

(260)

(大谷, 高橋) 酒精醪の改良に関する研究 (第11報)

## 酒精醪の改良に関する研究 (第11報)

細菌アミラーゼ及び糸状菌アミラーゼの単独又は混合  
による澱粉糖化について (其の3)

大谷 義夫・高橋 慧 (鳥取大学農学部農芸化学教室)

## 緒 言

本報告は前報告に<sup>1) 2)</sup> 引続き, 細菌アミラーゼ及び糸状菌アミラーゼの混合酵素による澱粉糖化について研究したもので, 主として糸状菌アミラーゼを先に作用させ, 細菌アミラーゼを後に添加した場合について取扱った。猶本実験に用いた酵素の調製は前記報告の通りである。

## 実 験 の 部

1. 糸状菌 $\beta$ -アミラーゼの作用中細菌 $\alpha$ -アミラーゼの添加時と糖化作用との関係

澱粉液に糸状菌 (*Asp. usarii*)  $\beta$ -amylase を作用させて, その後から細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase を添加する場合, 時間をかえて糖化作用との関係を試験した (第1表)。猶本実験に用いた細菌  $\alpha$ -amylase は6.67の液化価を有す。

Table 1. The relation between saccharification and time of the addition of bacterial  $\alpha$ -amylase.

a) At pH6.2 and 62°C.

| <i>Asp. usarii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH6.2<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | Time to the<br>addition of<br>$\alpha$ -amylase<br>(t) | <i>Bac. mesentericus</i><br>$\alpha$ -amylase<br>(cc) | Saccharification rate<br>(%) |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                                                        |                                                       | 1 hr                         | 3 hr  | 20 hr |
| 2                                              | 10                                  | 20                                   | 2                      | —                                                      | 0                                                     | 18.97                        | 36.45 | 55.27 |
| 1                                              | "                                   | "                                    | "                      | 0                                                      | 1                                                     | 11.77                        | 37.08 | 57.64 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 1                                                      | "                                                     | 10.17                        | 34.74 | 58.76 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 2                                                      | "                                                     | 9.19                         | 32.39 | 59.75 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 3                                                      | "                                                     | 9.01                         | 32.21 | 60.42 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 4                                                      | "                                                     | —                            | 32.18 | 58.75 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 5                                                      | "                                                     | —                            | 31.41 | 57.88 |

b) At pH5.4 and 50°C.

| <i>Asp. usarii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH6.2<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | Time to the<br>addition of<br>$\alpha$ -amylase<br>(t) | <i>Bac. mesentericus</i><br>$\alpha$ -amylase<br>(cc) | Saccharification rate<br>(%) |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                                                        |                                                       | 1 hr                         | 3 hr  | 20 hr |
| 2                                              | 10                                  | 20                                   | 2                      | —                                                      | 0                                                     | 30.42                        | 41.03 | 50.52 |
| 1                                              | "                                   | "                                    | "                      | 0                                                      | 1                                                     | 31.07                        | 41.19 | 51.32 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 1                                                      | "                                                     | 30.98                        | 42.09 | 51.58 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 2                                                      | "                                                     | 30.44                        | 45.47 | 51.89 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 3                                                      | "                                                     | 28.97                        | 45.94 | 52.68 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 4                                                      | "                                                     | 25.31                        | 44.66 | 49.26 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 5                                                      | "                                                     | 23.45                        | 43.66 | 45.13 |

即ち本実験の示す如く糸状菌  $\beta$ -amylase を先に作用させ, 後から細菌  $\alpha$ -amylase を添加する時間は2~3時間後が最良であつた。

2. 糸状菌 $\beta$ -アミラーゼの作用中へ添加する細菌 $\alpha$ -アミラーゼの混合割合と糖化作用との関係

澱粉液に糸状菌 (*Asp. usarii*)  $\beta$ -amylase を一定量加へて作用させ, 2時間後に細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase を混合割合をかえて添加し, 糖化率を測定した (第2表)。本実験に用いた細菌  $\alpha$ -amylase の液化価は

