酵母 *Torulaspora pretoriensis* YK-1 の 冷凍生地製パン適性

小田有二*・外村健三*

Applicability of the Yeast *Torulaspora pretoriensis* YK-1 to Breadmaking by the Frozen-dough Method

Yuji ODA* and Kenzo TONOMURA*

* Department of Food Science and Technology,
Fukuyama University, Fukuyama,
Hiroshima 729-02

Freeze-thaw resistance of *Torulaspora pretoriensis* YK-1 in doughs containing 30% and 5% sucrose was higher than that of *Saccharomyces cerevisiae* FL 2209 isolated from commercial compressed yeast, but both strains were susceptible to freezing injury in the dough without addition of sugar. From these observations, breadmaking was performed by the frozen-dough method. As compared with FL 2209, both elongation of proof time and decrease of specific volume by the storage with freezing were suppressed in the dough containing YK-1. Comparing with the baked goods without freezing, specific volume of those made with YK-1 was higher than 95% and 75% when storage period was less than 21 days in sweet bread and 7 days in white bread, respectively. (Received July 9, 1993)

パン製造に使用される酵母には、様々な性質が要求される。その中でパン生地中での冷凍耐性も、近年、特に重要視されているものの一つであり、数種の冷凍生地専用の酵母が開発されている¹⁾。

これまでに、著者らは *Saccharomyces cerevisiae* の中から冷凍生地製パン法に適した菌株を選抜し²⁾、接合による菌株改良を行ったが、従来のパン酵母と冷凍生地用酵母の長所を兼ね備えた菌株は取得できなかった³⁾。一方、OSHIMA ら⁴⁾、HAHN and KAWAI⁵⁾、HINO ら⁶⁾は、*S. cerevisiae* 以外の酵母の中からパン生地中で高い冷凍耐性を示す菌株を見い出したが、いずれの菌株もパン酵母にとって必須とされているマルトース発酵性を欠損し

ていた。

著者らは、*Saccharomyces* 属と同様に発酵性の高い酵母の一群である *Torulaspora* 属から、マルトース発酵性を備えてパン生地膨張力が高い菌株として *T. pretoriensis* (旧名 *S. pretoriensis*) IFO 10218 を見出し、この菌株の欠点である凝集性を改良した変異株 YK-1 を取得した⁷⁾。本菌株は、通常の市販パン酵母と比較してマルトース発酵性が低いため、糖を添加しない無糖パン生地の膨張力が低い欠点を有していたが、マルトースを糖源として培養時間を短縮することによりある程度改善された⁷⁾。また、本菌株は、食パン生地中において市販冷凍パン生地用酵母 *T. delbrueckii* SANK 50268 と同程度の冷凍耐性を備えていた⁷⁾。

本研究では、YK-1 の各種パン生地中での冷凍耐性について調べるとともに、小規模で簡略化した冷凍生地製パン試験を行い、その有用性について検討した。

1. 実験方法

(1) 使用した菌株

T. pretoriensis YK-1⁷⁾ および市販圧搾パン酵母より分離した非冷凍耐性株 *S. cerevisiae* FL 2209⁸⁾ を使用した。

(2) 培養方法

種培養は、試験管 (18 mm×180 mm) 中の YPD 培地 (酵母エキス 1%, ペプトン 2%, グルコース 2%) 3 ml で 30°C, 24 時間振盪 (125 rpm) して行った。この培養液の 0.7 ml を、バツフル付き 500 ml 容三角フラスコ中の YPS 培地 (酵母エキス 2%, ペプトン 4%, スクロース 2%, KH₂PO₄ 0.2%, MgSO₄・7H₂O 0.1%, pH 6.0) 70 ml に接種し、さらに 30°C, 24 時間振盪培養 (220 rpm) した。糖無添加 (無糖) 生地に使用する YK-1 菌株を取得するときは、スクロースの代りにマルトースを入れた YPM 培地で 12 時間培養した⁷⁾。また、FL 2209 はパン生地膨張力を高めるために、3% NaCl を含む YPS 培地で培養した⁸⁾。培養液中の菌体は、遠心分離 (1 000×g, 10 分) にて集め、蒸留水で洗浄後、素焼板上に置くことにより脱水して湿菌体とした。

