

黃蜀葵根 粘液에 관한 研究

[第六報] 黃蜀葵根 粘液의 粘度變化에 미치는 微生物의 影響

溫斗炫* · 金鍾冕** · 任齊彬*

全北大學校 工科學* · 全北大學校 文理科學**
(1979年 5月 19日 受理)

Studies on the Mucilage of the Root of *Abelmoschus Manihot, Medic*

[Pars VI] The Influence of Microorganism for the Viscosity

Doo Heayn On,* Jeong Myeon Kim** and Zei Bin Im*

Engineering College, Jeonbug National University*
College of Liberal Arts and Science, Jeonbug National University**
(Received May 19, 1979)

Abstract

The viscosity of mucilage of *Abelmoschus Manihot, Medic* root decreased by the influence of various mechanical, physical and chemical conditions.

It was experimented by viscosity decrease of mucilage connected with hydrogen ion concentration, bacterial multiplication, disinfection with 70% ethanol, some antibiotics, such as streptomycin, penicillin, ganamycin and chloramphenicol and mucilage derived from autoclaved *Abelmoschus Manihot, Medic* root.

The results obtained were as follows:

1. It was clear that the viscosify of mucilage decreased notably under the influence of infected bacteria and bacterial multiplication.
2. By the inoculation of *Bacillus subtilis* ATCC 6633 and *Escherichia coli* ML 1410 to the mucilage the viscosify decrease fast but the viscosity of mucilage derived from autoclaved, *Abelmoschus Manihot, Medic* root.
3. The small quantity of reducing sugar in the mucilage was detected.
4. Hydrogen ion concentration in the mucilage remained 6.5~8.0 in spite of the viscosity decrease.

하였던 바 若干의 所見을 얻었기에 報告한다.

1. 緒 論

黃蜀葵(*Abemoschus Manihot*, *Medic* 또는 *H-ibiscus Manihot* *Linné*)는 *Malvaceae*에 屬하는 一年生植物이다. 이것은 植物全體에 粘質物이 포함되어 있으나 特別히 根部에 많다. 黃蜀葵根을 물에 담궈서 얻어지는 粘液은 韓紙의 抄造工程에 매우 微妙하게 作用하여 優雅하고 強韌한 韓紙를 抄紙해 주기 때문에 옛부터 우리나라에서 重要하게 利用되어 온 것이며 이 目的에 이것을 凌駕할 다른 것이 아직 없다. 黃蜀葵根에서는 약간 쓴맛을 가진 緩和粘稠性 粘液 約 16%을 얻을 수 있다.⁽¹⁾ 이 粘液은 매우 粘稠性임에도 不拘하고 比重은 물과 거의 같고 粘度的으로는 매우 不安定하지만 *viscoelasticity* 및 큰 *spinnability*를 保有할뿐만 아니라 *Weisenberg* 効果도 있기 때문에 普通의 다른 粘液과는 매우 다른 特性을 가진 것으로 알려져 있다.

黃蜀葵根 粘液의 韓紙 抄紙過程에서의 寄與에 關聯되는 物性 가운데 가장 重要하고 興味있는 點은 粘度的 不安定性이라 하겠고 特別히 이것의 粘度 低下原因의 究明은 抄紙에 카나즘 解明에 크게 直結되는 問題라 하겠다. 이것의 粘度는 放置時間의 經過, 濾過, 攪拌, *mixer* 處理等 機械的 要因, 加熱, 紫外線照射, 超音波의 作用等의 物理的 要因, 水素이온濃度 電解質의 添加, 二酸化炭素, 空氣中の 酸素等 化學的 要因等 여러가지 形態의 要因으로 말미암아 不可逆的으로 低下되어 結局은 물과의 相對粘度 $\eta_r=1$ 에 到達되는데 이에 關聯된 지금까지의 여러가지 研究에 對하여는 몇가지 總說⁽²⁾ 및 前報⁽³⁾를 參照하면 알 수 있다. 한편 이 粘液의 粘度低下原因에 對한 지금까지의 研究는 주로 黃蜀葵根의 形態學的인 面 그리고 粘液의 物理的 및 化學的인 面에서 粘質物自體의 變化, 粘質物의 溶解狀態의 變化等에 關하여 주로 考察되어 왔다. 그러나 著者들은 이것의 粘度低下는 이와같이 이미 알려져 있는 要因뿐만 아니라 다른 複雜한 要因이 複合되었을 것이라 豫測하여 이에 關하여 生物學的 要因을 示唆한 바 있고 *enzyme inhibitor* 存在下에서 粘度低下現象을 效果的으로 防止할 수 있다는 事實을 알았다.⁽³⁾

따라서 本研究에서는 粘度低下의 要因에 複合되었을 것으로 豫測되는 生物學的 要因의 究明에 目的을 두고 우선 黃蜀葵根 粘液內에서의 細菌增殖에 따른 粘度變化, 還元糖의 消長等을 關聯시켜 檢討

2. 實 驗

2-1. 實驗用材料, 試藥 및 裝置

本研究에서 實驗用 材料인 黃蜀葵根은 慶尙南道 晉州에서 1977年 10월에 收穫한 것을 可及의 크기가 同一한 發育良好한 것을 選別하여 風乾하고 外皮에 附着되어 있는 不必要한 것을 깨끗이 除去한 다음 약 1cm 크기로 切斷하여 使用하였다.

