de lineaire 20 verstrooiings- en absorptiecoëfficiënt worden bepaald (Methode Lambert-Beer).

Weliswaar zal de translucente stof zich onder meer door zijn structuur onderscheiden in verstrooiing- en absorptiegedrag ten opzichte van de ijkvloestof, maar het vooreel 25 is dat de vloestofsamenstelling en de bepalingen reproduceerbaar zijn. Het is bovendien vaak niet doenlijk een qua structuur overeenkomende stof te vinden. Een meetkop met vaste configuratie behoeft aldus per toepassing eenmaal te worden geijkt. Voor het dagelijks controleren van de meetkop 30 en overige elementen kan een eenvoudig translucent materiaal bijvoorbeeld een plasticstrip worden toegepast die ten opzichte van de bovengenoemde ijkvloestoffen geijkt zijn.

9502130

Het belangrijkste toepassingsgebied van de kleurmeter zal waarschijnlijk het gebied van de biologische materialen zijn. Daar deze biologische materialen een beperkt gebied voor de verstrooiings- en absorptiecoëfficiënt daarvan bestrijken, kan voor de sensorkop van een vaste configuratie worden uitgegaan, te weten een centrale optische fiber met diameter $D = 2$ mm; een afstand s van ongeveer 1 mm; een dikte d van de nevenopgestelde optische fiber van ongeveer 0,25 mm; een acceptatiehoek van ongeveer $15-20^\circ$; een uitwendige diameter van het huis uit roestvast staal van 7 mm en voorzien van een afschuining met afschuinhoek β van circa 65° . Met een van een dergelijke sensorkop voorziene fiber-optische inrichting volgens de uitvinding zijn in een lopende-band kalfsexportslachterij uitgevoerd aan versge- slacht kalfsvlees en kalfsvlees dat 48 uren oud was.

Zoals duidelijk zal zijn, is de kleur van geslacht vlees een belangrijke kwaliteitsnorm. In de slachterij vindt de kleurbeoordeling plaats op basis van visuele waarneming waarbij een kleurschaal wordt gehanteerd die door een aantal kleurkeuringsmeesters eveneens op basis van visuele waarneming is samengesteld. Binnen de kleurschaal zijn vleeskleurschakeringen geordend in acht groepen 1 t/m 8. Groep 1 vertegenwoordigt lichtgekleurd vlees van hoogste kwaliteit en groep 8 het meest donker gekleurde vlees, corresponderend met de minst goede kwaliteit. De tussenliggende groepen vertegenwoordigen een regelmatige overgang van lichte naar donkere kleur en van afnemende kwaliteit in de richting van groep 1 naar groep 8.

Er werd een aantal kleurmetingen uitgevoerd aan monsters vers respectievelijk 48 uren oud vlees waarbij deze monsters de vorm hadden van lappen vlees die alle van analoge

plaatsen van de corresponderende karkassen waren weggesneden.

De kleurmetingen werden zowel visueel op de gebruikelijke wijze met hantering van de kleurschaal met kleur-
5 groepen 1 t/m 8 uitgevoerd als met de inrichting volgens de uitvinding met de hierboven genoemde sensorkop.

De resultaten van deze metingen zijn grafisch weergegeven in het diagram waarbij, langs de verticale as het met de sensorkop via de nevenopgestelde optische fiber gemeten,
10 voor de absorptie relevante signaal in mV is aangegeven en langs de horizontale as de visuele kleurschaal met kleurgroepen 1 t/m 8.

De met kruisjes aangegeven punten hebben betrekking op de metingen aan lapjes vers vlees en de omcirkelde punten
15 op lapjes 48 uur oud vlees.

Uit het diagram blijkt duidelijk het verband dat er tussen de kleurschaal voor visuele waarneming en het met de sensorkop gemeten absorptiesignaal bestaat.

