

澱粉의 製造와 加工利用에 關한 研究

第一報, 糖化酵素 生産菌株의 選定

Studies on the Preparation and Utilization of Starch

1. Selection of Two Different Strains with High Saccharifying Activity.

Ho Sik Kim, Su Rae Lee and Nam Soo Jhon

서울大學校 農科大學 農化學科

金浩植, 李瑞來, 田南秀

(1962年 8月 10日 受理)

SUMMARY

1) Among 8 strains of *Rhizopus* and 7 of *Aspergillus* species investigated for their producibility of saccharifying amylase, *Rhizopus delemar* ND 1 and *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* were selected as having high saccharifying activity.

2). Since *Rh. delemar* ND 1 shows high saccharifying activity and slight transglucosidase activity, it likely seems suitable for the production of starch-sugar by enzymic saccharification.

Asp. usamii mut. *shirousamii* exerts low saccharifying but moderate transglucosidase activity and is considered to be usable in producing sugar-syrup with particular flavor and taste.

3). Using the saccharogenic enzyme from *Rh. delemar* ND 1, a preliminary trial was done to obtain purified glucose powders.

I 緒 論

우리나라에서 生産되는 高구마는 食用, 酒精原料 및 澱粉製造에 消費되는 以外에 널리 사용되지 못하고 있는 形편이다. 그러나 이에서 녹말을 제조한 다음 酵素糖化에 의한 澱粉糖 生産의 利用面이 開拓된다면 高구마의 多量需要에 의한 農業增産의 뒷받침이 되는 同時에 輸入에 準혀 의존하고 있는 澱粉代用으로 使用하여 原糖의 輸入量을 大幅 減少시킬수 있을 것이다.

澱粉製造에 있어서 從來의 酸糖化法에서의 缺點

을 是正하기 위하여 酵素糖化法이 最近에 出現하였다. 이에 앞서 Langlois^{1,2)}는 酸과 酵素를 併用하는 糖化法을 연구하였으나 糖化의 中間段階에 酵素劑를 加하게 되면 生成된 寡糖類와 糖化酵素와의 親和力이 적어져 糖化率이 떨어졌다. 그런데 小卷等^{3,4)}이 細菌液化酵素를 使用하여 一旦 液化한 澱粉分子가 再配列하여 micell이 生成되지 않도록 하는 “恒高温連續液化法”을 發表함으로써 所謂 酵素液化와 酵素糖化에 依한 澱粉糖의 製造가 많은 注目を 끌게 되었다.

전분을 가수분해하여 葡萄糖을 직접 生成하는 곰팡 Amylase인 amyloglucosidase에 대하여는 Corman⁵⁾의 glucogenic amylase, 北原⁶⁾의 *Aspergillus awamori*에서의 r-amylase, Kerr⁷⁾의 *Aspergillus niger*에서의 amyloglucosidase, 岡崎⁸⁾의 *Asp. oryzae*에서의 Taka-amylase B, Philips⁹⁾의 *Rhizopus delemar*에서의 gluc amylase等 많은 研究가 있다. 그후 福本等¹⁰⁾은 *Rhizopus delemar*와 *Asp. niger*에서, 林田¹¹⁾은 *Asp. awamori*에서 각각 이酵素를 結晶狀으로 分離함에 이르러 澱粉의 酵素糖化에 의하여 葡萄糖을 얻는 可能性은 이미 認知된 事實이 되었다.

本報에서는 澱粉의 加工利用의 한方途인 酵素糖化에 關한 研究의 一端으로서 葡萄糖生成酵素의 生産力이 강한 菌株를 選擇하고 이菌株에서 얻은 糖化酵素劑의 特性에 關한 實驗의 結果를 報告하려고 한다.

本研究는 서울大學校 研究費의 補助를 받아 實施한 實驗의 一部이다.

II 實驗方法 및 結果

A. 使用菌株 및 酵素力價의 比較

本實驗에 供試한 菌株는 第1表와 같은 것으로 分離하였거나 各研究所에서 收集한 것이다. 各菌株의 酵素生産能力을 比較하기 爲하여 다음과 같은 方法으로 麩麴培養, 抽出한 다음 糖化力과 糊精化力을 測定하였다.

