

**DIE EVALUERING VAN PEROKSIEDBLEIKING
VAN *GONOMETA POSTICA*-SY**

deur

YOLANDE OLIVIER

voorgelê ter vervulling
vir die graad

MAGISTER SCIENTIAE IN HUISHOUDKUNDE

in die

Departement Mikrobiese, Biochemiese en Voedselbiotegnologie

Fakulteit Natuur- en Landbouwetenskappe

Universiteit van die Vrystaat

Bloemfontein, Suid Afrika

Studieleier: Prof. H.J.H Steyn

November 2007

Ek, die ondergetekende verklaar hiermee dat die werk in hierdie verhandeling vervat, my eie oorspronklike werk is wat nog nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige ander universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê is nie.

Handtekening

Datum

BEDANKINGS

Opregte dank en waardering aan die volgende persone wat met hulle onderskeie bydraes en ondersteuning die voltooiing van hierdie verhandeling moontlik gemaak het:

Prof. H.J.H. Steyn, my studieleier – vir professionele bystand en deeglike leiding.

Dr. Martin van Zyl en Kate Smith – vir verwerking van data en statistiek.

Me. Rika Oosthuizen – vir taalversorging.

Me. Gina Olivier – vir verskaffing van sy.

Me. A. Gericke – vir hulp met uitvoering van kleur- en treksterkte eksperimente.

Mej. B. Janeke – vir hulp met die SEM fotos.

Me. A. van der Westhuizen – vir hulp met tegniese versorging.

Me. R.P. Hunt – vir hulp in die laboratorium.

My familie en vriende – vir deurgaanse ondersteuning en motivering.

INHOUDSOPGAWE

	Bladsy
Verklaring	ii
Bedankings	iii
Inhoudsopgawe	iv
Lys van Tabele	viii
Lys van Figure	ix
HOOFSTUK 1 PROBLEEMSTELLING	1
1.1 INLEIDING EN OORSIG	1
1.2 DOELSTELLING	2
1.3 VERANDERLIKES EN HIPOTEESES	2
1.3.1 Veranderlikes	2
1.3.1.1 Onafhanklike veranderlikes	2
1.3.1.2 Afhanklike veranderlikes	2
1.3.2 Hipoteses	3
1.4 KONSEPSIONELE RAAMWERK	4
1.5 TERMINOLOGIE	5
1.6 NAVORSINGSVERSLAG VOLGORDE	5
HOOFSTUK 2 LITERATUUROORSIG	7
2.1 GESKIEDENIS VAN SY	7
2.2 PRODUKSIE VAN SY: SYWURMTEELT VS WILDESY	8

2.3	VESELEIENSKAPPE	14
2.3.1	Molekulêre struktuur	14
2.3.2	Fisiese struktuur	19
2.3.2.1	Voorkomseienskappe	19
2.3.2.2	Sterkte	21
2.3.2.3	Elastiese herstel	24
2.3.2.4	Absorbeervermoë	24
2.3.3	Termiese eienskappe	25
2.3.3.1	Die effek van hitte	25
2.3.4	Chemiese eienskappe	25
2.3.4.1	Die effek van kleurstof	25
2.3.4.2	Die effek van sure	26
2.3.4.3	Die effek van alkali	27
2.3.4.4	Die effek van bleikmiddels	27
2.4	BLEIKING	27
2.4.1	Tipes bleikmiddels	27
2.4.2	Die effek van waterstofperoksied op syvesels	30
2.4.3	Bleiking van syvesels	32
HOOFSTUK 3	EKSPERIMENTELE PROSEDURE	35
3.1	KEUSE VAN TEKSTIELSTOF	35
3.1.1	Eksperimentele tekstielstof	35

3.2	KEUSE VAN BLEIKMIDDEL	35
3.3	BEHANDELING EN BLEIKINGSPROSES	35
3.4	WAARDEBEPALING VAN BLEIKING	41
3.4.1	Kleurverskil	41
3.4.2	Treksterkte en breekverlenging	43
3.4.3	Styfheidstoets	44
3.4.4	Krimping as gevolg van bleiking	46
3.4.5	Skandeer-elektron-mikroskoop foto's	46
3.5	STATISTIESE ANALISE EN DATA	47
HOOFSTUK 4	RESULTATE EN BESPREKING	48
4.1	OORSIG VAN EKSPERIMENTELE ONTWERP	48
4.2	RESULTATE	49
4.2.1	Waterstofperoksiedvrystelling by verskillende temperature, pH en tydsduur	49
4.2.2	Die effek van bleiking met waterstofperoksied by verskillende temperature, tyd en pH op die kleurverskil van <i>Gonometa postica</i> -sy	52
4.2.3	Die effek van bleiking met waterstofperoksied by verskillende temperature, pH en tydsduur op die treksterkte en verlenging van <i>Gonometa postica</i> -sy	55
4.2.4	Die effek van bleiking met waterstofperoksied by verskillende temperature, tyd en pH op die styfheid van <i>Gonometa postica</i> -sy	64

4.2.5	Die effek van bleiking met waterstofperoksied by verskillende temperature, tyd en pH op die krimping van <i>Gonometa postica</i> -sy	66
4.2.6	Die effek van bleiking op die struktuur van vesels soos gesien met die skandeer-elektron-mikroskoop	67
HOOFSTUK 5	GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS	70
5.1	GEVOLGTREKKING	70
5.1.1	Die invloed van pH op waterstofperoksiedvrystelling, kleurverskil, treksterkte, styfheid en krimping tydens waterstofperoksiedbleiking	70
5.1.2	Die invloed van temperatuur op waterstofperoksiedvrystelling, kleurverskil, treksterkte, styfheid en krimping tydens waterstofperoksiedbleiking	72
5.1.3	Die invloed van tydsduur op waterstofperoksiedvrystelling en kleurverskil, tydens waterstofperoksiedbleiking	74
5.2	AANBEVELINGS	75
	BIBLIOGRAFIE	76
	OPSOMMING	87
	SUMMARY	89

LYS VAN TABELLE

	Bladsy
Tabel 2.1 Die aminosuur-samestelling van <i>Bombyx mori</i> fibroïen	16
Tabel 2.2 Die aminosuur-samestelling van <i>Bombyx mori</i> serisien	17
Tabel 4.3 Onafhanklike faktore in die eksperimentele ontwerp	48
Tabel 4.4 Afhanklike faktore in die eksperimentele ontwerp	49
Tabel 4.5 Meervoudige regressie van waterstofperoksiedvrystelling tydens die bleikproses van <i>Gonometa postica</i> -sy	50
Tabel 4.6 Meervoudige regressie van kleurverskil tydens die bleikproses van <i>Gonometa postica</i> -sy	56
Tabel 4.7 Treksterkte- en breekverlenging-waardes van gebleikte en ongebleikte <i>Gonometa postica</i> -sy	57
Tabel 4.8 T-toets van breekkrag tydens die bleikproses van <i>Gonometa postica</i> -sy by verskillende temperature, pH en tydsduur	63
Tabel 4.9 T-toets van styfheid tydens die bleikproses van <i>Gonometa postica</i> -sy by verskillende temperature, pH en tydsduur	65

LYS VAN FIGURE

		Bladsy
Figuur 1.1	Konsepsionele raamwerk	4
Figuur 2.2a	Die sig-sag syproduserende selle van die sywurm	10
Figuur 2.2b	Die buitenste voorkoms van die spindop	10
Figuur 2.3	Die motte, nadat dit uit die kokonne gekruip het	11
Figuur 2.4	Dwarsdeursnit van sy	15
Figuur 2.5	Die struktuur van sy	18
Figuur 2.6	Die wyse waarin die beta-konfigurasie, lineêre fibroïen gerangskik word om die kristallyne-polimeersisteem aan sy te verskaf	19
Figuur 2.7	Die lengte- en dwarsdeursnit van rou-sy	19
Figuur 2.8	Die lengte- en dwarsdeursnit van ontgomde-sy	20
Figuur 2.9	Tussa-sy: (A) die plat breë lengtevoorkoms, (B) die driehoekvormige dwarsdeursnit, (C) die skuins groef en (E) fyn fibrille	20
Figuur 2.10	Tipiese verrekingskromme van verskeie vesels	23
Figuur 2.11	Die vervormingskromme van ontgomde sy	23
Figuur 2.12	Die struktuur van waterstofperoksied	29

Figuur 3.13	Voorstelling van die drie-dimensionele kleurspasie	42
Figuur 3.14	“Shirley stiffness tester”	45
Figuur 4.15	Die waterstofperoksiedvrystelling by 'n pH 8 met verloop van tyd	49
Figuur 4.16	Die waterstofperoksiedvrystelling by 'n pH 10 met verloop van tyd	50
Figuur 4.17	Die kleurverskil van bleiking van <i>Gonometa postica</i> -sy by 50 °C by 'n pH 8 en pH 10 met verloop van tyd	52
Figuur 4.18	Die kleurverskil van bleiking van <i>Gonometa postica</i> -sy by 60 °C by 'n pH 8 en pH 10 met verloop van tyd	53
Figuur 4.19	Die kleurverskil van bleiking van <i>Gonometa postica</i> -sy by 70 °C by 'n pH 8 en pH 10 met verloop van tyd	54
Figuur 4.20	Die kleurverskil van bleiking van <i>Gonometa postica</i> -sy by 90 °C by 'n pH 8 en pH 10 met verloop van tyd	55
Figuur 4.21	Die breekkrag en breekverlenging van ongebleikte <i>Gonometa postica</i> -sy	58
Figuur 4.22	Die breekkrag en breekverlenging van <i>Gonometa postica</i> - sy by 60 °C, en 'n pH waarde van 10 gebleik vir 150 min	58
Figuur 4.23	Die breekkrag en breekverlenging van <i>Gonometa postica</i> - sy by 60 °C, en 'n pH waarde van 8 gebleik vir 210 min	59
Figuur 4.24	Die breekkrag en breekverlenging van <i>Gonometa postica</i> - sy by 70 °C, en 'n pH waarde van 10 gebleik vir 180 min	59

Figuur 4.25	Die breekkrag en breekverlenging van <i>Gonometa postica</i> -sy by 70 °C, en'n pH waarde van 8 gebleik vir 150 min	60
Figuur 4.26	Die breekkrag en breekverlenging van <i>Gonometa postica</i> -sy by 90 °C, en'n pH waarde van 8 gebleik vir 60 min	60
Figuur 4.27	Die breekkrag en breekverlenging van <i>Gonometa postica</i> -sy by 90 °C, en 'n pH waarde van 10 gebleik vir 30 min	61
Figuur 4.28	Die breekkrag van <i>Gonometa postica</i> -sy by 'n pH 8 en pH 10 gebleik by 60°C, 70°C en 90°C	62
Figuur 4.29	Die breekverlenging van <i>Gonometa postica</i> -sy by 'n pH 8 en pH 10 gebleik by 60°C, 70°C en 90°C	63
Figuur 4.30	Die styfheid van <i>Gonometa postica</i> -sy by 'n pH 8 en pH 10 gebleik by 60°C, 70°C en 90°C	64
Figuur 4.31	Die krimpings van <i>Gonometa postica</i> -sy gebleik by 'n pH 8 en pH 10 by 60°C, 70°C en 90°C	66
Figuur 4.32	SEM van ongebleikte <i>Gonometa postica</i> -systof (130×)	67
Figuur 4.33	SEM van die beskadigde gebleikte <i>Gonometa postica</i> -systof (130×)	67
Figuur 4.34	SEM van die beskadigde gebleikte <i>Gonometa postica</i> -syvesel (130×)	68
Figuur 4.35	SEM van die beskadigde gebleikte <i>Gonometa postica</i> -syvesel (130×)	68

Figuur 4.36	SEM van die beskadigde gebleikte <i>Gonometa postica</i> - syvesel (130×)	69
Figuur 4.37	SEM van die beskadigde gebleikte <i>Gonometa postica</i> - syvesel (130×)	69

HOOFSTUK 1

PROBLEEMSTELLING

1.1 INLEIDING EN OORSIG

Die Kalahari is 'n eindelose streek met sandgrond wat oor 'n groot deel van Suider-Afrika strek. Dit bestaan uit golwende rooi duine en rivierbeddings met Acacia-bome, waardeur die Nossob- en Olifantsriviere maar selde vloei. Mens en dier is van ondergrondse water in die woestyn afhanklik. Tussen die golwende duine van die Kalahari-woestyn voed die *Gonometa postica*-mot op die blare van die kameeldoringboom (*Acacia erioloba*).

Die *Gonometa postica*-mot lê haar klein speldekopgrootte eiers op die blare van die kameeldoringboom waarop hulle voed tot hulle volwasse ruspes is. 'n Paar weke later ontsnap die nuwe motte uit die kokonne. Die verlate kokonne val op die grond en dit lyk baie soos die peule van die Acacia-boom. Diere eet soms die kokonne. Die sy is egter onverteerbaar en versamel in die grootpens van diere wat uithongering tot gevolg het. Vars kokonne, larwes en ruspes is nie gevaarlik nie (Olivier 2002).

In die geval van wilde sy is daar die potensiaal van 'n arbeidsintensiewe bedryf wat aan 'n groep vroue in Afrika werk kan verskaf. Deur die proses word 'n probleem letterlik verander in 'n prys. Die natuurlike Kalahari-tussa het 'n ryk taan (geelbruin) kleur, maar in sy natuurlike kleur sal verkope beperk wees, omdat die verbruiker gou verveeld raak en modekleure gedurig verander.

Die kleur van tekstiele is die eerste eienskap wat waargeneem word en is dikwels die eerste faktor wat die keuse beïnvloed tydens die aankope van 'n tekstielstof of produk. Kleur vorm dus 'n belangrike aspek van die alledaagse lewe en om die Kalahari tussa meer bemarkbaar te maak, moet dit gekleur word. As gevolg van die donker kleur waaroor die wilde sy beskik, is 'n bleikproses noodsaaklik, veral as ligte kleure verkry wil word.

Bleiking word beskryf as 'n proses wat die witheid van 'n tekstielstof verbeter (TTD 1995:32). Verskeie bleikmiddels word aangetref waarvan die algemeenste tipes beskou word as waterstofperoksied (H_2O_2), natriumhipochloriet en natriumchloriet (Collier 1974:157). Bleiking rig oor die algemeen skade aan die vesels aan en daarom is dit belangrik om die bleikproses konstant te kontroleer (Amin 1998:501; Bogle 1977:87; Wang 2003; Potter & Corbman 1967:128). Proteïenvesels is meer sensitief vir bleikmiddels as ander vesels (Corbman 1975:330; Joseph 1986:286; Lyle 1976:109; Marsh 1958:216; Sharma 1999:190; Smith & Block 1982:100; Tortora 1978:92; Trotman 1975:239; Wingate 1984:285).

Die grootste probleem van die sy bedryf is om die *Gonometa postica*-sy effektief te bleik sonder om die vesels uitermatig te beskadig.

1.2 DOELSTELLING

Die doelstelling van die studie was om die effek van waterstofperoksiedbleiking te bepaal op die kleurverskil, treksterkte, styfheid en krimpings van die *Gonometa postica*-sy. Sekere faktore soos temperatuur, pH-waarde en tydsduur kan die bleikproses beïnvloed en daarom is dit belangrik om die faktore te evalueer. Die hoofdoelstelling was om 'n geskikte temperatuur, pH-waarde en tyd te bepaal vir die bleiking van *Gonometa postica*-sy, sonder om die vesel-eienskappe te benadeel of die vesel te beskadig.

1.3 VERANDERLIKES EN HIPOTEESES

1.3.1 Veranderlikes

1.3.1.1 Onafhanklike veranderlikes

Die onafhanklike veranderlikes in die studie is die bleikmiddel (waterstofperoksied), temperatuur, pH-waardes en tydsduur wat gebruik word.

1.3.1.2 Afhanklike veranderlikes

Die kleurverskil, treksterkte, styfheid en dimensionele stabiliteit van gebleikte *Gonometa postica*-syweefstof is die afhanklike veranderlikes.

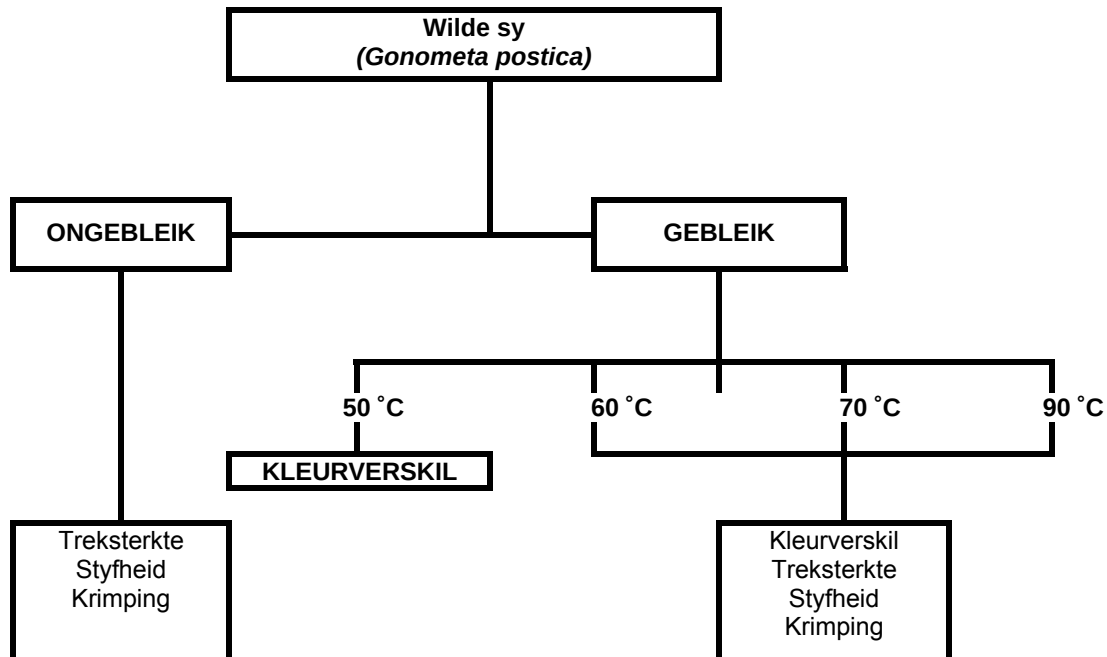
1.3.2 Hipoteses

Die volgende hipoteses word gestel vir die projek:

- H1_o** Daar sal geen verskil in waterstofperoksiedvrystelling, gemeet met kaliumpermangenaat-titrasies by pH 8 en pH 10 voorkom nie.
- H2_o** Daar sal geen kleurverskil, gemeet met 'n kolorimeter, by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by pH 8 en pH 10 voorkom nie.
- H3_o** Daar sal geen verskil in treksterkte, gemeet met 'n "instron tensile tester" by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by pH 8 en pH 10 voorkom nie.
- H4_o** Daar sal geen verskil in styfheid, gemeet met die "shirley stiffness tester" by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by pH 8 en pH 10 voorkom nie.
- H5_o** Daar sal geen verskil in krimpings, gemeet in draadtal by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by pH 8 en pH 10 voorkom nie.
- H6_o** Daar sal geen verskil in waterstofperoksiedvrystelling, gemeet met kaliumpermangenaat titrasies by 50 °C, 60 °C, 70 °C en 90 °C voorkom nie.
- H7_o** Daar sal geen kleurverskil, gemeet met 'n kolorimeter, by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by 50 °C, 60 °C, 70 °C en 90 °C voorkom nie.
- H8_o** Daar sal geen verskil in treksterkte, gemeet met 'n "instron tensile tester" by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by 60 °C, 70 °C en 90 °C voorkom nie.

- H9_o** Daar sal geen verskil in styfheid, gemeet met die “shirley stiffness tester” by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by 60 °C, 70 °C en 90 °C voorkom nie.
- H10_o** Daar sal geen verskil in krimping, gemeet in draadtal by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by 60 °C, 70 °C en 90 °C voorkom nie.
- H11_o** Daar sal geen verskil in waterstofperoksiedvrystelling, gemeet met kaliumpermangenaat titrasies met verloop van tyd voorkom nie.
- H12_o** Daar sal geen kleurverskil, gemeet met 'n kolorimeter, by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by verskillende tydsduur voorkom nie.

1.4 KONSEPSIONELE RAAMWERK



Figuur 1.1 Konsepsionele raamwerk

Die raamwerk stel die sistematiese beplanning voor om die invloed van die verskillende faktore, naamlik: bleiking, temperatuur, pH en tydsduur op die eienskappe van kleur, treksterkte, styfheid en krimping te bepaal.

1.5 TERMINOLOGIE

1.5.1 Filing

Filing verwys na draai of twyning van sy. Dit word spesifiek in die sy-industrie gebruik om te beskryf hoe filamentgaring saam gedraai of getwyn word (Kadolph 2002:62).

1.5.2 Ontgomming

Verwydering van serisien (gom) vanaf syvesels deur 'n warm gekontroleerde alkaliese oplossing met die doel om die fibroïen so min moontlik te affekteer (Taddei 2003:435).

1.5.3 Elastisiteit

Die omvang van die vermoë van gespanne tekstielstof om tot die oorspronklike grootte en fatsoen terug te keer onmiddellik nadat die spanning verwyder is (SABS 1999).

1.5.4 Treksterkte

Treksterkte word beskryf as 'n krag wat teen 'n konstante tempo op 'n tekstielstof toegepas word totdat dit breek. Die maksimum krag waarby die monster breek en die verlenging by maksimum krag word aangeteken (SABS 1999).

1.6 NAVORSINGSVERSLAG VOLGORDE

Die hoofdoel van die studie is om die temperatuur, pH en tydsduur vir waterstofperoksiedbleiking waarmee die minste skade aan die *Gonometa postica*-sy aangerig word, vas te stel.

Aangesien die studie ondersoekend van aard is, word dit deur 'n literatuuroorsig (hoofstuk 2) begelei om insig te verkry in bogenoemde veranderlikes. Eerstens word daar kortliks gekyk na die geskiedenis van sy. Dit word gevolg deur die produksie van sy, wat klem lê op hoe sy gevorm word.

Die fisiese struktuur word uitgelig en die eienskappe van sy word bespreek. Laastens word gekyk na verskillende bleikmiddels en veral die bleikingseffek op syvesels.

Die navorsingsprosedures wat in die studie gebruik word, word beskryf in hoofstuk 3. 'n Volledige beskrywing word gegee van die bleikproses, materiaal en toerusting wat gebruik word. Die prosedure word beskryf in terme van verskillende temperature, pH-waardes en tyd vir die bleikproses. Die metodes wat gebruik word vir die waardebeepaling van kleur, treksterkte, styfheid en krimpings van eksperimentele tekstielstof word volledig verduidelik. Hierdie hoofstuk word afgesluit deur 'n beskrywing van statistiese analise van data.

In hoofstuk 4 word die resultate bespreek. Die effek van waterstofperoksiedbleiking op *Gonometa postica*-sy word beskryf in terme van data wat verkry is op kleurverskille, treksterkte, styfheid en dimensionele stabiliteit. In die finale hoofstuk word 'n gevolgtrekking en aanbevelings gemaak, wat gebaseer is op die bevindings wat in die studie verkry is.

HOOFSTUK 2

LITERATUUROORSIG

2.1 GESKIEDENIS VAN SY

Sy word reeds vir eeue, maar tot vandag nog beskryf as 'n weelderige, elegante vesel, die koningin van vesels (Joseph 1986:56; Kadolph 2002:61; Sharma 1999:290; Smith & Block 1982:97). Sy beskik oor 'n kombinasie van eienskappe wat nie deur ander vesels geëwenaar kan word nie. Sy is steeds die model waaraan nuwe ontwikkelings in kunsvesels gemeet word (Asakura 2007:2064; Hess 1958:222; Kadolph 2002:61; Ramadan 2004:1743).

Die sy-kultuur het in 2700 v.C in China begin, toe volgens Chinese legende, *His Ling Shi* in die skaduwee van 'n moerbeiboom sit en tee drink toe 'n kokon in haar koppie val. Die warm tee het die harde buitenste laag van die kokon laat oplos. Die keiserin bestudeer toe die kokon en kom agter dat sy 'n lang, dun draadjie, wat verbasend sterk is, daarvan kan afdraai. "Watter pragtige klere kan daar nie gemaak word as materiaal van hierdie draadjies geweef word", dink sy. Spoedig het sy die eerste symateriaal gemaak. Die stof het 'n duur, luukse geword wat slegs die rykstes kon bekostig. Sedertdien was die sy-industrie altyd die toonaangewende bedryf in China. Vir omtrent 3000 jaar is die produksie en vervaardiging van sy 'n geheim gehou. (Franck 2001:2; Kadolph 2002:61; Joseph 1986:56).

Die geheim is uiteindelik aan die Europeërs uitgelap toe twee monnike sywurmeiers in hol kieres uit China gesmokkel het. Teen die negende eeu was die kuns feitlik in die hele klein-Asië bekend. Dit het na Afrika, Portugal, Spanje en Italië versprei. Frankryk het reeds in die veertiende eeu sy geproduseer en Engeland in die sestiende eeu. (Joseph 1986:56; Potter & Corbman 1967:261). Vandag is die grootste verspreiders van sy, China (54%), Indië (14%) en Japan (11%) (Kadolph 2002:61).

2.2 PRODUKSIE VAN SY: SYWURMTEELT VS WILDESY

Sy-vesel word deur die larwe van 'n verskeidenheid motte geproduseer (Altman 2003:2). *Bombyx mori* word as die algemeenste sy, wat onder gekontroleerde toestande geproduseer word, beskou. Dit dra by tot 'n hoë kwaliteit sy (Joseph 1986:57). *Bombyx mori*, letterlik “moerbei-sywurm” het sy naam verkry omdat moerbeiblare sy enigste voedsel is (Franck 2001:12). *Bombyx mori*-sy word erken as 'n wonderlike natuurlike vesel weens sy uitstekende kombinasie van hoë sterkte, buigsaamheid en goeie saamklewingseienskappe (Zhao 2006:1).

Naas sy wat deur *Bombyx mori* geproduseer word, bestaan daar 'n verskeidenheid wildesy wat deur verskillende insekte geproduseer word. Verskeie morfologiese en biochemiese karaktertrekke onderskei die wildesy-mot van die sywurmteelt mot (Martinez 2004:343). Wildesy is afkomstig van insekte wat in wilde, nie-gekontroleerde omstandighede bly. Die grootste groep wildesy produserende insekte behoort aan die *Antheraea* familie en die sy wat geproduseer word, staan bekend as *tasar*, *tussa* en *tussore* (Franck 2001:23).

Tasar is 'n wildesy afkomstig vanaf Indië. Die sywurms leef op blare van subtropiese woude (Reinburg 1991:6). *Tussa* word gesien as die mees algemene wildesy, dit is 'n growwer, donkerder sy (Kadolph 2002:62).

