

絲狀菌에 의한 植物性 纖維의 損傷度에 關한 研究

A Study on the Damages of Cellulose Fibres by Fungi

啓明大學校 理工大學 衣生活科學科

副教授 咸 玉 相

講 師 金 孝 垠

Keimyung Univ. College of Sciences & Engineering
Dept. of Clothing & Textile

Associate Prof. Hahm, Okc Sang

Lecturer Kim, Hyo Eun

<目 次>

I. 緒 論

II. 實驗材料 및 方法

III. 實驗結果 및 考察

IV. 要 約

參考文獻

<Abstract>

The damaging effects of hemp and cotton by *Aspergillus sp.* and *penicillum sp.* which grow successfully on cotton were studied.

The damages were measured after cultivated at 30°C for 10 days the fabrics with *Aspergillus sp.* and *Penicillum sp.* respectively, in various conditions.

The effects of cell-free extract produced from fungus were also investigated.

The results obtained could be summeried as follows:

- 1) Cultivation of fungi on fibre in malt extract agar was better than that in czapeck agar.
- 2) Tensile strength of the fabrics was deteriorated most easily in czapeck agar at the rate of 49.8%.
- 3) Growth of fungi was promoted by starching the fibre but tensile strength was felled-off, however, by starching, propagation of fungi was superior on cotton to on hemp.
- 4) In case of hemp, propagation of fungi was inferior to in case of

cotton but the tensile strength was deteriorated at the rate of 26—33%.

- 5) In case of starched hemp, the tensile strength was deteriorated slowly in first 8 days, but after 8 days there was no particular change.

There was no particular change of tensile strength by starching in cotton.

- 6) It seemed that a damage of fibre was accelerated because the fungus grow not only on the surface of fabrics but also the inner of those.

- 7) By treatment of cell-free extract produced from fungi, the tensile strength of hemp falled-off at the rate of 50—65% in first 24 hours, since then the tensile strength was deteriorated slowly for 4 days, but after incubation for 4 days was not changed.

But the tensile strength of cotton by cell-free extracts was not effected.

I. 緒 論

우리 인간은 원래 身體를 보호하는 목적으로 草木皮 또는 獸魚皮¹⁾ 등이 옛부터 사용되어져 왔으나, 衣服材料가 날로 發達함에 따라 인간의 生理的 機能을 잘 보완한 天然纖維를 이용하여 왔고, 最近 급속한 高分子化學의 발달로 合成纖維라는 새로운 纖維가 開發되어 오늘날과 같은 合成纖維時代를 이룩하게 됨에 따라 점차 피부에 대한 주의가 높아져 가고 있다. 이와같이 纖維科學의 급속적인 발전에 따라 다량의 纖維가 生産되고 있으나, 이는 국내의 需要에 대비하여 비축된 많은 纖維原料와 製品의 管理상 부주의²⁾로 여러 종류의 細菌^{3~5)}과 絲狀菌^{6~8)}에 汚染되고 있다.

合成纖維로 만든 衣類는 흡습성이 낮기 때문에 汚染을 纖維內部에 흡습하는 것이 적고, 오염이 그대로 皮膚에 잔존하여 微生物이 부착서식을 하게 하는 結果를 보여 被

服의 원래 목적과는 달리 인간의 生理的 機能을 감퇴시켜 가고 있는 形편이다.²⁾ 그러나 天然纖維는 섬유자체의 흡습성이 커서 외기의 습기와 세탁의 부주의로 인한 잔존 오염으로 絲狀菌의 生育條件을 양호하게 하여 生物變化를 조장하고 있으므로 보관상 이러한 문제점의 해결이 시급히 요망된다. 그러므로 본 연구는 우선 보관 중 서식하며 有害성이 크다고 인정되는 絲狀菌中 그 菌株을 分離하여 植物性纖維에 미치는 영향에 대하여 실험한 結果를 報告하고자 한다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

1) 試科布

試科布는 Table 1 과 같은 광목, 삼베를 대구 서문시장에서 구입사용 하였다.

