

## 自然発酵パン種の乳酸菌と酵母の利用 (2)

—発酵ぬかどこの加工に関する研究—

井上和春\* 小林昇平\*\*\*<sup>1</sup> 野口智崇\*\*\*<sup>2</sup> 又重英一\*\*\*<sup>2</sup> 土屋紀之\*\*

### Utilization of Lactic Acid Bacteria and Yeasts in Breadmaking Starter Culture (II)

— Study on Processing of “Hakkou Nukadoko” —

INOUE Kazuharu\*, KOBAYASHI Shouhei\*\*\*<sup>1</sup>, NOGUCHI Tomotaka\*\*\*<sup>2</sup>, MATASHIGE Eiichi\*\*\*<sup>2</sup>  
TUCHIYA Noriyuki\*\*

抄録

塩分無添加の「発酵ぬかどこ」を用い、この中に生存する乳酸菌と酵母に対し、ダメージの少ない乾燥方法を検討した。その結果、低温、低湿度での乾燥が乳酸菌数、酵母数ともに多く残せることがわかった。また、復水実験では、塩分濃度7%以下であれば、乳酸菌数、酵母数ともに増加してくることが判明した。

キーワード：発酵ぬかどこ，乾燥，乳酸菌，酵母

## 1 はじめに

既報<sup>1)~3)</sup>で、自然発酵パン種中の乳酸菌と酵母を同定し、これらの微生物を利用した「発酵ぬかどこ」を商品化した。発酵ぬかどこは水分を多く含むため持ち運びの際に重くかさばるという問題点がある。

そこで、本研究では「発酵ぬかどこ」の品質を損なうことなく軽量化するために、酵母数・乳酸菌数の保持を目的とした乾燥方法を検討した。乾燥は熱風乾燥、冷風乾燥、マイクロ波(MW)通風乾燥を用いた。

## 2 実験方法

### 2.1 乾燥方法

乾燥には塩分無添加の発酵ぬかどこ(みたけ食

品工業(株)提供)を使用した。含水率は、10%になるまで乾燥した。また、含水率測定には加熱乾燥式水分計(A&D製 Moisture Analyzer MX-50)を用いた。

#### 2.1.1 試料作製

塩分無添加の発酵ぬかどこは、乾燥用架台に乗せるために成形を行なった。発酵ぬかどこをミートチョッパーで、太さ6.4mm、長さ約4cmにして搾り出した(図1)。全量1000gの試料を乾燥用架台10台に約100gずつに分け、丁寧に並べ乾燥を行なった(図2)。

#### 2.1.2 MW通風乾燥

図3の乾燥装置を用いて乾燥を行なった。MW通風乾燥とは、MWと通風乾燥を併用した乾燥法である<sup>4)</sup>。MWの電源出力を0W、250W、500W(実効出力0W/kg、125W/kg、250W/kg)とし、通風温度は全て20℃で乾燥を行なった。試料を乗せた乾燥用架台を、装置(図3)の右側からベルトコンベアに置き、装置内を通過させ約15分

\* 北部研究所 技術支援交流室

\*\* みたけ食品工業(株)

\*\*\*<sup>1</sup> 東洋大学大学院 工学研究科

\*\*\*<sup>2</sup> 東洋大学 工学部

後に左側から出てきた試料の重量を測定した。また、試料表面温度も同時に測定した。

### 2.1.3 熱風乾燥

図3の乾燥装置を用いて、MW 通風乾燥と同様に乾燥を行なった。MW の電源出力を 0W とし、通風温度 30℃、40℃で乾燥を行った。

### 2.1.4 冷風乾燥

空気恒温槽の下部にファンを取り付け、乾燥装置とした。装置内温度を 5℃に設定し、乾燥を行なった。1日おきに架台を取り出し、試料重量を測定した。そのとき、試料の表面温度と内部温度の測定も行った。製造日の異なる試料2点(①②)を試験に供した。

## 2.2 貯蔵方法

乾燥後、試料は湿度を一定に保った密閉容器に入れて貯蔵を行なった。容器内の相対湿度 (RH) は、炭酸カリウム (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) の飽和水溶液を用いて、43%RHに調節した。貯蔵温度は、空気恒温槽を用いて、5℃、15℃、30℃とした。また、5℃冷風乾燥した試料は、低湿度での影響を見るために、シリカゲル (5%RH) を用いて 5℃で貯蔵した。貯蔵は4週間行い、試料の含水率を貯蔵開始から1週おきに測定した。