125ml 삼각후라스크에 밀기울 5g, 水道水 3.5 ml를 가하고 2시간후 加壓殺菌하여 *Aspergillus*屬은 斜面培養에서 一白金耳씩 接種하고 *Rhizopus*屬은 일정 양씩 接種하기 위하여 一日間 馬鈴薯 固體

培養한것을 移植하여 30°C에서 4日間 培養한것을 10倍量의 0.2% 食鹽水溶液을 가하여 Waring blender로 磨碎하여 室溫에서 一液 放置, 抽出, 濾過한것을 酵素溶液으로 하였다. 糖化力은 常法¹²⁾에 依하여 測定하였는데 2% 전분용액 20ml, PH 4.8, 30°C에서 30분간에 증가하는 환원당을 Somogyi¹³⁾ 變法으로 定量하여 全糖분에 대한 百分率로 表示하였다. 아울러 糊精化力¹⁴⁾도 比較하였다. 그結果는 第1表와 같다.

또한 糖化力은 各菌株의 培養日數에 따라 變化가 있을것으로 생각되므로 위와 같은 方法으로 培養日數를 달리하여 測定한 結果는 第2表와 같다.

第1表 供試菌株 및 酵素力價의 比較

| 菌株記號 | 菌 名 | 糖化力(%) | 糊精化力 (SKB單位/ml) |
|-------|--|--------|-----------------|
| 40-1 | <i>Aspergillus awamori</i> var. <i>fuscus</i> | 11.0 | 30.4 |
| 40-2 | " <i>awamori</i> var. <i>fumeus</i> | 18.8 | 79.0 |
| 40-3 | " <i>awamori</i> Nakazawa var. <i>fumeus</i> Nakazawa, Simo, et Watanabe | 21.0 | 93.5 |
| 40-4 | " <i>usamii</i> | 18.4 | 55.5 |
| 40-5 | " <i>usamii</i> mut. <i>shirousamii</i> | 25.6 | 64.0 |
| 40-6 | " <i>niger</i> NRRL 330 | 16.6 | 44.0 |
| 40-7 | " <i>niger</i> NRRL 337 | 10.2 | 84.0 |
| 403-1 | <i>Rhizopus delemar</i> ND 1 | 33.1 | 129.0 |
| 403-2 | " <i>japonicus</i> | 21.4 | 142.0 |
| 403-3 | " <i>javanicus</i> var. <i>Kawasakiensis</i> | 22.7 | 64.0 |
| 403-4 | " <i>javanicus</i> Takeda var. <i>Kawasakiensis</i> Takeda et Takematsu | 21.6 | 100.0 |
| 403-5 | " sp. NRRL 2710 | 7.0 | 25.6 |
| 403-6 | " <i>delemar</i> NRRL 1705 | 1.8 | — |
| 403-7 | " <i>delemar</i> PH 1 | 22.5 | 49.3 |
| 403-8 | " <i>delemar</i> Nip. | 25.8 | 75.0 |

第2表 供試菌株의 培養日數에 따른 糖化力의 變化

| 菌株記號 | 糖 化 力(%) | | |
|-------|----------|------|------|
| | 3 日 | 4 日 | 5 日 |
| 40-1 | 11.1 | 11.0 | 13.2 |
| 40-2 | 25.3 | 18.8 | 17.2 |
| 40-3 | 15.3 | 21.0 | 28.4 |
| 40-4 | 18.9 | 18.4 | 19.2 |
| 40-5 | 21.6 | 25.6 | 29.0 |
| 40-6 | 16.7 | 16.6 | 16.3 |
| 40-7 | 11.7 | 10.2 | 11.5 |
| 403-1 | 30.9 | 33.1 | 19.4 |
| 403-2 | 22.1 | 21.4 | 5.5 |

| | | | |
|-------|------|------|------|
| 403-3 | 18.8 | 22.7 | 10.1 |
| 403-4 | 25.0 | 22.6 | 14.0 |
| 403-5 | — | 7.0 | — |
| 403-6 | — | 1.8 | — |
| 403-7 | 22.4 | 22.5 | 14.9 |
| 403-8 | 21.9 | 25.8 | 14.1 |

以上の 결과로 보아 *Aspergillus*屬에서는 40-5의 *Asp. usamii* mut. *shirousamii*가, *Rhizopus*屬에서는 403-1인 *Rhizopus delemar* ND 1이 糖化酵素의 生産能力이 가장 좋았고 따라서 이들 두가지의 菌이 生産하는 糖化酵素의 性質을 더 試驗하였다.

