

Project 505.5010

Onderzoek naar waterbindende toevoegingen aan champignonconserven.

Projectleider: dr H. Herstel

Rapport 88.15

Februari 1988

FYSISCH ONDERZOEK NAAR DE AANWEZIGHEID
VAN WATERBINDENDE MIDDELEN IN
CHAMPIGNONCONSERVEN

ir H. Oortwijn

Goedgekeurd door: dr H. Herstel

Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT)
Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen
Postbus 230, 6700 AE Wageningen
Telefoon 08370-19110
Telex 75180 RIKIL
Telefax 08370-17717

r8815

VERZENDLIJST (beperkte verspreiding)

INTERN:

afdeling Sensoriek

H. Herstel

J. Driessen

H. Elenbaas

P. Hollman

W. de Jong

EXTERN:

Produktschap voor Groente en Fruit

t.a.v. drs M. van 't Riet (Van Leeuwen)

Sprenger Instituut (Steinbuch, mevr. Van Wychen)

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke
bronvermelding.

INHOUD

SAMENVATTING

1 INLEIDING

2 PROEFOPZET

3 METHODEN

4 RESULTATEN

4.1 Vriespunt en geleidbaarheid van het perssap

4.2 Lichtverstrooiing

4.3 Filtratiesnelheid

4.4 Viscositeit

4.4.1 Resultaten van viscositeitsmetingen

4.4.1 Viskositeitsmetingen aan monsters waaraan Xanthangom is toegevoegd.

5 CONCLUSIE

BIJLAGEN

I VERWERKINGSSCHEMA VAN GESTERILISEERDE CHAMPIGNONS

II METING EN BEREKENING VAN DE VISKOSITEIT BIJ LAGE AFSCHUIFSNELHEID

SAMENVATTING

Het RIKILT is door het PGF gevraagd methoden te ontwikkelen om de eventuele aanwezigheid van waterbindende middelen, die aan champignonconserven worden toegevoegd om het vochtverlies van de champignons gedurende het bereidingsproces te beperken, vast te stellen. In dit onderzoek is gepoogd in monsters waaraan kippe-ei-eiwit (KEE), rijstzetmeel (RZ), repectievelijk xanthangom (XG) is toegevoegd aan de hand van fysische eigenschappen deze stoffen aan te tonen.

De volgende eigenschappen van de opgiel en aanvankelijk ook van het persvocht zijn gemeten: elektrische geleidbaarheid, vriespuntsverlaging, lichtverstrooiing, filtratiesnelheid, viskositeit met een capillairviskosimeter en met een apparaat werkend bij zeer lage afschuifsnelheden.

De aanwezigheid van KEE en in mindere mate die van RZ in visueel bij hogere concentraties waar te nemen, maar de troebelheid is niet reproduceerbaar te meten. De filtratiesnelheid wordt door KEE sterk en door RZ minder sterk vertraagd bij hogere concentraties.

Sommige monsters zonder toevoegingen bleken echter ook slecht te filtreren. Alleen XG geeft een goed waarneembare viskositeitsverhoging. Bij zeer lage afschuifsnelheden is een duidelijke structuurviskositeit te meten. Uit de champignons komen echter stoffen die ditzelfde effect hebben.

De conclusie is dat de onderzochte methoden niet geschikt zijn om de champignonconserven op de aanwezigheid van waterbindende middelen te screenen.

1 INLEIDING

Door sommige producenten werden bij de bereiding van geconserveerde champignons stoffen toegevoegd waardoor de champignons bij verhitting meer water vasthouden. Het Produktschap voor Groenten en Fruit heeft het RIKILT verzocht methoden te ontwikkelen om deze stoffen aan te tonen aangezien sinds 1-10-1987 de toevoeging van deze stoffen niet meer is toegestaan. De waterbindende middelen waarvan gebruik werd gemaakt, zijn voor zover bekend stoffen met een hoog molecuulgewicht, waarvan de moleculen vaak tot deeltjes zijn geassocieerd. "Oplossingen" van deze stoffen zijn veelal troebel en hebben vaak een viscositeit die aanzienlijk hoger is dan die van water.

