

濁酒醪中の 糖化作用과 Amylase Activity의 變化에 對하여

洪 淳 佑·河 永 七·尹 權 相

(서울大學校 文理科大學 植物學科)

On the changes of amylase activity and saccharifying ability in Takjoo mashes during the process of brewing

Hong, Soon Woo, Yung Chil Hah and Kwon Sang Yoon

(Dept. of Botany, Seoul National University)

ABSTRACT

Takjoo mashes which were collected from the Takjoo breweries in Seoul area were studied on the purpose of detection for the reciprocal actions between amylase activity and saccharifying ability. The results obtained are as follows.

Amylase activity was found to be usually high in the primary brewing process as well as the main brewing process. And especially, α -amylase in the primary brewing process showed remarkably high activity, more than 5.0 D.P. per/ml of mash comparing with 3.8 D.P. per ml of mash in the main brewing process. However, it was revealed that the reducing sugar contents in the primary brewing process were much higher in its average contents, 5.5%, than 1.1% in the main brewing process.

緒 論

Amylase 에 관한 연구는 Wortmann(1882)이 細菌에 對하여 報告한 것을 비롯하여 1920年을 前後해서는 植物은 물론 動物의 amylase(Oya, 1927, Doby, 1932)에 關해서도 많은 研究가 報告되었다. 더욱이 2次大戰 以後 生化學이 급진적으로 발달함에 따라 amylase 에 關한 연구도 광폭할 발전을 이룩하게 되었고 이에 따라 오늘날에 이르러서는 amylase 의 응용분야 即 食品工業은 물론 醫藥品의 生産에 이르기까지 널리 利用되고 있다.

Amylase 는 特히 釀造工業과 깊은 關係를 갖고 있어 世界各國에서는 釀造學에서 이 部門에 對한 많은 연구결과가 報告되어 있다.

우리나라는 釀造의 歷史가 比較的 淺에도 불구하고 科學的인 研究報告는 거의 全無한 形便이다. 近年에 이르러 비로서 數篇의 研究結果(金, 1968: 李, 1968: 李, 1968: 洪, 1968)가 報告 되었다. 그

러나 이들 報文은 釀造劑로 부터 분리한 菌株들의 同定과 生成酵素의 力價調査 및 濁酒中の 一般成分의 分析에 關한것 등으로 極히 기초적인 연구에 불과하다.

이에 著者 等은 이미 發表된 「濁酒中の 一般成分에 對한 分析結果」에 이어 仕込된 濁酒醪中の amylase 가 時間이 경과함에 따라 그 activity 가 어떻게 變化하는가를 調査하고 아울러 糖分의 消長과의 상호關係를 검토코져 本 實驗을 시도 하였다.

끝으로 本 實驗을 수행하는데 있어 物心兩面으로 적극적인 협조를 해 주신 國稅廳 釀造試驗所 所長 李星範 博士께 심심한 謝意를 表한다.

材料 및 方法

1. 實驗材料

實驗材料는 제조공정이 同一한 서울市內 3個 濁酒工場으로 부터 1968年 7月 18日에서 8月 30日에 이르는 約 40일간에 걸쳐 豫備仕込과 本仕込

된 濁酒醪을 각각 4 l 이상 채취하였다. 채취된 재료는 28°±1°C에 보존하면서 시간의 경과에 따른 amylase activity의 변화와 糖分의 消長을 調査코져 每 4 Hrs. 또는 12 Hrs. 간격으로 200 ml 정도의 醪를 채취하여 實驗 材料로 使用하였다.

상기 3個 濁酒工場의 工程을 살펴보면 蒸米 33 kg에 麴麵 50 g을 섞어, 約 32°C를 維持하여 24 時間동안 絲狀菌을 번식시킨 후 酒母 1.2 l (酵母數 5.77×10⁸/ml)와 물 60 l를 醱酵槽에 豫備仕込하여 24 Hrs. 발효시키고 여기에 粉麵 1.6 kg, 麴子 2.75 kg, 蒸米 77 kg 과 물 150 l를 加하여 本 仕込하여 20~26 時間동안 발효시킨 후 160% 비율로 貯藏한다. 上記 公程으로 볼때, 豫備발효 過程은 主로 糖化過程이 있으며 本 발효 過程은 主로 알콜발효 과정이 었다.