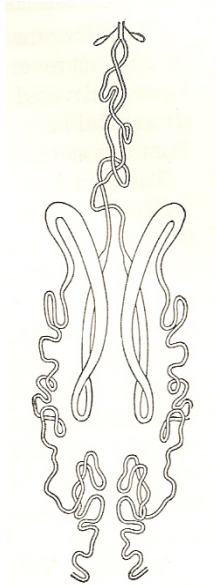
Kalahari tussa is wildesy afkomstig van Namibië en Suid-Afrika. Die sy word verkry van die kokonne van die *Gonometa postica* wat op die blare van die *Acacia erioloba* voed (Olivier 2002). Die sy is van uitstaande kwaliteit en is vergelykbaar met die sywurmteelt-sy van *Bombyx mori* (Delport 2006; Veldtman 2007). Die vesels van nog 'n bekende Suider-Afrikaanse wildesy-mot, naamlik *Gonometa Rufobrunnea* word hoofsaaklik in Botswana aangetref. Die larwes voed op die blare van die mopanie boom. Die veseleienskappe van die sy lê tussen die van *Bombyx mori* en *tasar* ten opsigte van eienskappe van fynheid en rekbaarheid (Paterson 2002:67). Wildesy-produksie is baie klein in vergelyking met die van sywurmteelt (Franck 2001:23).

Syvesels wissel grootliks in samestelling, struktuur en eienskappe afhangende van die spesifieke bron waarvan die vesels verkry word (Altman 2003:2).

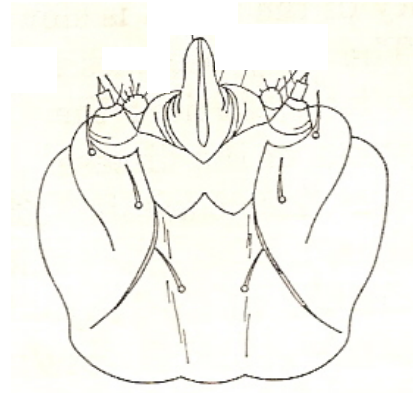
Die larwe van die *Bombyx mori* leef op wit moerbeiblare teenoor die wilde insekte wat op akkerboomblare, mopanie- of kameeldoringboomblare, volgens die spesie leef. Elke klein larwe verorber 'n groot hoeveelheid blare (Joseph 1986:56). Die toestande waaronder die bome groei en die kwaliteit van die blare, affekteer grootliks die groei en ontwikkeling van die sywurm tot 'n volwasse mot. Indien die blare nie van die beste kwaliteit is nie, sal die volwasse mot dwergagtig wees en slegs 'n klein hoeveelheid eiers van laer kwaliteit produseer. Dus word die kwaliteit van die sy deur die sywurm se dieët bepaal (Smith & Block 1982:97).

Die vroulike *Bombyx mori*-mot lê omtrent 700 eiers. Sy vrek gou daarna. Elke eier is omtrent die grootte van 'n speldekop en het op een punt 'n klein sagte vlek wat dit vir die larwe maklik maak om uit te broei. Die eiers word versigtig ondersoek vir ernstige siektes en van mekaar geskei om die verspreiding van kwale te verminder. Die eiers kan vir 'n lang periode koud gehou word, sonder dat enige skade voorkom. Sodra die blare aan die bome begin verskyn, word die eiers effens verhit tot $\pm 27^{\circ}\text{C}$ en drie tot sewe dae later broei die eiers uit, waarna die larwe dan op die blare leef. Vervelling is naby wanneer die koppies van die larwes donkerder verkleur. Sywurms vervel gemiddeld vier keer. Na 35 dae en die vierde vervelling, is die sywurm omtrent 10 000 keer swaarder as die uitgebroeide larwe en gereed om homself in 'n kokon toe te spin (Joseph 1986:56; Kadolph 2002:61; Matthews 1954:751).

Vir die wurm om sy kokon te bou, onttrek die sywurm semi-vloeibare sy vanuit die twee syproduserende kliere (sien figuur 2.2 a). Die kliere vorm 'n sig-sag kolom regdeur die lengte van die liggaam, wat langer is as die sywurm self. Die wurm bevat 'n groot hoeveelheid sy, waarvan die wurm homself leeg maak deur 'n kokon te spin. Elke sy-klier produseer een vesel. Die twee vesels word saam gebind deur 'n gomagtige serisien soos dit die liggaam deur 'n klein opening in die onderlip (spinorgaan) van die sywurm verlaat (sien figuur 2.2 b). Die funksie van die serisien is om die twee filamente aan mekaar te heg en teen beskadiging te beskerm (Franck 2001:14; Gührs 2000:122; Inoue 2000:1436; Joseph 1986:57; Kadolph 2002:61; Smith & Block 1982:98; Toshima 2001:1).



Figuur 2.2a
Die sig-sag syproduserende selle
van die sywurm



Figuur 2.2b
Die buitenste voorkoms van die
spindop

(Augusta G. Matthews, 1954:753)

Die wurm begin deur 'n paar individuele filamente vas te heg om sodoende sy kokon te anker. Sodra die filamente in plek is, kan die sywurm begin om sy kokon te konstrueer. Die serisien en fibroïen verhard sodra dit met lug in kontak kom, wat goeie beskerming bied en terselfdertyd poreus bly en doeltreffende asemhaling moontlik maak (Franck 2001:14; Joseph 1986:57; Kadolph 2002:61; Lee 1999; Smith & Block 1982:98). Die sywurm sal drie tot vier dae neem om sy kokon te voltooi, deur sy kop in 'n agtvormige beweging te roteer (Zhao 2005:9192). Volgens Veldtman is vroulike kokonne twee keer die grootte van manlike kokonne (2002:127).

Die kokon bestaan uit 'n enkele sydraad, wat 300 tot 900 meter lank is. Die vesel blink en is baie fyn. Slegs 'n klein hoeveelheid bruikbare sy word van elke kokon verkry. Tussen 4 400 en 6 600 kokonne word benodig om 'n kilogram sy te verkry. Ten minste 32 000 metrieke ton onverwerkte sy word per jaar geproduseer. Om dit reg te kry, word vier en 'n half miljoen ton moerbeiblare verorber (Wikipedia 2007).

Binne die kokon ontwikkel die larwe tot 'n papie, wat omtrent drie tot vier dae neem. (Franck 2001:14; Joseph 1986:57; Kadolph 2002:61; Lee 1999; Smith & Block 1982:98). Die kokon beskerm die papie teen mikrobiëse degradasie, asook roofdiere en dra by tot die ontwikkelig tot 'n mot (Becker 1997:27; Zhao 2005:9192).

Teen die tyd wat die gedaanteverwisseling van 'n papie na 'n mot plaasgevind het, ongeveer tien dae, moet die mot sy pad na buitentoe deur die kokon vreet. Die gaatjie breek die sydraad, en dit veroorsaak dan die kokon nutteloos vir die filament sy-industrie. Daarom is dit baie belangrik dat die ontwikkeling van 'n papie na 'n mot, verhinder moet word om soveel moontlik syfilamente te behou (Franck 2001:15; Kadolph 2002:62).

Die ontwikkeling van 'n effektiewe metode om die papie dood te maak sonder om die sy vesel te beskadig, was 'n belangrike stap tydens die produksie van sy. Eers was die kokonne met sout in lugdigte houers geplaas of selfs blootgestel aan die warm sonstrale. Later is die papies deur middel van stoom doodgemaak en deesdae is die nuutste metode om die kokonne in droogoonde te plaas (Hess 1958:227). In Korea is die gekookte papies 'n lekkerny en in sommige restaurante word dit verkoop as 'n versnappering! (Wikipedia 2007).



Figuur 2.3 Die motte, nadat dit uit die kokonne gekruip het (Katharine Paddock Hess, 1958:228)

Die kokonne wat vanaf syboere verkry word, word aan 'n fabriek gelewer, ook genoem die syspinnery, waar die sy van die kokonne afgedraai word en versamel word vir henke. Die proses staan bekend as optolling (Corbman 1975:321). Die kokonne word eerstens gesorteer volgens kleur, tekstuur, grootte, vorm en volgens ander faktore wat die kwaliteit van die vesel sal beïnvloed (Corbman 1975:322).

Na die sortering, word die kokonne in warm water (60 °C) geplaas, sodat die serisien kan versag om te verseker dat die filament egalig sal afdraai (Tortora 1978:90). Rou-sy bevat omtrent 20% serisien. Slegs 1% serisien word tydens die fase verwyder, omdat die gom steeds nodig is vir beskerming tydens verdere hantering van die delikate filament (Corbman 1975:322).

Die sy wat steeds gom bevat, staan bekend as **rou-sy** (Wingate 1984:282). In die waterbad word die kokonne effens geborsel om die eindpunte van die filamente te kry. Die punte word versamel, ingeryg deur 'n ogie en op 'n wiel, ook genoem die haspel, opgedraai (Joseph 1986:59; Lee 1999). Die serisien verhard weer en dit dien as 'n kleefmiddel wat die filamente laat vaskleef tydens die kombinerings tot 'n enkele garing. Soos die proses voortgaan, moet die operateur vesels wegneem of byvoeg om sodoende 'n egalige garing, van eenvormige dikte te produseer. Die filament van 'n enkele kokon is te dun vir kommersiële gebruik, daarom word drie tot tien stringe saam gedraai om die geskikte dikte rou-sy te produseer (Corbman 1975:322).

Soos die vesels op die haspel gedraai en gekombineer word, kan die filamente getwyn word om dit bymekaar te hou. Die proses word filering genoem en die produk is **gefileerde sy**. Die spesifieke tipe garing en hoeveelheid twynings hou verband met die tipe materiaal wat geproduseer moet word (Kadolph 2002:62).

- Die eenvoudigste tipe gefileerde sy is 'n **enkel garing**, waar drie tot agt filamente saam in een rigting getwyn word. Dit word meestal gebruik vir inslag- en skeringdrade of kan selfs gebrei word tot 'n materiaal (Corbman 1975:323; Kadolph 2002:62).

- **Tramee-sy** bestaan uit twee of meer stringe enkel garing wat in dieselfde rigting saam getwyn word. Dit word meestal gebruik vir inslagdrade en word van die laer kwaliteit vesels gemaak (Corbman 1975:323).
- **Organsien** word gevorm deur twee of meer getwynde enkel garings in die teenoorgestelde rigting te twyn. Dit word gebruik as skeringdrade waarvan net die beste en sterkste vesels gebruik word (Corbman 1975:324).
- **Dupion-sy** word gevorm wanneer twee sywurms hulle kokonne saam spin. Dupion beteken letterlik dubbel (Franck 2001:21). Die garing is onreëlmatig, wat 'n dik en dun voorkoms gee. Die garing is geskik vir materiale soos sjantoeng-sy en word dikwels gebruik vir gordyne en stoffeerwerk (Corbman 1975:323; Kadolph 2002:62).

Gefileerde sy bevat steeds serisien wat verwyder moet word om sodoende die natuurlike glans en sagte aanvoeling van sy na vore te bring. Die proses staan bekend as ontgomming (Chorpra 1996:542; Freddi 2003:102). Ontgomming vind plaas in 'n warm alkaliese oplossing. Die proses verwyder die serisien ten volle, maar die kern van die fibroïenvesel word in sy suiwer vorm behou (Taddei 2003:435).

Die totale gewigsverlies van sywurmteeltsy tydens ontgomming is normaalweg 25% (Corbman 1975:326). By wildesy word slegs 11% van die serisien verwyder (Corbman 1975:326; Potter & Corbman 1967:272). Sodra die gom verwyder is, is die syvesel 'n romerige wit kleur, glansryk en weelderig sag (Corbman 1975:326; Heyn 1954:185).

Die doel van ontgomming is om die vesel voor te berei vir afwerking, kleuring en bedrukking (Franck 2001:29; Reddy 2003:26; Sargunamani 2006:2644; Somashekar 1993:31).

Die gebruik van gekonsentreerde chemikalieë tydens die ontgomningsproses kan die vesel afbreek. Dit sal 'n verlies aan estetiese en fisiese eienskappe veroorsaak, soos 'n dowwe voorkoms, oppervlak-fibrillering, swak hantering en onegalige absorpsie van kleurstof tydens kleuring en bedrukking (Freddi 2003:103; Jiang 2006:2; Reddy 2003:26; Somashekar 1993:31).

Tussa-sy is moeiliker om te ontgom omdat die syvesels meer minerale bevat en die gom hardnekkig is wat meer weerstand bied teen chemikalië. Die serisien sit vas in die sterk veselfibrille en is dus moeiliker om ten volle te verwyder (Franck 2001:30; Sharma 1999:290).

Alle kort lengte syfilamente (gebreekte filamente) wat van afvalmateriale verkry word, word nie vir die produsering van gefileerde sy gebruik nie, maar gespin tot **floretgaring** (Corbman 1975:326; Wingate 1984:286).

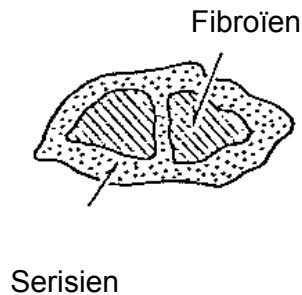
Kokonne wat deur die mot deurboor is, wilde kokonne, tesame met die afval tydens optolling, dra by tot die materiaal wat gebruik word om floretgaring te vervaardig. Nadat die kort lengtes gekaard en gekam is, word dit saamgespin, soortgelyk soos wat katoen-, linne- en wolgarings gespin word. Floretgaring is sag, minder glansryk en nie so sterk en elasties soos gefileerde garing nie. Floretgaring word donserig sodra dit gedra word as gevolg van die kort stapel vesels waarvan dit gemaak word (Corbman 1975:326; Wingate 1984:286). Die vesel is goedkoper en geskik vir inslag- asook skeringdrade. Dit word meestal gebruik vir sjantoeng en poolstowwe, voerings, elastiese webbande en synaaigarings vir fluweel, sambreelmateriaal asook vir insolerende materiaal.

Die afval wat tydens die prosessering van floretgaring ontstaan, word ook gebruik. Dit staan bekend as **syafval**, **kamselsy** of **syuitkamsel**. Die syuitkamsel kan herverwerk word tot floretgarings en geweef word tot getekstureerde materiaal wat geskik is vir gordyne, stoffeerwerk en sportdrag (Corbman 1975:326; Wingate 1984:286).

2.3 VESELEIENSKAPPE

2.3.1 Molekulêre struktuur

Die syvesel is opgebou uit 75% fibroïen wat sterk en elasties is en 25% serisien, 'n gomagtige proteïenstof wat die fibroïen-vesels omring en aanmekaar vassement (Gühns 2000:122; Kongkachuichay 2002:180; Stout 1970:127; Zhang 2002:1817).



Figuur 2.4 Dwarsdeursnit van sy (Akira Nakamura 1980:56)

Fibroïen is 'n kristallyne-proteïen terwyl die gomagtige serisien amorf is (Jiang 2006:2; Reddy 2003:26). Tussa bevat minder serisien (slegs 13-14%) as sywurmteeltsy (Reinburg 1991:5).

Sy-fibroïen is 'n proteïenpolimeer wat algemeen as 'n tekstielvesel gebruik word, as gevolg van sy unieke breekkrag en elastisiteit, goeie termiese stabiliteit en mikrobiiese weerstand (Magoshi 2000:165; Monti 2005:685; Zhang 1998:962). Serisien is 'n proteïen makromolekuul wat oplosbaar is in water (Lee 1999).

Volgens sommige outeurs bestaan beide die proteïene uit dieselfde 18 aminosure wat insluit: alanien; arginien; aspartansuur; glutamiensuur; glisien; histidien; isoleusien; leusien; lisien; methionien; fenielalanien; prolien; serien; sistien; trionien; triptofaan; tirosien en valien (Lee 1999; Lotz 1979:206; Lucas 1968:484). Volgens Needles en Joseph bestaan fibroïen slegs uit 15 aminosure, waar isoleusien, sistien en methionien ontbreek (Needles 1981:91; Joseph 1986:59).

In fibroïen dra alanien en glisien tot 70% van die totale samestelling by, terwyl dit slegs tot 15% in serisien bydra. 'n Ander aminosuur, naamlik serien vorm die hoofkomponent van serisien wat tot 30% van die totale samestelling bydra (Franck 2001:10). Verskillende outeurs verskil oor die samestelling van serisien en fibroïen (aangedui in tabel 2.1 en 2.2) .

Tabel 2.1 Die aminosuur samestelling van *Bombyx mori* fibroïen

	a	b	c
Glisien	42.8g	43.74g	44.5g
Alanien	32.4g	28.78g	29.3g
Leusien	0.7g	0.52g	0.5g
Isoleusien	0.9g	0.65g	0.7g
Valien	3.0g	2.16g	2.2g
Arginien	0.9g	1.83g	0.5g
Histidien	0.3g	0.53g	0.2g
Lisien	0.5g	0.63g	0.3g
Aspartransuur	1.9g	1.28g	1.3g
Glutamiensuur	1.7g	1.0g	1.0g
Serien	14.7g	11.88g	12.1g
Trionien	1.2g	0.89g	0.9g
Fenielalanien	1.2g	0.62g	0.6g
Tirosien	11.8g	5.07g	5.2g
Prolien	0.6g	0.35g	0.3g
Methionien	0.2g	0.07g	0.1g
Triptofaan	0.5g	0.33g	0.2g
Sistien	0.1g	0.15g	0.2g

Waardes word gegee as gram van aminosure per 100g proteïen.

a, Lee 1999; **b**, Lucas 1968; **c**, Lotz 1979

Hierdie outeurs verskil hoofsaaklik oor die hoeveelheid tirosien teenwoordig in fibroïen. As daar na die serisiensamestelling gekyk word, kom die grootste verskille in die glisien, arginien en glutamiensuur samestelling voor, volgens die verskillende outeurs.

Tabel 2.2 Die aminosuur samestelling van *Bombyx mori* serisien

	a	b	c
Glisien	8.8g	11.59g	13.5g
Alanien	4.0g	3.37g	5.2g
Leusien	0.9g	1.14g	0.8g
Isoleusien	0.6g	0.59g	0.6g
Valien	3.1g	2.81g	3.1g
Arginien	4.2g	11.3g	2.8g
Histidien	1.4g	2.76g	1.0g
Lisien	5.5g	3.74g	4.3g
Aspartransuur	16.8g	11.7g	14.6g
Glutamiensuur	10.1g	2.65g	7.9g
Serien	30.1g	29.5g	33.1g
Trionien	8.5g	6.84g	8.3g
Fenielalanien	0.6g	0.26g	0.5g
Tirosien	4.9g	2.04g	3.1g
Prolien	0.5g	0.57g	0.5g
Methionien	0.1g	0	0.1g
Triptofaan	0.5g	0	0.3g
Sistien	0.3g	0.36g	0.3g

Waardes word gegee as gram van aminosure per 100g proteïen.

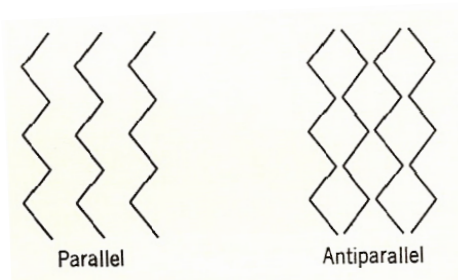
a, Lee 1999; **b**, Lucas 1968; **c**, Lotz 1979

As gevolg van die besondere eienskappe waaroor serisien beskik, soos weerstandbiedendheid teen oksidasie en ultravioletstrale, en vog wat maklik geabsorbeer en afgegee word, kan serisien met baie ander vesels gemeng word om sodoende die eienskappe van die materiaal te verbeter (Zhang 2002:91).

Sy kan ook gebruik word vir 'n ander doel as tekstielvesels. Beide fibroïen en serisien kan as 'n ideale biomateriaal gebruik word, wat geskik is vir biomediese aanwending. Fibroïen word gebruik om beenweefsel te herstel, asook by die vervanging van kruisligamente.

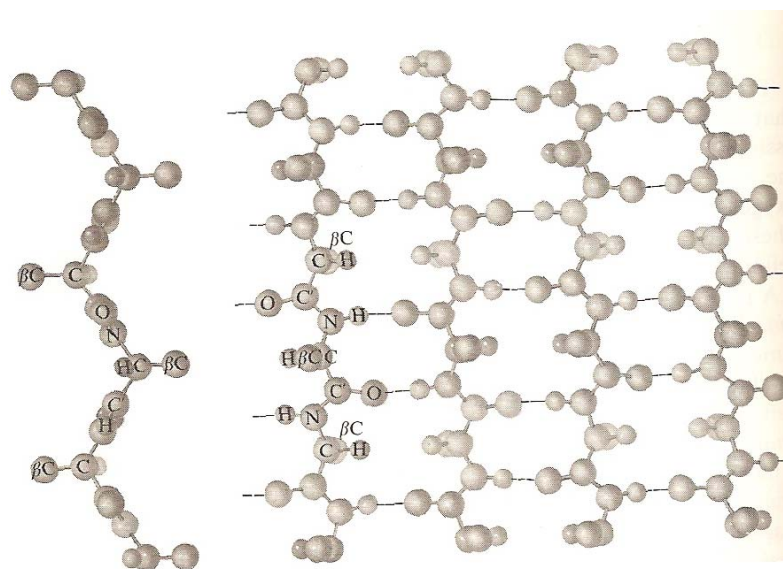
Serien word al vir dekades gebruik as hegting in biomediese aanwending, omdat dit oor die potensiaal beskik om as 'n raamwerk in weefselwerking te dien (Asakura 2007:2064; Monti 2005:685; Panilaitis 2003:3079; Yamada 2001:41).

As gevolg van die relatief eenvoudige molekulêre ketting van sy, kan die kettings maklik in 'n reëlmatige struktuur vou. Sy vorm 'n gevoude sig-sag of β -plaat struktuur waarvan die individuele kettings, waterstofbindings tussen die waterstof in een ketting en groepe in 'n aangrensende ketting vorm. Die plooistruktuur kan parallel of antiparalel wees (Lantz 1999:61; Pauling, 1970:779; Sienko & Plane 1979:576; Stout 1970:128).



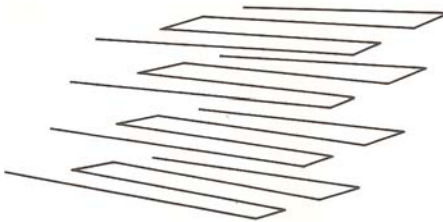
(Evelyn, E. Stout, 1970:128)

Sy neem die antiparalelvorm aan en die struktuur dra grootliks by tot die elasticiteit en veerkragtigheid van sy (Stout 1970:128; Zhang 2002:1817).



Figuur 2.5 Die struktuur van sy (Linus Pauling 1970:780)

Die polimeerstruktuur van sy word saamgestel deur gevoude lae, lineêre polimere soos aangedui in figuur 2.6. So 'n tipe polimeerstruktuur verklaar waarom sy 'n 65-70% kristallynevorm en 30-35% amorfstruktuur aanneem (Gohl & Vilensky 1983:86). As gevolg van die groter hoeveelheid kristallyne-dele (Somashekar 1997:963) wat voorkom, bestaan daar 'n groter aantrekkingskrag van sypolimere tussen die kristallyne dele as die amorse dele (Gohl & Vilensky 1983:86). Die teenwoordigheid van beide kristallyne- en amorse-dele dra by tot 'n kombinasie van sterkte, buigsaamheid en elastisiteit (Franck 2001:10).

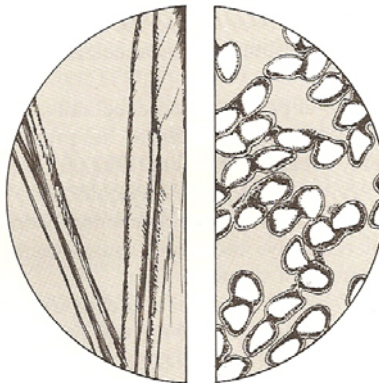


Figuur 2.6 Die wyse waarin die beta-konfigurasie, lineêre fibroïen gerangskik word om die kristallyne polimeer sisteem aan sy te verskaf (Gohl, E.P.G & Vilensky, L.D. 1983:86)

2.3.2 Fisiese struktuur

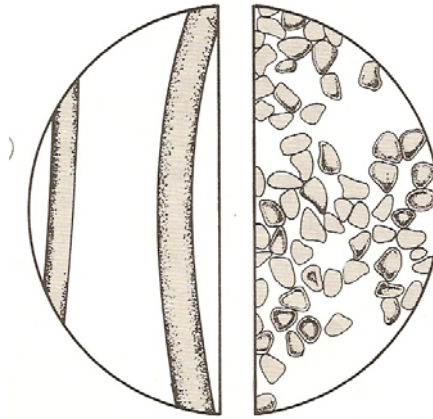
2.3.2.1 Voorkomseienskappe

Wanneer *Bombyx mori* rou-sy onder die mikroskoop bestudeer word, beskik dit oor 'n unieke voorkoms, wat duidelik verskil van ander vesels. In die lengte-voorkoms word 'n onegalige oppervlakstruktuur gesien, wat bestaan uit voue, plooië en onewe knoppe. Die onewe en onegalige oppervlak word toegeskryf aan die serisien laag wat die rou sy 'n growwe effek gee. Die dwarsdeursnit is min of meer ovaalvormig (Joseph 1986:59; Matthews 1954:784).



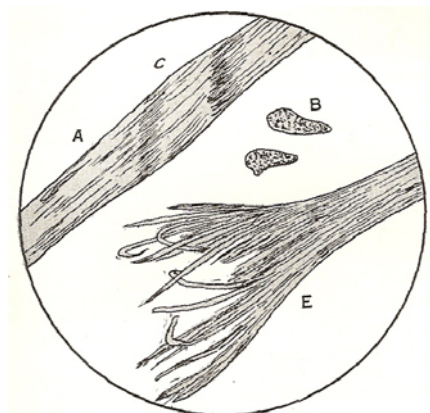
Figuur 2.7 Die lengte- en dwarsdeursnit van rou-sy (Gohl, E.P.G & Vilensky, L.D. 1983:84)

Sodra die sy ontgom is, kom sekere verskille in die voorkoms voor. Die lengte-voorkoms vertoon 'n gladder, deurskynende staaf teenoor die dwarsdeursnit wat onreëlmatig en meer gelyksydige driehoeke met geronde punte vertoon (Joseph 1986:59; Hess 1958:227).