B. 糖化酵素力價의 測定法^{15,16)}

糖化酵素의 여러基質에 대한 性質을 比較하기 위하여는 다른 研究者들이 사용하는 單位에 準할 필요가 있으므로 以後로는 A.U.라는 酵素單位를 사용하였다.

1) A.U.(Amyolytic Unit): -1% 澱粉溶液에서 pH 4.5, 40°C 1分間에 100 μ g의 glucose에 相當하는 還元力을 生成하는 活性을 1A.U.라함.

2) 基質의 調製: -可溶性澱粉 無水物로서 1.2g를 解液하고 2M Acetate buffer(pH 4.5) 5ml를 넣어 100ml로 만든다.

3) 操作: -1.2% 澱粉溶液 25ml을 후라스크에 取하고 45°C 恒溫水槽中에서 적당히 희석한 酵素液 5ml를 가하여 잘 혼합후 곧 sampling하고 20분후 다시 取하여 Somogyi變法으로 還元糖을 精량, glucose로 환산하였다.

本法에 의한 A.U.의 측정은 酵素의 濃도에 따라 차이가 생기는데 이를 알았으므로 硫酸으로 鹽析한 酵素劑를 여러가지 濃도로 희석하여 측정한바 그림1과 같은 結果를 얻었으므로 희석도에 비례하는 3~12 A.U./ml 酵素液의 力價를 나타내도록 酵素溶液을 희석, 측정하였다.

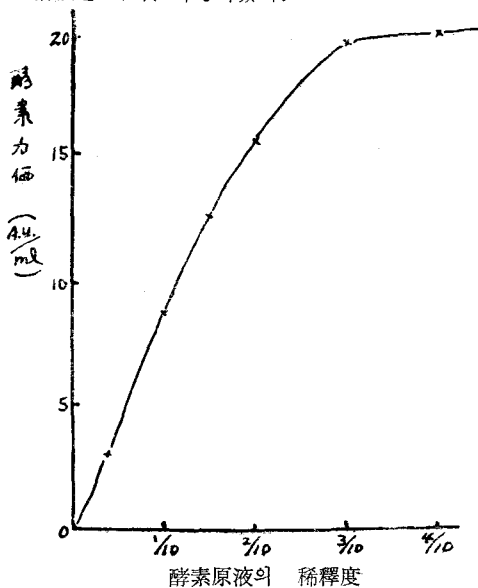


그림1, 糖化酵素의 濃도와 力價와의 關係

C. 價良菌株의 糖化酵素의 特性比較

II, A에서 選定한 *Rhizopus delemar* ND 1과 *Asp. usamii mut. shirousamii*의 두菌株가 生産하는 糖化酵素의 作用을 比較하기 위하여 麩麩培養한 다음 抽出한 酵素液을 麥芽糖과 澱粉의 다른濃도에서 作用시킬 때의 加水分解程度를 아는 同時에

分解生成物을 알기위하여 paper chromatography를 實施한바 이들 두가지 菌株에서 生成되는 酵素의 特性이 若干 다른것을 알수 있었다. 여기서 加水分解率 D/T는 $\frac{\text{直接還元力}}{\text{全糖分}} \times 100(\%)$ 에 의하여 계산한 것이다.

加水分解液의 paper chromatography는 다음과 같이 行하였다. ¹⁷⁾

Paper: : Whatman No.1 filter paper

展開: 下降法, 三回反覆

展開劑: n-Propanol: : Ethyl acetate: : H₂O=6:1:3(vol.)