II. Amylase activity의 측정

α-amylase : 채취된 재료를 1% NaCl 용액으로 3~5°C에서 3 時間동안 추출하여 여과시킨 다음 이것을 다시 12 배로 희석하여 효소액으로 사용하였다. 이 효소의 力價는 35±1°C에서 1% 澱粉액 2 ml와 acetate buffer(0.5 M, pH 5.0) 1 ml, 효소액 1 ml를 加하여 4 分間 반응시킨 후 0.1 N I₂-KI 용액을 加하여 澱粉의 소실량을 660 mμ 波長에서 DU-Spectrophotometer로 측정하여 이것을 dextrinizing power(D.P.)로 換算하였다.

β-amylase : 채취된 재료를 여과시키고 그 여액을 6 배로 희석하여 효소액으로 使用 하였다. β-amylase의 力價는 α-amylase와 같은 方法으로 20 分間 반응시켜 生成된 還元糖의 量을 3.5-dinitro-salicylate 法으로 540 mμ에서 측정 하였다.

III. 炭水化物的 측정

澱粉 : 濁酒醪 50 ml을 취하여 원심분리시켜 糖分, dextrin 등의 水溶性物質을 제거한 後 잔사를 얻었다. 이 잔사를 알콜로 數 回 세척하여 순수한 전분을 얻고 여기에 2.3% 염산 110 ml를 加하여 100°C 水槽上에서 3 時間 동안 加水分解 시켜 生成된 포도당을 3.5-dinitro-salicylate 法으로 540 mμ 波長에서 測定 하였다. 전분의 양은 다음의 換算公式에 의하여 산출했다.

$$S = G \times 0.9$$

(G : 포도당의 量, S : 전분의 量, 0.9 : 포도당이 형성될때 부가된 물分子를 除한 恒수).

可溶性 炭水化物 : 채취된 재료를 원심분리 시킨 後 상등액 1 ml을 취하여 anthron 法으로 定量

하였다.

Dextrin : 各 단계의 濁酒醪 50 ml을 원심분리하여 그 상등액을 취하였다. 이것을 1/10 N NaOH로 中和 시킨 後 여기에 10 배의 알콜(95%, v/v)을 加하여 dextrin을 침전 시켰으며 이 침전물을 다시 알콜(95%)로 반복세척 하여 순수한 dextrin을 얻었다. 이것을 100 ml의 증류수에 용해시킨 후 HCl로 가수분해 하여 anthron 法으로 定量하였다.

結果 및 考察

本 實驗에서는 豫備醱酵 및 本醱酵過程中에서 時間別로 채취된 濁酒醪의 amylase activity와 糖分의 消長을 調査하였으며 그 結果를 考察해 보던 아래와 같다.

豫備仕込한 醪中에 含有되어 있는 α-amylase의 activity는 仕込初期부터 81.6 D.P./ml/min.으로써 강력한 activity를 나타내며 時間이 경과함에 따라 점진적으로 증가하여 4 Hrs. 에 이르러서는 96.0 D.P./ml/min.라는 최대치에 달하였다가 서서히 감소하여 24 Hrs.에 이르러서는 51.6 D.P.로 떨어졌다.

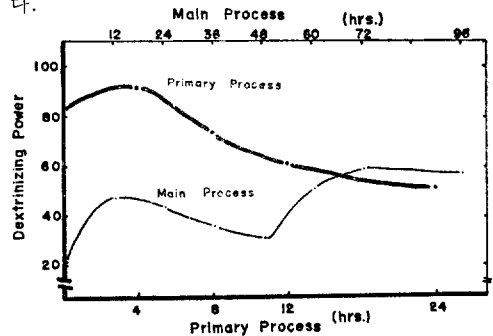


Fig. 1. Changes of α-amylase activity during primary and main brewing process.

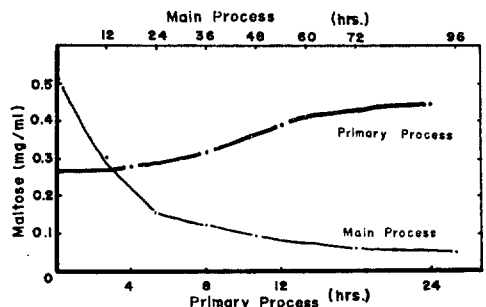


Fig. 2. Changes of β-amylase activity during primary and main brewing process.

※ 圖版에 실린 모든 結果는 3個 釀造場에서 채취된 재료의 측정치를 평균한 값이다.