Figuur 2.8 Die lengte- en dwarsdeursnit van ontgomde-sy (Gohl, E.P.G & Vilensky, L.D. 1983:84)

Wildesy verskil van die *Bombyx mori*-vesel ten opsigte van mikroskopiese voorkoms. Die lengte-voorkoms is breed en plat wat kenmerkende strepe of 'n groef oor die skuinste van die vesel wys wat 'n skaduweevoorkoms gee. Tydens die vorming van die kokon is die vesels nog nie geset nie, met ander woorde vormbaar, wat dan maklik merkies maak waar dit oormekaar lê. Die dwarsdeursnit toon gelykbenige driehoeke. Die groefvoorkoms van die wildesy word verklaar deur die struktuur wat saamgestel is uit dun filamente, waarna ook soms verwys word as fibrille (Hess 1958:227; Matthews 1954:785).



Figuur 2.9 Tussa-sy: (A) die plat breë lengtevoorkoms, (B) die driehoekvormige dwarsdeursnit, (C) die skuins groef en (E) fyn fibrille (Augusta G. Matthews, 1954:785)

Sy het 'n fyn, gladde tog effens onreëlmatige oppervlak met af en toe 'n sprankel. Materiale wat van sywurmteelt sy gemaak is, beskik oor 'n gladde oppervlak en 'n glansryke voorkoms en gevoel (Kadolph 2002:63; Lyle 1976:108).

Wildesy vorm onreëlmatige dik en dun dele wat 'n oneweredige oppervlak tot gevolg het. Wilde sy is 'n growwer vesel en minder glansryk as gevolg van die teenwoordigheid van serisien. Materiale wat van wilde sy vervaardig word het 'n meer duidelike en kenbare tekstuur en is veel goedkoper as sywurmteelt sy (Corbman 1975:328; Kadolph 2002:63).

2.3.2.2 Sterkte

Sy is die sterkste natuurlike vesel (Corbman 1975:329; Hess 1958:236; Joseph 1986:60; Lyle 1976:109; Shulha 2006:5823; Wingate 1984:283; Zhao 2006).

Outeurs verskil oor die taatheid van sy, waarvan die gemiddelde syfer wissel van 2,2 tot 5,1 gram per denier indien die vesel droog is (Joseph 1986:60; Lee 1999; Smith & Block 1982:100; Tortora 1978:91). Sodra sy nat word, verloor die vesels omtrent 15-25% van sy sterkte (Gohl & Vilensky 1983:86; Lee 1999; Lyle 1976:109; Stout 1970:128; Tortora 1978:91; Wingate 1984:283). Dit word toegeskryf aan die water molekules wat 'n groot hoeveelheid waterstofbindings hidroliseer en veroorsaak dat die sypolimere verswak (Gohl & Vilensky 1983:86).

As gevolg van die hoë graad van kristalliniteit waaroor sy beskik laat dit toe dat meer waterstofbindings vorm. Die kristallyne gedeeltes word gevorm deur verlengde proteïen kettings wat saam in netjiese, geordende dele groepeer. Waterstofbindings vorm tussen die polimeerkettinge wat hoofsaaklik verantwoordelik is vir veselsterkte. Die polimere is so gerangskik dat 60-75% kristallyne gedeeltes vorm en 30-35% daarvan in 'n amorf rangskikking voorkom. Die kombinasie van rigiede, sterk kristalle en elastiese amorf dele verskaf 'n garing wat beide sterk en elasties is (Cook 1984:165; Gohl & Vilensky 1983:86; Smith & Block 1982:99).

Die lang syfilamente dra by tot die sterkte van die vesel, dieselfde sterkte kan nie van kort vesels verkry word nie. Alhoewel gespinde sy sterk is, is dit swakker as gefileerde sy.

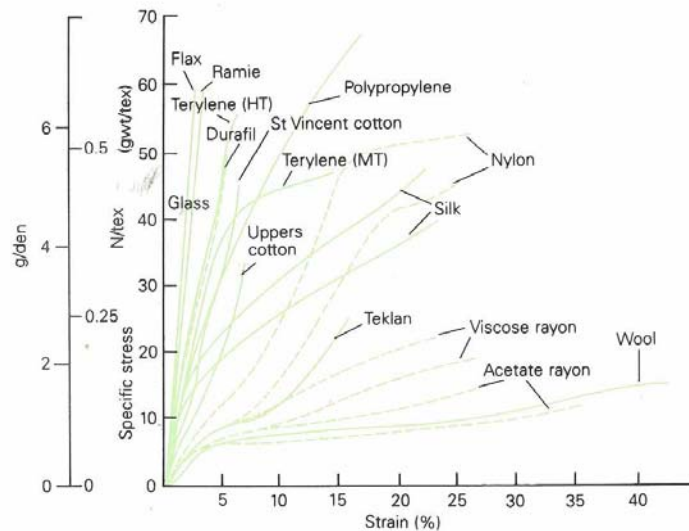
Die kwaliteit van gespinde sy hang grootliks af van die kwaliteit van die stapel. Stapelgarings is 'n meer onreëlmatige vorm van die stapel waaruit die garing saamgestel word (Corbman 1975:328).

Wildesy is sterker as sywurmteeltsy, as gevolg van die eenvoudige wyse waarin die sy geweef is (Taylor 1972:130; Thomson 1974:36). Die sterkte van sy word geaffekteer deur 'n verskeidenheid faktore. Eerstens word gekyk na die konstruksie van sy. 'n Tekstielstof wat in 'n diggeweefde en eenvoudige binding geweef is, neig om sterker te wees as 'n los geweefde tekstielstof (Taylor 1972:130).

Tweedens het die uitwerking van temperatuur op syvesels die vermoë om van die waterstofbindings te breek. Hoë temperature kan skade aan vesels veroorsaak, wat aandui dat vesels sterker is by lae temperature as hoë temperature (Taylor 1972:13).

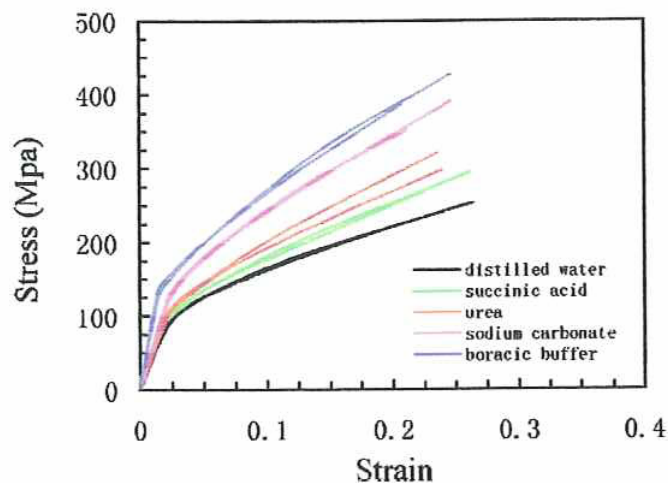
Laastens, word gekyk na die invloed van chemikalieë op syvesels. Chemiese skade, as gevolg van die behandeling met chemikalieë en afwerkingsprosesse op syvesels veroorsaak 'n geweldige afname in tekstielsterkte. Chemikalieë word gebruik tydens die ontgomming van syvesels, asook tydens die bleikproses (Freddi 2003:103; Taylor 1972:130).

Die sterkte van vesels beïnvloed die spannings-/vervormingskromme wat aandui in watter mate 'n vesel die krag wat op hom uitgeoefen word, kan weerstaan (Taylor 1972:129).



Figuur 2.10 Tipiese verrekingskromme van verskeie vesels (Andrea Wynne 1997:17)

As meer spesifiek na die vervormingskromme van sy gekyk word (figuur 2.11), word aangedui dat chemiese behandeling, in die geval ontgomming, 'n groot invloed het op die helling van die kromme. Volgens Jiang verswak ontgomming ten minste een tipe nie-kovalente binding van die fibroïen kern, soos byvoorbeeld die waterstofbindings en dit het 'n groot invloed op die instrinsieke molekulêre rangskikking van sy (hoeveelheid kristallyne dele). Figuur 2.11 dui die vervormingskromme as gevolg van verskillende behandelinge tydens die ontgommingsproses van syvesels aan. In die figuur kan gesien word dat sterk chemikalieë, 'n steil helling tot gevolg het, met ander woorde hoe ruwer die behandeling, hoe steiler is die helling (Jiang 2006:924).



Figuur 2.11 Die vervormingskromme van ontgomde sy (Ping Jiang 2006:921)

2.3.2.3 Elastiese herstel en verlenging

Sy is 'n elastiese vesel (Corbman 1975:329; Wingate 1984:283). Dit beskik oor 'n goeie elastiese herstelvermoë (92%) en 'n matige verlengingsvermoë (10-25%) (Joseph 1986:60; Tortora 1978:91). Sy kan tot 20% van sy oorspronklike lengte gerek word voordat dit sal breek. Die vesels keer terug na hul oorspronklike lengte en verloor slegs 'n klein hoeveelheid (1-2%) van sy elasticiteit (Corbman 1975:329).

Die afwisseling tussen kristallyne- en amorge-molekulêre struktuur van die sypolimeer verklaar die matige verlengingsvermoë van 10-25%. Die kristallyne-dele gee 'n sekere mate van styfheid aan die filamente, terwyl die amorge-dele rekbaarheid daaraan gee (Gohl & Vilensky 1983:86).

Indien die syvesel uitermatig gerek word, sal 'n groot hoeveelheid waterstof-bindings in die polimeersisteem breek. Sodra die rekking tot 'n einde kom, sal die polimere egter nie kan terugkeer na hul oorspronklike posisie nie, maar die nuwe posisie aanneem (Gohl & Vilensky 1983:86).

Styfheid verwys spesifiek na die weerstand wat die vesel teen vervorming bied. Dit word gelei deur twee eienskappe, die veselgehalte en die weerstand van die vesel om te rek. As gekyk word na die gehalte van die vesel, is growwe vesels stywer as fyn vesels. Die styfheid van die vesel word nie net bepaal deur die fynheid van die vesels nie, maar ook deur die vorming van die kruisbindings (Taylor 1972:17).

Dit moet in gedagte gehou word dat die elasticiteit en styfheid van die vesel en materiaal geaffekteer word deur die tipe garing wat gebruik word (gefileerde of stapel), die konstruksie van die materiaal, asook die tipe afwerking wat op die materiaal aangebring is (Corbman 1975:329; Taylor 1972:135).

2.3.2.4 Absorbeervermoë

Syvesels het 'n relatiewe hoë vogbyslag van 11% (Corbman 1975:330; Cowan 1962:34; Ishida 1991:5; Joseph 1986:60; Lyle 1976:109; Tortora 1978:91). Die goeie absorpsievermoë van sy dra grootliks by tot die vermoë om kleurstowwe goed te absorbeer (Corbman 1975:330; Tortora 1978:91).

As gevolg van die kristallyne-polimeersisteem waaroor sy beskik, is syvesels effens minder absorberend in vergelyking met ander proteïenvesels soos wol. Die kristallyne gedeeltes van die sypolimere neem minder watermolekules op as wat 'n amorge polimeersisteem, soos wat in wol voorkom, sal opneem (Gohl & Vilensky 1983:87). Alhoewel dit 'n effense laer vogabsorpsie as wol (12%) het, het dit steeds goeie absorpsie-eienskappe (Tortora 1978:91).

2.3.3 Termiese eienskappe

2.3.3.1 Die effek van hitte

Sy is, soos alle proteïenvesels, sensitief vir hitte (Corbman 1975:330; Gohl & Vilensky 1983:87). Indien vesels vir 'n lang tydperk aan hoë temperature blootgestel word sal permanente degradasie van vesels voorkom (Morton & Hearle 1975:292).

Outeurs dui verskillende temperature aan waarby syvesels beskadig sal word. Volgens Gohl & Vilensky sal die bestaande peptied en waterstofbindings breek sodra die temperatuur oor 100 °C styg (1983:87). Joseph en Matthews verskil deur aan te dui dat sy ongeaffekteer sal bly by temperature van 135 °C en dat temperature so hoog soos 140 °C geen gevaar inhou vir syvesels nie. Temperature van 110 °C (Lee 1999); 111 °C (Wingate 1984:284) en 150 °C (Joseph 1986:60) sal syvesels vergeel en temperature so hoog soos 149 °C en 150 °C sal syvesels skroei (Joseph 1986:60; Wingate 1984:284). Hoë temperature van 170 °C en 177 °C sal syvesels beskadig en veroorsaak dat die vesels disintegreer (Joseph 1986:60; Lee 1999).

2.3.4 Chemiese eienskappe

2.3.4.1 Die effek van kleurstof

Die hoë taaiheid en goeie absorpsievermoë van sy maak dit geskik vir effektiewe kleuring en bedrukking. Sy kan in eksotiese helder, diep en glansende kleure gekleur word. Die gladde voorkoms van sy dra grootliks by tot die egalige penetrering van kleur. Basiese, suur en direkte kleurstowwe is geskik vir proteïenvesels soos sy (Corbman 1975:331; Gohl & Vilensky 1983:88; Smith & Block 1982:100; Tortora 1978:91; Wingate 1984:285; Wynne 1997:51).

Daar is reeds in vroeër navorsing gevind dat daar baie verskille in kleurvastheid van sy voorkom. Direkte kleurstowwe is minder kleurvas as suur kleurstowwe. In die geval van suur kleurstowwe word asynsuur as fikseermiddel gebruik. Die fikseermiddel verhoog die oplosbaarheid van kleurstowwe sodat die kleurstof egalig in die vesel kan penetreer, wat dan bydra tot 'n kleurvaste produk. Suur kleurstowwe produseer 'n helder, aanvaarbare kleur (Olivier 2006).

Wildesy het 'n sterk natuurlike kleur. Die tannien in die akkerboomblare gee die wildesy 'n bronskleur (Corbman 1975:328; Heyn 1954:188; Stout 1970:129). Die natuurlike Kalahari-tussa het 'n ryk taan (bruingeel) kleur, wat afkomstig is van die blaarkleur van die *Acacia erioloba* boom (Olivier 2002). Die donker kleur maak wildesy moeilik om te kleur. Dit word selde gekleur, behalwe in donker soliede kleure (Corbman 1975:328; Nakamura 1980:58; Potter & Corbman 1967:272; Thomson 1974:36).

2.3.4.2 Die effek van sure

Syvesels is baie sensitief vir suur. As gevolg van die gebrek aan kovalente kruis bindings tussen die sypolimere, word syvesels maklik aangeval wat tot 'n verswakte struktuur lei (Gohl & Vilensky 1983:87).

Sterk mineralesuur soos swaelsuur en salpetersuur veroorsaak dat syvesels ontbind. Medium konsentrasies van soutsuur sal veroorsaak dat sy oplos en gematigde konsentrasies mineralesuur veroorsaak dat syvesels verkort en krimp. Organiese sure soos asynsuur en mieresuur beskadig nie die syvesels nie en word in sommige afwerkingsprosesse gebruik (Joseph 1986:60; Labarthe 1975:84,85; Wingate 1984:284).

2.3.4.3 Die effek van alkalië

Sodra sterk alkalië soos verhitte bytsoda (NaOH) of bytpotas op die syvesel gebruik word, sal dit die vesel beskadig en oplos. Swak alkalië soos seep, boraks en ammoniak veroorsaak minder skade aan syvesels, behalwe as dit vir 'n lang tydperk en teen 'n hoë konsentrasie daaraan blootgestel word (Corbman 1975:331; Joseph 1986:60,61; Smith & Block 1982:101; Wingate 1984:285).

'n Alkaliese oplossing veroorsaak dat die syfilamente opswel. Dit word toegeskryf aan die gedeeltelike skeiding van die sypolimeer deur die alkaliese molekules. Soutbindings, waterstofbindings en Van der Waals'-kragte hou die sypolimeer-sisteem bymekaar. Soos die inter-polimeer binding gehidroliseer word deur die alkali, los die syfilamente op en skei die sypolimere van mekaar. Indien die sypolimere vir 'n lang tydperk aan alkalië blootgestel word, sal die peptiedbindings hidroliseer wat versoorsoak dat die polimeer versleg en uiteindelik heeltemal verwoes word (Gohl & Vilensky 1983:87).

Wilde tussa is 'n sterker sy en word minder deur sure en alkalië beskadig (Hall 1969:23; Nakamura 1980:58; Thomson 1974:36).

2.3.4.4 Die effek van bleikmiddels

Sy is 'n baie sensitiewe vesel en kan maklik beskadig word indien die verkeerde bleikmiddels daarop gebruik word (Tortora 1978:31).

2.4 BLEIKING

Bleiking is 'n chemiese proses wat die suiwerings- en reinigingsproses van vesels voltooi om sodoende die natuurlike kleur te vernietig (Cowan 1962:181; Smith & Block 1982:276; Wang 2002:22; Wynne 1997:234). Die term "bleiking" is afgelei van die Angelsaksiese woord, *bleacan*, wat bleik of verkleur beteken (Encyclopedia 1911). Daar bestaan bewyse dat so vroeg as 300 v.C van chemiese bleiking op materiale met soda-as van gebrande seegras gebruik gemaak is. Daarna is die materiaal geneutraliseer met 'n behandeling van suurmilk en afgewerk deur die blootstelling aan sonlig (Carson 2006:438).

2.4.1 Tipes bleikmiddels

Bleikmiddels word in twee hoofgroepe gedeel, naamlik: oksideermiddels en reduceermiddels. Die reduceermiddels word meestal gebruik om diervesels, soos wol en sy te bleik, alhoewel dit ook met oksideermiddels gebleik kan word. Plantvesels word slegs met oksideermiddels gebleik (Bogle 1977:85; Collier 1974:157; Hollen 1973:222; Marsh 1958:216).

Oksideerbleikmiddels bleik deur 'n oksidasieproses waar suurstof bygevoeg word en waterstof verlore gaan. Reduseerbleikmiddels bleik deur 'n reduksieproses waar suurstof onttrek word en waterstof bygevoeg word (Lafferty & Rowe 1994:81; Marsh 1958:215).

Reduseerbleikmiddels word minder gebruik omdat die bleiking nie permanent is nie en die produk mettertyd verkleur met blootstelling aan suurstof (Cowan 1962:182; Tortora 1978:92).

Volgens Ann Collier bestaan die hoofoksideermiddels uit waterstofperoksied (H_2O_2), natriumhipochloriet en natriumchloriet wat ook bekend staan as die drie hooftipes bleikmiddels (1974:157). Slegs een van die oksideermiddels word oor die algemeen gebruik, naamlik waterstofperoksied. Die redes wat hiervoor gegee word is dat natriumhipochloriet, wolwesels vergeel, terwyl natriumchloriet veroorsaak dat proteïenvesels ontbind. Nog 'n groot nadeel van natriumchloriet is dat dit 'n wit kleur produseer met 'n pienk ondertoon (Needles 1981:92).

In vergelyking met reduseerbleikmiddels, is waterstofperoksied duurder, maar dit produseer 'n permanente wit kleur en kan selfs donker kleure bleik wat reduseerbleikmiddels nie kan doen nie (Boston 2006; Gulrajani 1992:38; Somashekar 1993:31; Wynne 1997:243). Waterstofperoksied het omtrent heeltemal die chloor-oksideerbleikmiddels vervang (Tzanov 2002:87). Greenwood & Earnshaw beweer dat waterstofperoksied oor die vermoë beskik om as beide 'n oksideermiddel en reduseermiddel in 'n suur of alkaliese oplossing op te tree (1998:635).

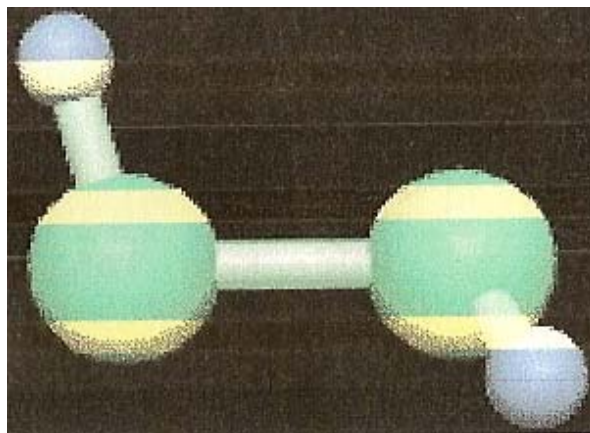
Die nadeel van chloorbleikmiddels is dat dit gasse vrystel wat 'n irriterende en prikkeleffek op die vel, oë, neus en keel tot gevolg het. Dermatitis ontstaan indien die vel in direkte kontak met chloor kom en as dit ingeneem word, sal die slukderm beskadig word, die maag geïrriteerd wees en 'n langdurige gevoel van naarheid en braking sal intree (Myers 1997:584).

Die keuse van die bleikmiddel hang grootliks af van faktore soos die eind-gebruik van materiale, die verwagte hantering en of 'n stof gekleur moet word of nie (Collier 1974:157). Chloorbleikmiddels wat op diervesels gebruik word, sal die proteïenvesel beskadig en die sterkte van die vesel in 'n groot mate verminder.

Waterstofperoksied word aanbeveel vir die bleiking van wol en sy (Corbman 1975:330; Joseph 1986:286; Lyle 1976:109; Marsh 1958:216; Sharma 1999:190; Smith & Block 1982:100; Tortora 1978:92; Trotman 1975:239; Wingate 1984:285).

Waterstofperoksied is 'n kleurlose vloeistof met 'n effense skerp reuk en bitter smaak (Bostwick 2002:8). Louis Jacque Thenard het waterstofperoksied gedurende 1818 ontdek en dit is reeds vanaf 1878 gebruik vir die bleiking van sy (Greenwood & Earnshaw 1998:633; Marsh 1946:250; Smith 1999). Die vervaardiging en gebruik van waterstofperoksied het vanaf 1925 geweldig gegroei as gevolg van die bekendstelling aan die VSA van elektrolitiese prosesse en industriële bleikingsprosesse wat grootliks ontwikkel het (Kroschwitz 2003:961; Marsh 1946:250).

Waterstofperoksied bestaan uit suurstofmolekules (O_2) en waterstofatome (H). Daar bestaan 'n enkelbinding tussen die atome. Elke waterstofperoksied-molekule bevat twee gebinde suurstofatome, wat elk geheg is aan een waterstofmolekule (H-O-O-H). As gevolg van die intermolekulêre afstoting, beskik waterstofperoksied-molekules oor 'n skewe-ketting struktuur (Kroschwitz 2003:961; Smith 1999).



Figuur 2.12 Die struktuur van waterstofperoksied (Megan Smith 1999)

Die eienskap van waterstofperoksied wat die opvallendste na vore kom, is dat dit ontbind in water en suurstof en daarom geen bedreiging vir die omgewing inhou nie. Waterstofperoksied word dus deur baie outeurs gesien as 'n meer omgewingsvriendelike alternatief vir chloorbleikmiddels (Cotton 2006:4; Wang 2002:21; Wang 2003; Winkler 1997:229; Zöltner 2001:53).

Blootstelling aan waterstofperoksied is wel skadelik vir die mens. Verskeie veiligheidsmaatreëls word vir die gebruik van waterstofperoksied aanbeveel. Eerstens kan dit blase op die vel vorm indien hoë konsentrasies gebruik word (Smith 1999). Werkers wat waterstofperoksied inasem, kan gevaar staan om inflammasie, uitermatige irritasie en brande van die spysverteringsstelsel op te doen. 'n Groter gevaar is dat waterstofperoksied 'n vretende chemikalie is wat alle drade en metale waarmee dit in kontak kom, beskadig en dan selfs oor die potensiaal beskik om vure te veroorsaak. Alle maatskappye moet verseker dat hulle werkers ten volle beskerm word teen die blootstelling aan waterstofperoksied (Bostwick 2002; Kroschwitz 2003:984).

Waterstofperoksied is 'n sterk oksideermiddel in verskeie huishoudelike produkte wat gebruik word as ontsmettingsmiddel, bleikmiddel en vlekverwyderaar. Dit word selfs gebruik vir die ontsmetting van kontaklense, bleiking van hare, 'n mondspoel en 'n komponent vir die bleiking van tande. In die industrie word dit hoofsaaklik gebruik as 'n bleikingsmiddel tydens die vervaardiging van papier, pulp en tekstiele. Die heel belangrikste is die bleiking van tekstiele. Uit 'n mediese oogpunt word dit gebruik vir wond-irrigasie en vir die sterilisasie van oogontstekings- en endoskopiese instrumente. In lae konsentrasies kan dit selfs help vir die behandeling van kanker, naamlik 'n suurstof-behandeling. 'n Buitengewone gebruik van waterstofperoksied is in wapens en die energieproduksie van 'n ruimtevaartuig (Cotton 2006:5; Watt 2004:51; Smith 1999).

2.4.2 Die effek van waterstofperoksied op sywesels

Daar bestaan verskeie teorieë oor waterstofperoksiedbleiking. Alhoewel dit al lank gebruik word vir die bleiking van tekstiele, bly die meganisme steeds onduidelik (Dannacher 1996:24; Perkins 1996:92; Spiro & Griffith 1997:12).

Die eerste teorie beweer dat waterstofperoksied ontbind om molekulêre suurstof en water te vorm. Die suurstof wat ontstaan tydens die ontbindingsproses word gekoppel aan die bleikingsreaksie (Dannacher 1996:24; Karl 2000:23).

Nog 'n teorie dui aan dat, tydens die verdelingsproses, waterstofperoksied hoë vry radikale vorm wat ander molekules oksideer deur sommige elektrone of waterstofbindings te verwyder (Boston 2006; Calvert 2003; James 1990:641; Lafferty en Rowe 1994:81; Parent 2004).

Indien die ander molekules gekleurde vlekke of pigmente is, sal die chemiese veranderinge wat verband hou met die oksidasieproses, die fisiese eienskappe verander en 'n kleurlose produk oplewer, met ander woorde 'n gebleikte produk (Boston 2006; Calvert 2003; James 1990:641; Lafferty en Rowe 1994:81; Parent 2004).

'n Ernstige tekortkoming met waterstofperoksied is die relatiewe swak chemiese stabiliteit waaroor dit beskik. Beide bakterieë en klein hoeveelhede metale soos yster en koper wat in die vesel teenwoordig is kan 'n snelle katalitiese ontbinding van peroksied veroorsaak. Sodra dit gebeur, sal die oksidasieproses van peroksied versnel word met die produksie van suurstof wat in die atmosfeer verlore sal gaan (Lyer 2005:66; Wang 2002:21; Wynne 1997:234).

Die verlies van waterstofperoksied in die vorm van suurstof beteken dat daar minder suurstof beskikbaar sal wees vir die bleikproses. Die oksidasieproses kan versnel word deur 'n katalis, sodat volslae oksidasie van 'n vesel voorkom, wat later so swak word dat dit gate in die tekstielstof sal veroorsaak of dit selfs sal laat skeur. Om die effek te voorkom, word natriumsilikaat en etileendiamientetraasynsuur (EDTA), by die oplossing gevoeg. Die byvoegsels verhoed dat kataliste soos metale die peroksiedontbinding, kataliseer (Wynne 1997:234).