Wanneer meer water wordt vastgehouden zal de vriespuntsverlaging en de geleidbaarheid van het champignonvocht lager zijn.

Vandaar dat gepoogd is deze fysische eigenschappen te meten om na te gaan of er zodanige verschillen zijn dat een toevoeging zou kunnen worden aangetoond.

2 PROEFOPZET

De onderzochte monsters* bestaande uit ingeblikte hele (kwaliteit I) respectievelijk gesneden (kwaliteit III) champignons, bevatten als waterbindende middelen: kippe-ei-eiwit (KEE), rijstzetmeel (RZ) respectievelijk xanthangom (XG). Deze stoffen zullen zowel in de champignons als in de opgietsoplossing aanwezig zijn.

De metingen zijn in het algemeen aan de opgietsoplossing verricht. Omdat werd verondersteld dat in de champignons de concentratie het hoogst is, zijn de eerste proeven ook met vloeistof gedaan, die uit de champignons werd geperst.

In de loop van het onderzoek bleek dat de aanwezigheid van waterbindende middelen van invloed is op de filtratiesnelheid van de opgietsoplossing, zodat hieraan ook aandacht is besteed.

* Zie voor de bereiding van deze monsters bijlage I.

3 METHODEN

- Scheiding van opgiet en champignons: volgens verordening P.G.F. 1981 Verduurzaamde Groenten; bijlage 2: bepaling van het uitlekgewicht.
- Bereiding van het persvocht: met behulp van een handpers ("grote knoflookpers") waarin een fijn kopergaas was aangebracht om grove delen tegen te houden.
- De elektrische geleidbaarheid is gemeten met een Elmeco geleidbaarheidsmeter en het vriespunt met een cryoscoop om het vriespunt van melk te meten.
- Viskositeit: gemeten met een capillairviscosimeter (Ubbelohde) en bij xanthangom toevoegingen ook met een viscosimeter speciaal ontworpen voor het meten bij zeer lage afschuifsnelheden ("de platvis" zie bijlage 2).
- Lichtverstrooiing : gemeten met een Zeiss spectrofotometer uitgerust met een meetcelhouder voor het meten van extincies bij lichtverstrooiing. Ook is gemeten met een eenvoudige Coleman spectrofotometer.
- Filtratatieproeven zijn gedaan met Millipore-filters (0,8 μm) en reinheidswatjes zoals gebruikt worden voor de bepaling van de reinheid van kaas.

4 RESULTATEN

4.1 Vriespunt en Geleidbaarheid van het perssap

Monster (toevoeging*)	geleidbaarheid (mS)		vriespunt (°C)	
	I	III	I	III
blanco	10,72	9,39	-0,474	-0,398
1% KEE	10,99	9,90	-0,494	-0,428
2% KEE	11,26	9,71	-0,500	-0,412
4% KEE	11,33	10,12	-0,517	-0,425
blanco	12,31	11,79	-0,515	-0,492
1% RZ	11,97	10,66	-0,528	-0,467
2% RZ	12,13	10,78	-0,527	-0,475
4% RZ	11,35	9,74	-0,499	-0,449
blanco	11,05	9,64	-0,507	-0,454
1/8% XG	11,44	11,95	-0,508	-0,524
1/4% XG	13,55	9,81	-0,552	-0,465
1/2% XG	11,82	10,81	-0,518	-0,479

* aan de evacuatievloeistof

De variantie in de blanco's is nog het grootste. Verder neemt de geleidbaarheid en de vriespuntsverlaging in het algemeen toe met het toevoegen van waterbindende middelen. Dit is merkwaardig omdat het tegengestelde wordt verwacht: meer water in de champignons, dus een afname van de geleidbaarheid en de vriespuntsverlaging. Ook de ds-bepalingen wijzen niet op een duidelijke afname van het als gehalte bij toevoeging van waterbindende middelen.

Het lijkt niet waarschijnlijk dat de toevoegingen zelf de geleidbaarheid en de vriespuntsverlaging vergroten omdat de uiteindelijke concentratie laag is. Deze is bij xanthangom ongeveer 1/10 van de concentratie in de evacuatievloeistof. De concentratie van opgelost eiwit is nog veel lager (< 1/1000 van de beginconcentratie) vanwege het denatureren van het eiwit tijdens sterilisatie.