本仕込을 한 醪中の α -amylase 는 豫備仕込時의 約 $\frac{1}{2}$ 에 해당하는 20.1 D.P. 라는 약한 activity 를 나타내나 이후 점차 상승하여 12 Hrs.에 이르러서는 거의 50.0 D.P.에 가까운 값을 보여 주었다. 그러나 12 Hrs.부터 48 Hrs.사이 에서는 30.0 D.P.로 떨어지는 일시적 현상을 보여 주었다. 48 Hrs.후부터 72 Hrs.까지 α -amylase 의 역가가 다시 증가하며 72 Hrs. 이후에는 58.8~57.0 D.P. 의 강한 activity 가 持續 됨을 볼 수 있다.

以上の 결과中 豫備醱酵의 경우 α -amylase 가 仕込初期부터 강력한 activity 를 보여주고 4 Hrs.에 이르러 최대치를 나타내는 것은 粒麴時에 絲狀菌으로부터 分泌된 多量의 酵素가 仕込水에 급속히 溶解되는 同時에 絲狀菌 및 粒麴內에 含有되어 있는 酵素의 溶出量이 仕込水 첨가후 4 Hrs.에 이르러 최대로 되기 때문이 아닌가 사료된다.

48 Hrs.이후 酵素의 activity 가 떨어지는 것은 醪의 pH 變化와 관련이 있는 것으로 생각된다. 即 α -amylase 의 최적 pH 는 5.0 이므로 이보다 pH 가 낮아 지거나 높아 질 수록 그 activity 가 감소한다는 일반적인 사실과, 著者(洪, 1963) 등이 탁주醪의 pH 를 측정한 결과 豫備仕込 직후 pH 3.0 이었던 것이 8 Hrs. 이후 pH 2.7 로 떨어 졌다는 사실과, 일치하는 것은 우연한 현상이 아니라고 생각된다. 그런데 최적 pH 가 5.0 인 α -amylase 가 pH 3.0 인 醪中에서도 과연 93.0 D.P.의 강력한 activity 를 나타낼 수 있을 것인지에 대하여는 의문시 된다.

本仕込을 한 醪의 α -amylase 가 豫備仕込한 醪보다 약 $\frac{1}{4}$ 에 해당하는 activity 를 나타내는 것은 本仕込時에 첨가하는 仕込水(150 l)로 말미암아 효소의 농도가 희석된 결과라고 생각된다.

本醱酵가 진행됨에 따라 α -amylase activity 가 일시적으로 상승하는 것은 本仕込時에 주어지는 소맥분 에 의한 기질농도의 증가 및 仕込水 첨가로 말미암아 용해되어 있는 CO_2 의 상대농도가 저하되어 효소의 활성이 증가되고 나아가서는 산소의 공급이 이루어져서 醪中の 絲狀菌이 生長하게 되고 이어서 일시적으로 효소의 量的 增加가 이루어진 결과에 의한 것이 아닌가 사료된다. 따라서 48 Hrs.에 이르러 일시적으로 amylase activity 가 감소하는 것은 기질농도의 감소와 산소의 결핍 등 諸 要因에 의한 것이라 생각된다. 上記 사실은 伊藤(1959), 金(1968) 등이 淸酒 및 濁酒醪中에서 絲狀菌이 1~2 日間 生存할 수 있다는 사실과 관련이 있다고 하겠다. 또 48 Hrs.이후부터 증가하여 72 Hrs.에는 거의 一

정한 값을 나타내는 것은 夏節期에 있어서 本醱酵의 濁酒醪가 부패되어 실패하는율이 높은 것으로 보아 嫌氣性細菌(雜菌)의 繁殖에 依한 것이 아닌가 사료된다. 豫備醱酵와 本醱酵時에 있어서의 α -amylase 의 平均 力價는 各各 71.76 D.P.와 45.36 D.P.로 豫備醱酵中の 醪가 本醱酵中の 醪에 비해 1.58 배나 강력함을 보여 주었다.

β -amylase 는 豫備醱酵의 경우 初期에 約 0.273 unit/ml/min. (1 unit : maltose 1 mg. 生成能力)의 activity 를 나타냈으며 이후 서서히 증가하여 24 Hrs.에는 0.447 unit 를 보여 주었다. 本醱酵 과정中的 醪로부터 측정된 β -amylase 의 activity 는 初期에 0.549 unit 의 강한 activity 를 보였으나 時間의 경과에 따라 급속히 감소하여 60 Hrs. 이후에는 0.068 unit 의 낮은 값을 보였다. β -amylase 의 平均 力價는 α -amylase 의 경우와 마찬가지로 豫備醱酵中の 醪가 0.345 unit 로서 本醱酵의 0.169 unit 에 비하여 約 2 배나 강하였다.