4.5である。

Table 2. The relation between saccharification and proportion of bacterial  $\alpha$ -amylase added to fungous  $\beta$ -amylase.

| <i>Asp. usarii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH6.2<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | After 2 hours <i>Bac. mesen-</i><br><i>tericus</i> $\alpha$ -amylase added |      | Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        | (conc.)                                                                    | (cc) | 1 hr                      | 3 hr  | 5 hr  | 20 hr |
| 1                                              | 10                                  | 20                                   | 2                      | 0/10                                                                       | 1    | 31.65                     | 38.89 | 42.06 | 56.64 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 2/10                                                                       | "    | 31.39                     | 41.19 | 43.34 | 57.39 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 4/10                                                                       | "    | 27.65                     | 41.19 | 43.63 | 57.64 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 6/10                                                                       | "    | 27.65                     | 42.26 | 45.31 | 58.74 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 8/10                                                                       | "    | 28.01                     | 42.24 | 45.42 | 58.45 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 10/10                                                                      | "    | 28.45                     | 42.34 | 45.61 | 58.44 |

本実験結果から糸状菌  $\beta$ -amylase の作用中に添加する細菌  $\alpha$ -amylase の濃度は10%が最も糖化率が高い。尚此の  $\alpha$ -amylase の液化価は4.0に相当する。

### 3. 糸状菌 $\beta$ -アミラーゼの作用中添加する細菌 $\alpha$ -アミラーゼと糸状菌 $\alpha$ -アミラーゼとの糖化率比較

糸状菌 (*Asp. usarii*)  $\beta$ -amylase を澱粉液に加えて作用させ、その進行中に添加する  $\alpha$ -amylase を細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase と糸状菌 (*Asp. oryzae*)  $\alpha$ -amylase とを調製して別々に加え、糖化率を測定して比較してみると次の如くなつた (第3表)。

Table 3. Saccharification by the bacterial  $\alpha$ -amylase and fungous  $\alpha$ -amylase respectively added to fungous  $\beta$ -amylase.

#### a) At pH6.2 and 60°C.

| <i>Asp. usarii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH6.2<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>patato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | Time to the<br>addition of<br>$\alpha$ -amylase |      | * Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|------|-----------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                                                 |      | 1 hr                        |       | 3 hr  |       |
|                                                |                                     |                                      |                        | (t)                                             | (cc) | B                           | F     | B     | F     |
| 1                                              | 10                                  | 20                                   | 2                      | 1                                               | 1    | 40.25                       | 40.41 | 48.02 | 46.66 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 2                                               | "    | 36.94                       | 36.78 | 48.73 | 47.90 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 3                                               | "    | 34.45                       | 33.99 | 48.92 | 47.94 |

\* Remarks : B=Bacterium, F=Fungus

#### b) At pH5.4 and 50°C.

| <i>Asp. usarii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH6.2<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | Time to the<br>addition of<br>$\alpha$ -amylase |      | Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                                                 |      | 1 hr                      |       | 3 hr  |       |
|                                                |                                     |                                      |                        | (t)                                             | (cc) | B                         | F     | B     | F     |
| 1                                              | 10                                  | 20                                   | 2                      | 1                                               | 1    | 36.43                     | 37.52 | 49.96 | 50.03 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 2                                               | "    | 36.26                     | 37.13 | 50.12 | 51.16 |
| "                                              | "                                   | "                                    | "                      | 3                                               | "    | 34.91                     | 34.12 | 51.26 | 51.86 |

即ち第3表 a, bに示す如く澱粉溶液に糸状菌  $\beta$ -amylase を作用させて、次に加える  $\alpha$ -amylase を細菌から得たものと糸状菌から得たものとを別々に添加して糖化率を比較してみると作用温度と pH によつて異り、作用温度が60°CでpH 6.2の下では細菌  $\alpha$ -amylase を加えたものが糖化率がよく、50°CでpH 5.4では糸状菌  $\alpha$ -amylase を加えた方が糖化率が高かつた。

### 4. 糖化作用に及ぼす糸状菌 $\beta$ -アミラーゼ添加量と細菌 $\alpha$ -アミラーゼ添加量との比較

本実験は澱粉の糖化について先づ糸状菌 (*Asp. usarii*)  $\beta$ -amylase を作用させて30分後細菌 (*Bac. mesentericus*)

(262)

(大谷, 高橋) 酒精醗の改良に関する研究 (第11報)

$\alpha$ -amylase を添加する場合, 両アミラーゼの添加量との関係を検討した. 之に使用した細菌アミラーゼの澱粉液化価は6.67である.

