

# 原料処理条件がハトムギ (*Cox lacryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) 麴の特性に及ぼす影響

高谷健市・土屋義信・玉井正弘・太田義雄

## Effectes of Processing Conditions of Raw Material on the Quality of *Koji* of Adlay (*Cox lacryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf)

Kenichi TAKATANI, Yoshinobu TSUCHIYA, Masahiro TAMAI and Yoshio OHTA

The effect of processing conditions such as the extent of polishing of grain, grits size, and puffing of polished grain, on the activity of *koji* of adlay were examined. For the growth of mycelium and increase in enzymatic activity of *koji* obtained, the puffing of grain was significantly effective, though the extend of polishing and grits size were influenced scarcely. Microscopic observation of the *koji* demonstrated that the mold grow well throughout the albumen of puffed grain. Puffing of polished grain heated up to  $4\text{kg}/\text{cm}^2$  of pressure appears most practical for preparation of adldy.

### 緒 言

ハトムギ (*Cox lacryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) は古くから漢方薬として利用されてきたが、米や麦に比べてたんぱく質及び脂質含有量が多く、これを用いた数多くの食品が開発されている<sup>1)~5)</sup>。その中で、ハトムギを用いた発酵食品として、しょうゆ、みそ及びしょうちゅう等が報告されているが、ハトムギを用いて発酵食品を製造する場合の問題点の一つとして、品質の安定した麴が得られ難いことが指摘されている<sup>5)</sup>。それは、穀粒表面に麴菌の菌糸が増殖する、いわゆる“ぬりはぜ”になりやすいからである。その主要な原因として、次のことが影響しているものと考えられている<sup>6)7)</sup>。

(1)原料ハトムギの熟度及び粒度が不均一である。(2)食物繊維の含有量が高く、穀粒組織が硬い。(3)アミロペクチンが多い。

そこで、ハトムギを用いた発酵食品の製造を対象としたハトムギ麴の品質改善と、安定した製麴条件の確立を目的として、原料処理条件(精白度、穀粒の分割による表面積の拡大及び膨化処理)が、ハトムギ麴の酵素活性及び菌体量に及ぼす影響を検討した。

### 実 験 方 法

#### 1. 原材料

供試材料には大分県産ハトムギを用いた。はぜ込み及び種々の酵素活性に対する精白度の影響の検討には、精白度70、80及び90%のハトムギを、また、それらに対する穀粒の表面積の影響の検討には、縦に半分割して90%精白することにより、胚芽を除去したものをを用いた。

#### 2. ハトムギの膨化

ハトムギ麴のはぜ込み及び種々の酵素活性に対する膨化条件の影響の検討には、精白度90%の全粒ハトムギを、圧力が $9\text{kg}/\text{cm}^2$ に到達するまで約8分間加圧ばい焼した後、圧力差を6、4、2、及び $0\text{kg}/\text{cm}^2$ として、瞬間的な減圧により膨化処理したものをを用いた。

食用としてハトムギを製造する場合、加圧ばい焼後、通常は圧力差 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ で膨化する。そこで、予備試験を行ったところ $7\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上で膨化すると、破裂して粒形を保持できないことが判明したので、 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下で膨化した試料を用いることにした。

膨化処理による容積増加を測定するため、 $1\text{g}$ のメスシリンダーを用い、 $1\text{kg}$ の試料の容積を測定し、原穀に

対する倍数を求めた。

### 3. 製麹条件

#### (1) 精白ハトムギ

精白したハトムギを洗浄後、20℃の水に18時間浸漬し、1時間水切りした後、常圧で1時間蒸した。これをクリーンベンチ内で室温まで放冷し、予め殺菌した500ml三角フラスコにその50gをとり、種麴として当センター保存の *Aspergillus oryzae* HO-1の孢子 ( $1 \times 10^8$ 個/g) を接種して、30℃、RH95%で40時間製麹した。