粘液 抽出用水는 *Amberlite IR-120* 및 *IRA-410*으로 處理한 蒸溜水를 高壓 滅菌하여서 使用하였고 糖定量用 試藥 및 그밖의 試藥은 *E. Merk* 製(*GR*)을 使用하였다.

粘度的 測定은 *Ostwald viscometer*를 使用하였고, 水素이온 濃度는 *HM-7A*, *TOA Electric Ltd.*, 製 *pH meter*를 使用하여 測定하였다.

2-2. 供試微生物

風乾한 黃蜀葵根의 保存 및 抄紙作業中 흔히 汚染될 수 있는 微生物의 種類를 參酌하여 本研究에서는 全北大學校 醫科大學에 保管된 *Bacillus subtilis ATCC 6633* 및 *Escherichia coli ML 1410*等 2種의 微生物을 選定하여 使用하였다.

2-3. 細菌增殖 抑制劑

黃蜀葵根 粘液內에서의 細菌增殖結果와 比較檢討할 目的으로 *Streptomycin*, *Penicillin*, *Ganamyacin* 그리고 *Chloramphenicol*等 四種의 抗生物質을 細菌抑制劑로 使用하여 比較하였다.

2-4. 粘液의 調製

前述 2-1의 黃蜀葵根에 關하여 다음 각 實驗群에 해당하는 粘液을 각각 調製하여서 實驗하였고 이것의 初期相對 粘度는 각각 $\eta_r=10$ 으로 하여 使用하였다.

2-5. 實驗方法

黃蜀葵根 粘液의 細菌汚染 및 細菌의 接種에 의한 粘液內 細菌의 增殖에 따른 粘度的 變化, 含有한 糖類의 消長 및 水素이온 濃度의 變化等에 대한 相關關係를 比較檢討할 目的으로 다음과 같이 여섯가지 實驗群으로 나누어서 實驗하여 比較 觀察하였다.

즉 아래에 적은 각 實驗群에 屬하는 粘液을 滅菌된 50ml *Erlenmeyer flask*에 30ml씩 넣어 綿栓하고 *Rotator shaker*로 1時間마다 10分間 *No 7 cycle/min*로 振盪하면서 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96時間 經過에 따른 粘度, 細菌數, 水素이온 濃度 그리고 還元糖의 含量을 각각 測定하여 觀察하였

다. 本實驗에서 모든 實驗群의 處理溫度는 黃蜀葵根의 夏季貯藏 및 細菌의 增殖溫度等を 考察하여 26°C~30°C 로 하였다.

2-5-1. 實驗第 1 群

前述 2-1의 黃蜀葵根을 여덟겹의 滅菌한 gauze 주머니속에 넣고 이것을 다시 滅菌한 고무주머니 속에 넣어 抽出用水를 가하여 5~10分間 室溫에서 放置한 다음 주머니를 주물러서 抽出한 粘液에 대하여 위와 같이 實驗하여 觀察한 群.

2-5-2. 實驗第 2 群.

實驗第 1 群과 同一하게 處理하여서 얻은 粘液에 대하여 細菌增殖抑制劑로서 抗生物質을 添加하여 위와 같이 各々 實驗하여서 觀察한 群.

여기에서 抗生物質은 streptomycin 30μg/ml, penicillin 30IU/ml, Ganamycin 100μg/ml 그리고 chloramphenicol 100μg/ml 를 各々 使用하였다.

2-5-3. 實驗第 3 群

前述 2-1의 黃蜀葵根을 實驗第 1 群에서와 같은 gauze 그리고 고무주머니 속에 넣고 이것을 高壓 加熱處理한 다음 抽出用水를 가하여 얻은 粘液에 대하여 위와 같이 實驗하여 觀察한 群.

2-5-4. 實驗第 4 群.

實驗第 3 群의 粘液에 대하여 *Bacillus subtilis* ATCC 6633를 接種하여 위와 같이 實驗하여 觀察한 群.