De geleidbaarheid en de vriespuntsverlaging zal hoofdzakelijk worden bepaald door het toegevoegde NaCl (1% aan de opgiet). Overigens bleken de waarden van deze grootheden in opgiet en persvocht hetzelfde te zijn.

4.2 Lichtverstrooiing

De meting van de troebelings, veroorzaakt door de toegevoegde waterbindende middelen, wordt verstoord door de volgende factoren:

1. de bruine kleur van de vloeistof
2. de deeltjes afkomstig van de champignons
3. t.a.v. het eiwit: de door hittedenaturatie veroorzaakte uitvlokking.

Xanthangom vormt geen deeltjes die als troebeling waarneembaar zijn. Zetmeel geeft wel een zichtbare troebeling, maar de deeltjes zijn zo klein dat bij een korte golflengte (≤ 400 nm) moet worden gemeten. Er is gemeten bij 390 nm. De extinctie wordt bij deze golflengte overwegend bepaald door de bruine kleur van de vloeistof. De deeltjes die als gevolg van de uitvlokking van het toegevoegde eiwit zijn ontstaan zijn zo groot dat bij een hogere golflengte kan worden gemeten, zodat de bruine kleur geen invloed heeft op de extinctie. Het probleem hierbij is dat als gevolg van vlokvorming de reproduceerbaarheid van de meting zeer slecht is door inhomogeniteit en uitzakking. Op verschillende manieren is geprobeerd de vlokken te dispergeren.

- Verhoging respectievelijk verlaging van de pH.

De oorspronkelijke pH ligt in de buurt van 5,5.

De pH is verhoogd tot 7,8 respectievelijk 9. Dit heeft geen effect, ook niet na enkele uren schudden in een schudwaterbad bij kamertemperatuur respectievelijk 30°C. pH-verlaging tot pH 3 heeft neerslagvorming tot gevolg.

- Toevoeging van natriumlaurylsulfaat (SDS) tot een concentratie van 0,5% heeft geen effect ook niet na uren schudden. De pH gaat door die toevoeging omhoog tot boven 7. Verdere pH-verhoging tot 8 geeft ook geen verbetering.

- Toevoeging van dithioerythritol samen met SDS geeft na koken een heldere oplossing; er is dus geen troebeling meer te meten.

De meting van de troebelheid veroorzaakt door waterbindende middelen is niet uitvoerbaar gebleken. Wel kan men op het oog waarnemen of er toegevoegde eiwitten aanwezig zijn; dit is echter niet te kwantificeren.

4.3 Filtratiesnelheid

In de loop van het onderzoek bleek dat filtratie van de opgieter om grove deeltjes te verwijderen sterk wordt verstoord door de aanwezigheid van eiwit en in mindere mate door die van zetmeel. De filtratie duurde vaak aanzienlijk langer dan bij de blanco. Gepoogd is dit te kwantificeren. De filtratiesnelheid is bepaald over millipore-filters (poriediameter: 0,8 μ m) en over vuilwatjes zoals gebruikt worden bij het kaasonderzoek. De filtratieomstandigheden moeten hierbij zo goed mogelijk worden vastgelegd. Belangrijk hierbij is de

toegepaste onderdruk te beheersen. Bij aanwezigheid van eiwit respectievelijk zetmeel was het niet altijd mogelijk de onderdruk constant te houden. Door dichtslibben van de filters liep de druk gestadig op. In onderstaande tabel zijn weergegeven de filtratietijden van 20 ml opgiel met milliporefilters (0,8 µm) bij een onderdruk van circa 10 cm kwikdruk.

Tabel 1: Filtratietijden* 10 ml over millipore (0,8 µm) opgiel.

monster	tijd	water	tijd opgiel		tijd opgiel	
			I	III	I	III
blanco	10	9	27	23	2,7	2,6
1/2% KEE	8	8	27	22	3,4	2,8
1% KEE	7	8	16	23	2,3	2,9
2% KEE	7	8	54	23	7,7	2,9

* seconden

De waargenomen verschillen bij filtratie over milliporefilters blijken niet erg groot te zijn. Lange filtratietijden treden pas op bij grotere hoeveelheden. Ook met kaaswatjes is de filtratietijd opgenomen. In de volgende tabel zijn de tijden weergegeven nodig om 10 ml opgiel te filtreren. Bovendien is aangegeven hoeveel tijd het kost 5 ml water door een reeds dichtgeslibt watje te zuigen.