(1) 先づ糸状菌  $\beta$ -amylase の添加量をかえて澱粉糖化作用を行い30分後に定量の細菌  $\alpha$ -amylase を作用させた (第4表 a, b, c.).

Table 4. Saccharification of sweet potato starch by various amounts of *Asp. usarii*  $\beta$ -amylase added to a constant amount of *Bac. mesentericus*  $\alpha$ -amylase.

a) At pH6.2 and 62°C.

| <i>Asp. usarii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH6.2<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | After 30 min.<br><i>Bac. mesentericus</i><br>$\alpha$ -amylase added<br>(cc) | Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                                                                              | 1 hr                      | 3 hr  | 5 hr  | 20 hr |
| 0                                              | 10                                  | 20                                   | 7.0                    | 2                                                                            | 6.61                      | 23.49 | 25.32 | 27.52 |
| 0.5                                            | "                                   | "                                    | 6.5                    | "                                                                            | 13.21                     | 29.89 | 32.66 | 49.18 |
| 1.0                                            | "                                   | "                                    | 6.0                    | "                                                                            | 15.78                     | 37.27 | 43.13 | 60.61 |
| 2.0                                            | "                                   | "                                    | 5.0                    | "                                                                            | 22.38                     | 46.61 | 48.81 | 64.96 |
| 3.0                                            | "                                   | "                                    | 4.0                    | "                                                                            | 34.56                     | 48.08 | 52.96 | 68.85 |
| 5.0                                            | "                                   | "                                    | 2.0                    | "                                                                            | 38.19                     | 49.72 | 59.82 | 72.02 |

b) At pH5.4 and 50°C.

| <i>Asp. usarii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH5.4<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | After 30 min.<br><i>Bac. mesentericus</i><br>$\alpha$ -amylase added<br>(cc) | Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                                                                              | 1 hr                      | 3 hr  | 5 hr  | 20 hr |
| 0                                              | 10                                  | 20                                   | 7.0                    | 2                                                                            | 14.93                     | 24.17 | 25.75 | 38.39 |
| 0.5                                            | "                                   | "                                    | 6.5                    | "                                                                            | 21.33                     | 35.70 | 39.81 | 55.26 |
| 1.0                                            | "                                   | "                                    | 6.0                    | "                                                                            | 29.15                     | 41.23 | 46.92 | 66.11 |
| 2.0                                            | "                                   | "                                    | 5.0                    | "                                                                            | 43.36                     | 51.89 | 61.27 | 79.62 |
| 3.0                                            | "                                   | "                                    | 4.0                    | "                                                                            | 45.49                     | 58.29 | 68.95 | 89.41 |
| 5.0                                            | "                                   | "                                    | 2.0                    | "                                                                            | 48.34                     | 65.40 | 70.37 | 93.83 |

c) At pH5.4 and 30°C.

| <i>Asp. usarii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH5.4<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | After 30 min.<br><i>Bac. mesentericus</i><br>$\alpha$ -amylase added<br>(cc) | Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                                                                              | 1 hr                      | 3 hr  | 5 hr  | 20 hr |
| 0                                              | 10                                  | 20                                   | 7.0                    | 2                                                                            | 7.71                      | 13.59 | 13.94 | 26.79 |
| 0.5                                            | "                                   | "                                    | 6.5                    | "                                                                            | 12.11                     | 16.51 | 16.95 | 26.97 |
| 1.0                                            | "                                   | "                                    | 6.0                    | "                                                                            | 13.58                     | 17.25 | 17.89 | 27.52 |
| 2.0                                            | "                                   | "                                    | 5.0                    | "                                                                            | 15.78                     | 17.45 | 17.98 | 29.18 |
| 3.0                                            | "                                   | "                                    | 4.0                    | "                                                                            | 16.28                     | 17.98 | 18.35 | 30.18 |
| 5.0                                            | "                                   | "                                    | 2.0                    | "                                                                            | 17.61                     | 18.35 | 18.71 | 31.82 |