#### (2) 膨化ハトムギ

膨化処理したハトムギに水分が42%になるように水分調整を行い、前記の精白ハトムギと同一条件で製麹した。

### 4. 酵素活性値及び菌体量の測定

麴の総合糖化力、グルコアミラーゼ、 $\alpha$ -アミラーゼ及び酸性プロテアーゼ活性の測定は国税庁所定分析法注解<sup>8)</sup>に準じて行った。また、増殖菌体量はARIMAらの方

表1 精米ハトムギの成分組織

成分%	精白度%			
	90	80	70	90 (半割)*
水分	14.7	14.5	15.0	13.1
タン白質	12.8	12.8	12.3	12.9
脂質	6.9	5.6	3.3	2.7
炭水化物	63.7	65.5	68.8	70.8
灰分	1.9	1.6	0.6	0.5

\* 穀粒を半分割後、精白して胚芽を除去したもの。

法<sup>9)</sup>によって麴のグルコサミンを定量し、換算係数9.7を乗じて算出した<sup>9)10)</sup>。

### 5. 顕微鏡観察用切片の作製

精白及び膨化ハトムギ試料を、二酸化炭素の断熱膨脹を利用して凍結し、小型氷結マイクローム（大和光機工業<sup>10)</sup>製）を用いて顕微鏡観察用切片を作製した。

## 結果と考察

#### 1. 精白度及び穀粒表面積の影響

供試したハトムギの成分組成を表1に示した。精白度が高いほど、脂質及び灰分が減少して相対的に炭水化物が増加する傾向を示した。この中で炭水化物含有量が最も高いのは半分割粒であるが、これは胚芽を除去したため、脂質及び灰分が減少し相対的に炭水化物が増大したものと考えられる。

これらのハトムギを用いて製造した麴の各酵素活性値（グルコアミラーゼ、 $\alpha$ -アミラーゼ、酸性プロテアーゼ、総合糖化力）及び麴菌菌体量を図1に示した。精白全粒麴の各酵素活性値及び菌体量は精白度が90%から70%に高くなるほど、わずかに増加する傾向が認められた。また、表面積が大きい半分割粒麴の酵素活性値及び菌体量は高い値を示したが、精白全粒麴との差は大きなものではなかった。