發色: 展開後 風乾한 濾紙를 硝酸銀飽和 아세톤에 침적한 다음 風乾하여 2 N-NaOH:Ethanol混合液 (1:3)을 spray하면 곧 갈색의 spot가 發現, 1.35% acetic acid를 함유한 24% Na₂S₂O₃ 용액에 담그어 空白部의 銀鹽을 除去, 30-60分間 流水中에서 過剩의 Na₂S₂O₃를 除去하였다.

1) 1% 麥芽糖의 加水分解 反應液의 組成

5 ml 6% 麥芽糖 溶液

5 ml M/2 Acetate buffer(pH 4.5)

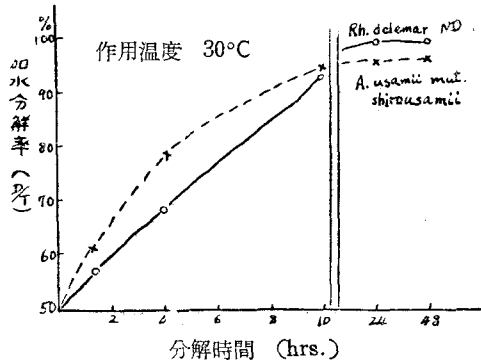


그림2, 1% 麥芽糖溶液의 加水分解

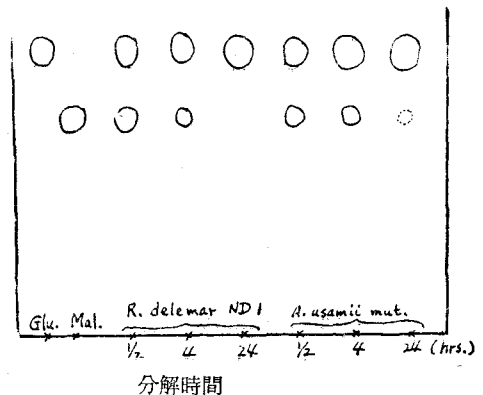


그림3, 1% 麥芽糖 加水分解液의 paper chromatogram

15 ml 酵素液(1A.U./ml), (60A.U./g. 麥芽糖)
0.5 ml Toluene

그림 2, 3에서 보는 바와 같이 1% 麥芽糖溶液에 있어서 *Rhizopus delemar* ND I은 初期反應速度는 느리나 24시간만에 거의 100% 가까이 분해하는 동시에 paper chromatogram에서도 맥아당은 거의 없애지고 포도당만을 생성하는 것을 알수 있다. 그러나 *Asp. usamii mut.*, *shirousamii*는 初期에 급속히 반응하지만 90% 정도에서 중단되며 24시간 반응에서도 맥아당이 잔존하는 것을 알수 있다. 그러나 糖轉移酵素(transglucosidase)에 의한 酵素轉移糖의 spot의 發見은 곤란하였다.

2) 10% 麥芽糖의 加水分解

反應液의 組成

20 ml 20% 麥芽糖溶液(M/5 acetate buffer, pH 4.5)

20 ml 酵素液(2A.U./ml)