## 2.3 菌数測定

乾燥前、乾燥後、貯蔵1週目、2週目、4週目の菌数測定を混積平板培養法で行なった<sup>5)</sup>。試料 10g を袋に入れ、生理食塩水 (0.9% w/w) を 90ml 加え、これを 10 倍希釈液とした。10 倍希釈液 1ml と 9ml の生理食塩水を混ぜ希釈を繰り返して行なった。希釈した液を 1ml シャーレに取り、そこに培地を流し込み 8 の字を描くように攪拌した。乳酸菌には MRS 寒天培地を、酵母には クロラムフェニコール加ポテトデキストロース寒天培地を用いた。乳酸菌は 30℃ 空気恒温槽で 2 日間、BBL GasPak を用いて嫌気培養を行なった。酵母は 28℃ 空気恒温槽で 2 日間好気培養を行なった。培養後、コロニーカウンターにてコロニー数を測定し、菌数とした。



図1 乾燥用試料



図2 乾燥用架台

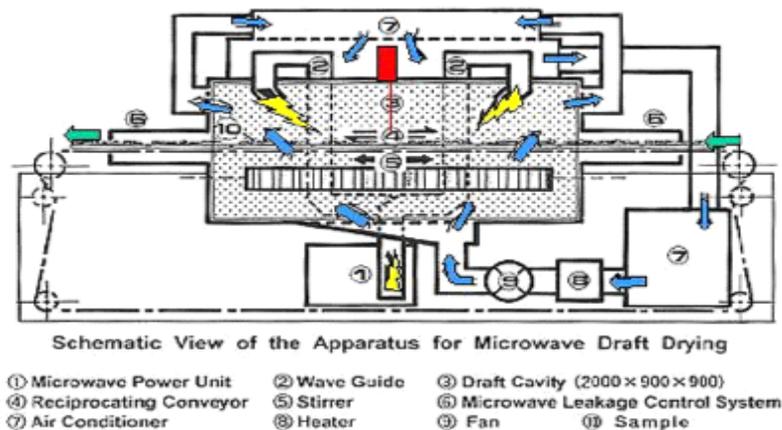


図3 MW通風乾燥の装置図

## 2.4 復水実験

乾燥後、試料に水と食塩を加え、復水を行なった。乾燥試料を袋に入れ、細かく粉碎した。ここに一度沸騰させてから冷ました水と塩分濃度が 0%、3%、5%、7%、9%となるように食塩を加えた。このとき、含水率は乾燥前の発酵ぬかどこの 56%になるように水を加え調節した。25℃の空気恒温槽に貯蔵し、復水前、復水後 1 日目、3 日目、7 日目、9 日目の菌数を測定した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 乾燥実験結果

MW 通風乾燥、熱風乾燥、冷風乾燥それぞれの乾燥時間と試料温度の比較を示す。

表 1 乾燥時間と試料温度

乾燥条件	乾燥時間 (hr)	試料平均温度 (°C)
熱風乾燥 40°C	6.5	41
熱風乾燥 30°C	12	31
MW 0 W 通風温度20°C	14.3	22
MW 250 W 通風温度20°C	8.5	28
MW 500 W 通風温度20°C	5.5	32
5°C冷風乾燥①	70	6
5°C冷風乾燥②	69	6

含水率 56%から 10%になるまでの乾燥時間をみると、MW を用いた乾燥は、用いていない熱風乾燥よりも、比較的速く乾燥が進行した。一方、5°C冷風乾燥は、乾燥に 70 時間かかり、かなりの時間を要した。