Tabel 2: Filtratie tijden (in sec) over kaaswatjes.

monster	filtratietijd*		filtratietijd 5 ml water over gebruikt watje	
	I	III	I	III
blanco	2	7		
1/2% KEE	3	3		
1% KEE(zcz**)		28		
blanco			2	16
1/2% KEE			1,5	2
1% KEE		26		3 min 19 sec
1% KEE (zcz)		26		2 min 54 sec

* Voor 10 ml; tijd 10 ml water: 1 sec.

** Zonder citroenzuur.

Tabel 3: Filtratietijden voor 10 ml opgiel over kaaswatjes

monster	tijd	onderdruk*	monster	tijd	onderdruk*
blanco	5 sec	< 2	blanco	10 sec	< 2
2% KEE } 2% RZ } 1% KEE }	8 min	--> 30	1% RZ	65 sec	< 2
3% RZ } 3% KEE }	9 min	--> 30	2% RZ	60 sec	--> 10
1% RZ }	6,5 min	--> 30	2% RZ(zcz)	40 sec	--> 10
			4% RZ	6sec	--> 10
			4% RZ	3 min	2

* cm kwikdruk

Xanthangom heeft geen invloed op de filtratiesnelheid. Uit de tabellen blijkt dat lage concentraties weinig effect hebben. Verder bleek dat sommige monsters zonder toevoegingen soms ook slecht filtreerden. Al met al blijkt dat deze methode niet geschikt is om als screeningsmethode voor de aanwezigheid van waterbindende middelen te fungeren.

4.4 Viskositeit

Voor de meting van de viskositeit werden de monsters gefiltreerd om storende deeltjes te verwijderen.

4.4.1 Resultaten van viskositeitsmetingen van de opgiel en de persvocht van de monsters champignonconserven.

Tabel 4: Doorstroomtijden door capillair en viskositeitsverhoudingen.

monster		doorstroomtijd (sec)		η / η blanco	
kwaliteit	toevoeging	opgiel	perssap	opgiel	perssap
I	0	26,8	26,5		
	1% KEE	26,8		1,00	
	2% KEE	-			
	4% KEE	26,8	26,7	1,00	1,01
III	0				
	1% KEE	26,1			
	2% KEE	26,4			1,01
	4% KEE				
I	0	26,7	26,5		
	1% RZ	27,6	26,7	1,03	1,01
	2% RZ	27,6	27,2	1,03	1,02
	4% RZ	29,3	38,0	1,10	1,43
III 1e serie	0	26,4	26,2		
	1% RZ	28,1	26,9	1,07	1,03
	2% RZ	28,8	26,6	1,09	1,02
	4% RZ	33,6	30,3	1,27	1,16
III 2e serie	0	108,5*			
	1% RZ	110,0		1,02	
	2% RZ	111,0		1,03	
	4% RZ	116,6		1,08	

* Doorstroomtijden zijn hoger vanwege andere viskosimeter; $\eta = 1,083$

Kippe-ei-eiwit heeft nauwelijks invloed op de viskositeit. Dit komt omdat door de denaturatie en de uitvloeking er nog nauwelijks eiwit in oplossing aanwezig is. Ook de aanwezigheid van zetmeel beïnvloedt de viskositeit niet erg veel.

4.4.2 Viskositeitsmetingen aan monsters waaraan xanthangom is toegevoegd.

Tabel: Doorstroomtijden en viskositeitsverhoudingen.

monster		serie 1				serie 2	
kwaliteit	toevoeging	opgiet		persvocht		t(sec)	η/η_0
		t(sec)	η/η_0	t(sec)	η/η_0		
I	0	26,3		26,3			
	1/8%	30,4	1,16	29,5	1,12		
	1/4%	31,7	1,21	31,6	1,20		
	1/2%	44,1	1,68	40,8	1,55		
III	0	26,8		26,7		82,6*	
	1/8%	31,1	1,16	29,2	1,09	88,5	1,07
	1/4%	49,3	1,84	40,0	1,50	96,0	1,15
	1/2%	111,2	2,66	59,1	2,21	135,0	1,63

* Doorstroomtijden hoger vanwege andere viskosimeter; $\eta = 1,074$.