作用溫度 55°C

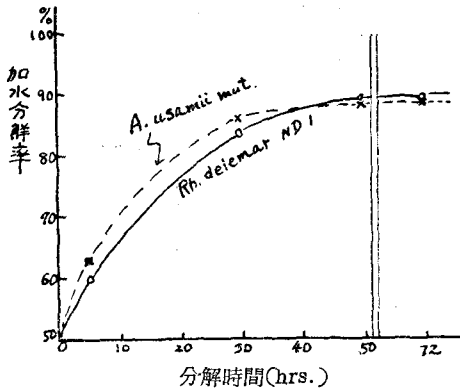


그림 4. 10% 麥芽糖溶液의 加水分解

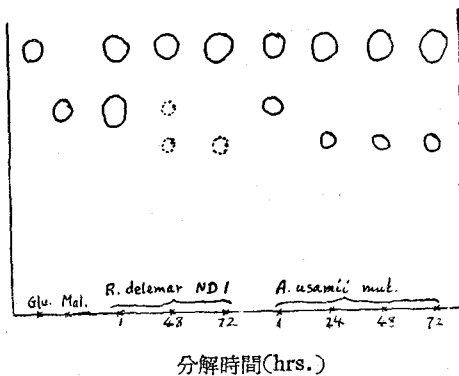


그림 5. 10% 麥芽糖 加水分解液의 paper chromatogram

糖轉移酵素의 存在를 確認하기 위하여 10% 麥芽糖의 加水分解를 보면 1% 농도에서와 같이 *Rhizo-*

pus delemar ND I은 *Aspergillus* 屬보다 分解率이 완전하였으며 맥아당도 거의 殘留하지 않았으나 Rg值(포도당의 이동거리를 기준으로 한 이동거리) 0.63%으로 보아 isomaltose로 豫想되는 소위 酵素轉移糖의 生成이 발견되므로 두菌이 모두 糖轉移酵素가 있는것이고 특히 *Asp.* 屬菌에서 현저한 것을 알수 있었다.

3) 1% 澱粉의 加水分解

反應液의 組成

50 ml 1.2% 馬鈴薯澱粉溶液(M/10 acetate buffer, pH 4.5)

10 ml 酵素液(3A.U./ml), (50A.U./g. 澱粉)

0.5 ml Toluene

作用溫度 30°C

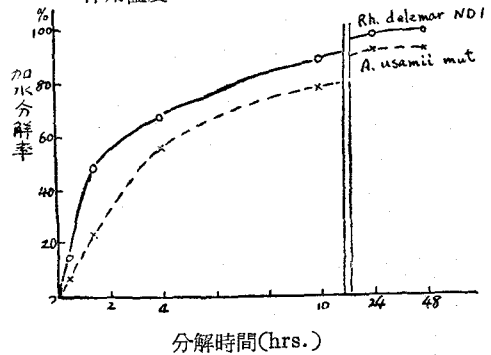


그림 6. 1% 澱粉溶液의 加水分解

그림 6. 에서 보는 바와 같이 *Rhizopus* 屬菌은 *Asp.* 屬菌보다 分解速度가 빠른 同時에 100% 가까이 분해하나 후자는 95% 정도까지만 분해하는 것을 알수 있다.

4) 35% 液化澱粉의 加水分解

反應液의 組成

120 ml 40% 甘藷澱粉液化液(加水分解率 5-15%)

作用溫度 55°C

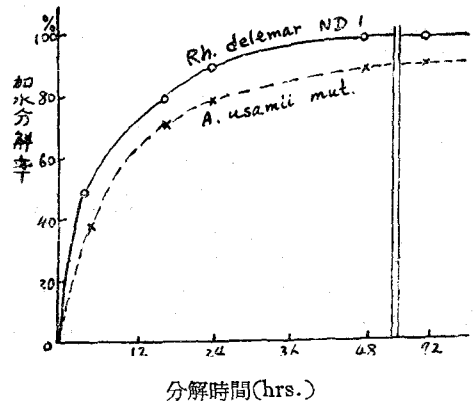


그림 7. 35% 酵素液化 澱粉液의 加水分解

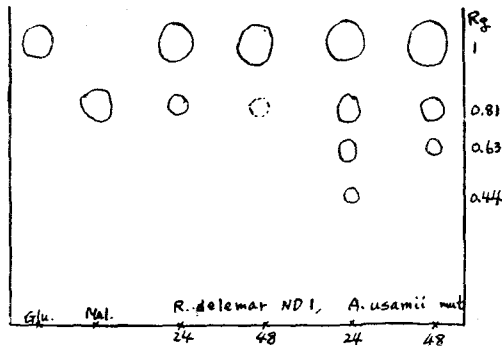


그림8. 35%液化澱粉 加水分解의 paper chromatogram

10 ml 1M Acetate buffer, pH 4.5

20 ml 酵素液(15 A.U./g, 전분)

그림7, 8에서 보는 바와 같이 實用段階인 전분의 농도와 작용온도하에서 *Rhizopus delemar* ND I은 98%까지 분해하는 동시에 분해액중에는 목적의 물질인 포도당이 주이고 맥아당이 微量 있을뿐 酵素轉移糖의 生成은 本實驗의 결과 전연 認知할수 없었다.