### 3.2 菌数測定結果

#### 3.2.1 乾燥後の菌数変化

それぞれの乾燥前の菌数と乾燥直後の菌数を図 4 (乳酸菌)、図 5 (酵母) に示す。

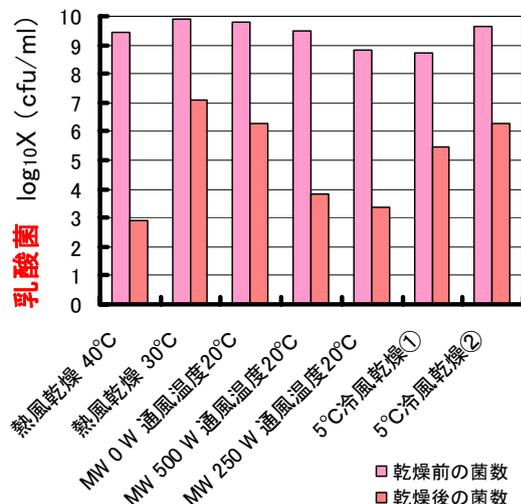


図 4 乾燥による乳酸菌数の変化

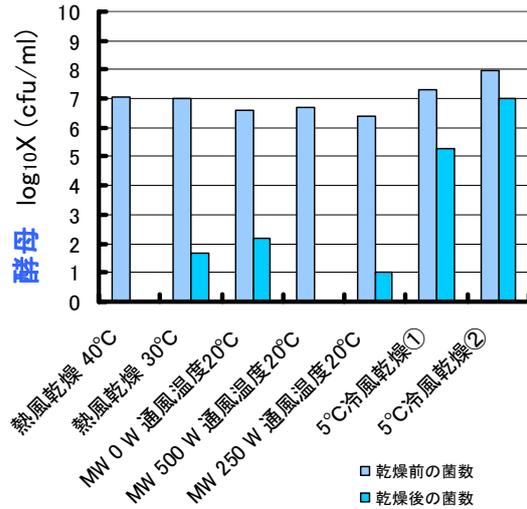


図 5 乾燥による酵母数の変化

乳酸菌はどの乾燥法でも生残することが判明した。一方、酵母は 40°C熱風乾燥と MW 500 W 通風温度 20°C乾燥では死滅してしまった。30°C熱風乾燥、MW 250 W 通風温度 20°C乾燥、MW 0 W 通風温度 20°C乾燥でも、乾燥前の菌数と比べるとかなり減少した。5°C冷風乾燥では乳酸菌数、酵母数共に、乾燥前と比較して減少が少なかった。

乾燥による菌数の差は、乾燥時の試料温度 (表 1) によるものと考えられる。このことから、5°Cのような低温での乾燥で、乳酸菌、酵母の保持が示唆された。

#### 3.2.2 貯蔵湿度と菌数変化

乾燥後、菌数を多く残せたのは 5°C冷風乾燥であった。そこで、5°C冷風乾燥した試料の貯蔵条件と菌数の変化を図 6 (乳酸菌)、図 7 (酵母) に示す。

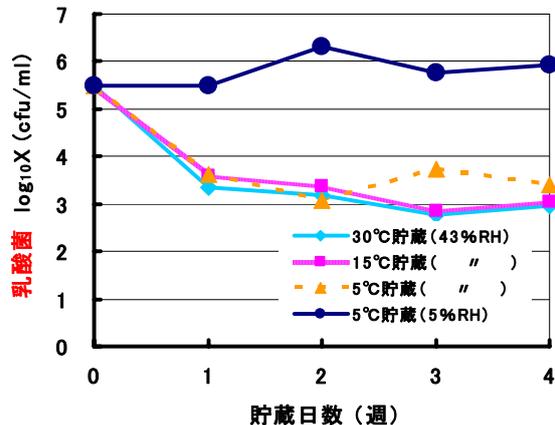


図 6 貯蔵に伴う乳酸菌数変化

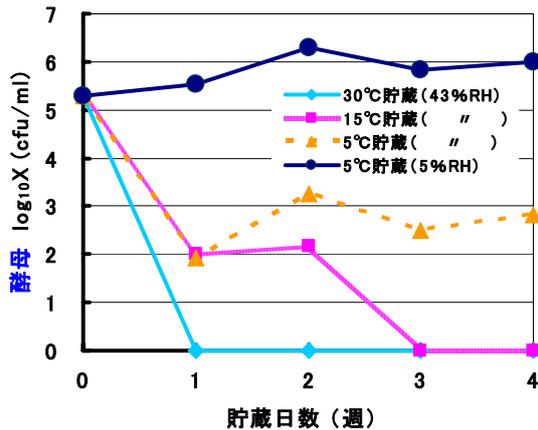


図7 貯蔵に伴う酵母数変化

このときの試料含水率は43%RHで貯蔵した試料は10%であった。5%RHで貯蔵した試料が7%であった。

図6より、乳酸菌数は貯蔵温度ではほとんど変わらず、 $10^3$ cfu/mlの菌数を保持した。貯蔵湿度で見ると、5%RHのような低湿度の貯蔵では、4週目で $8.6 \times 10^5$ cfu/mlの菌数を保持し、43%RHと比べると、乳酸菌数の減少が少ないことが判明した。