(2) 糸状菌  $\beta$ -amylase を定量加えて澱粉糖化作用を行ひ, 30分後に細菌  $\alpha$ -amylase 添加量をかえて加糖化力を試験した (第5表 a, b, c.).

以上の諸実験の結果から見ると, 糸状菌  $\beta$ -amylaseを加える量が多いと澱粉糖化作用は大であるが細菌  $\alpha$ -amylase を多く加えても糖化を増加しない. また pH 及び作用温度については糸状菌  $\beta$ -amylase の作用に適する条件<sup>2)</sup>の下で良好なる糖化率を示した.

Table 5. Saccharification of sweet potato starch by a constant amount of *Asp. usamii*  $\beta$ -amylase mixed with various amounts of *Bac. mesentericus*  $\alpha$ -amylase.

a) At pH6.2 and 62°C.

| <i>Asp. usamii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH6.2<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | After 30 min.<br><i>Bac. mesentericus</i><br>$\alpha$ -amylase added<br>(cc) | Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                                                                              | 1 hr                      | 3 hr  | 5 hr  | 20 hr |
| 2                                              | 10                                  | 20                                   | 7.0                    | 0                                                                            | 20.62                     | 46.98 | 56.89 | 58.36 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 6.5                    | 0.5                                                                          | 23.92                     | 48.22 | 56.75 | 58.72 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 6.0                    | 1.0                                                                          | 25.33                     | 45.51 | 54.72 | 58.69 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 5.0                    | 2.0                                                                          | 24.76                     | 43.11 | 49.71 | 52.85 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 4.0                    | 3.0                                                                          | 24.11                     | 41.11 | 46.15 | 49.18 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 2.0                    | 5.0                                                                          | 21.23                     | 39.64 | 43.31 | 49.62 |

b) At pH5.4 and 50°C.

| <i>Asp. usamii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH5.4<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | After 30 min.<br><i>Bac. mesentericus</i><br>$\alpha$ -amylase added<br>(cc) | Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                                                                              | 1 hr                      | 3 hr  | 5 hr  | 20 hr |
| 2                                              | 10                                  | 20                                   | 7.5                    | 0                                                                            | 50.61                     | 65.18 | 68.94 | 79.75 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 6.5                    | 0.5                                                                          | 51.62                     | 65.20 | 68.72 | 78.33 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 6.0                    | 1.0                                                                          | 52.25                     | 62.75 | 66.25 | 78.06 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 5.0                    | 2.0                                                                          | 51.89                     | 61.81 | 64.83 | 74.22 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 4.0                    | 3.0                                                                          | 51.18                     | 60.42 | 61.25 | 71.47 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 2.0                    | 5.0                                                                          | 46.59                     | 58.16 | 59.71 | 69.70 |

c) At pH5.4 and 30°C.

| <i>Asp. usamii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH5.4<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | After 30 min.<br><i>Bac. mesentericus</i><br>$\alpha$ -amylase added<br>(cc) | Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                                                                              | 1 hr                      | 3 hr  | 5 hr  | 20 hr |
| 2                                              | 10                                  | 20                                   | 7.5                    | 0                                                                            | 11.37                     | 11.72 | 12.11 | 22.47 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 6.5                    | 0.5                                                                          | 11.70                     | 13.94 | 13.98 | 24.31 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 6.0                    | 1.0                                                                          | 15.41                     | 16.51 | 17.64 | 29.08 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 5.0                    | 2.0                                                                          | 19.08                     | 20.17 | 21.12 | 31.98 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 4.0                    | 3.0                                                                          | 19.45                     | 21.18 | 23.12 | 33.97 |
| "                                              | "                                   | "                                    | 2.0                    | 5.0                                                                          | 21.28                     | 25.06 | 27.16 | 35.49 |