2) 試驗菌 및 培地

試驗菌은 *Aserpogillus* sp. 및 *Penicillum* sp. 를 分離固定하여 사용했다. 그리고 培地

Table 1. Characteristics of Materials

		Cotton	Hemp
Fabric count	Warp	60	36
	Weft	60	36
Number of apparel yarns(s)		18	28
Structure		plain weave	plain weave
Thickness (mm)		0.28	0.34
Tensile Strength (kg)	warp	24.2	34
	weft	23	24.5
Elongation (mm)	warp	9	4.5
	weft	11	9

는 Czapeck agar, Malt agar, Potato agar, Water agar 를 사용하였다.

2. 實驗方法

1) 培地組成

① **Czapeck agar**: Czapeck agar 는 Table 2 와 같은 것으로 하였다.

Table 2. Component of Czapek medium

Sucrose	3%
NaNO ₃	0.2%
K ₂ HPO ₄	0.1%
MgSO ₄ 7H ₂ O	0.05%
FeSO ₄	0.001%
KCL	0.05%
Agar	3%

② **Malt extract agar**: 일반적인 제법에 의하여 조제한 Malt Extract 에 대하여 3% agar 를 첨가시켜 사용하였다.

③ **Potato agar**: 감자 200 g 을 증자하여 껍질을 벗겨서 절단하여 수도물 500 ml 를 가하여 가압살균하여 3% Sucrose 를 첨가하여 사용하였다.

④ **Water agar**: 수도물에 대하여 3%

agar 를 첨가시켜 對照培地로서 사용하였다.

2) 菌의 分離

고온다습한 6월경에 5 cm×31 cm 로 절단한 광목을 Malt Extract agar 에 충분히 침적시켜 번식에 적합한 환경을 가진다고 인정되는 啓明大學校 區內 10 개소에 7 일간 방치하여 자연서식하도록 하였다. 그 중 菌 번식이 가장 양호한 광목을 물 50 ml 에 수세하여 포자현탁액을 5°C 냉장고에서 보존하여 다음 각 實驗에 供試하였다.

分離用 培地⁹⁾는 Henneberg(b) 培地로서 Sucrose 37.5 g, Pepton 1.25 g, KH₂PO₄ 0.5 g, MgSO₄ 0.25 g, CaCO₃ 1.25 g agar 3% 를 넣어 일반적인 제법에 따라 1 kg/cm² 에서 15 분간 殺菌하여 사용하였다. 菌의 分離는 순수 분리하여 試料상에서의 生育이 良好하며 試料를 變色시키는 *Aspergillus sp.* 와 *Penicillium sp.* 의 그 菌株를 固定하여 Malt Extract agar 에 보존하여 試驗菌으로 사용하였다.

3) 菌培養

布地上에서의 菌의 培養은 殺菌한 紗에 殺菌培地를 15 ml 씩 주입시켜 그 위에 殺菌한 여과지를 깔고 布地를 重層시킨 후 布地中央에 試驗菌의 포자를 1 白金耳씩 無菌的으로 接種시켰다. 試驗菌이 接種된 布地는 28°C~30°C 에서 10 일간 培養하여 菌의 生育狀態와 布地의 弱化現變을 測定하였다.

4) 조효소액 調整

7 g 의 밀기울과 5% Sucrose 용액 100 ml 를 삼각 플라스크에서 섞어 Atoclave 에서 15 분간 고압살균시켜 無菌的으로 *Aspergillus sp.* 와 *Penicillium sp.* 를 이식시켜 28°C ~30°C 의 항온조내에서 5 일간 培養시켜 밀기울증량에 대하여 7 배 증류수를 주입시켜 5°C 에서 24 시간 추출하여 이를 여과시킨 액을 조효소액으로 사용하였다.

5) 菌生育度

絲狀菌의 生育정도는 菌을 接種시킨 후 증식과 분생포자형성등으로 Colony를 형성하므로 Colony의 직경을 경시적으로測定하여 cm로 표시하였다.

6) 布의 精練 및 拔糊處理

삼베의 精練液은 3% NaOH 욕비 1:20, 광목의 精練液은 5% NaOH 욕비 1:20으로 90°C에서 2시간 精練시킨 후 수도물로 수세하였다.¹⁰⁾

7) 푸새처리

푸새처리는 原布와 精練布를 2% 밀가루물에 침적시켜 음지에서 풍건시켰다.

밀가루풀 조제는 밀가루를 증류수에 망울이 없도록 잘개어서 90°C까지 가열한 증류수를 첨가하여 희석시켜 중탕¹¹⁾하여 사용하였다.