Hier is het effect op de viskositeit wel duidelijk, maar toch niet zodanig dat dit een betrouwbaar onderscheid biedt tussen monsters waaraan niet respectievelijk wel xanthangom is toegevoegd. De concentraties aan xanthangom zijn dan ook zeer laag, ongeveer 1/10 van de concentratie in de evacuatievloeistof (die in de tabellen is aangegeven). Tussen persvocht en opgiet blijkt hierin weinig verschil te zijn, zodat het geen zin heeft om door te gaan met persvocht.

Van xanthangom is bekend dat het aan een vloeistof een hoge structuurviskositeit geeft; dat wil zeggen dat die bij lage afschuifsnelheden een hoge viskositeit bezit, die bij hogere snelheden sterk afneemt. Om na te gaan of dit effect meetbaar is in deze systemen is de viskositeit van de opgiet gemeten bij zeer lage snelheden (zie bijlage II).

In onderstaande tabel is het eindresultaat van deze metingen weergegeven.

Tabel: Schijnbare viscositeit (η) als functie van de afschuifsnelheid ($\dot{\gamma}$).

n ($\dot{\gamma}$) in Nsm^{-2} (η water = $0,0010 \text{ Nsm}^{-2}$)

$\dot{\gamma}(\text{sec})^{-1}$	I					III				
	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1
% XG										
0	12,7	2,17	0,372	0,0635	0,0109	1,28	0,296	0,0685	0,0159	0,0037
0,125	13,2	2,13	0,345	0,0558	0,0090	1,27	0,268	0,0565	0,0119	0,0025
0,250	11,9	2,09	0,367	0,0644	0,0113	3,22	0,615	0,118	0,0224	0,0043
0,500	3,42	0,92	0,249	0,0670	0,0181	5,64	1,282	0,292	0,0664	0,0151

berekend uit:

	<u>I</u>	<u>III</u>
b1	$\eta = 0,0109 \quad \dot{\gamma}^{-0,767}$	$\eta = 0,00368 \quad \dot{\gamma}^{-0,635}$
0,125	$\eta = 0,00904 \quad \dot{\gamma}^{-0,791}$	$\eta = 0,00251 \quad \dot{\gamma}^{-0,676}$
0,250	$\eta = 0,0113 \quad \dot{\gamma}^{-0,756}$	$\eta = 0,00428 \quad \dot{\gamma}^{-0,719}$
0,500	$\eta = 0,0181 \quad \dot{\gamma}^{-0,569}$	$\eta = 0,0151 \quad \dot{\gamma}^{-0,643}$

Deze formules zijn verkregen door lineaire regressie voor $\log \eta$ ($\dot{\gamma}$) op $\log \dot{\gamma}$ (zie bijlage II)

Uit de resultaten blijkt dat in alle monsters de viscositeit sterk afneemt bij toenemende afschuifsnelheid. Dus ook bij de blanco's en zelfs bij blanco I is deze structuur afbraak bijna het sterkste. Uit de champignons komen dus stoffen die dit ook veroorzaken, zodat dit geen geschikte methode is om xanthangom aan te tonen.