여기에서 細菌의 接種은 2-2의 供試微生物을 各々 普通 寒天培地에서 18時間 培養하여 滅菌食鹽水로 10倍系列 稀釋한 菌液을 普通寒天培地에 接種하여 37°C에서 24時間 培養한다음 이것 1×10^4 cell/ml 를 接種하였다.

2-5-5. 實驗第 5 群.

實驗第 3 群의 粘液에 대하여 *Escherichia coli* ML 1410을 接種하여 위와 같이 實驗하여 觀察한 群.

여기에서 細菌의 接種은 2-5-4에 記載한 方法과 同一하게 行하였다.

2-5-6. 實驗第 6 群

前述 2-1의 黃蜀葵根을 水分을 補充하면서 37°C에서 18時間 放置하고 70% ethanol 속에 10分間 담근 다음 꺼내어 風乾하는 操作을 3回 反覆한 것을 實驗第 1 群과 同一한 方法으로 粘液을 抽出하여 위와 같이 實驗하여 觀察한 群.

2-5-7. 總細菌의 算定

各 實驗群의 여러가지 條件에 따른 經時的 總菌

數의 算定은 常法에 따라 各 實驗群의 該當 供試 溶液을 食鹽水로 系列稀釋하여 普通寒天培地에 나타난 集落을 셈하여 算定하였다.

이 結果에 대하여는 Fig. 1, 5에 圖示하였다.

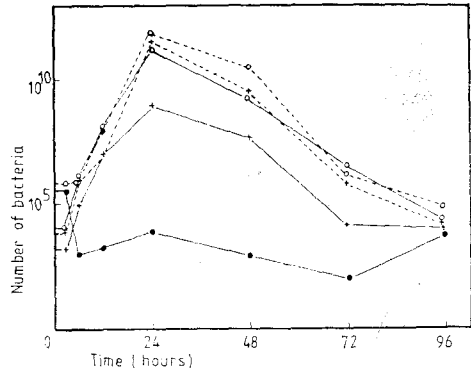


Fig. 1. Curve of the bacterial multiplicatoin in the mucilage of *Abelmoschus Manihot*, Medic root.

- : natural mucilage
- : antibiotics added
- - - - : autoclave treated and inoculated with *Bacillus subtilis* ATCC 6633
- ...×...×... ; autoclave treated and inoculated and inoculated with *Escherichia coli* ML 1400,
- ×-×-×- ; 70% ethanol treated

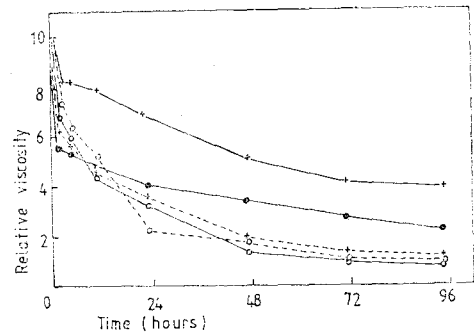


Fig. 2. Viscosity change of mucilage of *Abelmoschus Manihot*, Medic root. according to the multiplication of bacteria.

- : natural mucilage
- : antibiotics added
- - - - : autoclave treated and inoculated with *Bacillue subtilis* ATCC 6633
- ...×...×... : autoclave treated and inoculated with *Escherictria coli* ML 1400
- ×-×-×- : 70% ethanol treated

2-5-8. 粘度の測定

本 研究에서 各 實驗群에 對한 粘度의 測定은 前報의 方法⁽³⁾에 準하였고 26±0.5°C에서 各 測定하였으며 比粘度는 粘液의 比重이 1에 가까우므로 小葉의 近似式⁽⁴⁾을 適用하여 計算하였다. 本 實驗에서 使用한 Ostwalds viscometer의 物 流 下時間은 18.2 sec이다.

이 結果는 Fig. 2에 圖示하였다.

2-5-9. 糖의 定量

本 研究에서 糖의 定量은 잘 알려져 있는 somogyi의 方法⁽⁵⁾을 適用하여 行하였고 다음 式에 의하여 計算하였다.

$$S = s(V - V')f.$$

여기에서 S=檢體內의 全糖量(mg), V=N/20 sodium thiosulfate의 同一 條件에서의 蒸溜水에 對한 適定數(ml), V'=N/20 sodium thiosulfate의 檢體에 對한 適定數(ml), f=N/20 sodium thiosulfate의 factor, s=N/20 sodium thiosulfate 1ml에 對應하는 糖의 量(mg)이다.

이 結果는 Fig. 3에 圖示하였다.