8) 인장강도

試料布의 인장강도는 인장강도기(日本 Yanaco)로 Cut Strip Method (KS K0521)에 의하여 kg으로 표시하였다.

試料布의 크기는 2.5cm×15.2cm를 절단하여 사용하였다.

모든 實驗은 5布地를 3회 반복하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 布地上에서의 菌의 生育을 측정하기 위해 絲狀菌의 일반합성배지인 Czapeck agar와 絲狀菌의 일반 천연배지인 Malt Extract agar에서 菌의 生育(Fig. 1)을 Colony의 성장으로 관찰했다.

광목에 있어서는 Czapeck agar보다 Malt Extract agar에서 生育이 왕성하며 Malt Extract agar에서 *Penicillium sp.* 및 *Aspergillus sp.*

그균주 共히 배양 5日로서 9cm 사래 전면에 균사의 발육을 나타내었다.

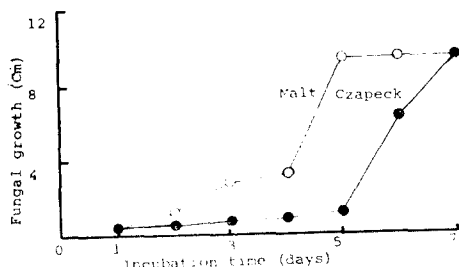


Fig. 1. Growth of Asp. on Cotton by Various Media.

2. 培地에 의한 영향

培地種類에 의하여 布地의 弱화現象을測定하기 위하여 Czapeck agar, Malt Extract agar 및 Potato agar 상에서 試驗菌을 10日間 培類한 결과를 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Tensile Strength on Various Media. by Fungus

		H ₂ O	Czapek	Potato	Malt
Asp.	Hemp	25.5	12.3	18.0	19.4
	Cotton	24.6	22.5	24.1	21.1
Pen.	Hemp	27.5	12.8	24.6	22.3
	Cotton	23.0	21.6	23.1	21.5

Table 3에 나타난 바와 같이 *Penicillium sp.*보다 *Aspergillus sp.*가 삼베의 약화현상을 더욱 초래하며, 培地種類에 의한 영향은 타배지보다 Czapeck agar가 가장 약화현상을 초래하였다.

여기에서 *Aspergillus sp.*를 접종한 삼베가 Czapeck agar에서는 푸새하지 않은 布의 인장강도에 비해 49.8% 약화되었으며, Potato agar에서는 26.5%, Malt Extract agar에서는 20.8%가 약화되었다.

광목은 그균주 모두 인장강도의 변화는 인정할 수 없었다.

菌의 生育狀態는 前述한 바와 같이 본 실험

험에서는 Czapeck agar 보다 Malt Extract agar 가 양호하였다.

3. 푸새 정련의 효과

식물성 섬유는 Cellulose 로 구성되어 있으므로 絲狀菌이 생성하는 효소에 의하여 Cellulose 를 분해하므로 약화현상이 일어난다고 한다. 그러나 이러한 纖維에 영양원이 양호한 전분을 첨가했을 시의 영향을 검토하기 위하여 2% 밀가루풀로서 푸새한 광목 및 삼베에 대하여 검토하였다. 試

Table 4. Effect of Concentration on Wheat Starch and Refining on Fungal Growth

	Hemp		Cotton	
	Refining	None	Refining	None
0%	-	±	-	++
2%	+	++	++	++++

驗菌으로서는 *Penicillium sp.* 를 사용하여 28°C~30°C 에서 10日間 培養하였다.

Fig. 2 에 나타난 바와 같이 삼베, 광목은 푸새하므로써 균생육은 촉진되었다.

그리고 광목이 삼베보다 더욱 왕성한 菌의 生育을 나타내었다. 이는 삼베에 미생물 생육저지 물질인 Lignin 이 다량 함유함으로 Lignin 에 의하여 菌의 생육저지현상을 초래하였다고 思慮된다.¹⁵⁾

그러나 인장강도의 변화에 있어서는 菌의 生育과 상반된 결과로서 Table 5 에 나타난 바와 같이 광목에 비하여 菌의 生育이 不良한 삼베는 푸새하므로써 인장강도는 급격히 저하시켰다. 즉 삼베는 精練前에서 푸새하지 않은 布에 비해 26% 손상을 받았고 精練後에서는 33.4% 손상을 받았다.