以上과 같은 諸 結果를 綜合해 볼때 amylase 의 activity 는 α, β 를 莫論하고 豫備醱酵中の 醪가 本醱酵中の 醪에 비하여 훨씬 強力할 뿐만 아니라 Fig. 1과 2에서 α, β amylase activity 의 變化傾向을 보더라도 豫備醱酵中の 醪가 훨씬 良好함을 알 수 있다. 따라서 澱粉의 糖化는 主로 豫備醱酵 과정에서 이루어짐을 알 수 있다.

醱酵中の 醪에 含有되어 있는 澱粉의 量은 時間의 경과에 따라 계속적인 감소상태를 보여준다(Fig. 3). 即 豫備醱酵의 경우 仕込時에 나타낸 23.0%의 澱粉含量은 24 Hrs.에 이르러 5.5%로 떨어져 仕込時의 約 $\frac{1}{4}$ 에 상당하는 잔존량을 보여준다.

本醱酵의 경우는 仕込時 20.5%의 澱粉농도가 24

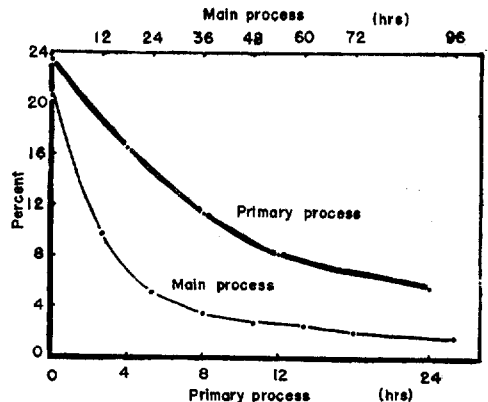


Fig. 3. Changes of starch contents during primary and main brewing process.

Hrs.에 이르러 5.0%로 떨어짐으로써 約 1/4 程度의 澱粉殘存量을 보였다.

以上과 같은 結果는 앞서 考察된 豫備醱酵과 本醱酵에 있어서의 amylase 力價에 대한 結果와는 實際로 다른 경향을 나타내고 있다. 이러한 현상은 各過程에 仕込되는 澱粉의 濃度差에 큰 原因이 있지만 사료되나 이에 대하여는 좀 더 仔細한 研究 結果와 檢討가 필요하리라고 본다.

時間의 경과에 따른 可溶性 炭水化合物의 含量變化는 (Fig. 4) 澱粉의 감소경향과 거의 비슷하여 仕込 初期 以後 계속적인 감소를 보여 주었다. 即 豫備

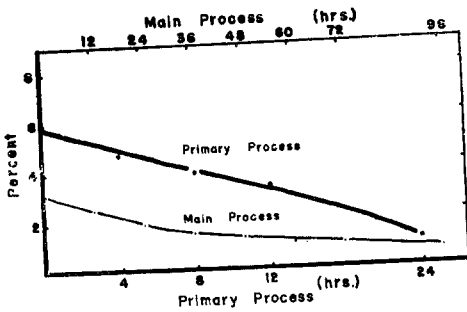


Fig. 4. Changes of total soluble carbohydrates contents during primary and main brewing process.

醱酵의 경우 仕込初期에 5.8%의 높은 含量을 보였으나 24 Hrs.에 이르러 1.0%로 떨어졌으며 本醱酵 때에는 初期의 3.48%가 24 Hrs.에 이르러 1.83%로, 그리고 72 Hrs. 이후에는 0.83%이하의 낮은 값을 보였다.

이러한 사실로 볼때, 醪中에 包含되어 있는 可溶性 成分의 감소는 澱粉의 경우와는 달리 本醱酵에 비해 豫備醱酵中の 醪에서 더 급격하다는 것이 밝혀졌다.