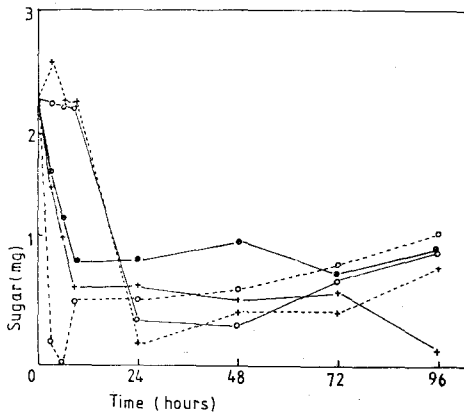


Fig. 3. Change of reducing sugar in the mucilage of *Abelmoschus Manihot*, *Medic* root according to the bacterial multiplication.

- : natural mucilage
- : antibiotics added
- .-.- : autoclave treated and inoculated with *Bacillus subtilis* ATCC 6633
- ...×...×... : autoclave treated and inoculated with *Escherichia coli* ML 1400
- ×-×- : 70% ethanol treated.

2-5-10. 水素이온 濃度の測定

各 實驗群에서의 對應하는 各 檢體에 對한 水素

이온 濃度는 2-1에 記載한 pH meter로 測定하였다.

이 結果는 Fig. 4에 圖示하였다.

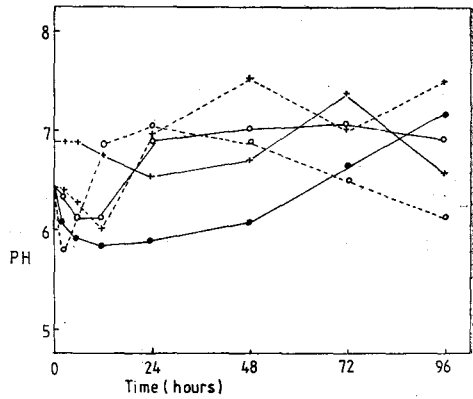


Fig. 4. Relationship between pH of the mucilage of *Abelmoschus Manihot*, *Medic* root and bacterial multiplication

- : natural mucilage
- : antibiotics added
- .-.- : autoclave treated and inoculated with *Bacillus subtilis* ATCC 633.
- ...×...×... : autoclave treated and inoculated with *Escherichia coli* ML 1400.
- ×-×- : 70% ethanol treated

3. 實驗結果 및 考察

3-1. 粘液內 細菌數와 粘度와의 關係

各 實驗群에서의 經時的 總細菌數의 增減의 結果는 Fig. 1과 같고 各 實驗群에서의 經時的 粘度의 變化는 Fig. 2와 같다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 滅菌操作을 거치지 아니한 實驗第 1群의 初期 總細菌數는 7.5×10^5 라는 것이 觀察되었다. 따라서 이 結果로 미루어 現在 韓紙의 抄紙工程에서 實用되고 있는 黃蜀葵根 粘液은 꽤 많은 細菌으로 汚染된 것을 使用하고 있음이 分明하다. 이것은 6時間 經過後에 增殖狀을 보여 24時間에 最高 10^{12} 에 達하였으나 時間이 더욱 經過됨에 따라 漸次로 減少하여 48時間에 10^{11} , 72時間에 10^6 , 그리고 96時間에 10^5 에 到達되었다.

抗生物質을 添加한 實驗第 2群은 6時間 經過에

細菌數는 10^3 으로 減少하였고, 時間의 經過에 따른 總細菌數의 增減現象이 크게 나타나지 아니한다는 것이 觀察되었는데 이 結果로 本 實驗에서 利用한 2-3의 抗生物質은 黃蜀葵根 粘液內에서의 細菌增殖을 相當히 抑制할 수 있는 藥劑의 하나인 것을 알 수 있다.

高壓加熱操作을 行하여 黃蜀葵根에 存在하는 生物의 汚染을 可能한 限 除去한 粘液에 *Bacillus subtilis* ATCC 6633 및 *Escherichia Coli* ML 1410을 接種하여 實驗한 實驗第 4群과 實驗第 5群에서의 細菌增殖曲線은 兩者가 거의 同一하고 總細菌數도 各々 實驗第 1群에서의 結果와 큰 差異가 없으나 이것과 比較하여 細菌數는 若干 적은 傾向으로 나타났다. 이 粘液에 接種한 菌種은 各々 다르지만 接種菌量은 同一하다. 따라서 이들 細菌의 生態는 各々 다르다 할지라도 增殖條件이 比較的 複雜하지 아니하여 이들 細菌은 黃蜀葵根 粘液內에서 比較的 良好하게 그리고 充分한 增殖이 可能하다는 것을 알 수 있다.