이는 菌이 잘 자라는 環境條件과 酵素를 生成하는 環境條件과는 반드시 일치하지 않

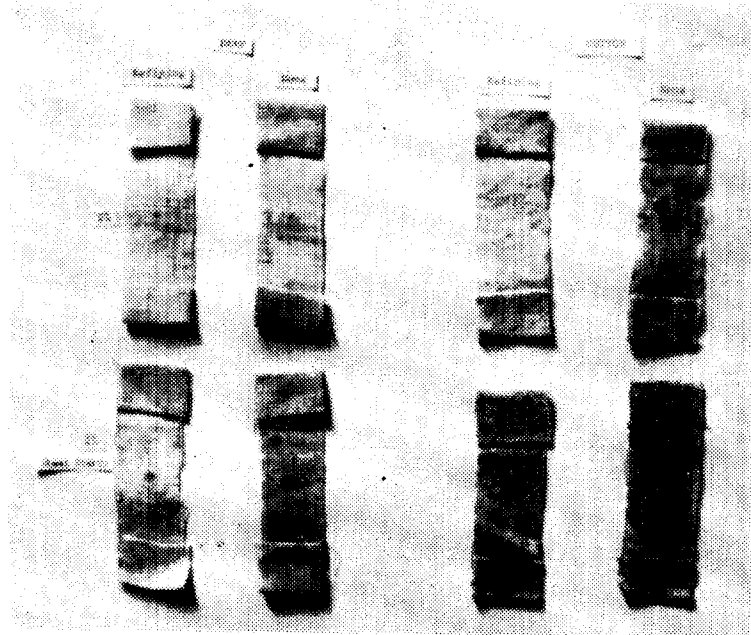


Fig. 2. 측정 결과

Table 5. Effect of Con. of Wheat Starch and Refining on Tensile Strength (kg)

	before				cotton			
	after		hemp		hemp		cotton	
Con. Starch	0%	2%	0%	2%	0%	2%	0%	2%
T.S.	23.9	17.7	19.5	19.2	31.7	21.1	24.3	21.2

기 때문에 菌生育이 좋은 條件이라고 해서 酵素生成이 많다는 것은 아니기 때문이다. 그리고 精練하므로써 인장강도의 상승을 나타내고 있다. 즉 삼베에 있어서는 32%, 광목에 있어서는 25% 상승을 초래하였다. 이러한 현상은 精練하므로써 시험포의 밀도가 커지므로 인장강도가 상승된다고 思慮된다.

4. 푸새처리에 의한 경시적인 인장 강도 변화

푸새처리에 의한 인장강도의 변화는 이미 前述한 바와 같이 푸새처리한 것이 확실한 변화를 초래한다는 결과를 얻었다.

본 實驗에서는 푸새한 試料가 菌生育時間에 의해 인장강도의 변화를 어떻게 받는가를 검토하기 위하여 菌培養 24時間마다 측정하여 Fig. 3, Fig. 4에 정리했다. 試驗菌 으로서는 *Penicillium sp.*를 사용하였다.

광목에 있어서는 푸새처리한 것과 안한 것 모두 아주 서서히 인장강도의 변화를 초

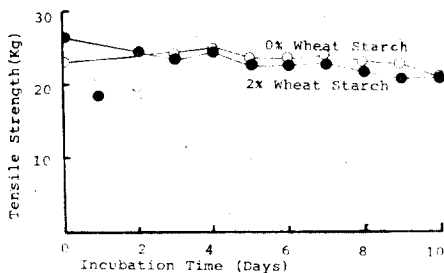


Fig. 3. Effect of Con. of Wheat Starch on Tensile Strength of Cotton.

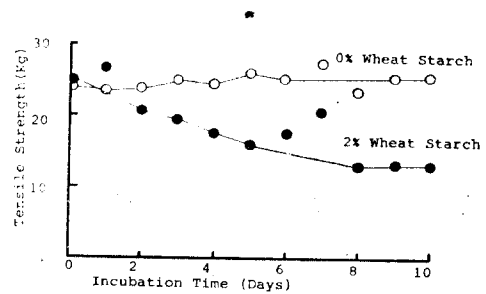


Fig. 4. Effect of Con. of Wheat Starch on Tensile Strength of Hemp.