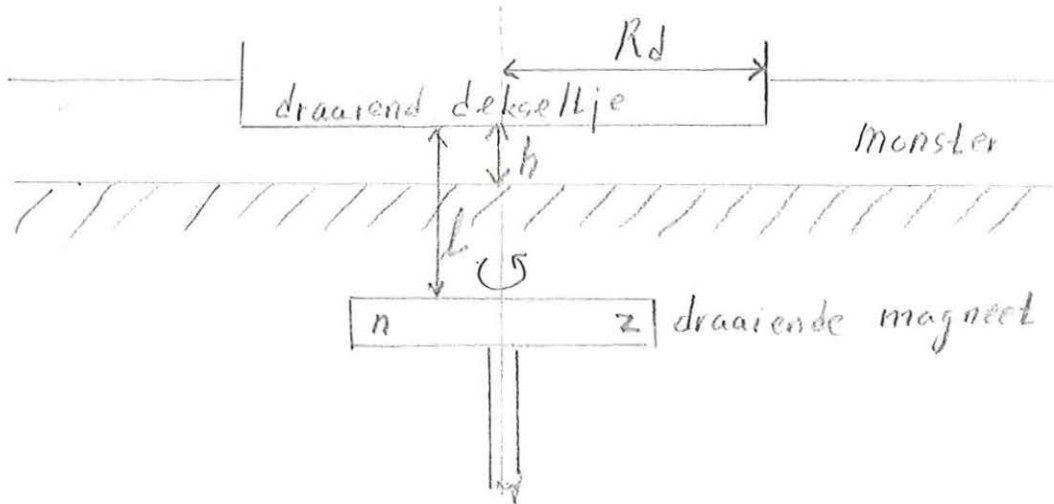
5 CONCLUSIE

Geen van de toegepaste methoden, te weten: het meten van de elektrische geleidbaarheid, de vriespuntsverlaging, de lichtverstrooiing, de filtratiesnelheid, de viscositeit van het persvocht respectievelijk de opgiel met een capillair viskosimeter en het viscositeitsverloop in de opgiel bij zeer lage afschuifsnelheden geven geen betrouwbare methode om op de aanwezigheid van toegevoegde waterbindende middelen te screenen.

Bijlage II

Meting en berekening van de viskositeit bij lage afschuifsnelheden.

Apparaat: "de platvis" (zie: T. van Vliet, A.E.A. de Groot-Mostert en A. Prins; A constant stress, parallel plate viscosimeter without bearing for very low shear stresses. J. Phys. E.: Sci, Instrum 14 (1981) 745-746.



Door instelling van l wordt de op het dekseltje uitgeoefende torsie (T) bepaald.

De schijnbare viskositeit wordt berekend volgens

$$\eta(\gamma_R) = \frac{3T}{2\pi R_d^3 \gamma_R} \left(1 + \frac{1}{3} \frac{d \ln T}{d \ln \gamma_R} \right) \text{ Nsm}^{-2}$$

$$\dot{\gamma}_R = \text{afschuifsnelheid} = \frac{R_d}{h} \times \omega, \text{ s}^{-1}$$

$$\omega = \text{hoeksnelheid} \times 2\pi \text{ rad s}^{-1}$$

$$\omega = \text{omwentelingssnelheid} \text{ s}^{-1}$$

Metingen

Er is gemeten met twee verschillende apparaten (met dekseltjes van verschillend diameter en bij verschillende torsies. $h = 0,50 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.

In onderstaande tabel is ω als functie van T weergegeven.

Platvis 2 $R_d = 4,75 \times 10^{-2}m$				Platvis 1 $R_d = 3,665 \times 10^{-2}m$					
T(Nm)	ω blanco	ω 0,125%	ω 0,25%	T(Nm)	ω 0,50%	ω blanco	ω 0,125%	ω 0,250%	ω 0,50%
$5,3 \cdot 10^{-8}$	$0,9 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$0,2 \cdot 10^{-5}$	$6,8 \cdot 10^{-8}$	$0,23 \cdot 10^{-5}$	0	0	0	$0,46 \cdot 10^{-5}$
$9 \cdot 10^{-8}$	-	$8,1 \cdot 10^{-5}$	$0,4 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$0,23 \cdot 10^{-4}$	$0,23 \cdot 10^{-5}$	$0,23 \cdot 10^{-5}$	$0,23 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
$1,6 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$0,23 \cdot 10^{-4}$	$0,18 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 6 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-4}$
$2,9 \cdot 10^{-7}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-7}$	$9,7 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 75 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 40 \cdot 10^{-4}$	$13 \cdot 35 \cdot 10^{-4}$	$19 \cdot 10^{-4}$
$5,6 \cdot 10^{-7}$	$6,7 \cdot 10^{-3}$	$21 \cdot 10^{-3}$	$25 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-7}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$16 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$8,5 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-3}$
				$1,9 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$62,5 \cdot 10^{-3}$		$40 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$

Kwaliteit III

Kwaliteit I

* % Xanthangom

Uit de in bovenstaande tabel weergegeven meetresultaten zijn de afschuifsnelheden ($\dot{\gamma}_R$) en daarmee de schijnbare viscositeiten ($\eta_{\dot{\gamma}_R}$) berekend en weergegeven in onderstaande tabellen.