5. 各種濃度の澱粉液に糸状菌 $\beta$ -アミラーゼを先に作用させて、後から細菌 $\alpha$ -アミラーゼを添加した場合の糖化率

甘藷澱粉液の濃度を1%から15%まで種々にかへて、これに先づ糸状菌(*Asp. usamii*) $\beta$ -amylase を作用させて、

Table 6. Saccharification was carried out in the following way : Starch solution in various concentrations was acted by the fungous  $\beta$ -amylase, and then by the bacterial  $\alpha$ -amylase in succession.

| <i>Asp. usamii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH5.4<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | Sweet potato<br>starch sol. |      | Dist.<br>water<br>(cc) | After 2 hours<br><i>Bac. mesentericus</i><br>$\alpha$ -amylase added<br>(cc) | Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                     | (%)                         | (cc) |                        |                                                                              | 1 hr                      | 3 hr  | 5 hr  | 20 hr |
| 2.5                                            | 20                                  | 1                           | 50   | 5                      | 2.5                                                                          | 63.57                     | 78.43 | 91.77 | 96.74 |
| "                                              | "                                   | 3                           | "    | "                      | "                                                                            | 49.39                     | 58.26 | 69.90 | 81.46 |
| "                                              | "                                   | 5                           | "    | "                      | "                                                                            | 36.17                     | 41.96 | 48.48 | 65.37 |
| "                                              | "                                   | 8                           | "    | "                      | "                                                                            | 26.40                     | 30.93 | 35.90 | 50.31 |
| "                                              | "                                   | 11                          | "    | "                      | "                                                                            | 22.86                     | 27.06 | 30.88 | 45.84 |
| "                                              | "                                   | 15                          | "    | "                      | "                                                                            | 17.97                     | 25.03 | 28.08 | 40.52 |

(264)

(大谷, 高橋) 酒精醗の改良に関する研究 (第11報)

2 時間後に細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase を添加して糖化作用を試験した。本実験は50°Cの下で行う (第6表)。

即ち本実験の示す如く基質としての澱粉液の濃度は1%が最も糖化率がよく、濃厚液の糖化率は悪い。

#### 6. 糸状菌 $\beta$ -アミラーゼ作用後 pH を変更して細菌 $\alpha$ -アミラーゼを作用させた場合の糖化率

本実験は糸状菌 (*Asp. usumii*)  $\beta$ -amylase で澱粉液の pH を5.4として作用させ、2 時間後に pH を変えて細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase を添加し澱粉糖化の最適 pH を求めた。作用温度は50°Cである。

Table 7. Saccharification was carried out in the following way : after the action of fungous  $\beta$ -amylase pH was adjusted and bacterial  $\alpha$ -amylase added to it.

| <i>Asp. usumii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | Initial pH5.4<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | After<br>2 hours<br>pH | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | <i>Bac. mesente-<br/>ricus</i><br>$\alpha$ -amylase<br>(cc) | Saccharification rate (%) |       |       |       |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                                                |                                             |                        |                                      |                        |                                                             | 1 hr                      | 3 hr  | 5 hr  | 20 hr |
| 1                                              | 10                                          | 6.4                    | 20                                   | 2                      | 1                                                           | 18.35                     | 23.49 | 35.83 | 50.84 |
| "                                              | "                                           | 5.8                    | "                                    | "                      | "                                                           | 19.49                     | 37.44 | 58.72 | 67.26 |
| "                                              | "                                           | 5.2                    | "                                    | "                      | "                                                           | 20.55                     | 36.70 | 52.35 | 65.60 |
| "                                              | "                                           | 4.6                    | "                                    | "                      | "                                                           | 19.82                     | 36.34 | 53.22 | 66.22 |
| "                                              | "                                           | 4.0                    | "                                    | "                      | "                                                           | 16.74                     | 33.77 | 50.65 | 64.73 |
| "                                              | "                                           | 3.4                    | "                                    | "                      | "                                                           | 10.28                     | 27.89 | 49.18 | 60.73 |