醪中에서의 還元糖 含量은 상당히 높은 농도를 보여 豫備醱酵과 本醱酵中の 醪는 各各 5.5%와 1.0%의 含量을 보여 주었다. 時間의 경과에 따른 還元糖의 含量 變化는 Fig. 5에 나타나 있는 바와같이 豫備醱酵 때에는 仕込初期부터 증가하여 8 Hrs.에서 最大値를 나타낸 후 떨어지기 시작하나 本醱酵에서는 仕込初期부터 계속적으로 감소하여 72 Hrs. 이후는 거의 소실됨을 볼 수 있었다.

이와 같은 還元糖의 時間의 경과에 따른 消長은 알콜醱酵과 직접적인 관련이 있는 것으로, 豫備醱酵에서는 仕込後 8 Hrs. 이후부터 還元糖의 감소를 나타내나 本醱酵에서는 初期부터 급격히 감소하는

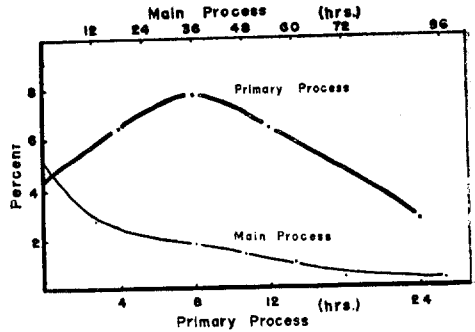


Fig. 5. Changes of reducing sugar contents during primary and main brewing process.

것으로 미루어 볼 때 알콜생성은 本醱酵에서 活潑히 進行되고 있음을 알 수 있다.

Dextrin 含量의 時間에 따른 變化는 Fig. 6에 나타나 있는 바와같이 이의 生成酵素인 α -amylase activity의 變化경향과 일치하고 있음을 보여준다. 醱酵期間中에서의 dextrin의 平均含量은 豫備醱酵

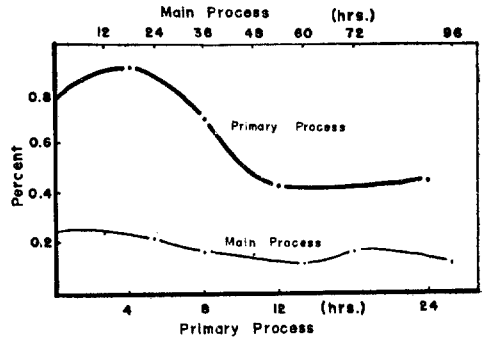


Fig. 6. Changes of dextrin contents during primary and main brewing process.

와 本醱酵가 各各 0.65%와 0.1%를 나타내고 있어 α -amylase activity의 경향성과 대략 비슷함을 알 수 있다.

그러나 α -amylase의 activity가 강력함에 반하여 dextrin의 含有量이 적은것은 α -amylase의 澱粉液 化에 의하여 生成된 dextrin의 大部分이 맥아당이나 포도당으로 급속히 분해됨을 말해주는 것으로 可溶性 炭水化合物中에서 還元糖의 含量이 크게 높았다는 것도 이를 뒷받침 해 주는 증거라 하겠다.

이제 本 實驗에서 얻은 amylase 力價와 實際 濁酒 製造工程上에서 이루어진 澱粉의 糖化量을 相互 比較考察해 보고자 한다.

上述한 바와같이 α -amylase는 豫備醱酵中 71.76 D.P./m/min.의 平均力價를 나타내고 있어 酵素液

1 ml가 1 분만에 約 0.0358 gr.의 澱粉을 液化 시킬 수 있게 된다.

이와같은 amylase의 澱粉分解力을 實際의 工程에 維持시킬 수 있다고 가정하면 下記 計算에서 볼 수 있는 바와 같이

$$\alpha\text{-amylase} : 0.0358 \times 60,000 \text{ ml} = 2,148 \text{ kg./min.}$$

$$\frac{23.66}{2.148} = 11.01 \text{ minutes}$$

로써 豫備醱酵에 仕込되는 소맥분 33 kg. 中の 澱粉 23.66 kg.은 仕込水 60 l가 주어지는 狀態下에서 約 11 분만에 液化될 수 있다는 계산치를 얻게 된다. 그러나 醱酵中の 醪에는 事實상 β -amylase가 共存하고 있으므로 仕込된 澱粉의 糖化는 이보다 더 빠른 時間內에 完了될 수 있을 것이다.