70% ethanol로서 處理하여 黃蜀葵根에 汚染되어 있는 細菌을 可能한 限 殺菌한 實驗 第 6群에 屬하는 粘液內에서의 細菌增殖은 實驗 第 1, 4, 5群 등에 比較하여 細菌數는 적은 傾向을 보였으나 細菌의 增殖傾向은 다른 경우와 比較하여 큰 差異點을 찾아 볼 수 없다. 즉 이 경우에서도 3時間 經過로 最高 10^8 에 達하고 時間이 더욱 經過됨에 따라 漸次로 減少되어 72時間에 10^4 에 到達하여 一定하다.

實驗 第 4, 5群 등의 경우와는 달리 高壓加熱操作을 行한 黃蜀葵根에서 얻은 粘液에 細菌을 接種하지 아니하고 實驗한 實驗 第 3群에 屬하는 粘液內에서의 細菌數, 還元糖의 消長, 粘度의 變化, pH의 變化 등을 一括하여 Fig. 5에 圖示하였다. 無菌 粘液을 얻기 위하여 黃蜀葵根을 濕潤狀態에서 高壓 加熱操作을 行하면 物性의 變化가 커서 여기에서는 本 實驗에서의 檢體로서 使用하기에 適當한 粘液을 얻을 수 없었다. 따라서 高壓加熱操作에 의한 粘液의 粘度變化를 可及의 防止할 目的으로 乾燥한 黃蜀葵根을 高壓處理하여 粘液을 抽出하여 使用하였다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 可能한 限 黃蜀葵根에 存在하는 生物에 의한 汚染을 除去한 粘液이라 할지라도 6時間 經過後有孢子細菌의 增殖現象을 보였고 時間이 더욱 經過됨에 따라 細菌增殖은 急激하게 進行되어 72時間에 最高에 達하고 이때 細菌數는 10^{10} 에 이르나 時間이 더욱 經過됨에 따라 漸次로 減少하는 것이 觀察되었다.

이와같은 結果가 비록 完全히 滅菌된 狀態로부터 얻어진 結果가 아닐지라도 黃蜀葵根에 汚染되어 있는 生物數를 可能한 限 크게 減少시켜서 實驗하여 얻은 結果이므로 이 結果는 粘液의 物性에 미치는 生物의 影響을 推理함에 크게 도움이 될 수 있을 것이다.

즉 實驗第 1, 4, 5, 6群 등에 比較하여 細菌增殖에 所要되는 時間이 長短은 있을지라도 黃蜀葵根 粘液은 結局 細菌의 增殖에 매우 良好한 培地의 구실을 할 수 있다는 것이 明白하다. 따라서 이 粘液이 가진 微妙한 物性에는 生物學的 要因도 크게 關與할 수 있을 것이라는 생각을 하게 해준다.

한편 Fig. 2에서 보는 바와 같이 實驗 第 1群에서의 經時的 粘度變化는 急激한 初期粘度低下가 일어나고 이 동안 相對粘度는 $\eta_r=10$ 에서 $\eta_r=7.5$ 로 減少되고 24時間 經過하면 約 80%의 粘度低下 現象이 일어나 相對粘度 $\eta_r=2$ 에 到達한다. 이와 같은 結果는 다른 實驗群에서도 各々 거의 同一한 傾向으로 나타났으나 實驗 第 4群 및 實驗 第 5群의 粘度低下曲線은 實驗 第 1群과 매우 비슷하다. 또 實驗 第 2群의 粘度低下는 實驗 第 1, 4, 5群 등에 比較하여 若干 적으나 粘度低下傾向은 비슷하다. 그러나 實驗 第 6群에서의 粘度低下는 다른 實驗에서의 粘度低下傾向과 比較하여 相當히 緩慢한 傾向으로 低下된다는 注目할만한 結果가 觀察되었다.

이와 같은 여러가지 경우에 대한 粘度低下現象을 粘液內에서의 細菌增殖狀態와 關聯시켜 比較考察하면 가령 實驗 第 1群에서의 粘度는 細菌의 增殖適應期이라고 볼 수 있는 3時間 經過로 相對粘度는 $\eta_r=10$ 에서 $\eta_r=7.5$ 로 急激하게 低下되고 漸次 더욱 低下되어 結局 細菌增殖極期인 24時間 經過로 相對粘度는 $\eta_r=2$ 로 되고, 여기에서 時間이 더욱 經過한다 할지라도 粘度低下는 매우 적을 수밖에 없다는 생각을 하게 해준다. 이와같은 생각은 다른 實驗群 가령 實驗 第 2, 4, 5, 6群 등에서 觀察된 結果에 대하여도 同一하게 適用시켜 說明할 수 있겠다. 實驗 第 2群에서는 抗生物質을 使用하여 細菌의 增殖을 抑制하였으나 粘度低下의 傾向은 다른 實驗群과 비슷한 現象을 보인다. 그러나 初期 粘度低下는 다른 實驗群에 比較하여 크게 나타났다. 이와 같은 結果에 대하여는 黃蜀葵根에 처음부터 汚染되어 있는 細菌이 抗生物質에 의하여 發育이 抑制되거나 消滅되기 前의 細菌增殖 適應期에 있어서의 代謝產物도 粘液의 粘度低下를 招來할 수 있는 原因의 하나가 될 수 있을 것이라는 생각은

하게 한다.