다른 한편 *Asp. usamii mut shirousamii*에서는 72시간 작용하여도 分解率은 90%정도에 이르고 분해액의 組成은 포도당이 대부분이지만 또한 상당량의 맥아당 및 0.63, 0.44의 Rg值를 가지는 未知의 두 物質을 볼수 있었다. 이中 前者는 Rg值로 보아 isomaltose로 豫想되며 糖化酵素劑로 作用시킨 然後에야 生成되므로 糖轉移酵素의 結果 生成되는 寡糖類로 推定되는 것이다.

以上の 結果로 보아 *Rhizopus delemar* ND I은 전분의 加水分解가 거의 완전한 동시에 糖轉移酵素가 거의 없는 酵素를 生成하므로 전분에서 포도당만의 生成을 目的으로 하는 澱粉糖 製造에 適合한 菌이고 *Asp. usamii mut shirousamii*는 분해는 불완전하지만 酵素轉移糖의 生成으로 特殊한 風味를 주는 糖轉移酵素를 가지고 있으므로 特殊한 甘味料 製造에 適合한 糖化酵素 生産菌이라 할수 있다.

D. *Rhizopus delemar*의 糖化酵素에 의한 葡萄糖 製造試驗¹⁸⁾

1) 液 化

1kg의 市販 甘藷澱粉과 1.5g의 液化酵素(日本 Nagase製品 Spitate AL로서 7,500 D.U.N./g)를 60°C前後의 물 1l에 넣어 잘 攪拌하여 澱粉液을 만들고 90~95°C의 물 500ml에 徐徐히 가하여 83~

88°C의 온도를 유지시키면서 沃度反應이 微赤色이 될때 까지 液化和 동시에 糊化시킨다음 끓인다.

2) 糖 化

液化液의 D.E.(Dextrose equivalent : 加水分解率)를 測定하고 acetate buffer로 pH 4.5로 조절, 55°C까지 냉각시킨 다음 糖化酵素液(15 A.U./g전분)을 넣어 55°C를 유지하면서 48시간 糖化시켰다 糖化가 끝난 다음 한번 끓여 糖化酵素를 파괴시키고 원심분리하여 糖化液을 回收하고 남은 殘渣는 3~4회 더운 물로 洗滌, 100~105°C에서 건조시켜 당화잔사로 하였다.

3) 脫色 및 除鹽

糖液은 pH 5.2~5.4로 조절, 3~5%의 活性炭素를 가하여 70~80°C에서 60분간 接觸, 濾過 除去하였다. 다음 糖液을 全糖濃도가 25~35%되게 40~50°C에서 減壓濃縮시킨것을 30~40°C로 하여 다음과 같은 이온교환수지가 든 네개의 column(직경 3.2cm, 길이 25cm)을 통과시켜 除鹽하였다.

No.1 陽이온交換樹脂(Amberlite IR-120)

No.2 陰이온 " (" IRA-45)

No.3 陽이온 " (" IR-120)

No.4 陰이온 " (" IRA-400)

4) 結晶化 및 粉末化

除鹽된 糖液을 減壓下, 40~50°C에서 水分 15~20%정도로 농축시키고 증발접시에 옮겨 減壓乾燥器에서 다시 濃縮, 40°C로 오래 조절하여 두면 포도당이 析出되기 시작하므로 12시간 放置, 다시 건조시켜 全體가 粉末狀態로 된 것을 60°C以下에서 充分히 건조시켰다.

이들 과정에서 收率을 알아보기 위하여 直糖 및 全糖을 定量한 結果는 第3表와 같다. (收率은 糖化液의 全糖을 基準으로 함)

第3表. *Rhizopus delemar* ND I의 糖化酵素에 의한 糖化液의 精製過程中的 收率

| 精製過程 | 直 糖 | | 全 糖 | | 殘渣 |
|------|--------|------|--------|------|-----|
| | g | % | g | % | |
| 糖 化 | 407.84 | 98.0 | 415.84 | 100 | — |
| 殘渣分離 | 383.69 | 92.0 | 390.69 | 94.0 | 9.5 |
| 脫 色 | 380.04 | 91.3 | 386.04 | 93.0 | — |
| 除 鹽 | 326.27 | 87.2 | 368.97 | 88.5 | — |
| 製 品 | 348.58 | 83.8 | 353.98 | 85.0 | — |