Om verdere beskerming te bied, is dit belangrik dat die toerusting wat aan die waterstofperoksied blootgestel word saamgestel is uit korrosiebestande metale soos van 'n hoë graad vlek-vrye staal. Yster en koper is die grootste vyande tydens waterstofperoksiedbleiking (Karl 2000:23; Lyer 2005:66; Marsh 1958:222; Trotman 1975:241; Wynne 1997:234; Zöltner 2001:53).

Die bleikproses moet goed gekontroleer word, veral tydens die gebruik van 'n oksideerbare bleikmiddel. Die probleem is om toe te laat dat die chemikalie die kleurpigmente oksideer en 'n wit kleur produseer, sonder om die vesel aan te val en te beskadig (Collier 1974:157).

Oor die algemeen kan bleikingsprosesse die sterkte van vesels verminder, maar dit kompenseer daarvoor deurdat die kleurbaarheid en ander estetiese eienskappe verbeter (Amin 1998:501; Bogle 1977:87; Wang 2003; Potter & Corbman 1967:128). Die verlies aan sterkte wat tydens bleiking voorkom, word toegeskryf aan die katalitiese ontbinding van die waterstofperoksied as gevolg van metale wat in die vesels en afvalwater voorkom (Kasimir 1990:52). Kasimir toon aan dat syvesels omtrent 10% van sy breekkrag tydens die bleikproses verloor (1990:52). Indien duursaamheid 'n belangriker eienskap as voorkoms vir die gebruiker is, moet ongebleikte artikels liefers gekies word, in plaas van gebleikte materiale (Potter & Corbman 1967:128).

2.4.3 Bleiking van syvesels

Sy van sywurmteelt wissel van 'n gelerige tot 'n grys-wit kleur terwyl wildesy uit 'n donkerder bruin of grys-bruin kleur bestaan. Die kleurpigment van die wildesy penetreer tot in die kern van die vesel wat die hele vesel 'n bruin kleur gee teenoor die kleur van die sywurmteeltsy wat in die serisiengedeelte voorkom wat normaalweg tydens die ontgommingsproses verwyder word (Gulrajani 1992:38; Wingate 1984:282). Dit is belangrik dat al die serisien verwyder moet word vir 'n doeltreffende bleikproses om plaas te vind (Hess 1958:235; Marsh 1946:401; Trotman 1975:261).

Wildesy is heelwat moeiliker om te ontgom, omdat die vesel meer minerale bevat, die serisien meer hardnekkig is en meer weerstand bied teen die aksie van seep (Hess 1958:235; Sharma 1999:290; Trotman 1975:239).

As gevolg daarvan is wildesy moeiliker om te bleik as sywurmteelt-sy (Hess 1985:236). Volgens Helen Thomson kan wildesy nie gebleik word nie (1974:36). Ander navorsers verskil (Hess 1958:235; Trotman 1975:239).

Wanneer waterstofperoksied gebruik word vir die bleiking van sy, is dit belangrik dat die temperatuur, tyd, alkaliniteit en konsentrasie van die waterstofperoksied konstant gekontroleer moet word (Hollen 1973:222; Marsh 1946:407; Smith & Block 1982:277).

Verskillende outeurs se menings verskil ten opsigte van die geskikte temperatuur en tyd waarby sy gebleik moet word. Trotman beweer dat 70 °C vir twee tot vier ure voldoende is vir die bleik van gewone sy, maar vir wildesy word voorgestel dat die tydperk tot 6 ure verleng moet word. Gulrajani bleik sy by 100 °C vir 1 uur teenoor Wynne wat temperature tussen 95°C en 100°C vir twee tot drie ure voorstel. Volgens Marsh is waterstofperoksiedbleiking slegs uitvoerbaar tussen 80 °C en 85 °C. Hy beweer dat temperature onder 80 °C onvoldoende is vir kommersiële bleikingsaksies en temperature bo 85 °C te vinnig suurstof vrystel en die vesel beskadig. Volgens James vertoon waterstofperoksiedbleiking op sy beste by hoër temperature (Gulrajani 1992:41; James 1990:642; Marsh 1946:251; Trotman 1975:261; Wynne 1997:235).

Dit is uiters belangrik dat die pH sover moontlik konstant gehou moet word tydens die bleikproses om 'n voldoende bleikaksie te bewerkstellig (Gulrajani 1992:41; Needles 1981:48). Waterstofperoksied is redelik stabiel by 'n pH laer as sewe, maar neig om meer onstabiel te word soos die alkaliniteit verhoog. Waterstofperoksied word effens suur gemaak om sodoende hul sterkte te behou tydens die stoor daarvan (Marsh 1946:251; Perkins 1996:92 Trotman 1975:241).

Die belangrikste faktor tydens bleiking is om die korrekte graad van stabiliteit in die bleikvloeistof te kry. Indien die pH laag is, sal bleiking nie plaasvind nie en as die vloeistof te onstabiel is, sal die suurstof ontsnap voordat dit 'n effek op die vesel kan hê (Trotman 1975:241). Waterstofperoksied bleik die beste in 'n alkaliese oplossing, alhoewel dit ook geskik is vir 'n suuroplossing (Greenwood & Earnshaw 1998:635; Hollen 1973:223; Trotman 1975:239).

Alle outeurs stem ooreen dat sy in 'n alkaliese oplossing gebleik moet word. Sommiges beveel 'n pH van 8 aan (Wynne 1997:243), terwyl ander aandring op 'n pH-waarde van 10 (Dannacher 1996:26; James 1990:642; Marsh 1958:228, Trotman 1975:241). Volgens Wang het temperatuur en pH die grootste invloed op die effek van waterstofperoksiedbleiking (2003).

Die kwaliteit van die gebleikte produk hang grootliks af van die waterstofperoksied-konsentrasie. 'n Te lae waterstofperoksied-konsentrasie veroorsaak onvoldoende bleikingseffekte en verlaag die kwaliteit en kleurvastheid van die kleurproses, wat na bleiking volg. Aan die anderkant veroorsaak 'n te hoë konsentrasie, beskadiging van die tekstielstruktuur self. Die kwaliteit van die bleikproses en indirek die kleurproses, kan verbeter word deur optimale waterstofperoksied-konsentrasies te gebruik en die konsentrasies by 'n konstante waarde te hou (Westbroek 1999:423). Waterstofperoksied-konsentrasies van 35% en 50% word meestal gebruik vir industriële aanwending, spesifiek hier vir die bleiking van sy (Kroschwitz 2003:983).

HOOFSTUK 3

EKSPERIMENTELE PROSEDURES

Die afdeling beskryf die navorsingsmetodiek wat gebruik is in die studie en verskaf 'n verduideliking van die materiale en metodes wat gebruik is tydens die studie. 'n Eksperimentele studie is uitgevoer om die invloed van verskillende temperature, pH en blootstellingstyd op die bleiking van *Gonometa postica*-sy vas te stel om 'n temperatuur, pH en tyd te vind waarmee 'n aanvaarbare graad van witheid bereik kan word wat die minste skade aan die vesel sal veroorsaak.

3.1 KEUSE VAN TEKSTIELSTOF

3.1.1 Eksperimentele tekstielstof

Gonometa postica-sy afkomstig van Namibië is vir die studie gebruik. Dit word gebruik in sy natuurlike taan kleur. Die meeste serisien is verwyder vanaf die vesel wat 'n meer egalige vesel tot gevolg het. Die *Gonometa postica*-garings is met die hand gespin en in 'n eenvoudige, effebinding geweef. Die skering-, sowel as die inslagdraad is van sy waarvan die draadtal 17×13 per 25 mm is.

3.2 KEUSE VAN BLEIKMIDDEL

Waterstofperoksied (H_2O_2) word in die studie as bleikmiddel gebruik. Die waterstofperoksied was van 'Merck chemicals' aangekoop. 'n Konsentrasie van 50% was gebruik, aangesien 'n konsentrasie tussen 35% en 50% aanbeveel word vir die bleiking van tekstiele (Kroschwitz 2003:983).

3.3 BEHANDELING EN BLEIKINGSPROSES

Stap 1 Waterstofperoksiedbleiking

Monsters van $60 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$ is gemeet, gesny en omgekap om uitrafeling te voorkom. Die monsters word aan 'n bleikproses in 'n 5l langwerpige vlekvrystaal waterbad blootgestel, waar 'n spesifieke konsentrasie bleikmiddel by spesifieke temperature, pH waardes en tydsduur gebruik word.

Om 'n spesifieke tydperk by elke temperatuur vas te stel wat voldoende is vir die bleikproses, is 'n aantal prosedures getoets om betroubare toetsresultate te verkry:

- * Vier verskillende temperature is gebruik, naamlik 50 °C, 60 °C, 70 °C en 90 °C.
- * Vir elke temperatuur is twee pH waardes, pH 8 en pH 10 gebruik.
- * Die tydspek het gewissel vir die verskillende temperature. By die laer temperature is sywesels langer aan die bleikproses blootgestel as by hoër temperature. Die rede vir die tydverskil is dat bleiking vinniger by hoër temperature plaasvind (James 1990:642).
- * 156 monsters is vir die eksperiment benodig.
- * By elke temperatuur is 'n sekere aantal monsters gebleik. Na elke halfuur is een monster uitgehaal om droog te word, waar dit dan aan die einde met mekaar vergelyk is.

Die beplanning was as volg:

	Bleik by 50 °C Vir 5 ure	Bleik by 60 °C vir 4 ure	Bleik by 70 °C vir 3 ure	Bleik by 90 °C vir 1 uur
Na 30 min	*	*	*	*
Na 1uur	*	*	*	*
Na 1uur, 30 min	*	*	*	
Na 2ure	*	*	*	
Na 2ure, 30 min	*	*	*	
Na 3ure	*	*	*	
Na 3ure, 30 min	*	*		
Na 4ure	*	*		
Na 4ure, 30 min	*			
Na 5ure	*			

- * verteenwoordig die monsters

Die behandeling het by 'n pH 8 en pH 10 plaasgevind. In totaal is daar twintig monsters by 50 °C gebleik (10 monsters by elke pH-waarde), sestien monsters by 60 °C (8 monsters by elke pH-waarde), twaalf monsters by 70 °C (6 monsters by elke pH-waarde) en vier monsters by 90 °C (2 monsters by elke pH-waarde). By 50 °C het bleiking vir vyf ure lank geduur maar soos die temperatuur styg, verminder die tyd. By 60 °C verminder die tyd met 'n uur, by 70 °C verminder die tyd met twee ure en by 90 °C is bleiking na een uur voltooi.

Die bogenoemde proses word drie keer by elke temperatuur en pH-waarde herhaal om te verseker dat betroubare toetsresultate verkry word.

Die bleikproses is as volg:

Benodigdhede vir bleiking

- 50ml Waterstofperoksied (H_2O_2)
- 10g Tetranatriumpirofosfaat
- 5g EDTA (etileendiamientetraasynsuur)
- 5l Gedistilleerde water
- Natriumhidroksied (stabiliseerder)

(Trotman 1975:261)

Toerusting vir bleiking

Waterbad

Bleiking vind plaas in 'n 5l langwerpige, vlekvrystaal waterbad (sien foto op bl. 38). Dit bevat 'n termostaat, met temperature wat wissel vanaf 30 °C tot 90 °C waarvan die temperature vir 'n bepaalde tydperk konstant gehou kan word. 'n Temperatuurspeeling van 1 °C kom voor. Binne die waterbad pas 'n langwerpige draadmandjie in, waarin die monsters tydens die bleikaksie geplaas word.

'n Glas roerder is ingebou om 'n voortdurende roeraksie uit te voer vir egalige verspreiding van die bleikmiddel deur die bad. Die bad is ook toegerus met 'n 30 min tydmeter met alarm.



pH-meter

'n pH meter (Piccolo 2, HI 1290) is gebruik om die pH-waarde van die waterbad voor en na elke bleikproses te bepaal.

Toerusting vir droging

Tekstielmonsters is op 'n droograk in 'n donker kamer by standaard toestand ($20 \pm 1^\circ\text{C}$ en $65 \pm 2\%$ relatiewe humiditeit) gedroog.

Metode

Natriumhidroksied oplossing is voorberei deur 20 g in 500 ml gedistilleerde water op te los. 'n Warm plaat en magneet is gebruik om te verseker dat al die deeltjies opgelos is.

Die waterstofperoksied, tetranatriumpirofosfaat en EDTA is saam gevoeg met 'n klein hoeveelheid van die 5l gedistilleerde water in 'n klein glas, meetbekertjie. Die res van die water is in die waterbad gegooi en die water is verhit tot by die geskikte temperatuur. Die waterstofperoksiedoplossing is in die waterbad gegooi. Die pH van die waterbad is gemeet (ongeveer 8).

Die natriumhidroksied is druppelsgewys by gevoeg en die pH gemeet tot dit 'n pH-waarde van tien bereik het. Sodra die korrekte pH-waarde verkry is, is die monsters bygegooi. Daar is seker gemaak dat al die monsters voortdurend met bleikvloeistof bedek was.

25 ml van die bleikoplossing is uit die waterbad onttrek na elke 30 min om die waterstofperoksied-konsentrasie te bepaal.

Stap 2 Waterstofperoksied-onttrekking

Benodigdhede vir waterstofperoksiedbepaling

- Gedistilleerde water
- Swawelsuur
- Kaliumpermangenaat (KMnO_4)

(Vogel 1961:296)

Swawelsuur moet met groot sorg hanteer word. Dit is 'n baie sterk suur wat skade aan die vel en oppervlak aanrig sodra dit in kontak daarmee kom. 10 ml swawelsuur is met 40 ml water verdun. Die suur is stadig by die water gevoeg om die vorming van giftige dampe te vermy. Inaseming van die dampe is vermy.

1,58 g kaliumpermangenaat (KMnO_4) is in 100 ml water opgelos. Daar is gebruik gemaak van 'n warm plaat en magneet om te verseker dat al die korrels opgelos is. Verder is 10 ml van die oplossing met 90 ml water verdun.

Metode

25 ml van die oplossing in die waterbad is met behulp van 'n pipet onttrek en in 'n 250 ml meetfles gevoeg. Dit is met water tot by die 250 ml merk verdun en daarna goed geskud. 25 ml van die oplossing uit die meetfles is afgemeet en in 'n keëlvormigefles gegooi. Dit is met 200 ml water verdun. 20 ml swawelsuur is by die keëlvormigefles gevoeg. Daarna is dit goed gemeng.

Die oplossing in die keëlvormigefles is met kaliumpermanganaat (KMnO_4) titreer tot 'n permanente ligpienk kleur verkry is (Vogel 1961:296).

Om die korrekte persentasie waterstofperoksied te bepaal is die volgende vergelyking gebruik:

$$1\text{ml. } N\text{-KMnO}_4 = 0,01701\text{g. H}_2\text{O}_2$$

Stap 3 Finale bleiking

Na die bleikproses voltooi is, is waargeneem dat daar nie veel kleurverskil voorgekom het tussen die bleikmonsters van 50°C en 60°C nie. Daarom is daar vir die volgende fase van die studie slegs gebruik gemaak van drie temperature, 60°C ; 70°C en 90°C .

Die tydsduur nodig vir doeltreffende bleiking in stap 1 is gebruik om die tydsduur van bleiking te bepaal:

- 60°C by 8 pH vir 210 min
- 60°C by 10 pH vir 150 min
- 70°C by 8 pH vir 150 min
- 70°C by 10 pH vir 180 min
- 90°C by 8 pH vir 60 min
- 90°C by 10 pH vir 30 min

'n Tweede stel monsters van $400\text{ mm} \times 400\text{ mm}$ is gemeet, gesny en afgewerk vir stap 3. In totaal is 12 monsters gesny. Vier monsters is vir elke temperatuur (60°C ; 70°C ; 90°C) gebruik waarvan daar twee afsonderlike pH-waardes (pH 8 en pH 10) ook voorkom.

Die bleikmetode soos reeds voorheen genoem, is gebruik. Die tekstielmonsters wat uitgehaal is na elke bleikaksie, is gedroog in 'n standaardtoestand van $20 \pm 1^\circ\text{C}$ en $65 \pm 2\%$ relatiewe humiditeit. Die gekondisioneerde laboratorium is donker gehou regdeur die studie om die invloed van lig op die syvesel te beperk. Na droging is die monsters vir toetsing van kleur, treksterkte, styfheid en krimpings voorberei.

3.4 WAARDEBEPALING VAN BLEIKING

Internasionale gestandaardiseerde laboratoriumtoerusting is gebruik om die waarde van die witheid, treksterkte, styfheid en krimping van eksperimentele tekstielstowwe, na die bleikproses te bepaal.

Alle monsters is in 'n standaardtoestand (20 ± 1 °C en $65 \pm 2\%$ relatiewe humiditeit) vir 24 uur gekondisioneer voor enige metings uitgevoer is.

3.4.1 Kleurverskil (Minolta 1998)

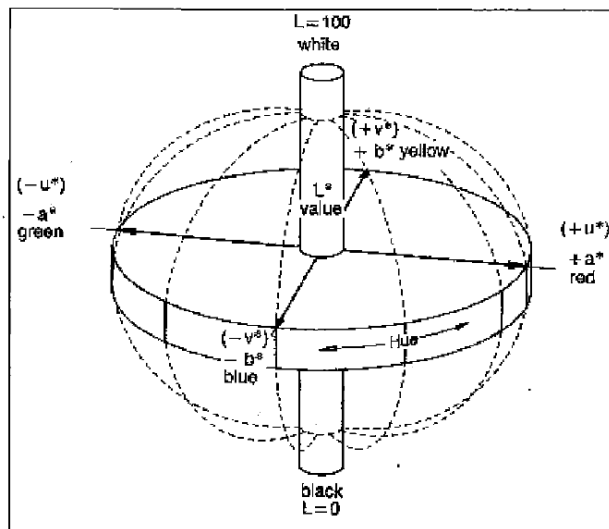
'n Kolorimeter is gebruik om die witheid van die monsters te bepaal na die bleikproses.

Die gebleikte monsters (60 mm × 60 mm) wat reeds in stap 1 gebruik is, is vir die kleurtoets gebruik.

'n Kolorimeter is 'n instrument wat gereflekteerde lig meet. Dit word soms ook beskryf as 'n "tristimulus" omdat dit drie sensors bevat naamlik rooi, groen en blou. Die kolorimeter is ontwerp om in dieselfde wyse as die menslike oog, ten opsigte van ligverspreiding te reageer.

Dit verskaf vinnige en presiese metings teen relatiewe lae kostes en maak dit moontlik om kleurverskille te bepaal (Kadolph 1998:315).

Kleurverskille word deur middel van 'n spesifieke formule bepaal. Die CIE 1976 $L^*a^*b^*$ -formule is die gewildste tipe en word algemeen gebruik. L^* verwys na die lig-donker dimensie, a^* verwys na 'n rooi-groen dimensie en b^* verwys na 'n geel-blou dimensie (Konica Minolta 1998:18).



Figuur 3.13 Voorstelling van die drie-dimensionele kleurspasie (Greenblau 1978:20)

L*-waardes word in die figuur 3.13 van bo na onder aangedui met waardes wat wissel tussen 0 en 100. 'n 0-waarde dui 'n swart kleur aan wat aan die onderkant van die L*-as is, soos op beweeg met die as word 'n grys kleur in die middel aangedui en nader aan die bo-kant word 'n wit kleur gekry. Die boonste deel van die L*-as dui 'n waarde van 100 aan. 'n Hoë L*-waarde word geassosieer met 'n witter waarde. Indien die L*-waarde verhoog, verhoog die witheid en sodra die L*-waarde verlaag, verlaag die witheid (Greenblau 1978:25; Kadolph 1998:315; Konica Minolta 1998:18).

Dit is belangrik om in ag te neem dat die L*-waarde nie as 'n eenheid gemeet word nie, maar slegs 'n aanduiding op die sentrale as verteenwoordig.

Die a*-as loop van links na regs. Indien die kleurmeting na groen beweeg, beskik dit oor 'n negatiewe waarde (-a*) en as die waarde na rooi beweeg, beskik dit oor 'n positiewe waarde (+a*). Die b*-as is in dieselfde rigting as die a*-as, van links na regs. b*-waardes wissel van negatiewe waardes (blou) na positiewe waardes (geel) (Greenblau 1978:25; Kadolph 1998:315; Konica Minolta 1998:18).

'n Kolorimeter sluit 'n rekenaarprogram in wat die graad van kleur direk bereken (Kadolph 1998:313).

Kleurverskille kan uitgedruk word as 'n enkele getalwaarde, ΔE^*_{ab} , wat die grootte van die kleurverskil aandui en nie die wyse waarin die kleure verskil nie. Om die getalwaarde, ook delta genoem, te kry, moet die volgende berekening gedoen word:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

3.4.2 Treksterkte en breekverlenging (ISO 13934-1:1999/ SABS 1999)

Die “instron tensile tester” is gebruik om die treksterkte van eksperimentele tekstielstof te bepaal volgens die SABS Metode 13934-1:1999 na die bleikproses.

Ses monsters van 300 mm (skeringrigting) × 60 mm word gemerk en gesny van dié gebleikte tekstielstof om treksterkte te toets. Die monsters word uitgerafel in die skeringrigting tot 'n presiese wydte van 50 mm verkry word, wat aanbeveel word vir die toetsing van treksterkte. In totaal word daar 72 monsters gesny.

Treksterkte word beskryf as 'n krag wat teen 'n konstante tempo op 'n tekstielstof toegepas word totdat dit breek. Die maksimum krag, in Newton waarby die monster breek en die verlenging in mm by maksimum krag word aangeteken (SABS 1999).

Toepaslikheid

Die metode kan gebruik word vir geweefde en nie-geweefde tekstielstowwe asook sommige tipes skering-gebreide tekstielstowwe. Dit is nie geskik vir inslag-gebreide tekstielstowwe of tekstielstof wat met 'n rubber- of plastieklaag bedek is nie.

Apparaat

Die toetsapparaat bestaan uit twee klampe waarvan die een 'n stilstaande klamp is en die ander klamp voortdurend teen 'n konstante spoed, gedurende die toets beweeg. Die spasie tussen klampe is gewoonlik 200 mm, maar dit kan verminder word tot by 100 mm. Elke klamp bevat 'n knyper wat verseker dat die monster stewig vasheg en verhoed dat dit sal gly. Die sentrale punt van die twee pneumatiese klemme van die masjien is in lyn met die trekaksie.

Prosedure

- * Voorafgaande toets: Daar is gebruik gemaak van 'n addisionele monster om die voor-spanning en reikwydte te bepaal.
- * Die monster is bo en onder vasgeklamp tussen die knypers sodat dit presies die breedte van die knypers was.
- * Die bewegende klamp is aan die gang gesit en wanneer die monster skeur, het die apparaat die volgende aangeteken:
 - ▢ Die maksimum krag wat vereis is (N)
 - ▢ Breekverlenging (mm)
- * Die bewegende klamp is terug geneem na sy aanvanklike afstand, die oorblywende monsterdele verwyder en die proses herhaal totdat al die monsters getoets is.

3.4.3 Styfheidstoets

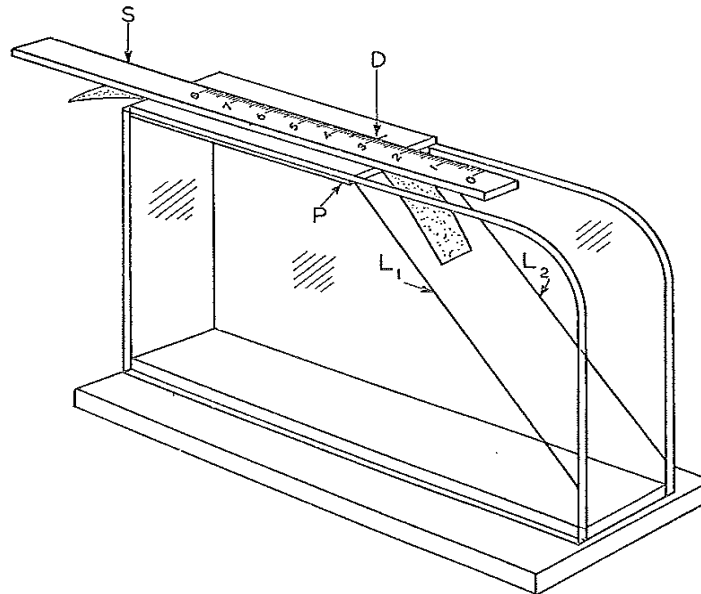
Styfheid is getoets deur die “Shirley stiffness tester” om die buiglengte van 'n eksperimentele tekstielstof te bepaal.

Vir die styfheidstoets is 14 monsters van die gebleikte eksperimentele tekstielstof na droging gemerk en gesny. Twee monsters is gesny van die ongebleikte tekstielstof en twee monsters elk van die tekstielmonster wat gebleik is by elke kombinasie van temperatuur (60 °C; 70 °C; 90 °C) en pH (8 pH en 10 pH). Die monsters is met behulp van 'n lem gesny. Die grootte van die monster is presies die grootte van die maatplaat nl: 250 mm × 25 mm.

Die langwerpige monsters is op 'n horisontale platform geskuif, op so 'n wyse dat dit oorhang, soos 'n vrydraende balk, en afwaarts buig. Die buiglengte is gemeet.

Apparaat

'n Horisontale platform (P) word gesteun deur twee plastiek sykante. Elke plastiek-kant het 'n gegraveerde lyn (L_1 en L_2) wat 'n hoek van 41.5° vorm. Aangeheg aan die instrument is 'n spieël wat dit moontlik maak om albei lyne gelyktydig te sien vanaf 'n geskikte posisie. 'n Afsonderlike skuifplaatjie (S) word gebruik om die afmetings te doen en word ook as stut vir die monster gebruik. Die skuifplaatjie is ingedeel in sentimeters (cm) van buiglengte en sodra die voorpunt van die plaatjie ooreenstemmend is met die horisontale platform (P) sal die 0-lesing ooreenstem met die merklyn (D) op die platform.



Figuur 3.14 “Shirley stiffness tester” (John.E Booth: 1968:285)

Beginsel

Plaas die monster langwerpig op die platform (P). Sit die skuifplaatjie bo-op die monster sodat die 0-lesing in lyn is met die merk op die platform (D). Albei word stadig vorentoe gestoot totdat die punt van die monster in lyn is met die gegraveerde lyne (L_1 en L_2) soos waargeneem in die spieël. Die buiglengte kan dadelik afgelees word van die skaal op die skuifplaatjie ooreenstemmend met die merk (D). Elke monster word vier keer getoets, aan elke punt en omgekeerd. Die resultate word in cm gemeet.