Kwaliteit III

blanco		0,125%		0,25%		0,50%	
$\dot{\gamma}_R$	$\eta_{\dot{\gamma}_R}$	$\dot{\gamma}_R$	$\eta_{\dot{\gamma}_R}$	$\dot{\gamma}_R$	$\eta_{\dot{\gamma}_R}$	$\dot{\gamma}_R$	$\eta_{\dot{\gamma}_R}$
$0,54 \cdot 10^{-3}$	0,48	$0,90 \cdot 10^{-3}$	0,29	$0,12 \cdot 10^{-3}$	2,48	$0,11 \cdot 10^{-3}$	6,74
-	-	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,092	$0,24 \cdot 10^{-3}$	2,07	$1,1 \cdot 10^{-3}$	1,18
$24 \cdot 10^{-3}$	0,033	$25 \cdot 10^{-3}$	0,032	$2,4 \cdot 10^{-3}$	0,33	$17 \cdot 10^{-3}$	0,138
$14 \cdot 10^{-2}$	0,011	$21 \cdot 10^{-2}$	0,0069	$3,2 \cdot 10^{-2}$	0,045	$4,5 \cdot 10^{-2}$	0,107
$40 \cdot 10^{-2}$	0,0081	$125 \cdot 10^{-2}$	0,0022	$15 \cdot 10^{-2}$	0,018	$17,5 \cdot 10^{-2}$	0,057
						$175 \cdot 10^{-2}$	0,012

η water = $0,00100 \text{ Nsm}^{-2}$

Kwaliteit I

blanco		0,125%		0,25%		0,50%	
$\dot{\gamma}_R$	$\eta_{\dot{\gamma}_R}$	$\dot{\gamma}_R$	$\eta_{\dot{\gamma}_R}$	$\dot{\gamma}_R$	$\eta_{\dot{\gamma}_R}$	$\dot{\gamma}_R$	$\eta_{\dot{\gamma}_R}$
0	-	0	-	0	-	$0,21 \cdot 10^{-3}$	3,33
$0,11 \cdot 10^{-3}$	11,9	$0,11 \cdot 10^{-3}$	12,0	$0,11 \cdot 10^{-3}$	11,9	$4,6 \cdot 10^{-3}$	0,28
$1,1 \cdot 10^{-3}$	2,19	$0,83 \cdot 10^{-3}$	2,82	$0,5 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \rightarrow 0,82$	$28 \cdot 10^{-3}$	0,092
$0,9 \rightarrow 34 \cdot 10^{-2}$	$0,5 \rightarrow 0,013$	$4 \rightarrow 18 \cdot 10^{-2}$	$0,11 \rightarrow 0,024$	$6 \rightarrow 16 \cdot 10^{-2}$	$0,073 \rightarrow 0,027$	$8,8 \cdot 10^{-2}$	0,060
$74 \cdot 10^{-2}$	0,013	$44 \cdot 10^{-2}$	0,024	$39 \cdot 10^{-2}$	0,025	$23 \cdot 10^{-2}$	0,047
2,88	0,0075			1,84	0,012	0,64	0,036

Regresie analyse $y = a + b x$

$$y = \lg // \dot{Y}_R$$

$$x = \lg \dot{Y}_R$$

	I		III	
b1	a= -1,964	b= -0,767	a= -2,434	b= -0,635
	r= -0,993		r= -0,995	
0,125	a= -2,044	b= -0,791	a= -2,600	b= -0,676
	r= -0,996		r= -1,00	
0,25	a= -1,947	b= 0,756	a= -2,368	b= -0,719
	r= -0,992		r= -0,998	
0,50	a= -1,742	b= -0,569	a= -1,821	b= -0,643
	r= -0,976		r= -0,995	