Ⅲ 考 察

澱粉의 酵素糖化에 필요한 한가지 要件은 포도당 生成 amylase인 amloglucosidase의 生産能力이

높은 菌株의 選擇이라 할수있다. Amyloglucosidase의 生成能이 높은 菌株를 선택하는때는 물론 이 酵素의 活性度 測定法으로 전분에서 포도당 生成率을 보아야 할 것이나 不幸히도 이 定量에 必要한 glucose oxidase를 入手하지 못하여 다만 전분에서 還元당 生成량을 측정한것은 유감이다. 그러나 佐藤¹⁹⁾의 연구에서 澱粉加水分解率이 높은 菌株는 例外없이 포도당 生成率 및 全糖分에 대한 포도당 生成比率이 높다는 報告를 考慮하면 本實驗에서 澱粉의 加水分解率에만 依한 菌株의 選擇에는 實用的으로 볼때 큰 矛盾은 없다고 생각된다. 여기에서 선택한 두 菌株의 糖化酵素가 전분에 대하여 각각 다른 分解率을 나타내는데 대해서는 다음과 같은 많은 연구에 비추어 首肯할수 있다.

澱粉에 작용하여 非還元性 末端에서 직접 포도당을 生成하는 곰팡이의 糖化型 amylase(amyloglucosidase)에 대하여 福本^{20,21)}는 전분에 대한 分解限度에 있어서 *Rhizopus delemar*는 100% 가까이, *Asp. niger*는 80%라고 하였다. 이들 異種間에 α -1,6-glucosidic linkage를 하는 것인지 또는 bypass하는 것인지 또는 debranching하는 것인지 한동인의 문이었으나 上田²²⁾는 debranching activity가 강한것과 전혀 없는것의 2型이 있다고 하였으며 福本^{20,21)}는 *Rhizopus delemar*와 *Asp. niger*의 結晶糖化酵素를 比較하여 兩者가 모두 panose, (α -D-glucosyl-1,6-D-glucosyl-1,4-D-glucose), 을 dextrin 完全히 분해하고 amylopectin 및 β -limit dextrin에 대하여 *Rhizopus delemar*는 完全히 분해하나 *Asp. niger*型은 amylopectin을 25%, β -limit dextrin을 約40% 분해할수 있으나 isomaltose의 α -1,6-結合만은 분해할수 없다고 하였다. 小卷¹⁷⁾는 澱粉을 完全히 분해하는 完全型(*Rhizopus delemar*型)과 不完全하게 분해하는 限界型(*Asp. niger*型)으로 區別하였다.

그러나 最近 Pazur²³⁾는 *Asp. niger*의 amyloglucosidase도 panose와 isomaltose의 α -1,6-結合을 분해하므로 이들이 amylopectin이나 β -limit dextrin을 完全히 분해하지 못하는 것은 다른 理由가 있을 것이라고 하였다. 이에 대하여 中村¹⁸⁾, 福本等²⁴⁾은 전분의 異常結合인 α -1,3- 또는 α -1,2-結合이나 전분에 ester상태로 結合되어있는 인산의 存在인지도 모른다고 하였다.

다른 한편 곰팡이에서는 맥아당에 작용하여 非醱酵性인 과당류를 生成하는 糖轉移酵素(transglu-

ucosidase)의 生成이 알려지고 있는데²⁵⁻²⁸⁾ 이 酵素의 作用은 맥아당의 농도가 희박할때는 거의 없고 진한 용액에서 강해지는 것이라고 한다. Pazur²³⁾는 이 酵素의 作用은 맥아당에서 뿐만 아니라 전분의 非還元性末端의 포도당單位를 분리하여 이것을 다른 포도당 分子에 結合시켜 isomaltose를 生成한다고 하였다.

本實驗에서 選定한 두 菌株中에서 *Rhizopus delemar* ND I은 澱粉分解가 거의 完全한 同時에 酵素轉移糖의 生成이 僅少하므로 포도당만을 目的으로 하는 酵素糖化에 依한 포도당製造에 必要한 糖化酵素 生産菌이며 *Asp. usamii mut. shirousamii*는 糖化는 完全하지 못하나 糖轉移酵素의 作用으로 isomaltose, dextrantriose, nigerose等 酵素轉移糖의 生成이 豫想되므로 特殊한 風味가 必要한 澱粉飴 등의 製造에 適合한 糖化酵素 生産菌株로 認定된다.