3.4.4 Krimping as gevolg van bleiking

Krimping word bepaal deur die draadtal voor en na bleiking waarvan die resultate in persentasie (%) weergegee word te bepaal. 'n Draadteller met afmetings van 25 mm × 25 mm word gebruik om die draadtal van die monster te bepaal.

Die draadteller word op die tekstielmonster geplaas, die aantal drade word getel in 'n 25 mm × 25 mm oppervlak waarvan die hoeveelheid drade neergeskryf word, die persentasie krimping word bereken deur:

$$\frac{\text{draadtal voor krimping} - \text{draadtal na krimping}}{\text{draadtal voor krimping}} \times \frac{100}{1}$$

3.4.5 Skandeer-elektron-mikroskoop (SEM) foto's

Die skandeer-elektron-mikroskoop (SEM) word gebruik om die oppervlak-detail van vesels teen 'n hoë vergroting en fokus-diepte te ondersoek om sodoende die degradasie-effek van vesels te evalueer (Raheel & Lien 1985:23).

SEM maak dit moontlik om die veranderings in oppervlak-morfologie en defekte van vesels wat voorkom as gevolg van beskadiging te identifiseer (Raheel & Lien 1985:23).

Voorbereiding

Die skandeer-elektron-mikroskoop-monsters word voorberei na die bleikproses met waterstofperoksied. Slegs 'n vesel van die gebleikte monster word uitgerafel waar dit daarna vasgelym word met "steel quickset"-gom op 'n ronde 1 cm radius metaal-plaatjie. Die monsters word met 'n laag goud gespat deur middel van 'n "biorad spatter coater system" totdat dit heeltemal met 'n goudlaag bedek is. Die doel van die goudlaag is om die monsters elektries geleidend te maak om sodoende die beeld van die monsters tydens die neem van die foto's te verbeter. Die monsters word bestudeer in 'n Jeol JSM 6400 skandeer elektron mikroskoop.

3.5 STATISTIESE ANALISE EN DATA

'n Feitlike analise is gedoen om te bepaal hoe die temperatuur, pH en tydsduur die kleur, treksterkte, styfheid en krimping van die eksperimentele tekstielstof affekteer.

'n Meervoudige regressie is gedoen om die kleurverskille en waterstofperoksied vrystelling tussen die temperatuur, pH en tydsduur van gebleikte monsters te ontleed. Om die gebleikte monsters met die ongebleikte monsters te vergelyk is 'n t-toets gedoen om die treksterkte en styfheid tussen gebleikte- en ongebleikte monsters vas te stel. Vir treksterkte en styfheid is die pH-waardes afsonderlik gebruik.

In die volgende hoofstuk word tabelle en figure gebruik om die data voor te stel en verskille te illustreer wat tydens die bleikproses voorkom. Geskandeerde elektron mikroskoopfoto's word gebruik om die skade tussen die gebleikte en ongebleikte tekstielstof aan te dui.

HOOFSTUK 4

RESULTATE EN BESPREKING

Die hoofdoel van die studie was om te bepaal wat die effek van waterstofperoksiedbleikmiddel op die kleur, treksterkte, styfheid en krimpings van *Gonometa postica*-sy syvesels is.

In hierdie hoofstuk word die bevindinge weergegee wat verkry is tydens die bleiking van *Gonometa postica*-sy by verskillende temperature, pH en tydsduur. Die resultate word beskryf in terme van die effek van bleiking op kleur, treksterkte, styfheid en krimpings. 'n Kort oorsig word gegee oor faktore wat ondersoek word in die eksperimentele ontwerp, die vlakke wat gebruik word om die faktore te ondersoek, asook die metings van resultate tydens die eksperimentele ontwerp. Navorsingsresultate word beskryf volgens die vooraf bepaalde doelwitte soos in Hoofstuk 1 aangedui. Waar toepaslik, sal verwys word na vorige navorsingsbevindinge.

4.1 OORSIG VAN EKSPERIMENTELE ONTWERP

Die veranderlikes wat in die studie gebruik is sluit in die afhanklike veranderlikes soos die kleurverskil, treksterkte, styfheid en krimpings en die onafhanklike faktore: bleikmiddel, temperatuur, pH en tydsduur wat 'n invloed het op die bogenoemde veranderlikes tydens waterstofperoksiedbleiking. Die faktore wat gebruik is in die eksperimentele ontwerp asook die vlakke om die faktore te ondersoek, word in tabel 4.3 opgesom.

Tabel 4.3 Onafhanklike faktore in die eksperimentele ontwerp

Faktor	Vlak
Tipe bleikmiddel	50% waterstofperoksied
Temperatuur	50 °C, 60 °C, 70 °C en 90 °C
pH	8 en 10
Tyd (min)	30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300

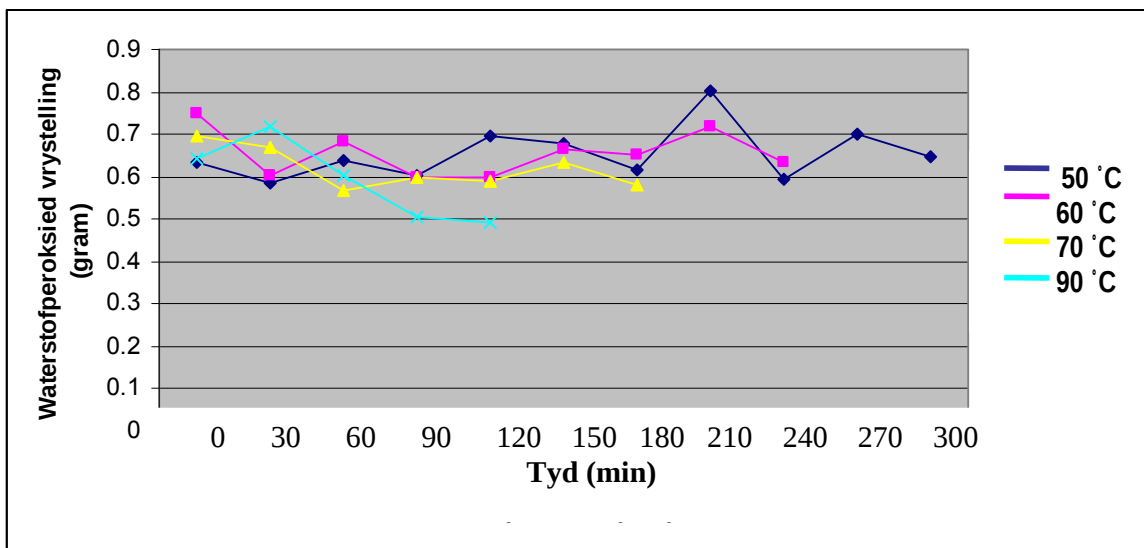
Die wyse waarin die resultate gemeet word in die eksperimentele ontwerp, word in tabel 4.4 uitgebeeld.

Tabel 4.4 Afhanklike faktore in die eksperimentele ontwerp

Resultaat	Meting
Kleurverskil	Delta E (ΔE^*ab)
Treksterkte	Maksimum krag (N) Breekverlenging (mm)
Styfheid	Buiglengte (cm)
Dimensionele stabiliteit	% krimp

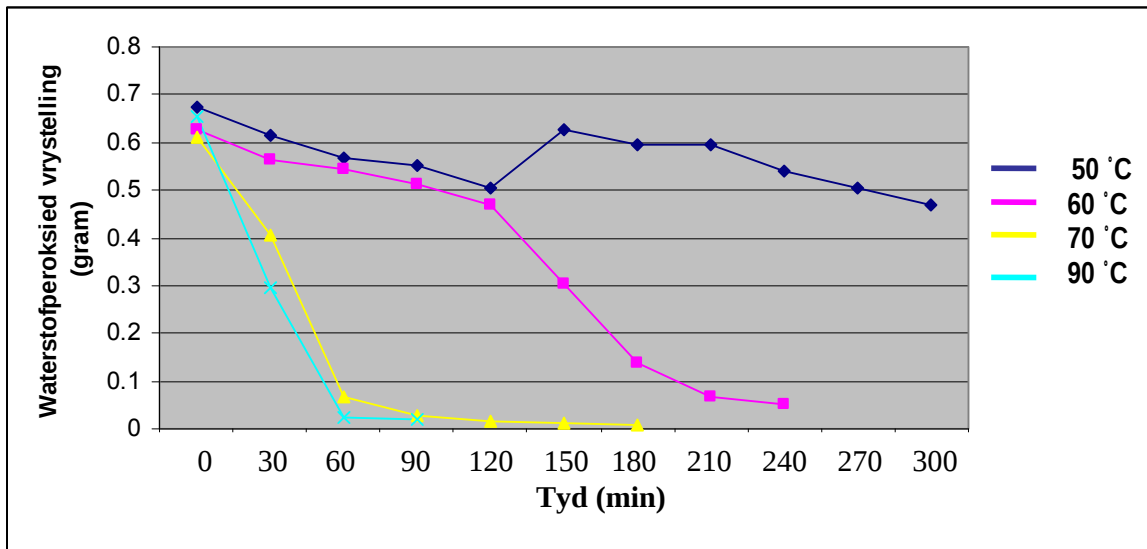
4.2 RESULTATE

4.2.1 Waterstofperoksiedvrystelling by verskillende temperature, pH en tydsduur



Figuur 4.15 Die waterstofperoksiedvrystelling by 'n pH 8 met verloop van tyd

Die waterstofperoksiedvrystelling in die bleikbad by pH 8 word voorgestel in figuur 4.15. Uit die resultate is dit duidelik dat die waterstofperoksiedvrystelling by 50°C en 60°C geleidelik met verloop van tyd plaasvind. Daar is nie groot verskille in waterstofperoksiedvrystelling na 30 min en na 180 min nie. By die hoër temperature 70°C en 90°C is die waterstofperoksiedvrystelling na 30 min hoog, maar daarna daal dit. Die tendens is by 90°C prominent.



Figuur 4.16 Die waterstofperoksiedvrystelling by 'n pH 10 met verloop van tyd

In figuur 4.16 kan gesien word dat by die lae temperature (50 °C en 60 °C) waterstofperoksiedvrystelling 'n geleidelike afname tot by 120 min toon. Na 120 min word waterstofperoksied steeds goed vrygestel by 50 °C, wat duur tot by 150 min, waar dit dan weer 'n geleidelike afname toon. By 60 °C vind daar 'n skielike afname na 120 min plaas wat daarop dui dat daar nie na 120 min verdere bleiking sal plaasvind nie. By die hoë temperature is daar geen groter vrystelling van waterstofperoksied nie. 'n Skielike afname vind plaas binne die eerste 60 min, wat aandui dat geen bleiking na 60 min sal plaasvind nie.

Dit sluit aan by Marsh wat aanbeveel dat temperature bo 85 °C onvoldoende vir waterstofperoksiedbleiking is aangesien suurstof, wat nodig is vir die bleikaksie, te vinnig vrygestel word (1946:251).

Tabel 4.5 Meervoudige regressie van waterstofperoksiedvrystelling tydens die bleikproses van *Gonometa postica*-sy

Onveranderlike	Standaard koëffisiënt	p-waarde
Temperatuur	-.296	.000
Tydsduur	-.276	.000
pH	-.100	.063

Uit tabel 4.5 is dit duidelik dat daar 'n afwaartse helling plaasvind as gevolg van die negatiewe waardes wat voorkom as na die standaard koëffisiënt gekyk word. Die interaksie van temperatuur en tyd is betekenisvol beduidend ($p < 0.05$) teenoor pH-waarde wat nie beduidend is nie. As na figure 4.15 en 4.16 gekyk word, bevestig dit 'n afwaartse helling.

Opsomming

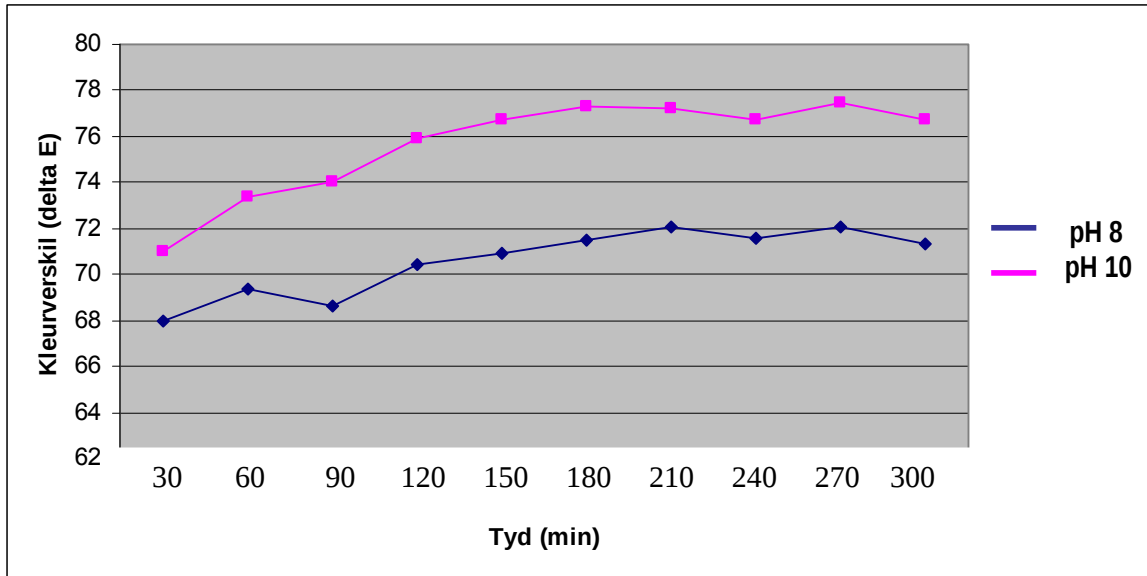
By 'n pH 8 word waterstofperoksied geleidelik vrygestel wat veroorsaak dat daar oor 'n langer tyd waterstofperoksied in die bleikbad vir die bleikproses behoue bly. Bleiking vind dus geleidelik plaas oor 'n langer tydperk wat bydra tot 'n doeltreffend gebleikte produk.

By die pH 10 word waterstofperoksied vinnig vrygestel wat veroorsaak dat meer waterstofperoksied verlore gaan en min waterstofperoksied behoue bly vir die bleikproses. Minder bleiking vind dus plaas by 'n hoë pH-waarde. Hierdie resultate is in ooreenstemming met literatuur wat aandui dat waterstofperoksiedvrystelling onstabiel raak as die alkaliniteit van die bleikbad verhoog (Trotman 1975).

In die literatuur is gesien dat waterstofperoksied is by 'n pH laer as sewe redelik stabiel, maar neig om meer onstabiel te word soos die alkaliniteit verhoog ((Marsh 1946:251; Perkins 1996:92; Trotman 1975:241).

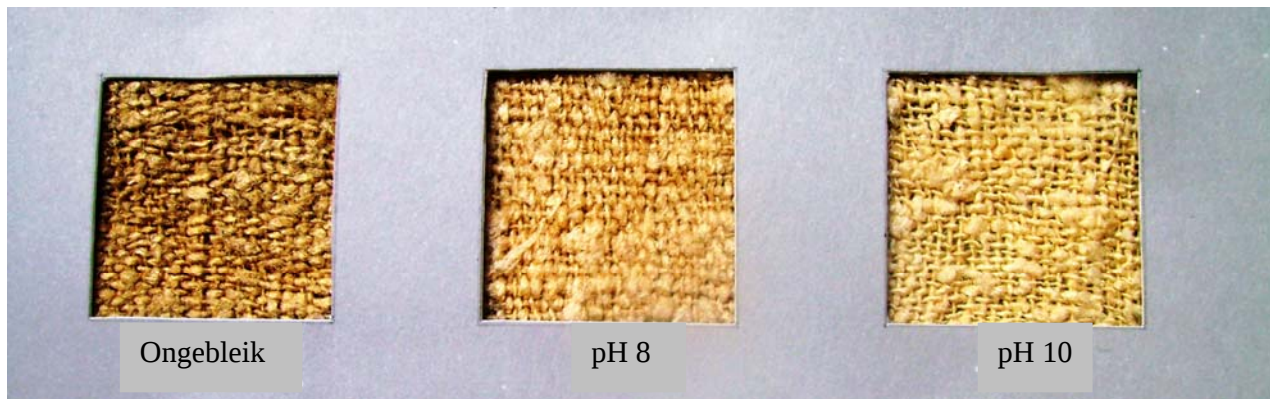
Die waterstofperoksiedvrystelling by 50 °C toon nie veel verskil tussen die verskillende pH-waardes nie.

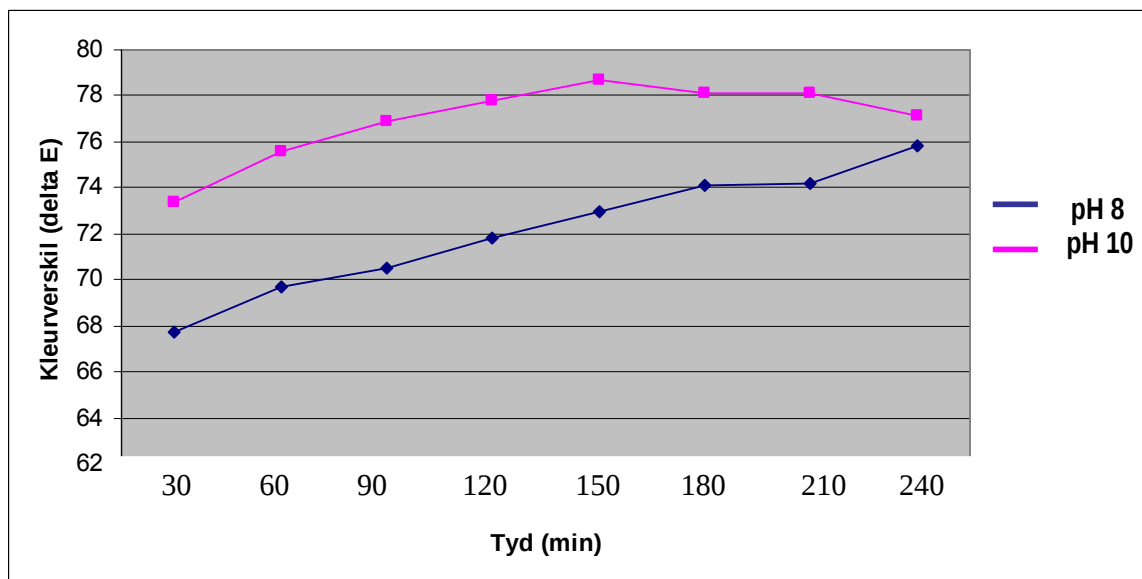
4.2.2 Die effek van bleiking met waterstofperoksied by verskillende temperature, tyd en pH op die kleurverskil van *Gonometa postica*-sy



Figuur 4.17 Die kleurverskil van bleiking van *Gonometa postica*-sy by 50 °C by 'n pH 8 en pH 10 met verloop van tyd

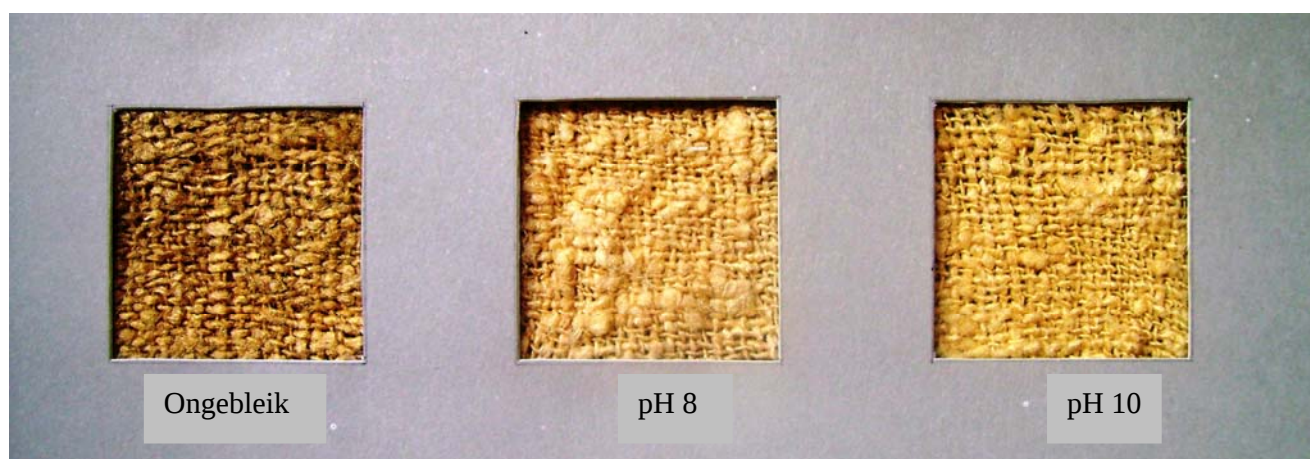
Figuur 4.17 toon aan dat kleurverskil by pH 8 deurgaans kleiner is as by pH 10. Die kleurverskil verteenwoordig die bleiking wat plaasgevind het. Bleiking neem geleidelik toe met normale fluktuasies van 30 min - 300 min. By pH 8 word die beste resultate na 210 min verkry, waarna 'n daling plaasvind. 'n Groter kleurverskil kom voor by 'n pH 10 wat aandui dat meer bleiking plaasvind by 'n hoër pH-waarde (soos aangedui in onderstaande foto)

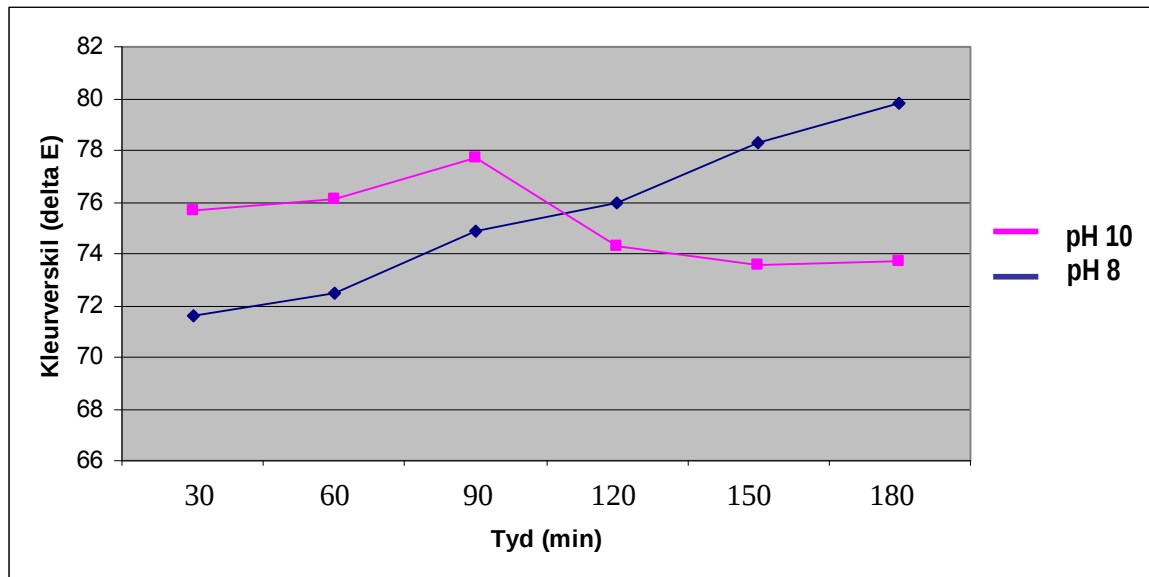




Figuur 4.18 Die kleurverskil van bleiking van *Gonometta postica*-sy by 60 °C by 'n pH 8 en pH 10 met verloop van tyd

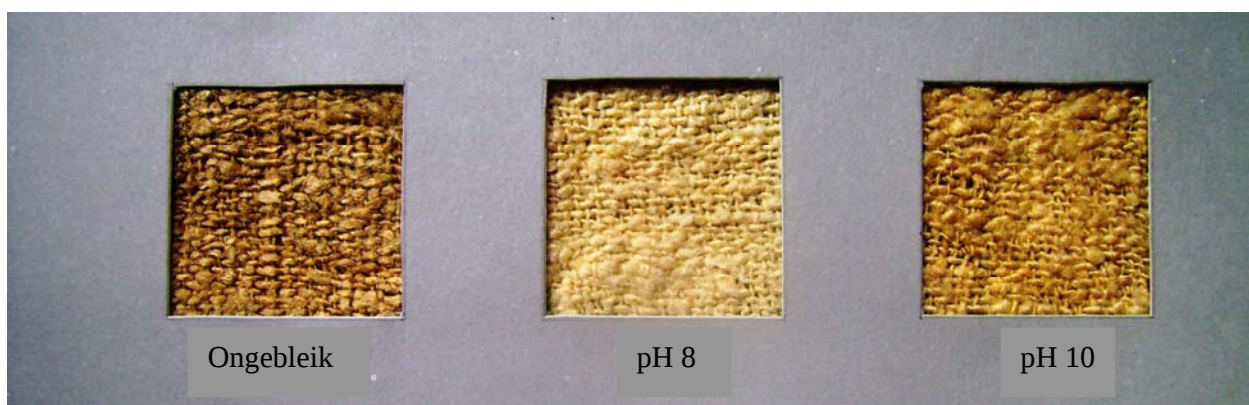
Figuur 4.18 dui aan dat die kleurverskil by pH 8 deurgaans kleiner is as by pH 10, wat beklemtoon dat daar meer bleiking voorkom by pH 10 (soos aangedui in onderstaande foto). By die hoër pH-waarde het bleiking sy optimum bereik na 150 min, waarna geen verdere bleiking plaasvind nie. By pH 8 bereik bleiking sy optimum eers na 240 min of moontlik selfs later. Dit is duidelik sigbaar in figuur 4.18 dat die bleikproses steeds voortduur.