図7より、酵母は貯蔵温度15°C、30°Cでは、4週目で生菌数は0となった。5°C貯蔵では、 $10^2$ cfu/mlの菌数を保持することができた。貯蔵湿度で比較すると、5%RHでの低湿度貯蔵だと、4週目で $9.8 \times 10^5$ cfu/mlと菌数を保持し、43%RHと比べると、より多くの酵母を生残させることができた。

乾燥した発酵ぬかこの乳酸菌数と酵母数の減少を防ぐには5°C、5%RHのような低温・低湿度での貯蔵が適していることが判明した。

### 3.3 復水実験結果

乾燥実験より、菌数を一番多く残せた5°C冷風乾燥試料の復水結果を図8(乳酸菌)、図9(酵母)に示す。

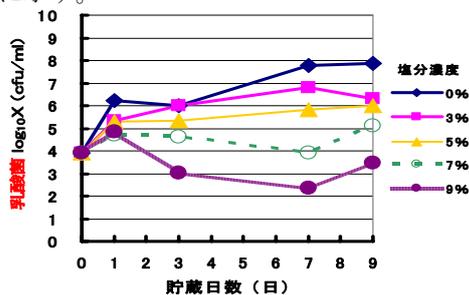


図8 復水時の塩分濃度と乳酸菌数変化

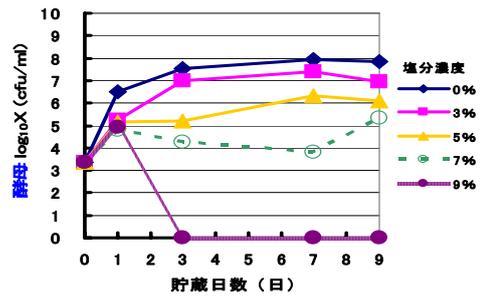


図9 復水時の塩分濃度と酵母数変化

塩分濃度7%以下では、初発の菌数より、乳酸菌、酵母ともに増加することがわかった。しかし、9%の塩分濃度では菌数は減少した。特に酵母は3日目で死滅した。

## 4 まとめ

- (1)乾燥による乳酸菌数と酵母数の減少を防ぐには、5°C冷風乾燥のような低温での乾燥が有効であった。しかしながら、乾燥に時間がかかり過ぎてしまうという問題点が残った。
- (2)低温、低湿度での貯蔵が乳酸菌数と酵母数の保持に最も良いことが示唆された。
- (3)復水は塩分濃度7%以下であれば、乳酸菌、酵母ともに増加することがわかった。

今後の展開としては、低温乾燥における時間の短縮化が必要である。これには、乾燥試料の形状を変え、表面積を増やして乾燥すること、冷風乾燥の減率乾燥期間を見極め、ある程度冷風で乾燥してから、そのほかの方法で乾燥を行う「二段階乾燥」等を検討課題にしたい。

乾燥後の復水実験では、復水後のぬかどこのように成分変化しているか、また、復水後の菌の同定が必要である。

### 参考文献

- 1) 井上和春, 大澤千恵子, 高橋広子, 石川準一, 吉岡久雄, 又重英一: 乳酸菌・酵母を利用した新規穀類加工食品の開発, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **2**, (2004)92,96
- 2) 井上和春, 大澤千恵子, 高橋広子, 石川準一, 吉

- 岡久雄, 又重英一: 乳酸菌・酵母を利用した新規穀類加工食品の開発, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **3**, (2005)66
- 3) 井上和春, 大澤千恵子, 高橋広子, 石川準一, 吉岡久雄, 又重英一: 微生物利用技術に関する研究, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **4**, (2006)56
- 4) 又重英一: 食品のマイクロ波通風乾燥による抗酸化性付与と機能性保持について, ケミカルエンジニアリング, **50**,8(2005)53
- 5) 森地敏樹: 食品微生物検査マニュアル, 栄研器材株式会社, (2002)56