래하여 거의 약화현상을 인정할 수 없었다. 삼베에 있어서는 푸새처리한 布의 인장강도가 서서히 저하하며 菌培養 8日부터 일정치에 도달하였다. 이러한 현상은 菌의 증식에 따라 생성된 섬유소분해효소의 작용에 의해서 섬유질의 인장강도를 손상시킨다고 思慮된다. 그래서 菌培養 8日 이후는 일정한 값을 나타내는 것은 섬유소분해효소에 의하여 섬유질이 그 이상 가수분해되지 않은 것이라고 추측된다.

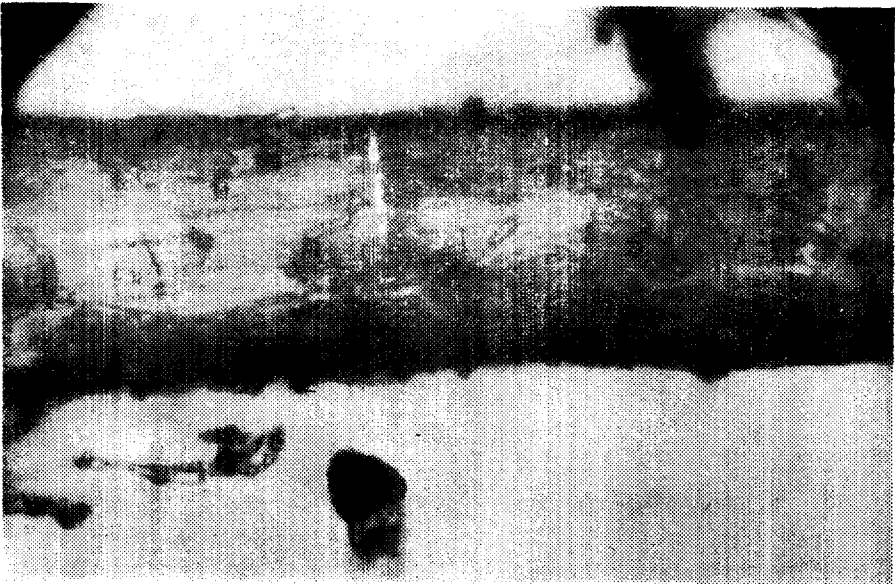
5. 菌의 生育狀態

섬유질에서 菌生育狀態를 관찰하기 위해 광목과 삼베 각 한올씩을 뽑아 前述한 方法에 의하여 菌을 10日間 培養後 纖維를 현미경 Fig. 5로 400배 확대 관찰하였다. 試驗菌은 *Penicillium sp.*를 사용하였다.

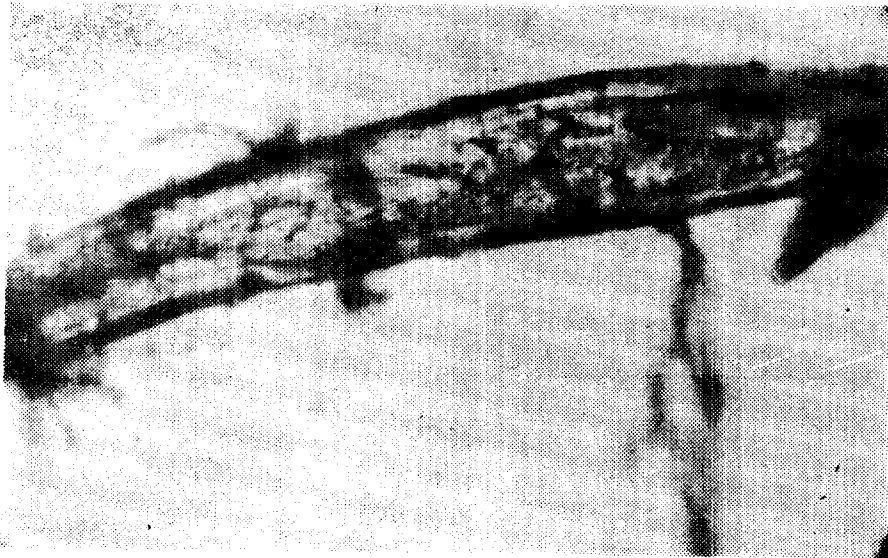
Fig. 5에 나타난 바와 같이 광목, 삼베 共히 육안으로는 纖維表面에만 生育하는 것 같이 보이지만, 部位에 따라서는 菌絲가 細胞의 內層, 中空部에 침입하고 있는 것을 볼 수 있었다. 그래서 纖維의 弱화는 纖維表面에서 시작하는 것이 아니고 内部까지도 일어난다고 思慮된다.