따라서 이와 같은 결과와 前報에서의 결과를 比較하여 檢討하면 이 粘液의 粘度低下를 防止하기 위하여서는 오히려 enzyme inhibitor⁽⁶⁾의 利用이 有效하다고 말할 수 있다.

또 實驗第6群에서의 粘度低下가 매우 緩慢하게 이루어진다는 것은 粘液에 ethanol을 가하여 白色 纖維狀 粘質物을 分離한 馮淵의 研究⁽⁷⁾, 多糖類의 conformation과 溶液物性에 관한 Ng Ming Kin의 研究⁽⁸⁾ 등을 參照하여 考察하면 이 경우에 있어서는 粘質物 構成物質의 結果狀態가 變遷되었으리라는 推測을 하게 하나 이에 關하여 더욱 仔細한 研究가 必要하다.

또 Fig. 5에서 보는 바와 같이 高壓加熱操作을 行하여서 얻은 粘液에 細菌을 接種하지 아니한 實驗第3群에서는 다른 實驗群과는 달리 6時間이 經過될 때까지 細菌의 增殖이 없으나 6時間 經過한 다음 72時間에 이르기까지 細菌의 增殖은 漸次 커지고 그 다음에는 적어졌다. 또 粘度의 變化는 細菌의 增殖이 없는 동안 一定하다. 이와같이 다른 실험群에서 顯著하게 나타났던 初期粘度低下現象이 나타나지 아니하고 6時間이 經過한 다음 緩慢한 粘度低下가 일어난다. 이와같은 결과는 粘液의 初期粘度低下에 대하여도 細菌이 寄與할 것이라는 點을 暗示한다.

위의 여러가지 實驗群에 대한 結果를 綜合하여 考察하면 本 實驗範圍內에서는 細菌의 增殖에 따른 粘液의 粘度低下現象은 서로 逆相關關係를 이루며 細菌도 粘液의 粘度低下에 대한 큰 原因의 하나가 된다는 것이 分明하다.

3-2. 粘液內 細菌增殖에 따른 糖含量 및 粘度와의 關係

각 實驗群에 대하여 糖의 含量을 2-5-9의 方法에 따라 定量한 結果는 Fig. 3과 같다. 粘液의 相對粘度 $\eta_r=10$ 인때 糖은 2.46mg 檢出되었다. 細菌數 및 粘度를 圖示한 Fig. 1, 2 등을 參照하여서 檢討하면 大體로 細菌의 增殖은 粘度를 低下시킬 뿐만 아니라 粘液內 糖含量을 적게하는 傾向을 나타내게 했다. 實驗 第1, 2, 6群等에서는 初期의 粘液內 糖含量을 급격하게 감소하였고 그 다음에는 당함량에 變化가 거의 없으나 48時間이 經過하면 實驗第1群에서는 若干 增加하고 實驗第2群에서는 一旦 若干 減少하다가 72時間이 經過하면 조금 增加하는 傾向을 나타내었다. 그러나 이때의 變化는 매우 적다. 또 實驗第4, 5群에서는 9時間에 이

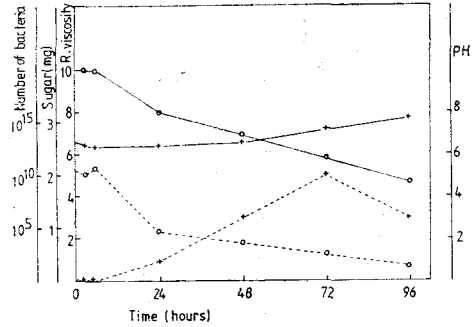


Fig. 5. Viscosity change, reducing sugar and pH of the mucilage of *Abelmoschus Manihot*, Medic root according to the bacterial multiplication.

— · — · — : viscosity
 · · · · · : reducing sugar
 · · · × · · · : bacterial cell
 — × — × — : pH

르기까지 初期糖含量에 變化가 거의 없고 그 다음 細菌增殖極期인 24時間에 이르기까지 糖含量은 急激하게 減少하고 그 다음에는 若干 增加하는 傾向을 나타내었다. 그리고 Fig. 5에서 보는 바와같이 實驗 第3群에서는 初期에는 糖含量에 變化가 거의 없고, 細菌增殖極期인 24時間에 이르기까지 減少하는 바와 같은 實驗 第4, 5群等과 거의 類似한 傾向을 보였으나 그 다음에는 매우 조금 減少하는 傾向을 보였다.