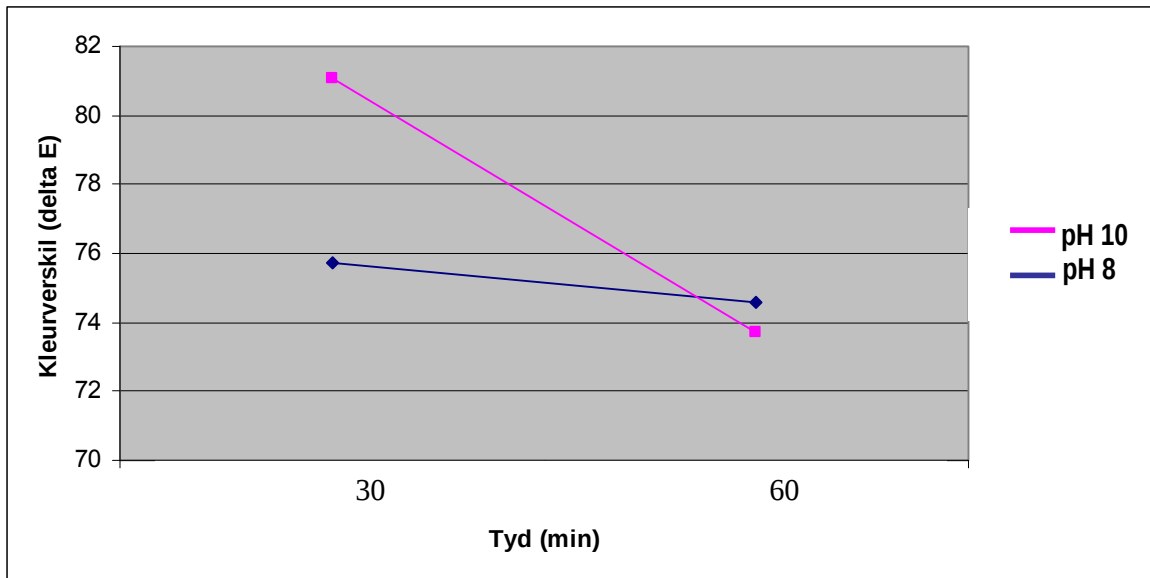




Figuur 4.19 Die kleurverskil van bleiking van *Gonometia postica*-sy by 70 °C by 'n pH 8 en pH 10 met verloop van tyd

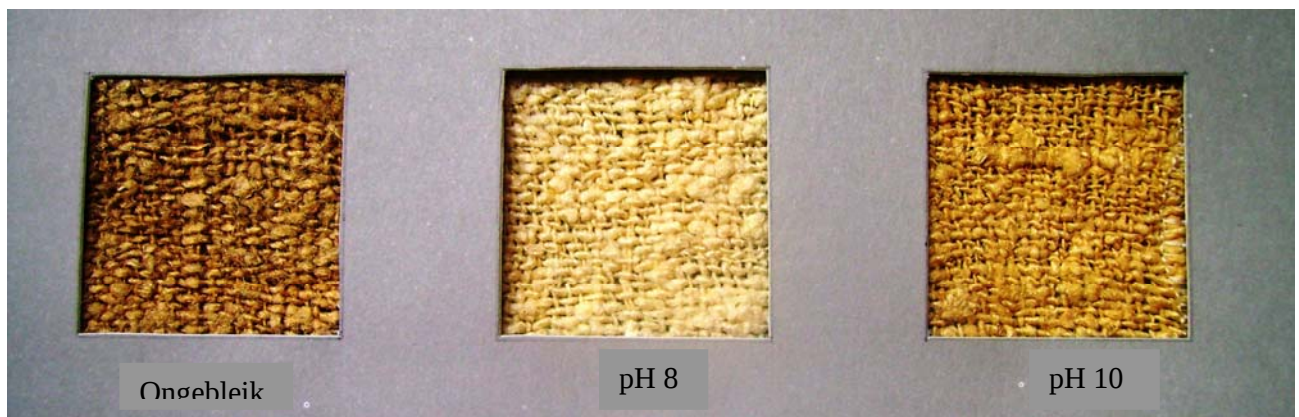
Figuur 4.19 dui 'n merkbare verskil aan tussen die invloed van die twee pH-waardes. Bleiking vind geleidelik plaas by albei pH-waardes tot by 90 min. Tot by 90 min vertoon pH 10 beter. Na 90 min vind daar 'n skielike afname plaas by die pH 10. Die kleurverskil verkry by pH 8, neem geleidelik toe van 30 min tot 180 min. Hieruit kon die afleiding gemaak word dat die doeltreffendheid van die bleikproses by 70 °C na 90 min in so 'n mate verminder dat meer doeltreffende bleiking by dié temperatuur by 'n pH 8 verkry word (soos aangedui in onderstaande foto)





Figuur 4.20 Die kleurverskil van bleiking van *Gonometta postica*-sy by 90 °C by 'n pH 8 en pH 10 met verloop van tyd

Figuur 4.20 dui aan dat kleurverskil by pH 10 groter is na 30 min, maar 'n skerp afname toon tot by 60 min. Meer bleiking het dus plaasgevind by die pH 10 na 30 min. By pH 8 is ook by 90°C 'n afname in bleiking na 30 min waargeneem. 'n Groter kleurverskil word aangetref by 'n pH 8 soos aangedui in onderstaande foto.



Tabel 4.6 Meervoudige regressie van kleurverskil tydens die bleikproses van *Gonometa postica*-sy

Onveranderlike	Standaard koëffisiënt	p-waarde
Temperatuur	.485	.000
Tydsduur	.449	.000
pH	.436	.000

Uit tabel 4.6 is dit duidelik dat die interaksie betekenisvol beduidend ($p < 0.05$) was. Temperatuur, tydsduur en pH het almal 'n groot invloed op die kleurverskil tydens die bleikaksie wat in figure 4.17 tot 4.20 bevestig word.

Opsomming

By die lae temperature (50 °C en 60 °C) kom daar 'n groter kleurverskil by die hoë pH-waarde voor, wat aandui dat meer bleiking by lae temperature by 'n pH 10 verkry word. In teenstelling met die lae temperature word meer bleiking verkry met pH 8 by hoër temperature van 70 °C en 90 °C. Die resultate sluit sterk aan by Wang wat suggereer dat temperatuur en pH die grootste invloed op die effek van waterstofperoksiedbleiking het (2003).

4.2.3 Die effek van bleiking met waterstofperoksied by verskillende temperature, pH en tydsduur op die treksterkte en verlenging van *Gonometa postica*-sy

Die treksterkte van die eksperimentele tekstielstof is bepaal om vas te stel of daar 'n afname voorkom in die duursaamheidseienskappe van *Gonometa postica*-sy na die blootstelling aan waterstofperoksiedbleiking by verskillende temperature, pH en tydsduur. Treksterkte word algemeen gebruik om degradasie van tekstiele vas te stel. Treksterkte verwys na 'n krag wat teen 'n konstante tempo op 'n tekstielstof toegepas word totdat dit breek. Sodra die tekstielstof skeur, word die maksimum krag waarby die monster breek, in Newton gemeet en die verlenging van die tekstielstof by die maksimum krag in millimeters (Merkel 1991:165).

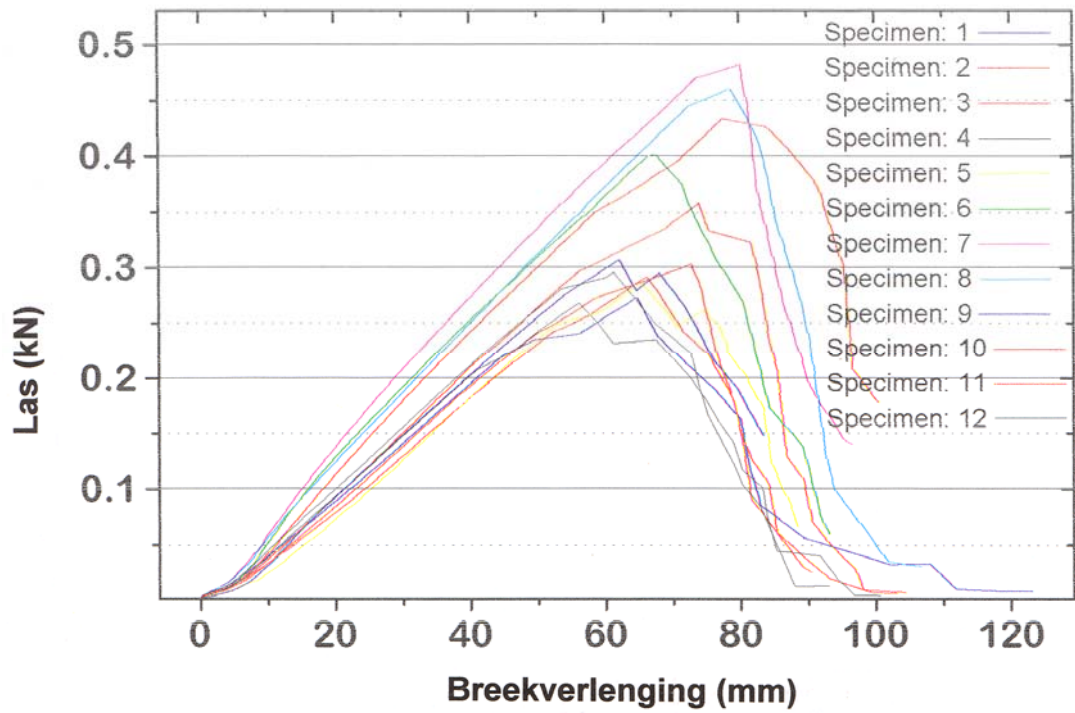
Tabel 4.7 Treksterkte- en breekverlenging-waardes van gebleikte en ongebleikte *Gonometa postica* -sy

	pH-waardes	Tydsduur	Breekkrag (N)	Breekverlenging (mm)
Ongebleik	-	-	348.467	69.252
Gebleik 60 °C	8	210 min	316.750	86.044
Gebleik 60 °C	10	150 min	372.108	88.432
Gebleik 70 °C	8	150 min	303.542	94.978
Gebleik 70 °C	10	180 min	334.475	90.088
Gebleik 90 °C	8	60 min	304.300	89.948
Gebleik 90 °C	10	30 min	327.400	89.288

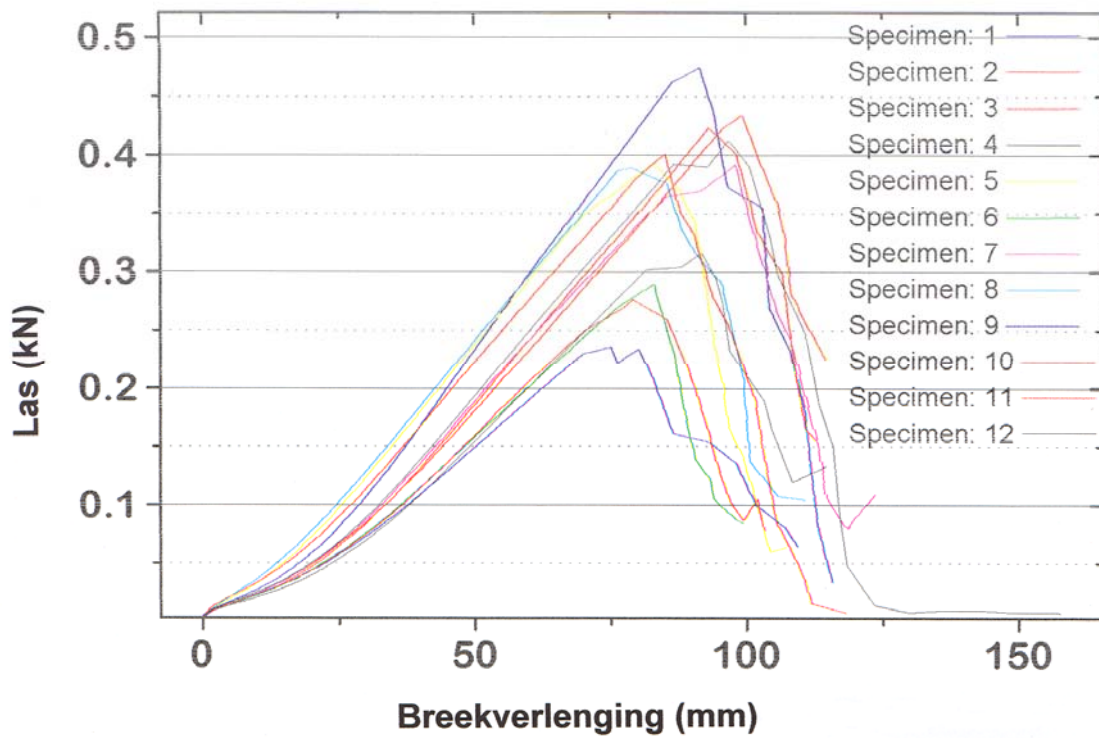
In tabel 4.7 is dit duidelik dat daar 'n duidelike ooreenkoms is tussen die krag nodig om die stof te breek (N) en die verskillende bleiktemperature. Die treksterkte van die ongebleikte sy is effens hoër as die gebleikte sy, behalwe in die geval van bleiking by 60 °C by 'n pH 10. Treksterkte is laer by 'n pH 8 as by 'n pH 10.

'n Groter verskil in breekverlenging (mm) is waargeneem tussen monsters by verskillende temperature en pH gebleik as breeksterkte. Die breekverlenging van ongebleikte *Gonometa postica*-sy is aansienlik kleiner as vergelyk word met gebleikte sy wat aandui dat die breekverlenging hoër is by 'n gebleikte produk.

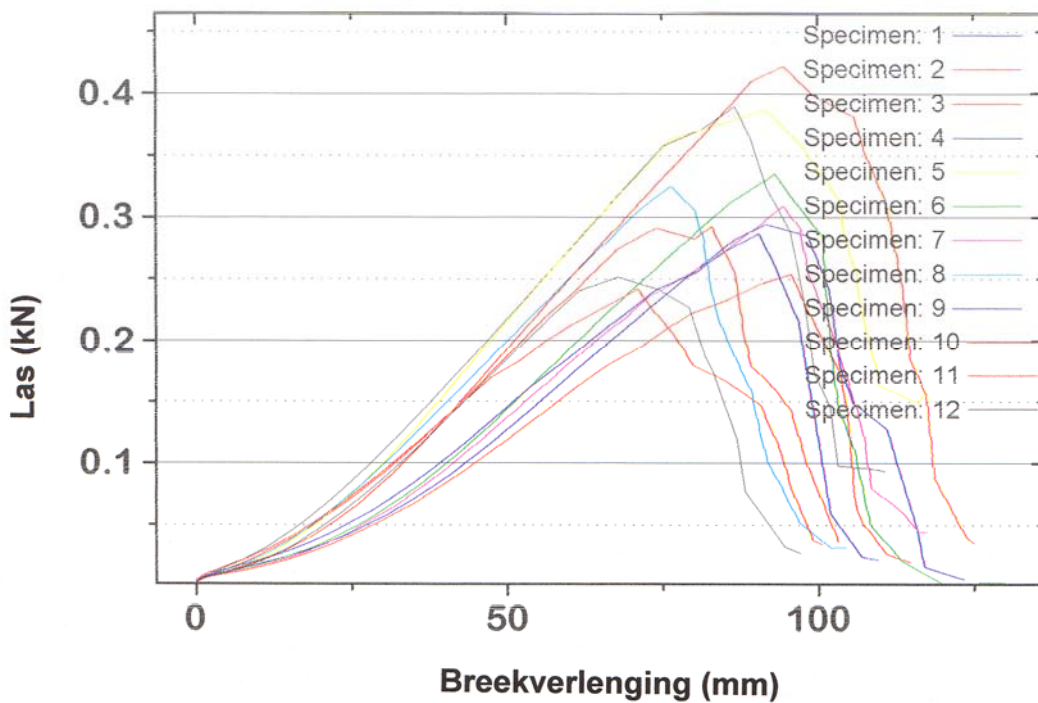
Die data van tabel 4.7 word geïllustreer in figure 4.21 tot 4.27.



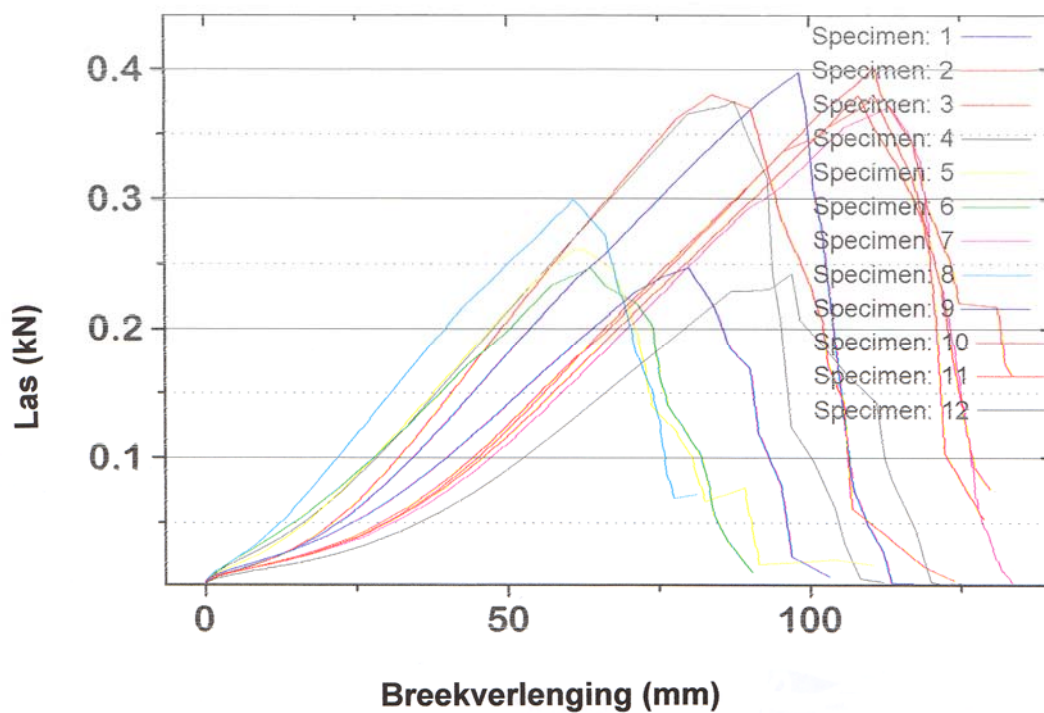
Figuur 4.21 Die breekkrag en breekverlenging van ongebleikte *Gonometa postica-sy*



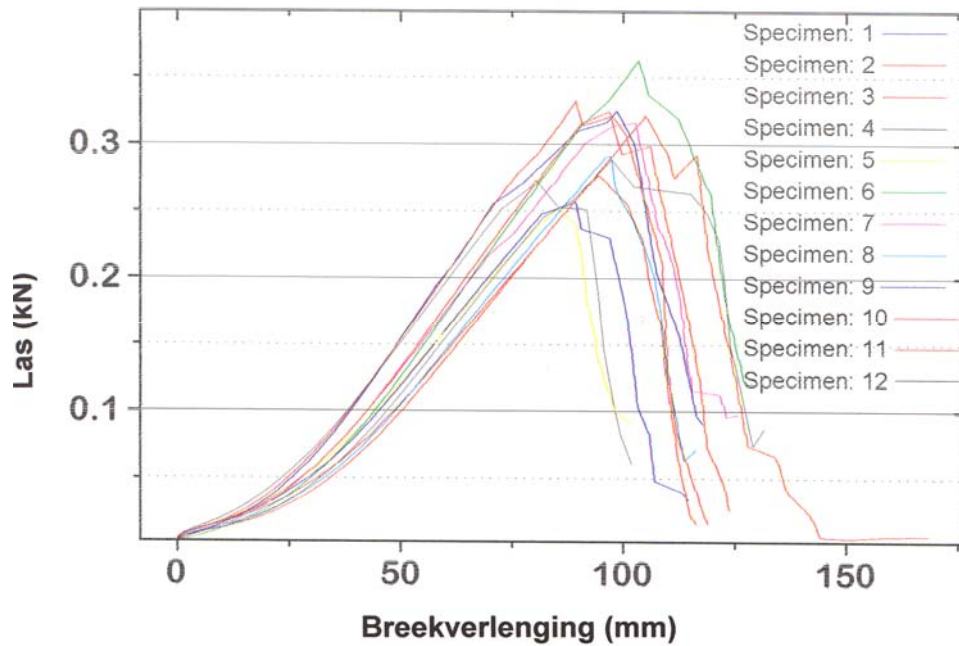
Figuur 4.22 Die breekkrag en breekverlenging van *Gonometa postica-sy* by 60 °C, en pH-waarde van 10 gebleik vir 150 min



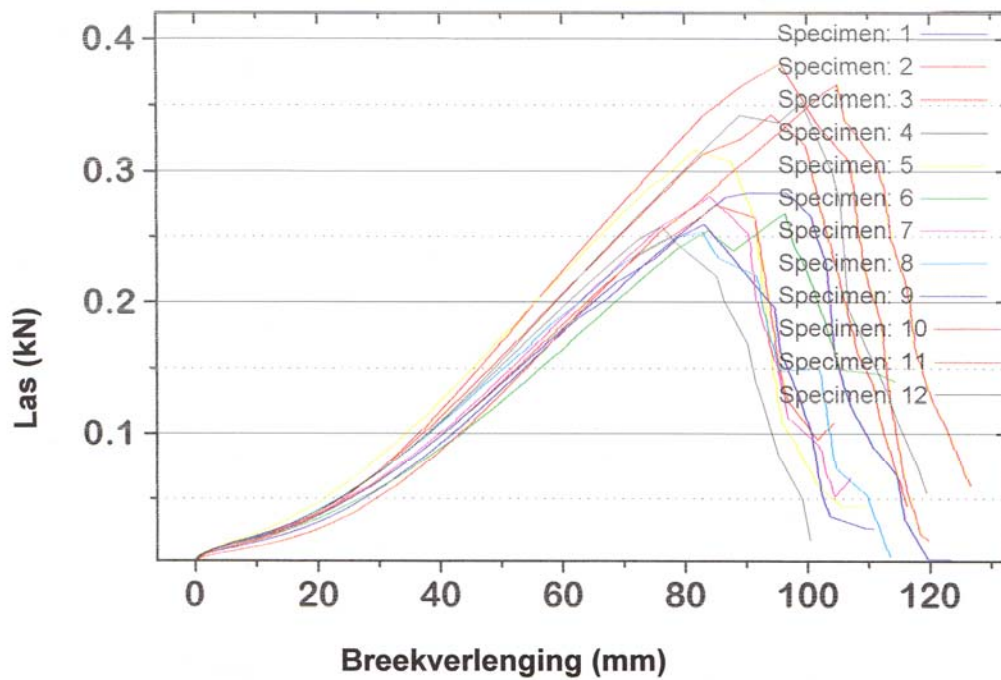
Figuur 4.23 Die breekkrag en breekverlenging van *Gonometra postica*-sy by 60 °C, en 'n pH-waarde van 8 gebleik vir 210 min



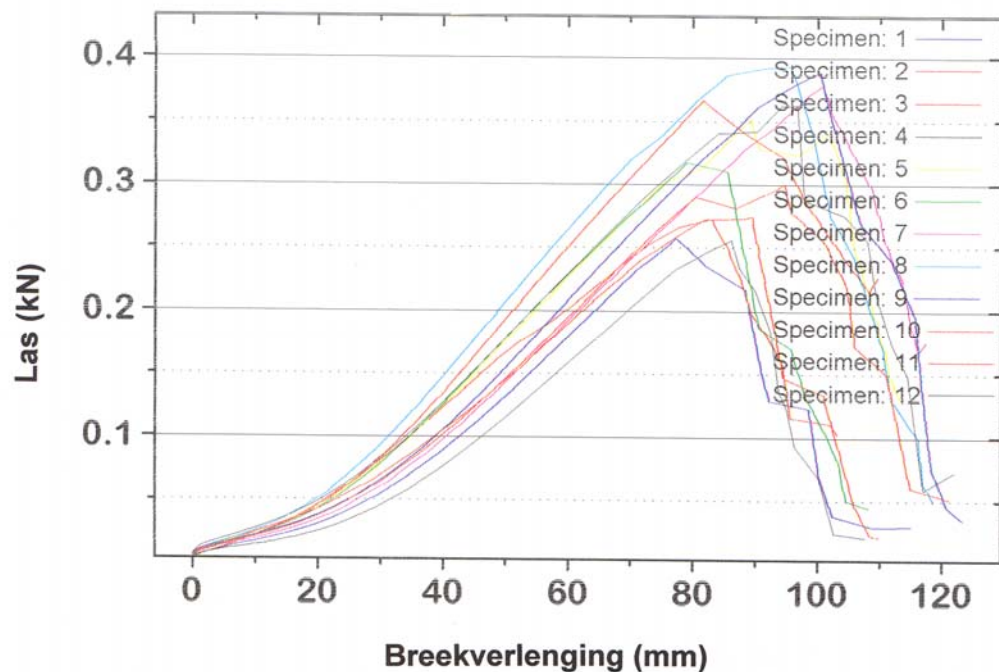
Figuur 4.24 Die breekkrag en breekverlenging van *Gonometra postica*-sy by 70 °C, en 'n pH-waarde van 10 gebleik vir 180 min



Figuur 4.25 Die breekkrag en breekverlenging van gebleikte *Gonometta postica*-sy by 70 °C, met 'n pH-waarde van 8 vir 150 min



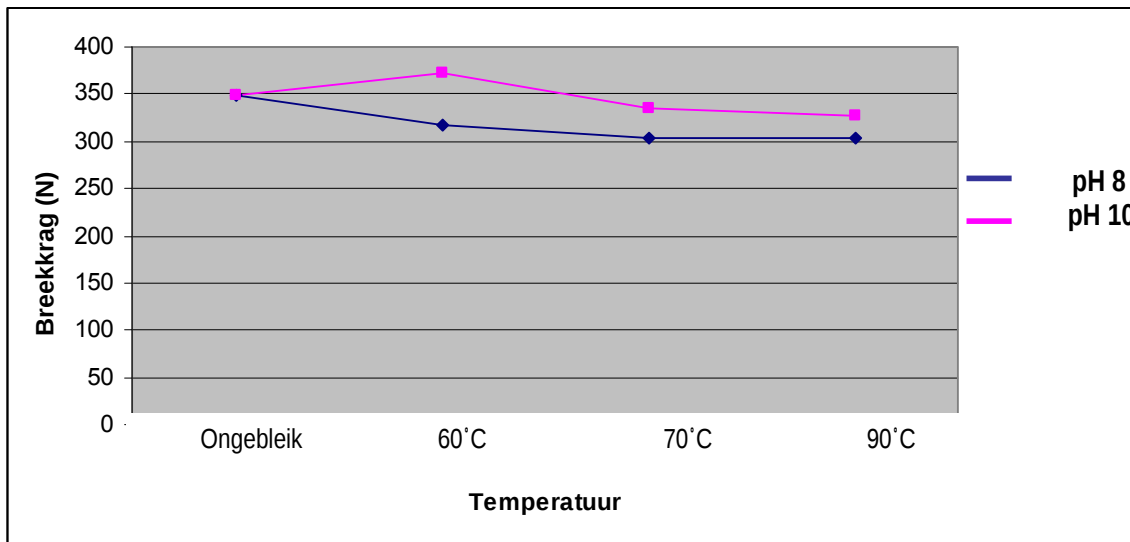
Figuur 4.26 Die breekkrag en breekverlenging van *Gonometta postica*-sy by 90 °C, en 'n pH-waarde van 8 gebleik vir 60 min



Figuur 4.27 Die breekkrag en breekverlenging van *Gonometra postica*-sy by 90 °C, en 'n pH-waarde van 10 gebleik vir 30 min

As na die bostaande figure gekyk word, is dit duidelik dat die kromming min of meer dieselfde vorm toon en dat dit goed vergelyk met ander outeurs se werk, aangedui in figure 2.10 en 2.11 (Wynne 1997:17). In figure 4.21 tot 4.27 word 'n steil helling aangetref, wat aansluit by vorige navorsing wat bevestig dat, hoe ruwer die chemiese behandeling, hoe steiler die helling (Jiang 2006:924).