(3) パン生地中での冷凍耐性の評価

小麦粉重量に対して、30% および 5% ショ糖を添加した生地と無糖生地进行を調製した。小麦粉 140 g をボウルに入れ、湿菌体 (固形分 33%) 2.8 g を含む酵母懸濁液 14 ml および糖水溶液または水 77 ml を添加した。30% および 5% ショ糖添加生地の糖水溶液には、それぞれ 42

* 福山大学工学部食品工学科 (〒729-02 広島県福山市学園町 1 番地三蔵)

および7gのスクロースを溶解させておいた。これらの原料をメン棒で3分間混捏し、小麦粉10gに相当する生地に分割して30℃で発酵させ、2個のパン生地から発生する炭酸ガス量を既に報告した方法⁸⁾で測定した。凍結前のパン生地発酵時間が長くなるほど、生地中のエタノールは増加し、酵母の凍結障害は大きくなることが知られている¹⁾。そこで、パン生地中のエタノール量を一定にするために、約2時間発酵後、30%ショ糖添加、5%ショ糖添加および無糖生地からの炭酸ガス発生量がそれぞれ30, 50, 40 mlに到達したときに、残りすべてのパン生地のガスを抜いて厚さ5mmに延ばし、-20℃で凍結させた。凍結保存したパン生地は、2個づつ30℃、1時間放置することにより解凍させ、30℃、2時間当たりの炭酸ガス発生量を測定した。なお、凍結後直ちに解凍させたパン生地からの炭酸ガス発生量を凍結0日目の測定値とした。

(4) 製パン条件

表1に示した配合により、小麦粉600g仕込みで行った。ミキシングは、ショートニング以外の全原料をミキサー（ケンミックスミキサー、愛工舎製作所製）に入れ、低速（150rpm）で1分を行った。その後、ショートニングを入れてさらに低速1分、中速（550rpm）8分、高速（900rpm）4分ミキシングし、捏ね上げ温度は27℃とした。菓子パン生地は90分、食パン生地は50分、30℃で発酵させ、それぞれ35gづつ25個に分割して丸めた。このうちの20個は、厚さ5mmに圧延後、-20℃の冷凍庫中で凍結保存した。残りのパン生地5個は、室温に20分間放置後、ステンレス製カップ（上面直径7.6cm、下面直径5.4cm、高さ3.7cm）に入れた。この生地を37℃、相対湿度85%でホイロ発酵を行い、最上部が4.7cmに達するまでのホイロ時間を測定した後、直ちに

170℃に予熱しておいたオーブン（TOA 11型、日立家電製）で菓子パンは16分間、食パンは25分間焼いた。焼成したパンは重量と菜種置換法にてパンの容積を測定し、比容積を算出した。一定期間-20℃で冷凍保存したパン生地は、5個づつ30℃で1時間放置することにより解凍させ、上記の方法にて焼成した。

2. 結果及び考察

解凍した3種類の冷凍生地からの炭酸ガス発生量の変化を図1に示す、30%ショ糖添加生地において、YK-1の炭酸ガス発生量は凍結保存中わずかに減少する程度であったが、FL 2209のそれは7日目まで40%以下に低下した。5%ショ糖添加生地においても、YK-1のほうがFL 2209よりも炭酸ガス発生量は高かったが、両株間の差は縮小し、無糖生地においてはその傾向がさらに顕著になった。これらの現象は、生地内のスクロース濃度が低くなるにつれて酵母の凍結障害が増大するためと考えられた。

このように、無糖生地におけるYK-1の冷凍耐性は、FL 2209よりもわずかに優れていなかったため、菓子パンおよび食パンの処方でのみ冷凍生地製パン試験を行った（表2）。酵母の凍結障害を軽減するために、食パン生地の凍結前の発酵時間は、菓子パン生地のそれよりも短くした。

非凍結区において、YK-1を使用したパン生地は、FL 2209と比較してホイロ時間が長かったが、焼成後の比容積は同程度であった。また、両方の菌株を使用したパンには、官能的に有意差は認められなかった。凍結区において、全体的にYK-1では、FL 2209よりもホイロ時間が短く比容積も大きかった。非凍結区と比較して、YK-1を使用すると、菓子パンでは凍結保存21日目ま