以上の実験の結果、pH 変更後の澱粉糖化は pH 5.8が最適であつた。

#### 7. 澱粉及び糊精の混合基質に作用する糸状菌 $\beta$ -アミラーゼ及び細菌 $\alpha$ -アミラーゼの糖化率

澱粉と糊精との混合基質を作り、これに先づ糸状菌 (*Asp. usumii*)  $\beta$ -amylase を作用させて、沃度反応が青色から紫色となつた際に細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase を作用させてその糖化率を測定した。作用温度は62°Cである (第8表)。

Table 8. Saccharification of substrates composed of starch and dextrin by the mixture of fungous  $\beta$ -amylase and bacterial  $\alpha$ -amylase.

| <i>Asp. usumii</i><br>$\beta$ -amylase<br>(cc) | pH6.2<br>Buffer<br>solution<br>(cc) | 2% Sweet<br>potato<br>starch<br>(cc) | 2 %<br>Dextrin<br>(cc) | Dist.<br>water<br>(cc) | Initial<br>iodine<br>reaction | <i>Bac. mese-<br/>ntericus</i><br>$\alpha$ -amylase<br>(cc) | The time from<br>blue to purple<br>by iodine (min) |                | Saccharification<br>rate (%) |       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|------------------------------|-------|
|                                                |                                     |                                      |                        |                        |                               |                                                             | purple                                             | color-<br>less | 1 hr                         | 3 hr  |
| 1                                              | 10                                  | 20                                   | 0                      | 2                      | Blue                          | 1                                                           | 5                                                  | 7              | 33.67                        | 45.97 |
| "                                              | "                                   | 15                                   | 5                      | "                      | "                             | "                                                           | 3                                                  | 5              | 36.55                        | 45.97 |
| "                                              | "                                   | 10                                   | 10                     | "                      | "                             | "                                                           | 2                                                  | 3              | 36.93                        | 47.97 |
| "                                              | "                                   | 5                                    | 15                     | "                      | "                             | "                                                           | 1                                                  | 1.5            | 37.59                        | 48.16 |
| "                                              | "                                   | 0                                    | 20                     | "                      | "                             | "                                                           | 0                                                  | 0              | 38.65                        | 49.39 |

即ち本実験によれば澱粉と糊精の混合基質に糸状菌  $\beta$ -amylase 及び細菌  $\alpha$ -amylase を作用させる場合は糊精の量が多く澱粉の量の少い基質の糖化率が高い。この結果を前報告に比較してみると糸状菌  $\beta$ -amylase 単独<sup>3)</sup>では澱粉よりも糊精が糖化率が高く、また細菌  $\alpha$ -amylase 単独<sup>1)</sup>では糊精よりも澱粉が糖化率が高いのにくらべて本実験では澱粉の少ない方が糖化率が高いのは細菌  $\alpha$ -amylase よりも糸状菌  $\beta$ -amylase の糖化力に於て勝つてゐることを明らかに示しているものと思う。

#### 摘 要

1. 澱粉糖化に当り糸状菌 (*Asp. usumii*)  $\beta$ -amylase を前に作用させて、その途中から細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase を作用させる場合は2〜3 時間後に添加したものが最も糖化率がよかつた。

2. 糸状菌 (*Asp. usumii*)  $\beta$ -amylase で澱粉の糖化を行い、2 時間後に細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase を作用させる場合に  $\alpha/\beta$  の比は10が最も糖化率が高い。

3. 糸状菌 (*Asp. usumii*)  $\beta$ -amylase を澱粉に作用させて、その途中から  $\alpha$ -amylase を加えて行う糖化作用を営む場合に pH 6.2で60°Cでは細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase を添加したものが糖化率が高く、pH 5.4で