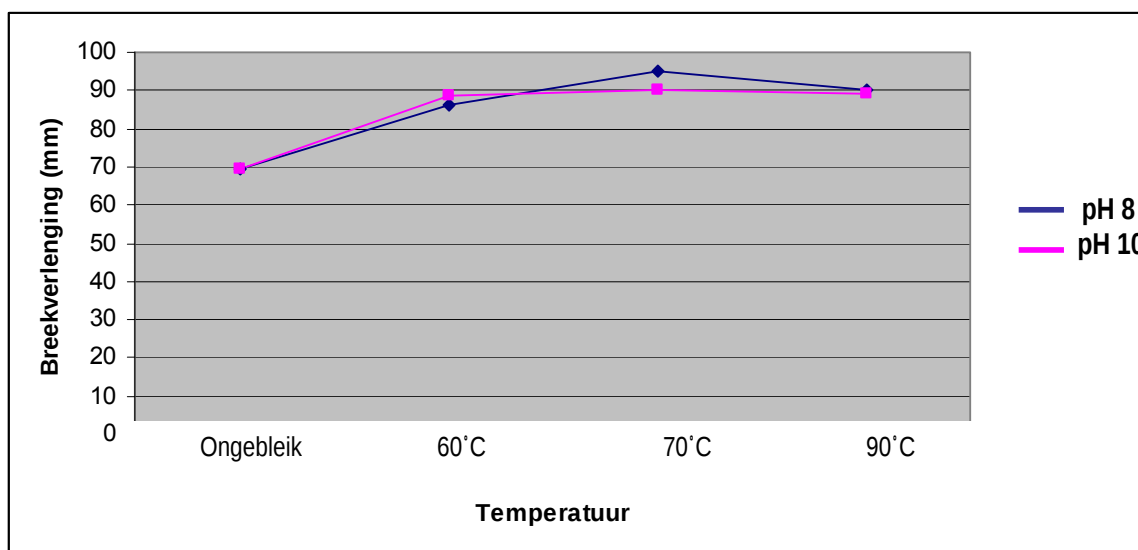
Dit is moeilik om die helling van die syvesel te vergelyk met die spesifieke kurwes van syvesels op verskillende maniere ontgom, omdat die samestelling en ontgommingsproses van die eksperimentele sy onbekend is. Dit is wel bekend soos in literatuur aangedui dat sy sensitief is vir chemikalie (Gohl & Vilensky 1983:87). Die alkalië en waterstofperoksied wat tydens die bleikproses gebruik word, kan 'n invloed hê op die sterkte van die syvesels en sodoende die kromming verander.



Figuur 4.28 Die breekrag van *Gonometra postica*-sy by 'n pH 8 en pH 10 gebleik by 60 °C, 70 °C en 90 °C

In figuur 4.28 is dit duidelik sigbaar dat die breekrag van *Gonometra postica*-sy by pH 8 gebleik, deurgaans laer is as die by pH 10 gebleik. By 60 °C is daar 'n toename in treksterkte, wat daarna geleidelik daal soos die temperatuur verhoog. By 'n pH 8 vind 'n geleidelike daling in treksterkte plaas soos die temperatuur verhoog. Hoë temperature kan skade aan vesels veroorsaak, wat aandui dat lae temperature 'n kleiner invloed op sterkte het as hoë temperature. Dit is in ooreenstemming met bekende literatuur (Taylor 1972:13).

Hieruit kan afgelei word dat die bleikproses die sterkte van die *Gonometra postica*-sy verswak, wat aansluit by Kasimir se stelling wat aandui dat syvesels omtrent 10% van sy breekrag tydens die bleikproses verloor (1990:52). Volgens Marsh is dit onmoontlik om 'n goeie bleikingseffek te verkry sonder die afname in 15% van die vesel se breekrag en hierdie navorsing bevestig dit (1946:411).



Figuur 4.29 Die breekverlenging van *Gonometra postica*-sy by 'n pH 8 en pH 10 gebleik by 60 °C, 70 °C en 90 °C

In figuur 4.29 is dit sigbaar dat daar 'n noue verband is tussen die breekverlenging by 'n pH 8 en pH 10. Daar vind 'n geleidelike styging plaas in breekverlenging by albei pH-waardes by 60 °C. Die breekverlenging styg met pH 8 tot by 70 °C, waar dit daarna 'n afname in breekverlenging toon. Die breekverlenging is hoër by 'n gebleikte produk. Dit kan toegeskryf word aan die chemiese behandeling wat tydens bleiking voorkom wat van die waterstofbindings breek en die vesel verswak sodat dit minder weerstand bied teen verlenging (Jiang 2006:924).

Tabel 4.8 T-toets van breekkrag tydens die bleikproses van *Gonometra postica*-sy by verskillende temperature, pH en tydsduur

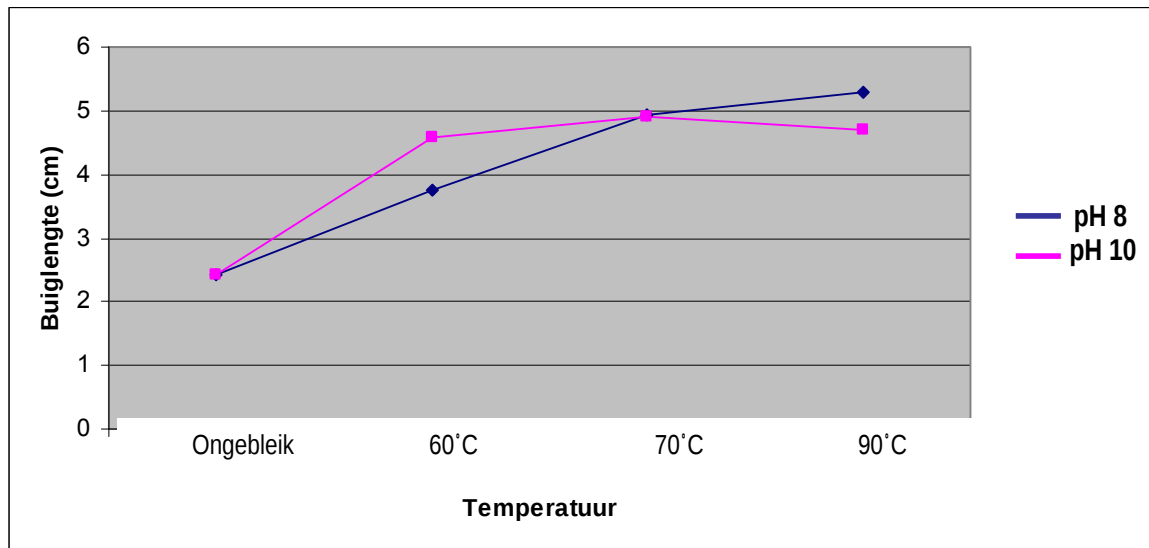
Temperatuur	pH-waarde	P-waarde van breekverlenging (mm)	P-waarde van breekkrag (n)
60 °C	8	.000	.272
60 °C	10	.000	.452
70 °C	8	.000	.080
70 °C	10	.002	.641
90 °C	8	.000	.107
90 °C	10	.000	.448

Uit tabel 4.8 is dit duidelik dat die interaksie van breekverlenging betekenisvol beduidend ($p < 0.05$) by albei pH-waardes was. In die geval van treksterkte is die interaksie nie beduidend by 'n pH 8 en pH 10 nie.

Opsomming

Daar vind 'n daling in treksterkte plaas en 'n stygende effek in breekverlenging soos die temperatuur verhoog. Soos in die literatuur gesien, beskik sy oor 'n matige verlengingsvermoë (Joseph 1986:60; Tortora 1978:91), maar sodra die syvesel uitermatig gerek word, sal 'n groot hoeveelheid waterstofbindings in die polimeer-sisteem breek, wat veroorsaak dat die polimere nie kan terugkeer na hul oorspronklike posisie nie (Gohl & Vilensky 1983:86). Die uitgebreide plooiwyse waarin sy-molekules rangskik, dra ook grootliks tot die elastisiteit by. Die molekules kan egter net gerek (ontploo) word totdat die filament reguit is voordat dit sal breek (Cook 1984:165).

4.2.4 Die effek van bleiking met waterstofperoksied by verskillende temperature, tyd en pH op die styfheid van *Gonometa postica*-sy



Figuur 4.30 Die styfheid van *Gonometa postica*-sy by 'n pH 8 en pH 10 gebleik by 60 °C, 70 °C en 90 °C

In figuur 4.30 word gesien dat die styfheid van die *Gonometa postica*-sy toeneem met 'n toename in die bleikingtemperatuur by pH 8 en pH 10. Die styfheid van die monster vertoon hoër by 60 °C en pH 10, maar effens laer soos die temperatuur styg tot by 90 °C. By 'n pH 8 verhoog die styfheid geleidelik soos die temperatuur verhoog van 60 °C na 70 °C tot by 90 °C. Die styfheid van die syvesel verhoog soos die temperatuur verhoog. Dit is bekend dat afwerkings soms die styfheid van sy kan verhoog (Corbman 1975:329; Taylor 1972:135). Soos gesien in literatuur is syvesels sensitief vir chemikalie en kan die waterstofperoksied 'n uitwerking hê op die syvesels ((Gohl & Vilensky 1983:87).

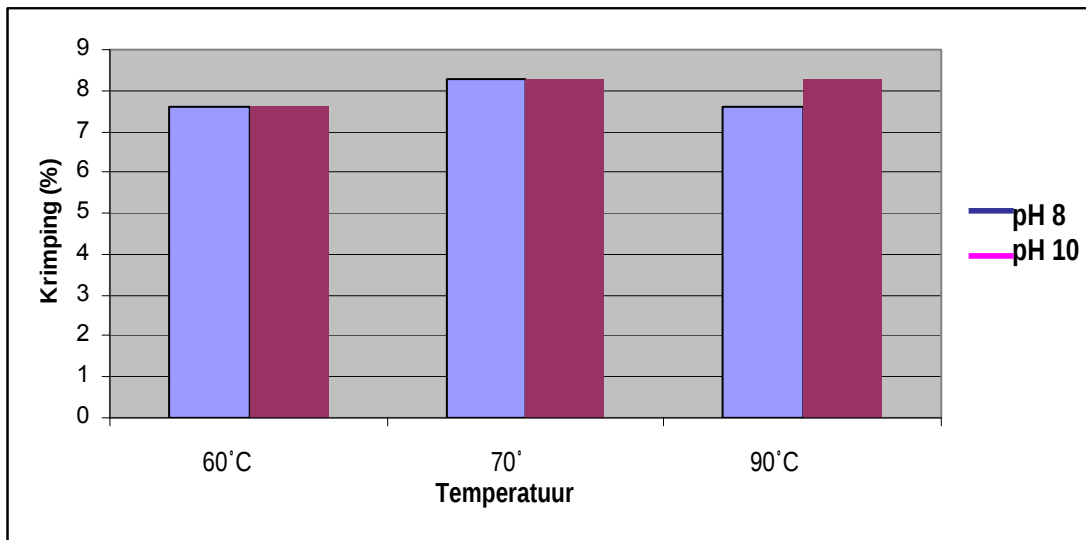
Dit kan opgesom word dat, waterstofperoksiedgebleikte *Gonometa postica*-sy 'n hoër styfheidwaarde het as ongebleikte *Gonometa postica*-sy.

Tabel 4.9 T-toets van styfheid tydens die bleikproses van *Gonometa postica*-sy by verskillende temperature, pH en tydsduur

Temperatuur	pH-waarde	Tydsduur (min)	P-waarde
60 °C	8	210	.000
60 °C	10	150	.000
70 °C	8	150	.000
70 °C	10	180	.000
90 °C	8	60	.000
90 °C	10	30	.000

Uit tabel 4.9 is dit duidelik dat die interaksie van styfheid betekenisvol beduidend ($p < 0.05$) was by albei pH-waardes.

4.2.5 Die effek van bleiking met waterstofperoksied by verskillende temperature, tyd en pH op die krimpings van *Gonometa postica*-sy



Figuur 4.31 Die krimpings van *Gonometa postica*-sy gebleik by 'n pH 8 en pH 10 by 60 °C, 70 °C en 90 °C

Figuur 4.31 dui aan dat daar wel krimpings plaasgevind het tydens die bleikproses, alhoewel die verskil in krimpings by verskillende pH egter onbeduidend klein is. Dit kom voor dat krimpings plaasvind met die eerste blootstelling aan water, ongeag wat die temperatuur en pH van die water is en die tyd wat daaraan blootgestel word. Verslappingskrimpings kom algemeen voor by weefstowwe en 'n krimpings van 8% is nie ongewoon nie. Nel (2006) het verslappingskrimpings van tot 11% by handgeweefde wilde sy waargeneem.

Opsomming

Die krimpings wat waargeneem is kan waarskynlik verslappingskrimpings wat plaasgevind het as gevolg van die opheffing van die spanning wat die drade in die vervaardigingsproses uitgereken het. Dit is 'n natuurlike vesel, waarvan die drade onegalig en dik is, wat 'n groot invloed op die dimensionele stabiliteit van syvesels het.

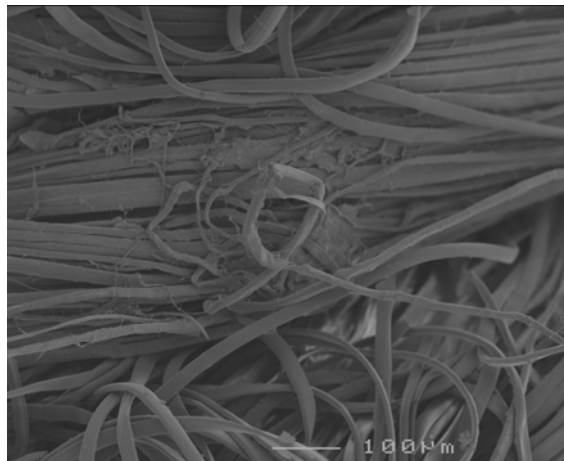
4.2.6 Die effek van bleiking op die struktuur van die vesels soos gesien met die skandeer-elektron-mikroskoop

Die skandeer-elektron-mikroskoop (SEM) is in die studie gebruik om die hoeveelheid skade te illustreer wat deur die bleikaksie veroorsaak is.

Dit is gedoen deur die oppervlak van gebleikte, sowel as ongebleikte *Gonometa postica*-syvesel by 'n 130 × vergroting te ondersoek.



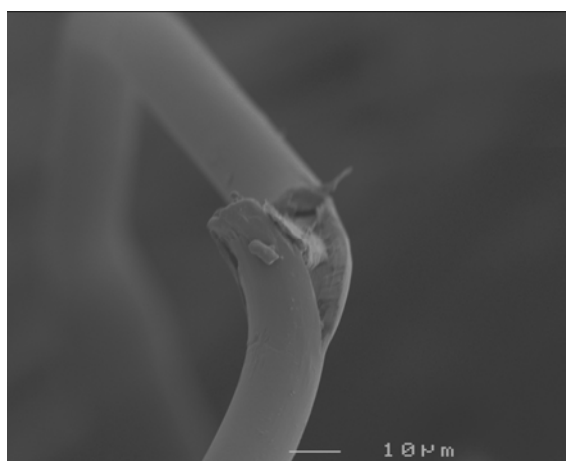
Figuur 4.32 SEM van ongebleikte *Gonometa postica*-systof (130×)



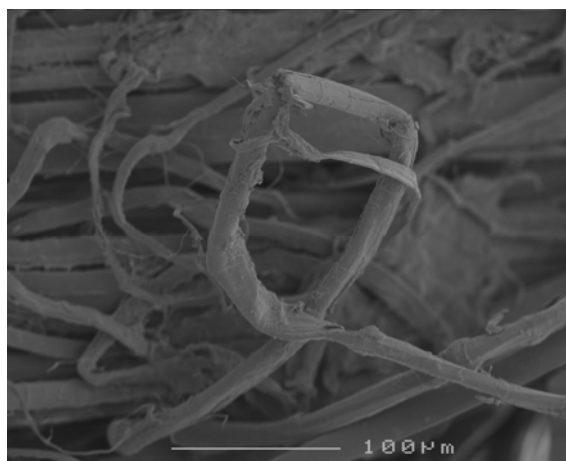
Figuur 4.33 SEM van die beskadigde gebleikte *Gonometa postica*-systof (130×)

As ongebleikte sy (figuur 4.32) met gebleikte sy (figuur 4.33) vergelyk word, is dit duidelik dat daar skade in die vesel voorkom na die bleikproses soos aangedui in figuur 4.33. Die ongebleikte syvesel toon egalige aaneenlopende vesels aan.

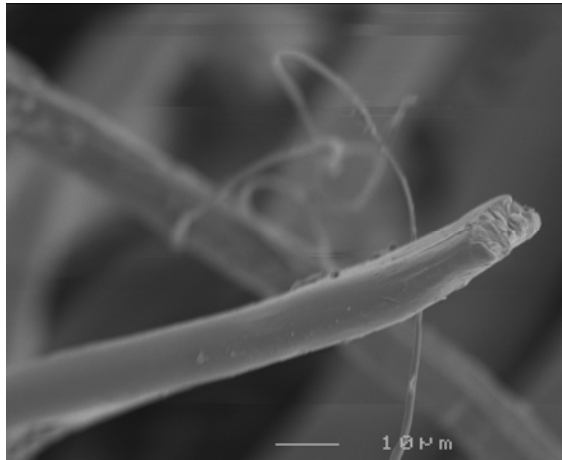
Daar word 'n effense onegaligheid gesien wat toegeskryf kan word aan die grof geweefde natuurlike *Gonometa postica*-syvesel. Sodra die vesel gebleik word, is vesels minder egalig en veselbreekpunte duidelik sigbaar. Beskadiging wat voorkom tydens bleiking word in figure 4.34 tot 4.37 geïllustreer.



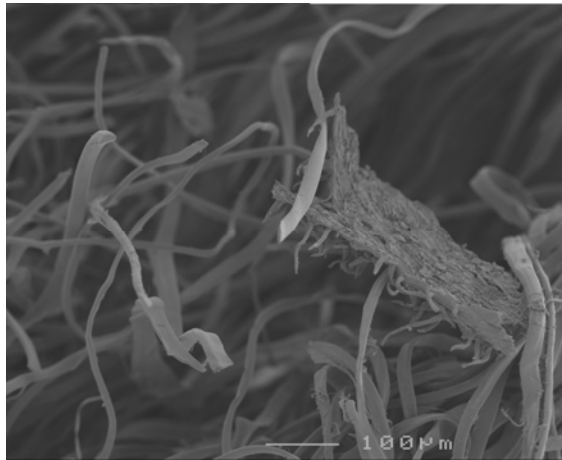
Figuur 4.34 SEM van die beskadigde gebleikte *Gonometa postica*-syvesel (130×)



Figuur 4.35 SEM van die beskadigde gebleikte *Gonometa postica*-syvesel (130×)



Figuur 4.36 SEM van die beskadigde gebleikte *Gonometa postica*-syvesel (130×)



Figuur 4.37 SEM van die beskadigde gebleikte *Gonometa postica*-syvesel (130×)

Uit die SEM foto's is dit duidelik dat waterstofperoksied-gebleikte *Gonometa postica*-syvesels op verskillende maniere beskadig is. Figuur 4.34 dui 'n vesel aan wat in beide die lengte en dwarste skeur met 'n aanduiding van stukke vesel wat afbreek. In figuur 4.35 is vou en knakplekke, skeure in vesels en los veselstukke sigbaar. Figuur 4.36 dui 'n vesel wat afgebreek het aan en figuur 4.37 wye dele wat afgebreek het, sowel as dele met 'n geslyte voorkoms.

Die finale gevolgtrekking wat ontstaan tydens die navorsingsresultate soos bespreek in die hoofstuk, word in hoofstuk 5 voorgelê.

HOOFSTUK 5

GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS

Die hoofdoel van die studie was om die doeltreffendheid van waterstofperoksiedbleiking op *Gonometa postica*-sy te bepaal, en die faktore wat die effek beïnvloed. In die hoofstuk word gevolgtrekkings gemaak, wat gebaseer is op die resultate van die studie. Klem is gelê op die faktore wat 'n betekenisvolle invloed op die effek van bleiking op kleurverskil, treksterkte, styfheid en dimensionele stabiliteit van *Gonometa postica*-sy gehad het. Die hoofstuk word afgesluit met aanbevelings vir toekomstige navorsing.

5.1 GEVOLGTREKKING

5.1.1 Die invloed van pH op waterstofperoksiedvrystelling, kleurverskil, treksterkte, styfheid en krimpings tydens waterstofperoksiedbleiking

Die eerste doelwit van die studie is om die effek van pH-waarde op verskeie faktore tydens waterstofperoksiedbleiking van *Gonometa postica*-sy te bepaal. Die gevolgtrekking word geskryf as 'n reaksie op die hipotese wat vir die projek gestel is.

H1_o Daar sal geen verskil in waterstofperoksiedvrystelling, gemeet met kaliumpermanganaat-titrasies by pH 8 en pH 10 voorkom nie.

Die hipotese is bevestig, alhoewel die waterstofperoksiedvrystelling by pH 8 laer was as by pH 10, was die verskil nie beduidend nie.

H2_o Daar sal geen kleurverskil, gemeet met 'n kolorimeter, by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by pH 8 en pH 10 voorkom nie.

Die hipotese is verwerp, aangesien die resultate 'n betekenisvolle verskil in bleiking (kleurverskil) toon by 'n pH 8 en pH 10. 'n Groter kleurverskil word aangetref by 'n pH 10 indien lae temperature (50°C en 60°C) gebruik word. Soos die temperature styg (70°C en 90°C) word 'n groter kleurverskil by 'n pH 8 gekry.

H3_o Daar sal geen verskil in treksterkte, gemeet met 'n "instron tensile tester" by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by pH 8 en pH 10 voorkom nie.

Die hipotese is bevestig, aangesien die resultate 'n klein verskil in treksterkte van *Gonometa postica*-sy toon na waterstofperoksiedbleiking by pH 8 en pH 10. Die treksterkte by pH 8 is deurgaans kleiner as by pH 10, alhoewel die pH-waarde geen betekenisvolle invloed op treksterkte toon nie.

H4_o Daar sal geen verskil in styfheid, gemeet met die "shirley stiffness tester" by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by pH 8 en pH 10 voorkom nie.

Die hipotese is verwerp, aangesien die resultate 'n betekenisvolle verskil toon in styfheid van *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by 'n pH 8 en pH 10.

H5_o Daar sal geen verskil in krimping, gemeet in draadtal by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by pH 8 en pH 10 voorkom nie.

Die hipotese is bevestig, aangesien die resultate geen betekenisvolle verskil toon in krimping van *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by 'n pH8 en pH 10 nie. Die invloed van pH het die grootste effek op waterstofperoksiedvrystelling en kleurverskil van die syvesels by 70°C en 90°C. 'n Gevolgtrekking word gemaak dat bleiking meer doeltreffend is by 'n pH 8, wat tot groot voordeel strek, veral vir bleiking in fabrieke waar grootmaat gebruik word. Die pH 8 is die pH van die waterstofperoksiedmengsel sonder enige aanpassings.

5.1.2 Die invloed van temperatuur op waterstofperoksiedvrystelling, kleurverskil, treksterkte, styfheid en krimp tydens waterstofperoksiedbleiking

Die tweede doelwit van die studie is om die effek van verskillende temperature nl: 50°C, 60°C, 70°C en 90°C, op verskeie faktore tydens waterstofperoksiedbleiking van *Gonometa postica*-sy te bepaal.

H6. Daar sal geen verskil in waterstofperoksiedvrystelling, gemeet met kaliumpermanganaat-titrasies by 50°C, 60°C, 70°C en 90°C voorkom nie.

Die hipotese is verwerp, aangesien die resultate 'n betekenisvolle verskil in waterstofperoksiedvrystelling by verskillende temperature toon. By lae temperature (50°C en 60°C) vind 'n geleidelike daling in waterstofperoksiedvrystelling plaas.

Soos die temperatuur verhoog tot by 70°C en 90°C, word waterstofperoksied vinnig binne die eerste 30 min vrygestel en daarna vind min vrystelling van waterstofperoksied plaas.

H7. Daar sal geen kleurverskil, gemeet met 'n kolorimeter, by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by 50°C, 60°C, 70°C en 90°C voorkom nie.

Die hipotese is verwerp, aangesien die resultate 'n betekenisvolle kleurverskil by verskillende temperature toon. By die lae temperature (50°C en 60°C) kom daar 'n groter kleurverskil voor by die pH 10, wat aandui dat meer bleiking by lae temperature verkry word by 'n pH 10. In teenstelling met die resultate by lae temperature, word meer bleiking verkry met pH 8 by hoër temperature van 70°C en 90°C.

H8. Daar sal geen verskil in treksterkte, gemeet met 'n "instron tensile tester" by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by 60°C, 70°C en 90°C voorkom nie.

Die hipotese is bevestig. Waterstofperoksiedbleiking van *Gonometa postica*-sy by hoë temperature (90°C) rig skade aan vesels aan wat die treksterkte verlaag. Laer temperature toon 'n kleiner invloed op sterkte van syvesels aan. Die verskille is te klein om betekenisvol te wees.

H9. Daar sal geen verskil in styfheid, gemeet met die “shirley stiffness tester” by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by 60°C, 70°C en 90°C voorkom nie.

Die hipotese is verwerp, aangesien die resultate 'n verskil in styfheid by verskillende temperature aandui. Die styfheid van syvesels verhoog soos die temperatuur waarby waterstofperoksiedbleiking van die *Gonometa postica*-sy plaasvind, styg.

H10. Daar sal geen verskil in krimping, gemeet in draadtal by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by 60°C, 70°C en 90°C voorkom nie.

Die hipotese is bevestig, aangesien krimping plaasvind met die eerste blootstelling aan vloeistof, ongeag wat die temperatuur van die vloeistof is.