表 1 製パン配合

原 料	配合量 (g)		製造会社及び商品名
	菓子パン	食パン	
小 麦 粉	600	600	日清製粉（株）スーパーカメリア
湿 菌 体	18	18	実験室にて調製（固形分33%に換算）
砂 糖	150	36	三井精糖（株）
食 塩	3	3	日本たばこ産業（株）
脱 脂 粉 乳	18	12	雪印乳業（株）
ショートニング	48	30	鐘淵化学（株）カネカキャロット
イーストフード	0.72	0.6	協和発酵パンダイヤ C-500
水	330	372	

表 2 製パン試験結果

種 類	処 理	YK-1		FL 2209	
		ホイロ時間 (分)	比容積	ホイロ時間 (分)	比容積
菓子パン	非凍結	70±3	4.32±0.20	56±1	4.26±0.10
	凍結 0 日目	82±3	4.51±0.03	67±7	4.21±0.07
	7 日目	82±1	4.40±0.09	120<*	2.73±0.23
	14 日目	85±3	4.34±0.08	120<	2.43±0.06
	21 日目	93±3	4.14±0.11	120<	2.24±0.15
食パン	非凍結	42±1	5.13±0.11	38±0	4.23±0.09
	凍結 0 日目	36±1	4.86±0.19	34±1	4.24±0.17
	3 日目	59±4	3.96±0.25	109±9	3.51±0.10
	7 日目	68±2	3.95±0.07	120<	2.88±0.18
	14 日目	104±6	3.53±0.17	120<	2.90±0.18

* 4.7 cm に達しなかったため、120 分で焼成した。

図 1 凍結保存期間の残存するパン生地膨張力に対する影響

○ : *T. pretoriensis* YK-1
● : *S. cerevisiae* FL 2209

でなら 95% 以上、食パンでは 7 日までなら 75% 以上の比容積を示すパンを焼成することができた。

以上の結果から、*T. pretoriensis* YK-1 は、菓子パンおよび食パン処方で凍結生地を使用したパン製造に適用可能であった。YK-1 の無糖生地における冷凍耐性は、FL 2209 よりもわずかに優れていたが、パン生地組成および製造工程を改変することにより冷凍障害を軽減することも可能と考えられる。

3. 要 約

Torulaspora pretoriensis YK-1 は、30% および 5% スクロースを添加したいずれのパン生地においても、市販パン酵母から分離した *Saccharomyces cerevisiae* FL 2209 よりも高い冷凍耐性を示したが、糖無添加パン生地では両株ともに凍結障害を受けやすかった。冷凍生地製パン試験を行ったところ、FL 2209 と比較して、YK-1 を使用したパン生地は、一定期間凍結保存してもホイロ時間の延長および焼成後の比容積の低下が少なかった。非凍結区と比較して、YK-1 を使用すると、菓子パンでは凍結保存 21 日目までなら 95% 以上、食パンでは 7 日までなら 75% 以上の比容積を示すパンを焼成することができた。

本研究を行うにあたり、広島県食品工業振興財団より研究費の一部を補助していただきましたことを感謝いたします。

文 献

- 1) 河合弘康：化学と生物，**31**，374 (1993).
- 2) ODA, Y., UNO, K. and OHTA, S. : *Appl. Environ. Microbiol.*, **52**, 941 (1986).
- 3) ODA, Y. and OUCHI, K. : *Enzyme Microb. Technol.*, **12**, 989 (1990).
- 4) OSHIMA, Y., SUGAURA, T., HORITA, M. and SASAKI, T. : *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**, 1512 (1987).
- 5) HAHN, Y. and KAWAI, H. : *J. Home Econ. Jpn.*, **41**, 115 (1990).
- 6) HINO, A., TAKANO, H. and TANAKA, Y. : *Cereal Chem.*, **64**, 269 (1987).
- 7) ODA, Y. and TONOMURA, K. : *Biosci. Biotech. Biochem.*, **57**, 1320 (1993).
- 8) ODA, Y. and TONOMURA, K. : *Food Microbiol.*, **10**, 249 (1993).

(平成5年7月9日受理)