이와 같은 여러가지 結果를 綜合하여서 考察하면 實驗第3, 4, 5群을 除外하고는 細菌數와 粘度와의 關係처럼 반드시 逆相關關係를 이루지 아니한다 할지라도 細菌의 增殖은 分明히 粘液內 糖含量을 減少시킨다. 細菌의 增殖過程을 오로지 培地內의 糖含量과 關聯시켜 結論지을 수 없겠으나 本 實驗에서 얻어진 結果만을 考察하면 風乾 黃蜀葵根의 澱粉含有量은 約 12%⁽¹⁾로 알려져 있다. 그러나 本 實驗條件下에서는 粘液의 抽出過程에서 粘液內에 溶出되는 澱粉의 量은 매우 적은 것으로 推測된다. 따라서 이 粘液은 Fig. 3에서 알 수 있는 바와 같이 相對粘度 $\eta_r=10$ 에서 初期糖含量은 約 2.46mg 이다. 이 糖은 細菌의 增殖前의 增殖適應期에서의 代謝過程에서 消費될 것이며 그 다음 계속되는 增殖過程에서는 過剩量의 糖을 生成시킬 수 있는 基質을 本 實驗에서의 粘液은 提供하기 힘들 것으로 豫則된다. 또 細菌의 增殖過程에는 糖뿐만 아니라 또 다른 여러가지 要因이 複合될 것이기 때문에 本 實驗에서 얻은 結果와 같

은 糖의 定量結果는 더욱 研究하여 檢討하여야 할 複雜性을 가진 것이라 보아야겠다.

3-3. 粘液內 細菌의 增殖과 水素이온 濃度와의 關係

각 實驗群에 대한 水素이온 濃度를 2-5-10의 方法으로 測定한 結果는 Fig. 4와 같다. 大體로 보아 細菌增殖에 따른 水素이온 濃度는 初期 12時間에 이르기까지 조금 低下되어 pH=6을 表示하나 다음에는 中性 또 弱알칼리性側으로 移行하여 結局 細菌의 增殖條件으로 매우 適合한 液性을 表示한다. 그러나 이 水素이온 濃度와 粘度低下와의 關係는 特別한 關聯性을 찾아 볼 수 없다.

3-4. 動力學的 考察

黃蜀葵根 粘液의 粘度變化에 대한 生物學的 要因을 可能한 限 動力學的으로 考察할 目的으로 前報의 結果⁽⁹⁾를 導入하여 檢討하였다.

지금 이 粘液의 初期 粘性係數리 η_0 , 時間 經過한 다음 粘性係數를 η_t 라고 하면 前報의 實驗結果는 $1n\eta_t/\eta_0 = -kt$ 의 關係가 成立된다는 것을 알았다.

따라서 $\eta_t/\eta_0 = e^{-kt}$ 이므로

$$\eta_t = \eta_0 \cdot e^{-kt}$$

그리고 液體의 fluidity ϕ 와 이것의 粘度變化速度 k 와의 關係는

本 實驗에서 實驗第2群에 해당하는 粘液의 fluidity를 ϕ_1 , 이것의 粘度變化速度를 k_1 , 그리고 그 밖의 粘液의 fluidity를 ϕ_2 , 이것의 粘度變化速度를 k_2 라 하면

$$\phi_1 = \frac{1}{\eta_1 t} \quad \phi_2 = \frac{1}{\eta_2 t} \text{ 이므로}$$

$$\frac{\phi_2}{\phi_1} = \frac{1/\eta_2 t}{1/\eta_1 t} = \frac{\eta_1 t}{\eta_2 t} = \frac{e^{-k_1 t}}{e^{-k_2 t}} = e^{k_2 t - k_1 t}$$

그러므로 $1n\phi_2/\phi_1 = k_2 - k_1$

이 結果는 즉 粘液의 粘度低下에 대한 生物的 影響을 近似하게 表示하는 式이 될 수 있으며 여기에서 計算된 값을 粘度低下에 미치는 生物學的 要因을 어느程度 定量的으로 表示할 수 있다.

여기에 前報의 實驗用 粘液을 調製하기 위하여 使用한 黃蜀葵根 A, B, C, D, E, F, G. 등 가운데 本 實驗에서 實驗第1群에 해당하는 黃蜀葵根 A, 實驗第2群에 해당하는 黃蜀葵根 F 그리고 實驗第6群과 類似한 黃蜀葵根 G 등에서 얻은 粘液에 대하여 實驗한 結果를 拔萃하여 각각 實驗溫度에 따라 fluidity의 比 ϕ_2/ϕ_1 을 計算하여 表示하면 Table 1과 같다.