Temperatuur speel 'n belangrike rol tydens die bleikproses. Dit beïnvloed die waterstofperoksiedvrystelling, kleurverskil en styfheid van die *Gonometa postica*-sy grootliks tydens bleiking. Lae temperature van 50°C en 60°C bleik effektief oor 'n lang tydperk, waar 70°C effektief bleik en oor 'n korter tydperk dieselfde resultate toon as die laer temperature. Die gevolgtrekking wat gemaak word, is dat temperature van 70°C 'n voldoende bleikaksie bewerkstellig en min skade aan die vesel en vesel-eienskappe aanrig.

5.1.3 Die invloed van tydsduur op waterstofperoksiedvrystelling en kleurverskil, tydens waterstofperoksiedbleiking

Die derde doelwit van die studie is om die effek van tydsduur op faktore soos waterstofperoksiedvrystelling en kleurverskil tydens waterstofperoksied bleiking van *Gonometa postica*-sy te bepaal.

H11. Daar sal geen verskil in waterstofperoksiedvrystelling, gemeet met kaliumpermanganaat-titrasies met tydsverloop voorkom nie.

Die hipotese is verwerp, aangesien die resultate 'n betekenisvolle verskil in waterstofperoksiedvrystelling by verskillende tydsduur aandui. By laer temperature (50°C en 60°C) verander die waterstofperoksiedvrystelling nie veel met verloop van tyd van 30 minute tot 240 minute nie. By hoër temperature word na 30 minute 'n hoë waterstofperoksiedvrystelling gevind, maar daarna 'n daling in waterstofperoksiedvrystelling.

H12. Daar sal geen kleurverskil, gemeet met 'n kolorimeter, by *Gonometa postica*-sy na waterstofperoksiedbleiking by verskillende tydsduur voorkom nie.

Die hipotese is verwerp, aangesien die resultate 'n betekenisvolle verskil in kleurverskil met verloop van tyd toon. Beter resultate word verkry met die verloop van tyd. By lae temperature het bleiking geleidelik met verloop van tyd toegeneem tot 150 min by pH 10 en tot 240 min by pH 8

Volgens resultate is dit duidelik dat pH en temperatuur die grootste invloed op *Gonometa postica*-sy tydens waterstofperoksiedbleiking het.

Die doel van die studie was om 'n geskikte temperatuur, pH-waarde en tyd vas te stel vir die bleiking van *Gonometa postica*-sy, sonder om die vesel-eienskappe te benadeel of te beskadig. Die resultate dui aan dat 70°C vir 3 ure lank by 'n pH 8 die mees geskikte omstandighede vir die bleiking van *Gonometa postica*-sy is. Alhoewel skade sigbaar is, is optimum toestand steeds van toepassing.

5.2 AANBEVELINGS

Waterstofperoksiedbleiking het 'n groot invloed op die styfheid van die wilde sy en kan gesien word as 'n groot probleem vir die vervaardiger. Die wenslikheid om die effek van ander bleikmiddels op *Gonometa postica*-sy te ondersoek om sodoende 'n bleikaksie te kry wat die styfheid van die sy verminder, word sterk aanbeveel.

BIBLIOGRAFIE

Altman, G.H., Diaz, F., Jakuba, C., Calabro, T., Horan, R.L., Chen, J., Lu, H., Richmond, J. & Kaplan, D.L. 2003. Silk-based biomaterials. *Biomaterials*. 24(3): 401-416.

Amin, M.N., Begum, M., Shahjahan, M., Rahman, M.S. & Baksh, T. 1998. Bleaching process for increasing whiteness and lightfastness of kenaf and kenaf-jute blended fabrics. *Cellulose Chemistry and Technology*. 32: 497-504.

Asakura, T., Yao, J., Yang, M., Zhu, Z. & Hirose, H. 2007. Structure of the spinning apparatus of wild silkworm *Samia cynthia ricini* and molecular dynamics calculation on the structural change of silk fibroin. *Polymer*. 48: 2064-2070.

Becker, Mary A., Magoshi, Yoshiko, Sakai, Tetsuya & Tuross, Noreen. C. 1997. Chemical and physical properties of old silk fabrics. *Studies in Conservation*. 42(1): 27-37.

Bogle, Michael. 1977. *Textile dyes, finishing and auxiliaries*. New York: Garland publishing INC.

Booth, John E. 1968. *Principles of textile testing*. London: Newnes-Butterworths.

Boston, H.E. 2006. How do hydrogen peroxide, chlorine, oxygen work for bleaching. *Globe newspaper Company*.

Bostwick, Stephanie L. 2002. *Determining Hydrogen Peroxide Exposure of Employees at Company XYZ*. Unpublished master's thesis. University of Wisconsin-Stout.

Calvert, J.B. 2003. *Peroxide*. Retrieved 22 January 2003.
<http://www.du.edu/~jcalvert/phys/perox.htm>

Carson, P.A., Fairclough, C.S., Mauduit, C. & Colsell, M. 2006. Peroxy bleaches: Part 1. Background and techniques for hazard evaluation. *Journal of Hazardous Materials*. A 136: 438-445.

Chorpra, S., Chattopadhyay, R. & Gulrajani, M.L. 1996. Low stress mechanical properties of silk fabric degummed by different methods. *Japan Textile Institute*. 87(1): 542-553.

Collier, Ann M. 1974. *A Handbook of Textiles*. Oxford: Pergamon press.

Cook, J. Gordon. 1984. *Handbook of textile fibres: natural fibres*. England: Merrow Publishing C. LTD.

Corbman, Bernard P. 1975. *Textiles: fiber to fabric*. New York: McGraw-Hill.

Cotton, Simon. 2006. *Hydrogen Peroxide*. Uppingham School, Rutland, UK.

Cowan, Mary L. 1962. *Introduction to textiles*. New York: Appleton Century Crofts.

Dannacher, Josef & Schlenker, Wolfgang. 1996. The Mechanism of Hydrogen Peroxide Bleaching. *Textile Chemist and Colorist*. 28(11): 24-28.

Delport, Wayne. 2006. Population genetic inference of demographic processes in the African Wild Silk Moth, *Gonometa postica* (Lasiocampidae). *Metapopulation Genetics*.

Encyclopedia. 1911. *Classic Encyclopedia*. 11th Ed.
<http://www.1911encyclopedia.org/Bleaching>

Franck, Robert R. 2001. *Silk, Mohair, Cashmere and other luxury fibres*. England: Woodmead.

Freddi, Giuliano, Mossotti, Raffaella. & Innocenti. Riccardo. 2003. Degumming of silk fabric with several proteases. *Journal of Biotechnology*. 106(1): 101-112.

Gohl, E.P.G. & Vilensky, L.D. 1983. *Textile Science*. Melbourne: Longman Cheshire.

Greenblau, N. 1978. The changing requirements of the retail trade with emphasis on colour. *Dyers Dyegest South Africa*. 7(4) 18-27.

Greenwood, N.N. & Earnshaw, A. 1998. *Chemistry of the elements*. Oxford: Butterworth Heinemann.

Gühns, Karl-Heinz, Weissart, Klaus & Grosse Frank. 2000. Lessons from nature - protein fibres. *Molecular biotechnology*. 74: 121-134.

Gulrajani, M.L., Kapur, Veena & Mittal, Renu. 1992. A Process for Bleaching of Tasar. *The Indian Textile Journal*. 102: 38-41.

Hall, A.J. 1969. *The Standard Handbook of Textiles*. London: Heywood.

Hess, Katherine Paddock. 1958. *Textile fibers and their use*. Chicago: Lippincott.

Heyn, A.N.J. 1954. *Fiber microscopy*. New York: Interscience publishers INC.

Hollen, Norma S. & Saddler, Jane. 1973. *Textiles*. New York: McMillan.

Inoue, S., Magoshi, J., Tanaka, T., Magoshi, Y. & Becker, M. 2000. Atomic force microscopy: Bombyx mori silk fibroin molecules and their higher order structure. *Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics*. 38: 1436-1439.

Ishida, Teruo. 1991. *An introduction to textile technology*. Japan: Osaka Senken LTD.

James, Alun P. & Mackirdy, Iain S. 1990. The Chemistry of Peroxygen Bleaching. *Chemistry & Industry*. 641-645.

Jiang Ping; Huifen Lui; Changhe Wang; Lingzhi Wu; Jianguo Huang and Cong Guo. 2006. Tensile behaviour and morphology of differently degummed silkworm (*Bombyx mori*) cocoon silk fibres. *Materials letters*. 60(7): 919-925.

Joseph, Marjory L. 1986. *Introductory textile science*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Kadolph, Sara J. 1998. *Quality assurance for textiles and apparel*. New York: Fairchild Publications.

Kadolph, Sara J. & Langford, Anna L. 2002. *Textiles*. New Jersey: Pearson Education.

Karl, Ulrich & Freyberg, Peter. 2000. Reductive Process in Textile Finishing. *Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff reporter*. 32(12): 23-25.

Kasimir, J.J. 1990. Overcoming problems in package bleaching. *American Dyestuff Reporter*. 38-52.

Kongkachuichay, Paisan., Shitangkoon, Aroonsiri. & Chinwongamorn, Nontalee. 2002. Thermodynamics of adsorption of laccaic acid on silk. *Dyes and pigments*. 53(2): 179-185.

Konica Minolta. 1998. Precise color communication. *Konica Minolta Sensing INC*.

Kroschwitz, Jacqueline I. 2003. Hydrogen Peroxide. *Kirk-Othmer concise encyclopedia of chemical technology*. 13: 961-995.

Labarthe, Jules. 1975. *Elements of textiles*. New York: McMillan.

Lafferty, Peter & Rowe, Julian. 1994. *The Dictionary of Science*. New York: Simon and Shuster.

Lantz, Mark A., Jarvis, Suzanne P., Tokumoto, Hiroshi., Martynski, Tomasz., Kusumi, Toshinori., Nakamura, Chikashi & Miyake, Jun. 1999. Stretching the α -helix: a direct measure of the hydrogen-bond energy of a single-peptide molecule. *Chemical Physics Letters*. 315: 61-68.

Lee, Yong-woo. 1999. Silk reeling and testing manual. *FAO Agricultural services bulletin* no. 136.

Lotz, Bernard & Colonna Cesari, Francois. 1979. The chemical structure and the crystalline structures of *Bombyx mori* silk fibroin. *Biochimie*. 61: 205-214.

Lucas, F. & K. M. Rudall. 1968. Extracellular Fibrous Proteins: The Silks. *Comprehensive biochemistry*. 26B, Chapter 7: 475-558.

Lyer, N.D. 2005. Bleaching. *Colourage*. 66-67.

Lyle, Dorothy Siegert. 1976. *Modern Textiles*. New York: Wiley.

Magoshi, Jun., Magoshi, Yoshiko., Becker, Mary. A., Kato, Masao., Han, Zhang., Tanaka, Toshihisa., Inoue, Shun-ichi. & Nakamura, Shigeo. 2000. Crystallization of silk fibroin from solution. *Thermochimica Acta*. 352-353: 165-169.

Marsh, J.T. 1958. *Textile Science, an introductory manual*. London: Chapman & Hall.

Marsh, J.T. 1946. *Textile Bleaching*. London: Chapman & Hall.

Matthews, Augusta G. 1954. *Textile Fibres*. New York: John Wiley.

Martinez, L., Almagro, J.C., Coll, J.L & Herrera, R.J. 2004. Sequence variability in the fibroin-H intron of domesticated and wild silk moths. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 34: 343-352.

Merkel, Robert S. 1991. *Textile product serviceability*. New York: Macmillan Publishing Company.

Monti, Patrizia., Freddi, Giuliano., Sampaio, Sandra., Tsukada, Masuhiro & Taddei, Paola. 2005. Structure modifications induced in silk fibroin by enzymatic treatments: A Raman study. *Journal of Molecular Structure*. 744-747: 685-690.

Morton, W.E. & Hearle, J.W.S. 1975. *Physical properties of textile fibres*. London: Textile institute and Butterworth & Co.

Myers, Sonja J. 1997. Chlorine inhalation in a pediatric patient. *Journal of emergency nursing*. 23(6): 583-585.

Nakamura, Akira. 1980. *Fiber Science and Technology*. Enfield: Science Publishers.

Needles, Howard L. 1981. *Handbook of textile fibers, dyes and finishes*. New York: Garland STPM Press.

Nel, J.F. 2006. *The evaluation of the physical and care properties of wild silk from *Gonometa postica* cocoons*. Unpublished honours thesis. University of the Free State.

Olivier Gina. 2002. *Discovering Kalahari Tussah*: Bemarkingspamflet.

Olivier, Yolande. 2006. The evaluation of the colourfastness of acid and direct dyed wild silk derived from *Gonometa Postica* cocoons. Unpublished honours thesis. University of the Free State.

Parent, Kathryn. 2004. Building a Better Bleach. *Chemistry*.
http://www.chemistry.org/portal/a/c/s/l/feature_ent.html?id=c373e901704560e

Panilaitis, Bruce., Altman, Gregory H., Chen, Jingsong., Jin, Hyoun-Joon., Karageorgiou, Vassilis & Kaplan, David. L. 2003. Macrophage responses to silk. *Biomaterials*. 24: 3079-3085.

Paterson, Bruce. 2002. Prospects for wild-silk production in South-Africa. *Quality Fibres*. 67.

Pauling, Linus. 1970. *General Chemistry*. San Francisco: Freeman.

Perkins, Warren S. 1996. Advances made in bleaching practice. *ATI; dyeing and finishing*: 92.

Potter, M. David & Corbman, Bernard P. 1967. *Textiles, fiber to fabric*. New York: Gregg Division, McGraw-Hill.

Raheel, Mastura & Lien, Maureen Dever. 1985. The use of scanning electron microscope for studying abrasion phenomena in laundered fabric. *Textile Chemist and Colorist* 17(5): 23-26.

Ramadan, A.M., Mosleh, S. & Gawish, S.M. 2004. Weighting and improvement of silk properties. *Journal of applied polymer science*. 93: 1743-1747.

Reddy, G.V., Raghunath & Krishnan, T. Ananth. 2003. Impact of duration of degumming on silk quality. *Indian Silk*. 26-28.

Reinberg, L. 1991. A Review of Sericulture and the Silk Industry. *Textile Institute*. 21(4): 5-7.

Sargunamani, D. & Selvakumer, N. 2006. A study on the effects of ozone treatment on the properties of raw and degummed mulberry silk fabrics. *Polymer Degradation and Stability*. 91: 2644-2653.

Sharma, I.C., Chattopadhyay, D.P., Mukhopadhyay, A., Boruah, R.K. & Vishwanath. 1999. Effect of degumming followed by sequential oxidative and reductive bleaching on mulberry and tasar silk fabrics. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. 24: 290-293.

Shulha, Hennady., Whong Po Foo, Cheryl., Kaplan, David L. & Tsukruk, Vladimir V. 2006. Unfolding the multi-length scale domain structure of silk fibroin protein. *Polymer*. 47(16): 5821-5830.

Sienko, Michell J. & Plane, Robert A. 1979. *Chemical Principles and properties*. New York: McGraw-Hill.

Smith, Betty F. & Block, Ira. 1982. *Textiles in perspective*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Smith, Megan D. 1999. Hydrogen Peroxide. *Chemistry Hall of Fame*. Bathurst Heights Secondary School, Toronto, Ontario.

Somashekar, R., Somashekarappa, H., Subramanyan, G. & Prahllad, U.D. 1997. Effect of acid dye processing on microstructural parameters in silk fibres. *European Polymer Journal*. 33(6): 963-967.

Somashekar, M.G. & Kumar, Sampath. 1993. Pre-treatment of silk fabrics. *Colourage: Silk Processing*: 31-32.

South African Bureau Of Standards (SABS). 1999. Textiles - Tensile properties of fabrics. Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method. SABS ISO 13934-1. Pretoria. SABS.

Spiro, Michael & Griffith, William P. 1997. The Mechanism of Hydrogen Peroxide Bleaching. *Textile Chemist and Colorist*. 29(11): 12-13.

Stout, Evelyn E. 1970. *Introduction to textiles*. New York: Wiley.

Taddei, Paola., Monti, Patrizia., Giuliano, Freddi., Arai, Takayuki & Tsukada, Masuhiro. 2003. IR study on the binding mode of metal cations to chemically modified *Bombyx mori* and Tussah silk fibres. *Journal of Molecular Structure*. 651-653: 433-441.

Taylor, Marjorie A. 1972. *Technology of textile properties*. London: Forbes Publications Ltd.

TTD (1995). *Textile terms and definitions*. Tenth Ed. Manchester: Biddles Limited.

Thomson, Helen. 1974. *Fibres and Fabrics of Today*. London: Heinemann educational books.

Tortora, Phyllis G. 1978. *Understanding textiles*. New York: McMillan.

Toshima, Yoshiyuki. 2001. Unusual protein behavior illustrated with silk fibroin. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1713: 1-4.

Trotman, E. R. 1975. *Dyeing and chemical technology of textile fibres*. London: Griffin.

Tzanov, Tzanko., Costa, Silgia A., Gübitz, Georg M. & Cavaco-Paulo, Artur. 2002. Hydrogen peroxide generation with immobilized glucose oxidase for textile bleaching. *Journal of Biotechnology*. 93: 87-94.

Veldtman, R., McGeoch, M.A. & Scholtz, C.H. 2007. Fine-scale abundance and distribution of wild silk moth pupae. *Bulletin of Entomological Research*. 97: 15-27.

Veldtman, R., McGeoch, M.A. & Scholtz, C.H. 2002. Variability in cocoon size in southern African wild silk moths: implications for sustainable harvesting. *African Entomology*. 10: 127-136.

Vogel, Arthur I. 1961. *A text book of quantitative inorganic analysis*. London: Longmans.

Wang, Jiping & Washington, Nodie M. 2002. Hydrophobic Bleach System and Textile Preparation: A Discontinuity in Fabric Care. *Textile Chemist and Colorist & American Dyestuff Reporter*. 21-24.

Wang, Jinhua & Ramaswamy, Gita N. 2003. One-step processing and bleaching of mechanically separated kenaf fibres: Effects on physical and chemical properties. *Textile Research Journal*.
http://findarticles.com/p/articles/mi_qa4025/is_200304/ai_n9172841

Watt, B.E., Proudfoot, A.T. & Vale, J.A. 2004. Hydrogen peroxide poisoning. *Toxicol Review*. 23(1): 51-57.

Westbroek, P., Temmerman, E. & Kiekens, P. 1999. Measurement and control of hydrogen peroxide concentration in alkaline solution by means of amperometric sensor system. *Analytica Chimica Acta*. 385: 423-428.

Wingate, Isabel B. 1984. *Textile Fabrics and their Selection*. Englewood Cliffs: N.J. Prentice-Hall.

Wikipedia: 2007. Die vrye ensiklopedia. *Sywurm*: Laaste wysiging op 19 Maart 2007: <http://af.wikipedia.org/wiki/Sywurm>.

Winkler, Jacob., Smith, Elaine R. & Compton, Richard G. 1997. A Study of the Mechanism of Bleaching Cotton Using Peracids and Hydrogen Peroxide as Model System. *Journal of Colloid and Interface Science*. 195: 229-240.

Wynne, Andrea. 1997. *Textiles*. Oxford: Macmillan.

Yamada, Hiromi., Nakao, Hiroshi., Takasu, Yoko & Tsubouchi, Kozo. 2001. Preparation of undegraded native molecular fibroin solution from silkworm cocoons. *Material science and engineering*. 14(1-2): 41-46.

Zhang Han., Jun Magoshi., Mary Becker., Jie Yu Chen & Ryuji Matsunaga. 2002. Thermal properties of Bombyx mori silk fibres. *Journal of applied polymer science*. 86: 1817-1820.

Zhang, Yu-Qing. 2002. Applications of natural silk protein sericin in biomaterials. *Biotechnology Advances*. 20(2): 91-100.

Zhang, Yu-Qing. 1998. Natural silk fibroin as a support for enzyme immobilization. *Biotechnology Advances*. 16(5/6): 961-971.

Zhao, Hong-Ping., Feng, Xi-Qiao., Yu, Shou-Wen., Cui, Wei-Zheng. & Zou Feng-Zhu. 2005. Mechanical properties of silkworm cocoons. *Polymer*. 46: 9192-9201.

Zhao, Hong-Ping., Feng, Xi-Qiao & Shi, Hui-Ji. 2006. Variability in mechanical properties of *Bombyx mori* silk. *Materials Science and Engineering*. C: 1-9.

Zöltner, W. 2001. Iron As a Decomposing Agent, Magnesium As a Stabilizer in Cold-Bleaching Liquors Containing Hydrogen Peroxide. *Textile & Apparel Indonesia*. 53-55.

OPSOMMING

Degradasie van *Gonometa postica*-sy as gevolg van bleiking is nie alleen 'n belangrike probleem vir verbruikers nie, maar ook vir die vervaardiger. Die doel met die navorsing was om die effek van waterstofperoksiedbleiking op *Gonometa postica*-sy te bepaal. Die spesifieke doelstelling was om die invloed van temperatuur, pH en tydsduur op waterstofperoksiedvrystelling, kleurverskil, treksterkte, styfheid en krimping te meet.

'n Literatuurstudie is onderneem om die fisiese kenmerke, chemiese en molekulêre struktuur van *Gonometa postica*-sy te beskryf. Navorsing oor die effek van waterstofperoksiedbleiking op degradasie van sy is ondersoek ten einde faktore wat hierdie effek beïnvloed, te identifiseer.

'n Eksperimentele studie is uitgevoer om die waterstofperoksiedvrystelling by 50 °C, 60 °C, 70 °C en 90 °C by pH 8 en pH 10 te bepaal. Die *Gonometa postica*-sy is in 'n 5l waterbad met waterstofperoksied gebleik en daarna gedroog. Die monsters is onder standaard atmosferiese toestande, 20 ± 1 °C en $65 \pm 2\%$ relatiewe humiditeit gehou voor en met toetsing. Die kleurverskil, treksterkte, styfheid en krimping van *Gonometa postica*-sy na bleikbehandeling met waterstofperoksied is bepaal.

Waterstofperoksiedvrystelling is deur middel van 'n kaliumpermanganaat-titrasie tydens die bleikaksie bepaal, waarna die kleurverskil (Delta E) van die monsters met 'n kolorimeter gemeet is. 'n 'Instron tensile tester' is gebruik om treksterkte van gebleikte en ongebleikte monsters te meet volgens die SABS Metode 13934-1:1999. Die breekkrag is gemeet in Newton en breekverlenging in mm. Die buigstyfheid is met 'n "shirley stiffness tester" gemeet. Krimping as gevolg van bleiking is deur middel van 'n verskil in draadtal bepaal en as 'n persentasie uitgedruk. Skandeer-elektron-mikroskoop (SEM) foto's is geneem om degradasie as gevolg van bleiking te illustreer.

Die bevindinge dui daarop dat temperatuur, pH en tydsduur van blootstelling 'n rol speel in die bleiking van *Gonometa postica*-sy. By pH 10 is 'n toename in kleurverskil (bleiking) met styging in temperatuur waargeneem. Beter bleiking (groter kleurverskil) is by lae temperature by pH 8 waargeneem. Hoë temperature rig skade aan vesels wat treksterkte verlaag en die styfheid van vesels neem toe soos die temperature styg. Waterstofperoksiedvrystelling vind vinnig plaas by die hoër temperature. Krimping word nie deur temperatuur beïnvloed nie.

Die pH-waarde het die grootste invloed op waterstofperoksiedvrystelling en kleurverskil (bleiking). Meer bleiking en waterstofperoksiedvrystelling vind plaas by 'n pH 8 en beter resultate word verkry in kleurverskil by 'n pH 10 by lae temperature. Die pH-waarde het geen betekenisvolle verskil op treksterkte, styfheid en krimping nie. Beter resultate word verkry met 'n toename in bleikingstyd.

Die eindresultate dui aan dat 70°C vir 3 ure lank by 'n pH 8 die meer geskikte omstandighede vir die bleiking van *Gonometa postica*-sy is. Alhoewel skade sigbaar is, is optimum toestande steeds van toepassing. Die gevolgtrekking word gemaak dat temperatuur en pH-waarde die faktore is met die grootste invloed op kleurverskil (bleiking), treksterkte en styfheid van *Gonometa postica*-sy.

SUMMARY

Degradation of *Gonometa postica* silk, which occurs during bleaching, is not only a problem for the consumer but also for the producer. The purpose of this study was to determine the effect of hydrogen peroxide bleaching on *Gonometa postica* silk. The specific goal was to determine the influence that temperature, pH and time duration has on the releasing of hydrogen peroxide, colour change, breaking strength, stiffness and shrinkage.

A literature study was undertaken to describe the physical properties, chemical and molecular structure of *Gonometa postica* silk. Research on the degradation effect of hydrogen peroxide on silk was investigated and the factors that influenced the bleaching effect, were identified.

An experimental study was carried out to determine the releasing of hydrogen peroxide at 50°C, 60°C, 70°C and 90°C at a pH 8 and pH 10. The *Gonometa postica* silk was bleached with hydrogen peroxide in a 5 l water bath and dried afterwards. The samples were kept in standard atmosphere conditions of $20 \pm 1^\circ\text{C}$ and $65 \pm 2\%$ relative humidity before and during testing. The colour change, breaking strength, stiffness and shrinkage of *Gonometa postica* silk were determined after hydrogen peroxide bleaching.

The release of hydrogen peroxide was determined by potassium permanganate titrations during the bleach action, while the colour changes (ΔE) of the samples were determined by a colorimeter. The instron tensile tester was used to determine the breaking strength of bleached and unbleached samples according to the SABS method 13934 – 1:1999. The breaking strength was measured in Newton and elongation in mm. The stiffness of the silk was measured by a Shirley stiffness tester. Shrinkage caused during bleaching was determined in grain difference and expressed in percentages. To illustrate the degradation caused by bleaching, scanning electron microscope photos were taken.

The results indicated that temperature, pH and time duration plays an important role in the bleaching of *Gonometa postica* silk. At a pH 10, the colour change (bleaching effect) increased rapidly as the temperature increased. More bleaching (colour change) could be seen at low temperatures at a pH value of 8. High temperatures damaged the fibre, which lowered the breaking strength, and caused an increase in the stiffness of the fibre as the temperature increased. Hydrogen peroxide released quicker at high temperatures. Different temperatures did not influence shrinkage.

The pH-value was the factor with the highest influence on the release of hydrogen peroxide. More bleaching and release of hydrogen peroxide could be seen at a pH value of 8 and better results were obtained in colour change at a pH value of 10 at low temperatures. The pH-value had no significant influence on breaking strength, stiffness and shrinkage. Better results could be seen with an increase in time of bleaching.

The results showed that 70°C for 3 hours at a pH value of 8 are the best conditions for bleaching *Gonometa postica* silk. Although some damage to the fibres was evident under these treatment conditions, an effective white colour was obtained. The conclusion that can thus be made is that factors, such as temperature and pH-value, have the biggest influence on colour change, tensile strength and stiffness of *Gonometa postica* silk.