6. 酵素處理에 의한 효과

대부분의 絲狀菌은 Cellulose 분해능력을



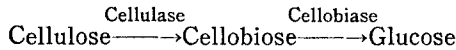
HEMP



COTTON

Fig. 5. Microphotograph of *Pen.* on the fiber ($\times 400$)

갖고있다. 즉, 이들의 菌은 그들의 酵素에 의해 Cellulose를 가수분해시켜 생성된 분해산물을 영양원¹²⁾으로 이용한다. Cellulose의 분해는 Cellulase 및 Cellobiase가 관계하고 이는 다음과 같은 과정을 취하고 있다.^{13,14)}



그러나 이 분해능의 강약은 菌의 종류에 의해 또 그 발육조건에 의해 동일하지는 않다.

韓榮求씨의 報告¹²⁾에 의하면 綿纖維의 損傷度 比較에 Carboxy Methyl Cellulose(C. M.C로 略稱함) 분해력과 인장강도의 관계를 나타내어, 인장강도의 측정을 기준으로 하는 것보다도 C.M.C의 分解로서 遊離되는 還元糖을 測定基準으로 하는 것이 더 의의가 있음을 밝혔다. 그래서 本實驗에서는 *Aspergillus sp.*, *Penicillum sp.*가 布地의 損傷에 관계하는 酵素를 생성시켜 酵素가 광목, 삼베에 일정기간 작용시켜 어떠한 영향이 미치는가를 검토하였다.

*Aspergillus sp.*와 *Penicillum sp.*로부터 조제한 조효소액에 試料를 각 5장씩 담그어 10日間 40°C Water bath에서 효소처리한 뒤 試料를 수세하여 풍건 후 인장강도를 측정하였다.

Table 6. Effect of Enzyme Reaction on Tensile Strength (kg)

		before	after
Hemp	Asp.	24.5	3.0
	Pen.	24.5	2.4
Cotton	Asp.	23.0	15.8
	Pen.	23.0	15.5

삼베는 *Aspergillus sp.*, *Penicillum sp.*로부터 조제한 酵素에 의하여 酵素反應 10日로서 인장강도는 급격한 저하를 보여 布

地로서 사용이 불가능하게 약화시켰고, 광목은 삼베에 비하여 인장강도의 변화는 대단히 완만하였다. 이는 絲狀菌의 섬유소분해효소는 광목의 섬유소에 비해 강한 分解를 유도하므로 인장강도의 급격한 변화를 초래하였다고 추측된다.

7. 酵素處理에 의한 경시적 인장강도 변화

前述하 방법에 의하여 酵素處理를 행하여 24시간마다 경시적으로 인장강도를 측정할 결과를 Fig. 6, Fig. 7에 나타냈다.

삼베에 있어서 *Penicillum sp.*와 *Aspergillus sp.*의 酵素 共히 酵素反應 24時間으로 급격한 인장강도의 저하를 나타내었다. 광목에서는 反應 4日까지는 서서히 저하시켜 4日 이후는 거의 일정하게 되었다. 그래

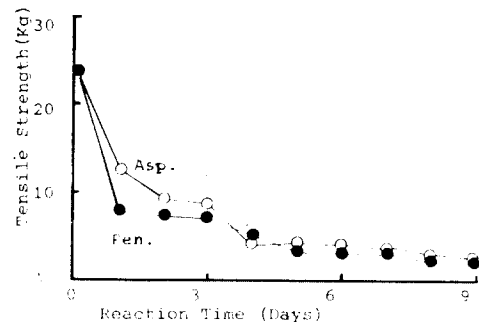


Fig. 6. Time Course of Enzyme Reaction on Tensile Strength of Hemp.