Rhizopus delemar ND I의 酵素抽出液을 使用한 포도당製造 豫備實驗에서 98.5%의 純度를 가지는 製品을 얻을수 있었고 그의 收率도 85%인 것으로 보아 本酵素製品이 전분에서의 포도당製造에 적합함을 알수 있으나, 市販甘藷澱粉을 그대로 사용하였기때문에 不純物 特히 蛋白質이 상당량 함유되어있을 것이고 乾燥途中의 變化와 동시에 小規模의 실험이었으므로 液化가 不良하여 收率에 미친 영향은 컸을 것으로 考慮된다.

IV 要 約

1) *Rhizopus* 菌 8株와 *Aspergillus*屬菌 7株의 糖化酵素生産力(澱粉加水粉解率)을 比較한 結果 *Rhizopus delemar* ND I과 *Aspergillus usamii mut. shirousamii*의 두 菌株를 각각 選定하였다.

2) *Rhizopus delemar* ND I은 澱粉糖化率이 높고 酵素轉移糖의 生成이 적으므로 酵素糖化 葡萄糖의 製造에 適合하고 *Asp. usamii mut. shirousamii*는 糖化率이 若干 떨어지나 酵素轉移糖의 生成이 認定되므로 特殊한 風味를 必要로 하는 澱粉飴 製造에 適合함을 알았다.

3) *Rhizopus delemar* ND I의 糖化酵素를 使用한 豫備試驗에서 精製粉末 葡萄糖을 얻을수 있었다.

引 用 文 献

1. Dale, J.K. & Langlois, D. P.: U.S. Patent,

- 2, 201, 609(1940).
2. Langlois, D.P.: Food Technol., 7, 303(1953)
3. 小卷.: 澱工誌 4, 9(1956)
4. 小卷等: 6, 91(1959)
5. Corman, H. J. & Langlykke, A.F.: Cereal Chem., 25, 191 (1948)
- 6 北原, 久留: 澱工 27, 213, 254(1949), 28, 422 (1950), 30, 72(1952)
7. Keer, R.W., Cleveland, F.C., & Katzkeck, W.J: J. Am. Chem. Soc., 73, 3916(1951)
8. 岡崎: 日農化 24, 88(1950)
9. Philips, L.L. & Caldwell, M. L.: J. Am. Chem. Soc., 73, 3559(1951)
10. 福本, 山本: Nature, 181, 770(1958).
11. 林田: Bull. Agr. Chem. Soc. Japan, 21, 3 86(1957)
12. 東京大: 實驗農藝化學 上 p 278, (1960) 東京朝倉書店
13. Somogyi, M.: J. Biol. Chem., 160, 61(1945)
14. 金浩植: 서울大論文集(自然科學) 4, 37(1956)
15. 小卷等: 澱工誌 7, 3(1959).
16. Hattori, Y. & Takeuchi, I.: Agr. Biol. Chem., 25, 895(1961).
17. 小卷: 澱粉糖技研報 21, 9(1960).
18. 二國論: 澱粉원드북 p548, 551, 584(1961), 東京朝倉書店
19. 佐藤: 澱粉糖技研報 23, 24(1961)
20. 福本: 蛋白質 核酸, 酵素 4, 3(1959)
21. 福本等: 科學及工業 30, 398(1956)
22. 上田: Bull. Agr. Chem. Soc. Japan, 20, 148 (1956)
23. Pazur, J. H. et al.: J. Biol. Chem., 235, 297(1960)
24. 福本等: 酵化 Symposium, 15, 1(1961)
25. Pan, S.C. et al.: Arch. Biochem. Biophys., 42, 406(1953)
26. Pazur, J. H. et al.: J. Biol. Chem., 196, 265(1952)
27. 紫崎等: 澱工 31, 311(1953)
28. 辻返, 福本: 酵化 Symposium, 13, 84(1958),