これらの結果から、精白度を高めたり、穀粒の表面積を増加させたりしても、麴の酵素活性の増大はあまり期待できないと考えられる。この原因として、ハトムギの

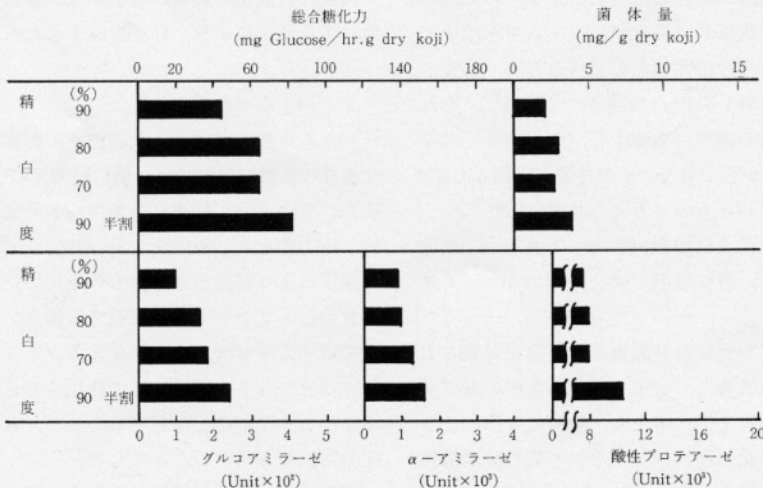


図1 精白度及び穀粒表面積の差異によるハトムギ麴の酵素活性及び菌体量の比較

穀粒組織が硬く、麴菌の穀粒内部への繁殖（はぜ込み）が進んでいないことが推察された。

つぎに、麴菌菌糸の穀粒内部への進入の状態を明らかにするために、ハトムギ麴の切片を作製して顕微鏡観察を行った。その結果、麴菌相は穀粒の表面に集中し、表層の第一層の細胞はやや変色して麴菌のはぜ込みの影響を受けているように思われたが、第二層の細胞への影響はほとんど認められず、はぜ込みがほとんどなく“ぬりはぜ”の状態になっていることが判明した。一方、並行してほぼ同条件で作製した米麴切片の顕微鏡観察では、穀粒内部への菌糸の侵入が明らかに認められた。このことから、ハトムギは米に比べると穀粒組織がち密で硬いため、米と同様な原料処理では米麴なみの製麴が困難であることが推察された。

ハトムギが米に比べてち密で硬いと考えられる要因として、食物繊維の含有量及びでんぷん特性（又は組成）の差異が挙げられる。すなわち、食物繊維含有量を比較すると、精白ハトムギ（10.3%）は、精白米（0.9%）に対して10倍以上に達し、裸麦の玄麦（12.3%）に相当するほどである<sup>7)</sup>。これは細胞壁の構成成分であるセルロースやヘミセルロース含有量が高いことが推察され、これらが細胞壁を厚くし、また、硬くしているものと考えられる。さらに、ハトムギでんぷんがほぼ100%アミロペクチンによって構成されていることも<sup>7)</sup>、はぜ込み難くなる一因と考えられる。

## 2. 膨化処理条件の検討

麴菌菌糸を穀粒内部まで進入し易くするために、あら

かじめハトムギを膨化処理して穀粒組織を多孔質化する方法が考えられる。

ハトムギの膨化処理については古くから報告され<sup>11)</sup>、また、最近は一軸エクストルーダーによる膨化処理が検討されている<sup>12)</sup>。しかし、製麴を目的とした膨化条件についてはこれまでにまったく検討されていない。そこで、90%精白全粒ハトムギを用いて加圧ばい焼後、圧力差を変えて膨化処理を行い製麴適性との関係を検討した。

膨化処理による容積の増加を測定したところ、圧力差を6、4、2及び0 kg/cm<sup>2</sup>とした場合には、それぞれ、6.3、4.4、2.2及び2.0倍に増加した。

これらの圧力差を変えて膨化したハトムギの水分を調整し、製造した麴の各種酵素活性値及び菌体量の比較を図2に示した。図2において、膨化圧力差4 kg/cm<sup>2</sup>の場合にグルコアミラーゼ、酸性プロテアーゼ、総合糖化力及び菌体量が最大となり、また、 $\alpha$ -アミラーゼは圧力差6 kg/cm<sup>2</sup>区に次ぐ活性値となった。これらの値は、膨化処理を行わなかった場合の図1に比べると、いずれも2~3倍となっている。これは、膨化処理により麴菌菌糸のはぜ込み状態が改善されたためと考えられる。

そこで、菌糸の繁殖状態を確認するために顕微鏡による観察を行った。その結果、膨化圧力差4 kg/cm<sup>2</sup>区の膨化ハトムギを用いて製麴した膨化ハトムギ麴は、多孔質状になった穀粒中に菌糸が最もよく繁殖している状態が認められた。

膨化圧力差の影響について見ると、6 kg/cm<sup>2</sup>以下では容積は増加しても破裂することなく、粒形は保持できた。しかし、6 kg/cm<sup>2</sup>では多孔質化が過度となり、吸水及び