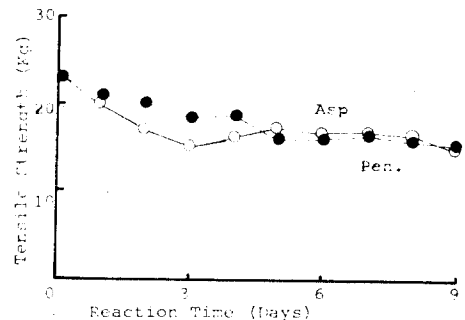


Fig. 7. Time Course of Enzyme Reaction on Tensile Strength of Cotton.

서 광복에 있어서는 삼베에 비하여 대단히 완만한 인장강도의 저하를 나타내었다.

IV. 要 約

이상의 結果를 정리하면 다음과 같이 要約할 수 있다.

1) Czapeck agar 보다 Malt extract agar 上의 布地에서의 菌의 培養이 良好하며,

2) 각 培地중 Czapeck agar 에 培養한 布地의 인장강도가 49.8%의 저하현상을 나타내었다.

3) 布地를 푸새처리함으로써 菌의 生育을 촉진시키고 인장강도를 저하시키며, 布地의 종류별로서는 삼베보다 광복이 菌의 生育이 양호했다.

4) 삼베에 있어서 菌의 生育은 不良하나 푸새처리하므로써 인장강도가 26~33% 저하되었다.

5) 푸새처리한 삼베에 있어서 인장강도 변화는 균배양 8日까지는 서서히 저하현상을 나타내나 그 이후는 변화를 받지 않았다. 그러나 광복에서는 푸새처리하여도 별다른 인장강도의 변화는 나타내지 않았다.

6) 布地에서의 菌의 生育은 布地 表面에 生育하는 것만이 아니고, 布地 内部까지 침투하여 生育하므로 布地의 인장강도 저하를 더욱 촉진하는 것으로 思慮된다.

7) 絲狀菌이 生成한 추출 組酵素를 삼베에 처리하므로써 처리 24時間으로 50~65%의 인장강도의 저하를 나타내며, 처리 4日까지는 서서히 저하시켜 4日 이후는 거의 일정하게 되었다. 그러나 광복에 있어서는 삼베에 비하여 거의 변화를 받지 않았다.

參 考 文 獻

- 1) 權桂淳, “우리옷變遷과 裁縫”, 서울, 修學社 (1973), p. 9
- 2) 南閔子, *The Effect of Growth of Dermatophytes on Several Textile Fibers*, 建國大學校 大學院博士學位論文(1976)
- 3) Carolyn Barmes, Jessie Warden, Fiber Damage from Staphylococci aureus, *Journal of the American Association of Textile Chemists and Colorists*, 3(3), 23(1971)
- 4) 神野節子, 恢洋子, 林知賀子, 衣服の衛生加工에 關する 研究, 日本家政學雜誌, 21(4), 268 (1970)
- 5) 古田幸子, 界面活性의 抗菌性에 對하여, 日本纖維雜誌, 15(1), 460(1974)
- 6) 南閔子, 被服과 皮膚絲狀菌과의 關係에 關한 研究(第1報), 대한가정학회지, 14(4), 21(1976)
- 7) 吉田幸子, 黴による被服의 汚染에 關する 研究(第1報), 日本家政學雜誌, 24(3), 197(1973)
- 8) 弓削治·神谷い代子·古田幸子, 被服의 防黴加工에 關する 研究(第1報), *ibid.*, 14(1), 21(1963)
- 9) 정동효, 주현규, 유주현, 서정훈, “미생물실험”, 한국식생활개선협회(1971), p. 22
- 10) 鄭元圭, “染色學”, 서울, 修學社(1968), p. 49
- 11) 咸玉相, 푸새에 따른 織物의 物性變化에 關한 研究, 대한가정학회지, 10(2), (1972)
- 12) 韓榮求, 綿製品에서 分離한 絲狀菌에 關한 研究, 慶北大學校大學院博士學位論文(1975).
- 13) C. Matsumura, K. Maejima, J. Berment, *Technol.*, 41. 158(1963).
- 14) M.A. Jermyn, *Aust. J. Sci. Res.*, B.S. 409 (1952).
- 15) 天羽幹夫, 小石川仁治, 精說應用微生物學, 東京, 光生館, p. 261(1971).