本醱酵中の 醪에서 측정된 α -amylase의 activity는 醱酵期間中 平均 45.36 D.P./ml./min.을 나타내어 酵素液 1 ml.가 澱粉 約 0.0227 gr.을 1分內에 液化시킬 수 있음을 말해준다. 이것을 實際 本醱酵工程에서 維持시킬 수 있다면 本醱酵過程에 仕込된 소맥분 77 kg. 中の 澱粉 55.21 kg.은 醪의 全量이 346 l(豫備醱酵의 醪 및 本醱酵仕込水와 加해지는 소맥분 77 kg.을 합한 전체량)을 이룬 狀態에서 約 7.03 min.만에 α -amylase에 의하여 液化될 수 있다는 計算이 可能하며 그 計算方法은 아래와 같다.

$$0.0227 \times 346,000(\text{ml}) = 7,854 \text{ kg./min.}$$

$$\frac{55.21}{7,854} = 7.03 \text{ minutes}$$

α -amylase에 비하여 力價面에서 훨씬 떨어지는 β -amylase는 豫備醱酵의 경우 醱酵液 1 ml가 매분 0.345 mg.의 맥아당을 생성하게 되는데 이것은 約 0.327 mg.의 澱粉이 加水分解됨을 말한다. 그러므로 豫備醱酵中の β -amylase는 α -amylase와 同一한 條件下에서 豫備仕込에 주어진 소맥분 33 kg 中の 澱粉 23.66 kg.을 20.1 時間內에 맥아당으로 分解시킬 수 있으며 그 計算은 아래와 같다.

$$0.327(\text{mg}) \times 60,000(\text{ml}) = 0.0196(\text{kg})/\text{min}$$

$$\frac{23.66}{0.0196} = 20.1(\text{hours})$$

本醱酵의 醪가 포함하고 있는 酵素液 1 ml의 β -amylase는 매분 約 0.160 mg.의 澱粉을 分解시켜 約 0.169 mg.의 맥아당을 생성할 수 있는 力價를 가지고 있어 本醱酵中の α -amylase와 同一한 條件下에서 16.61 時間內에 本仕込된 소맥분 77 kg. 中 澱粉 55.21 kg.을 糖化시키게 되며 그 계산은 아래와 같다.

$$0.160(\text{mg}) \times 346,000(\text{ml}) = 0.0554(\text{kg})/\text{min.}$$

$$\frac{55.21}{0.0554} = 16.61(\text{hours})$$

그러므로 豫備醱酵에서 α -amylase와 β -amylase가 同時에 作用하여 澱粉을 分解시키는데 所要되는 可能的 時間은 다음과 같은 計算에 의하여 알아낼 수 있다. 즉

$$\frac{23.66}{(2.148 + 0.0196)} = 10.91(\text{minutes})$$

로써 豫備醱酵中の 醪가 가지고 있는 酵素液 60,000 ml 中の α -amylase와 β -amylase는 23.66 kg의 澱粉을 約 11 mins.內에 分解시킬 수 있다는 計算値를 얻게 된다. 이때 各 酵素에 의하여 分解될 수 있는 可能的 澱粉의 量은 다음과 같다.

$$\alpha\text{-amylase} : 2.148 \times 10.91 = 23.41(\text{kg})$$

$$\beta\text{-amylase} : 0.0196 \times 10.91 = 0.2136(\text{kg})$$

上記와 같은 方法으로 本仕込에 주어진 澱粉全量이 α -amylase와 β -amylase에 의하여 分解되는데 所要되는 可能的 時間을 計算하여 보면

$$\frac{55.21}{(7.854 + 0.0554)} = 6.98(\text{minutes})$$

로 6.98 mins.이 걸리게 되며 이때 各 酵素에 의하여 分解될 수 있는 澱粉의 量은 다음과 같다.

$$\alpha\text{-amylase} : 7.854(\text{kg}) \times 11.50(\text{mins}) = 90.32(\text{kg})$$

$$\beta\text{-amylase} : 0.0554(\text{kg}) \times 11.50(\text{mins}) = 0.6371(\text{kg})$$

醱酵中の 醪로 부터 측정된 amylase의 力價를 근거로 하여 예비발효와 본발효에 仕込된 澱粉의 分解에 所要되는 可能的 時間의 算出은 以上과 같았다. 그러나 이미 考察된 바와 같이 醪中에 含有되어 있는 澱粉은(Fig. 3) 예상외로 長時間동안 높은 殘存量을 보이고 있다. 그러므로 實際로 醪中에서 澱粉의 糖化에 作用하는 amylase의 activity와 測定된 amylase의 activity는 事實상 효율면으로 볼 때 큰 차이를 나타내고 있다.