50°Cでは糸状菌 (*Asp. oryzae*)  $\alpha$ -amylase を加えたものが糖化率がよい。

4. 澱粉糖化の際に糸状菌 (*Asp. usamii*)  $\beta$ -amylase の添加量はその量が多い程糖化は進むが、細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase の添加量は多く加えても糖化率にはあまり影響を与えない。

5. 糸状菌 (*Asp. usamii*)  $\beta$ -amylase と細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase で澱粉糖化を行う際の澱粉濃度は1%溶液が最も良好である。

6. 糸状菌 (*Asp. usamii*)  $\beta$ -amylase にて pH 5.4 で澱粉糖化を2時間行い、途中より pH をかえて細菌 (*Bac. mesentericus*)  $\alpha$ -amylase を添加して糖化を継続させた。その際の pH は5.8が最も糖化率が高い。

7. 澱粉と糊精との混合基質の糖化作用については、糊精の量が多い程糖化率が良好であつた。

(昭和31年10月13日, 第8回大阪醸造学会講演会にて発表した)

#### 文 献

- 1) 大谷, 高橋: 本誌, **35**, 188 (昭32).      2) 大谷, 高橋: 本誌, **35**, 214 (昭32).      3) 大谷, 高橋: 本誌, **33**, 465 (昭30).      (昭和32, 5, 8受理)

## 竹材に発生する「かび」とその防黴に関する研究 (第1報)

モウソウチク (*Phyllostachys edulis*, RIV.) 材に発生する「かび」の  
菌学的検索並びに同組織における生育状況について

二改 末喜・神門 重夫・板倉 雅之 (島根県工業試験場)

#### 緒 言

竹材及び竹製品が比較的高温多湿の梅雨期とか、輸出商品として熱帯圏を輸送中において、「かび」を発生して材質を汚損したり、製品にクレームがついて返品せられるなど、産業上莫大な損害を蒙っているのみならず、我国の重要な資源である竹材の有効的利用を阻害している。従来木竹の有害黴類として、岩本氏等<sup>1)</sup>は木竹工芸品、割箸、ベニヤ板、木材(アカマツその他)及びマダケより *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Dematium* 及び *Rhizopus* 等諸属の菌類を分離し、又芝本氏等<sup>2)</sup>は竹材より *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Monascus*, *Mucor* 及び *Penicillium* 等諸属の菌類を分離している。著者等は本邦においても、特に湿潤な山陰地方におけるモウソウチク材に発生する「かび」の分離並びに検索をおこない、上記諸属の菌類の他の *Alternaria* 属についてもこれを認めるとともに、これら菌類の竹材組織における生育の難易の状況を調査したので、その結果を報告する。

#### 実 験 の 部

##### 1. 有害菌の分離並びに検索

##### 1. 有害菌の分離

第1表に示す各竹材加工々場にあるモウソウチク材及び松江市近郊産の4年生モウソウチク材(地表より全長960cmの内、基部より134~152cmの区間)より調製した試験片(2×18cm)に発生し材質を広範囲に汚損して

第 1 表

| 分離菌株  | 発 生 箇 所      | 所 在 地                | 備 考                                 |
|-------|--------------|----------------------|-------------------------------------|
| B-1号菌 | 竹 材 (節間の縦断面) | 島根県松江市A竹材加工々場 (屋内)   | 試験片の縦断面—竹<br>稈 (肉質部) の透心<br>縦断面     |
| B-2 " | 試験片 (節部の横断面) | " 林業試験場出雲分場 ( " )    |                                     |
| B-3 " | " (節間の縦断面)   | " 松江市某和傘製造場 (屋外軒下)   | 試験片の横断面—竹<br>稈 (肉質部) の縦軸<br>と直角な切断面 |
| B-4 " | " (節間の縦断面)   | " " B竹材加工々場 ( " )    |                                     |
| B-5 " | " (節間の横断面)   | 当 場 試 験 室 (屋内)       |                                     |
| B-6 " | " (節間の縦断面)   | 鳥取県米子市某小学校 ( " )     |                                     |
| B-7 " | 竹 材 (節間の横断面) | 島根県江津市某竹材加工々場 (屋外軒下) |                                     |