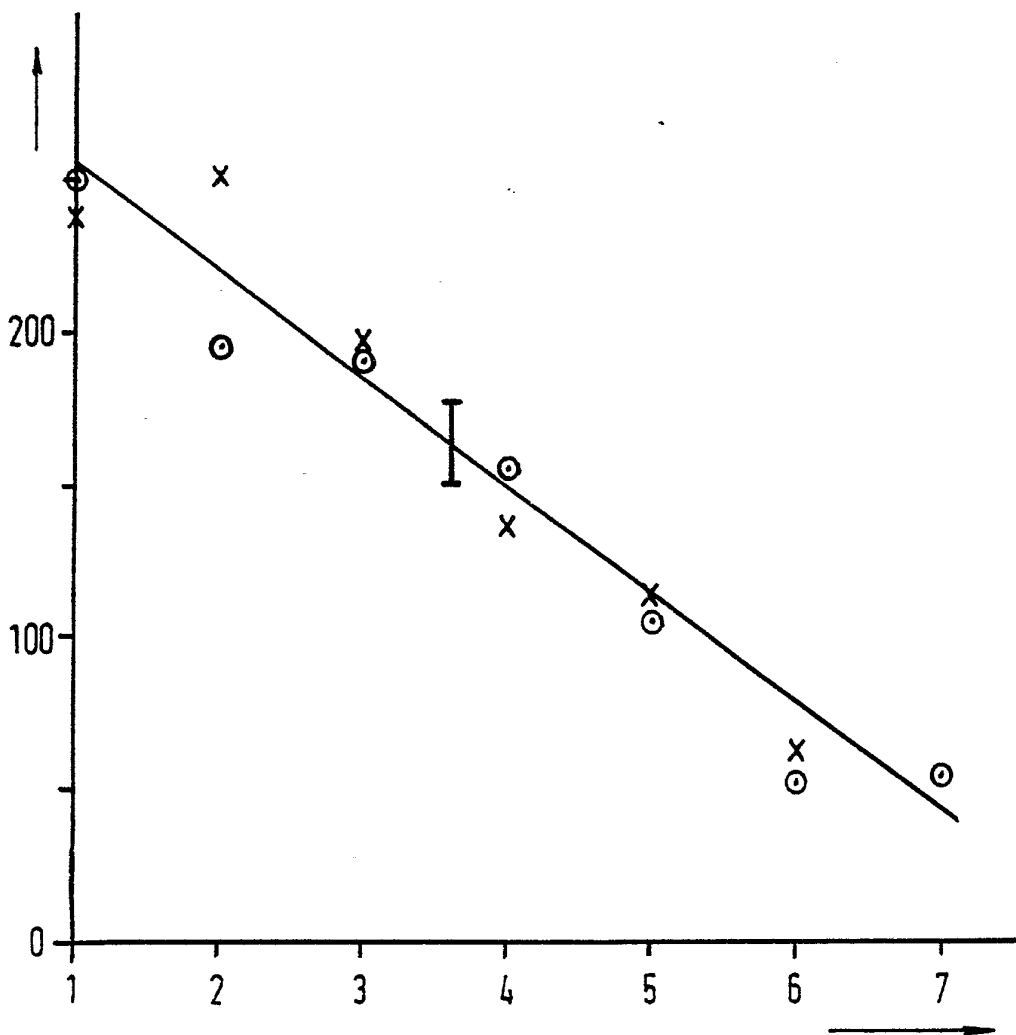
Metingen via de centrale fiber van de sensorkop leverden naar mocht worden verwacht geen wezenlijke kleurinformatie maar wel voor de lichtverstrooiing respectievelijk voor de helderheid relevante informatie, die wordt veroorzaakt door de structuur van het vlees, bijvoorbeeld de structuur van spierbundels, vet enzovoorts. Meting van de verstrooiing is
20 bij de kwaliteitsbeoordeling van vlees van belang doordat daarmee inzicht wordt verkregen in eventueel afwijkend en minder gewenste vleesstructuren en worden zodoende veilige grensvoorwaarden gegeven waarbinnen relevante absorptiemetingen kunnen worden uitgevoerd.

C O N C L U S I E S

1. Fiber-optische inrichting ter bepaling aan een materiaal van een door oppervlak- en/of volumereflectie beïnvloedbaar fenomeen, omvattende een lichtbron; een de lichtbron met een sensorkop verbindend verlichtingssysteem; een de
5 sensorkop met een lichtdetector verbindend lichtdetectiesysteem; en in de sensorkop een op het verlichtingssysteem aangesloten centrale optische fiber en een op het lichtdetectiesysteem aangesloten nevenopgestelde optische fiber in een onderling vaste positie gefixeerd zijn, m e t h e t
10 k e n m e r k, dat de centrale optische fiber een massieve fiber is en een diameter D bezit, waarbij D ongeveer gelijk of groter is dan viermaal de inverse van de verstrooiingscoëfficiënt van het te onderzoeken materiaal; de nevenopgestelde optische fiber een dikte d bezit en met zijn
15 optische as evenwijdig aan de optische as van de centrale fiber is opgesteld op een radiale afstand s , gemeten tussen de wanden van de centrale fiber en de nevenopgestelde fiber, waarbij de radiale afstand s van de orde van grootte is van tweemaal de inverse van de verstrooiingscoëfficiënt
20 bij een absorptiecoëfficiënt van het te onderzoeken materiaal die gelijk of kleiner is dan de verstrooiingscoëfficiënt, maar niet kleiner is dan ongeveer 0,1 maal de verstrooiingscoëfficiënt en d ongeveer $1/5$ van de radiale afstand s draagt.
- 25 2. Meter volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat de centrale optische fiber zich vertakt in een de aansluiting met het verlichtingssysteem vormende eerste tak en een tweede tak, die aangesloten is op een lichtdetector.

3. Meter volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de nevenopgestelde optische fiber een ring met wanddikte d is, die coaxiaal met de centrale fiber is opgesteld.
- 5 4. Meter volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de nevenopgestelde fiber een enkele optische fiber is met diameter d .
5. Meter volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de nevenopgestelde fiber een samenstel van
10 een aantal op de afstand s tot de centrale optische fiber opgestelde afzonderlijke optische fibers, elk met diameter d , is.
6. Meter volgens conclusies 1 - 5, met het kenmerk, dat de in hun onderlinge positie
15 gefixeerde centrale optische fiber en nevenopgestelde optische fiber ondergebracht zijn in een buis.
7. Meter volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de buis aan de zijde van de uiteinden van de centrale fiber en de nevenopgestelde fiber is
20 afgeschuind onder een hoek β die kleiner is dan de totale-reflectiehoek van de optische fibers.

8502158



0302438