이와 같은 현상은 醱酵中の 醪가 나타내고 있는 pH, 溶存酸素 및 炭酸量, 溫度, 基質 및 生成物の 濃度等 醱酵槽內의 諸 條件에 의하여 크게 左右되는 것으로 믿어진다. 그러므로 이러한 諸 醱酵條件의 조절과 과학적인 菌株의 선택 및 원료의 적절한 處理等에 對한 좀 더 면밀한 研究調查의 수행만이 기술면으로 落後한 狀態에 놓여있는 濁酒製造工業을 發達시킬 수 있는 길이로 생각한다.

摘 要

醱酵過程中的濁酒醪를採取하여 每 4 時間 또는 12 時間 간격으로 amylase 의 activity 와 糖分의 消長을 調査하였으며 그 結果는 아래와 같다.

豫備醱酵과 本醱酵에서의 α -amylase activity 는 各各 71.76 D.P./c.c 와 45.36 D.P./c.c 였으며 β -amylase 도 이와 비슷한 경향을 보여주었다. 澱粉과 可溶性炭水化物的 時間의 경과에 따른 含量變化는 경향이 거의 비슷하여 계속적인 감소율을 보였으며 還元糖의 量은 他物質에 비해 越等히 높은 含量을 나타내었으나 本발효는 예비발효에 비해 급속한 감소를 나타내었다.

dextrin 의 含量은 극히 적은 편으로 豫備醱酵에서는 0.65%, 本醱酵에서는 0.18%의 평균농도를 보여 α -amylase 가 강력한 역가를 나타낸 것과는 좋은 대조를 보여 주었다.

REFERENCES

- Schaffer, A.G. and M. Alexander, 1957. Partial Purification of a Legume Nodulation Factor Present in Coconut Water. *Plant Physiol.* 42 (5) : 563-567.
- Bergeim, Olaf, 1926. Salivary Digestion in the human stomach and intestines. *Arch. Internal Med.* 37(1) : 110-227.
- Doby, G.v., und L.v. Brazay, 1932. Über die Amylase der Zuckerrübenblätter. *Fermentforschung*, 13(2) : 212-227.
- Hong, S.W., J. K. Kim and K. S. Yoon, 1965. Effects of S³⁵ on Growth and Tissue Respiration of Rye Seedlings. *Kor. Jour. Botany*, 8(1).
- Hong, S. W. and K. S. Yoon, 1968. Effects of Temperatures on Amylase activity and Growth of Rye Seedlings grown in the Solution of S³⁵. *Kor. Jour. Botany*, 11(1).
- Maignon, F., et D. Croizé, 1932. Les Modification du PH interviennent-elles dans la perte d'activité des solutions de diastases soumises a l'électrolyse prolongée. *Compt. Rend. Soc. Biol.* 109(3) : 195-197.
- Oya, Takeo, M. Kawakami and S. Suzuki, 1927. On the Digestive Ferment in the Pancreas of *Anguilla japonica*. *Jour. of Imp. Fish. Inst.* 22(5) : 343-351.
- Yoshio Otani and Satoru Takahashi, 1961. Studies on the Improvement of Alcohol Mash (XXV). *Japan Jour. of Ferment. Technology*, 39(1) : 30-34.
- Yoshio Otani and Satoru Takahashi, 1961. Studies on the Improvement of Alcohol Mash (XXVI). *Japan Jour. of Ferment. Technology*, 39(4) : 191-195.
- 金燦許, 1968. 濁酒釀造에 관한 微生物學的 및 酵素學의 研究. 農化學誌 Vol. 10 : 69-100.
- 伊藤, 植村 1957. 日農化誌 Vol. 31 : 783.
- 李培咸, 1968. 醱酵劑에서 分離된 微生物의 分類, 生理學的 調査研究, 酒類開發에 관한 研究發表 抄錄 p. 1.
- 李周植, 李泰雨, 1968. 막걸리의 microflora. 酒類開發에 관한 研究發表 抄錄 p. 2.
- 塚原寅次, 1954. 日農化誌 28 : 405.
- 坂本, 小島, 富金原, 1964. 日釀協誌 22 : 523.
- 洪淳佑, 河永七, 林秉鍾, 1968. 막걸리의 性分과 그 動態(I). 酒類開發에 관한 研究發表抄錄. p. 4.