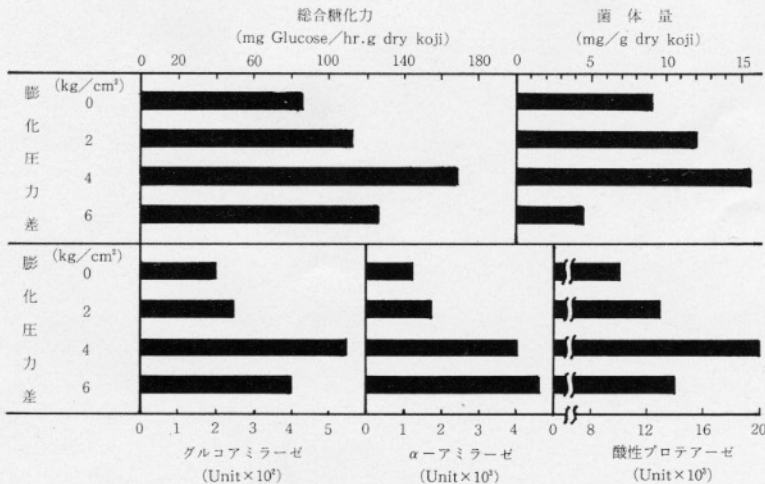


図2 膨化圧力差の差異による膨化ハトムギ麴の酵素活性及び菌体量の比較

製麴中に膨化穀粒がかなり収縮しているのが観察された。この収縮のためか  $4 \text{ kg/cm}^2$  の場合に比し菌体量等が低い値を示した。 $4 \text{ kg/cm}^2$  では吸水してもほとんど収縮は認められなかった。また、 $2 \text{ kg/cm}^2$  以下では膨化不足により、菌糸のはげ込みが不十分で菌体量等が低い値を示したものと考えられる。

以上の結果から、ハトムギは、加圧ばい焼後  $4 \text{ kg/cm}^2$  の圧力差で膨化処理することにより、はげ込みの良い麴が製造できることが明らかになった。

### 要 約

ハトムギを原料として麴を製造する場合における、精白度、穀粒表面積及び膨化処理の影響を検討した。

(1) ハトムギ原料の精白度及び表面積を増加させても、ハトムギ麴の酵素活性値及び菌体量の増加に著しい効果は認められなかった。

(2) 麴菌菌糸を穀粒内部まで進入し易くするために、加圧ばい焼後膨化処理した精白ハトムギを用いて製麴した。膨化処理により多孔質化した穀粒内部での菌糸の繁殖は良好であり、膨化ハトムギ麴の酵素活性値及び菌体量は高い値を示した。

(3) ハトムギ麴を製造する場合、加圧ばい焼後の膨化処理条件としては、圧力差  $4 \text{ kg/cm}^2$  が良好であった。

### 文 献

- 1) 原山誠一：食品工業，21，(9)，39 (1978)。
- 2) 繁田充保・海野考章：近畿中国農業研究，60，81 (1980)。
- 3) 高橋光一・佐々木ひとみ・高橋 均：秋田県醸造試験場報告，13，38 (1981)。
- 4) 長森義知：醸造協会雑誌，78，176 (1983)。
- 5) 伊藤 寛：醸造協会雑誌，77，154 (1982)。
- 6) 新潟県食品研究所：昭和56年度水田利用再編対策試験成績書，(新潟県農林水産部) p. 26 (1984)。
- 7) 財農産業振興奨励会：食用ハトムギ加工利用技術に関する研究報告書，p. 26 (1983)。
- 8) 注解編集委員会：第三回改正国税庁所定分析法注解，村上英也監修，(日本醸造協会・東京) p. 210 (1982)。
- 9) ARIMA, K., UOZUMI, T. : *Agr. Biol. Chem.* 31, 119 (1967)。
- 10) NARAHARA, H., KOYAMA, Y., YOSHIDA, T., PICHANGKUR, S., UEDA, R., TAGUCHI, H. : *J. Ferm. Tech.* 60, 311, (1982)。
- 11) 木原芳次郎・川瀬善一：食糧研究所報告，2，15 (1949)。
- 12) 大坪研一・柳瀬 肇：日食工誌，32，101，(1985)。