Table 1. The ratio of fluidity, ϕ_2/ϕ_1

Temp. °C	Mucilage of <i>Abelmoschus Manihot, Medic</i>		
	A	F	G
5	4.1(4.5)*	1.0	2.1
10	5.3(4.1)	1.0	3.0
20	5.7(5.6)	1.0	2.7
30	11.5(8.9)	1.0	8.2
40	3.3(3.3)	1.0	2.0
50	3.1(3.0)	1.0	2.1

ϕ_1 is fluidity of mucilage of *Abelmoschus Manihot, Medic F.*

* paranthesis indicate the Ratio of fluidity under the nitrogen gas.

Table 1에서 보는 바와 같이 風乾한 黃蜀葵根 A에서 얻은 粘液과 防腐劑로 處理한 黃蜀葵根에서 얻은 粘液의 값이 高壓加熱한 黃蜀葵根 F에서 얻은 粘液의 값보다 크며 G의 값은 A의 값보다는 작다. 또 窒素雰圍氣內에서의 값은 窒素中에서의 값보다 작고 모든 경우 30°C에서 가장 큰 값을 나타낸다.

따라서 이와 같은 값으로 미루어 防腐劑處理한 黃蜀葵根에서 얻은 粘液은 高壓加熱處理보다는 못하나 生物學的 要因에 의한 粘度低下現象이 작고 窒素雰圍氣內에서는 窒素中에서 보다 작다. 그리고 粘液의 粘度低下에 대하여 生物學的 影響이 가장 큰 溫度는 30°C라고 豫測할 수 있다.

4. 要 約

本 研究에서 얻은 結果를 要約하면 다음과 같다

1. 黃蜀葵根 粘液은 *Bacillus subtilis* ATCC 6633 *Escherichia coli* ML 1410等 細菌의 增殖培地로서 매우 適合하고, 30°C, 24時間에 細菌增殖極期에 이른다.

2. 相對粘度 $\eta_r=10$ 으로 調製된 黃蜀葵根 粘液의 粘度는 初期에 急激하게 低下되고 24時間이 經過된 다음에는 거의 一定하다.

抗生物質의 添加나 高壓加熱操作을 行하여 粘度低下의 傾向을 어느程度 작게 할 수는 있으나 低下를 完全히 抑制할 수는 없다.

3. 黃蜀葵根粘液內의 糖含量은 大體로 보아 細菌의 增殖에 따라 減少한다. 粘液內 細菌增殖에 따른 細菌數와 粘度의 低下는 서로 逆相關係가

이루어지나 糖含量과의 關係는 모든 경우 반드시 逆相關關係가 이루어지는 것은 아니다.

4. 黃蜀葵根 粘液內的 細菌增殖에 따른 水素이온 濃度는 初期에는 若干 低下하는 傾向을 보이나 12時間이 經過된 다음에는 細菌의 增殖에 適合한 液性を 나타낸다.

5. 黃蜀葵根 粘液의 生物學的 要因에 의한 粘度 低下를 粘液의 fluidity ϕ 와 粘液의 粘度低下速度 k 와 關聯시켜 動力學的으로 考察하여서 $l_n \phi_2 / \phi = k_2 - k_1$ 으로 나타낼 수 있는 近似한 關係式이 誘導되며 이 式으로 實驗의 結果가 잘 說明된다.

끝으로 本 研究를 遂行하여 이 論文이 完成되기 까지는 仁荷大學校 孫周煥教授의 助言이 컸고 또 本 研究는 1978年度에 支給된 財團法人 產學協同財團의 學術研究助成費에 의하여 이루어졌다. 여기에 深甚한 感謝의 뜻을 表한다.

參考文獻

1. 小澤：工化，**25**，389(1922)
2. 小票：高分子，**2**，24(1953)；化學の領域，**11**，431(1957)；篠原，化學と工業，**12**，426(1959) 綿織；表面，**5**，764(1967)；町田，化學の領域，**30**，646(1976)；化學，**32**，122(1977)
3. 溫，任，孫，本誌，**19**，41(1976)
4. 小票，苦米地：工化，**46**，146(1943)
5. P.A. Schaffer and M. Somogyi: *J. Biol. Chem.*, **100**，695(1933)；M. Somogyi, *J. Biol. Chem.*, **195**，19(1952)
6. R. Wolfenden: *Nature*, **223**，704(1969)
7. 鷲淵，大和田：農化，**28**，556(1954)
8. N, M, K, Ng Ming Kin and W. Yaphe *Carbohydrate Res.*, **25**，379(1972)
9. 溫，任，孫，本誌，投稿中