少量試料による米粉生地膨化測定

奥西智哉^{1*}, 宮下香苗¹, 大江翔太郎², 萬代悠太²,
増村威宏², 黒田昌治³

¹ 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
食品総合研究所

² 京都府立大学生命環境科学研究科

³ 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業総合研究センター北陸研究センター

Small Scale Swelling Method to Evaluate Rice Flour for Bread-making

Tomoya Okunishi^{1*}, Kanae Miyashita¹, Shotaro Oe²,
Yuta Mandai², Takehiro Masumura²
and Masaharu Kuroda³

¹ National Food Research Institute, NARO, 2-1-12
Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8642

² Graduate School of Life and Environmental Sciences,
Kyoto Prefectural University, Kitainahakkenn,
Seika town, Kyoto 619-0244

³ Hokuriku Research Center, NARC, NARO,
1-2-1 Inada, Jo-etsu, Niigata 943-0193

A dough swelling method to evaluate the utility of various rice flours for bread making was developed. Flour samples (2.5 g) were evaluated for degree of dough rising during fermentation in plastic tubes. A swelling rate ≥ 0.7 could distinguish flour samples containing $\geq 1\%$ gluten, indicating greater sensitivity than with the ordinary bread making method. This method can be utilized for bread quality evaluation of genetically modified rice.

(Received Mar. 2, 2012; Accepted May 17, 2012)

Keywords : rice flour bread, swelling rate, specific volume, baking quality, gluten

キーワード : 米粉パン, 膨張率, 比容積, 製パン性, グルテン

近年, 40% 程度に低下したわが国の食料自給率向上の観点から, 米の消費拡大を目的とした新たな米加工品の開発やその市場での普及が求められている。特にパンへの米粉利用の取り組みは盛んであり, 各種の米粉パンの研究開発が行われている¹⁾。米をパン材料として用いるときの最大の問題点は米のタンパク質はグルテン形成能がないということである。生地(ドウ)を捏ねている間に小麦のタンパク質がグルテンに変わり, 生地に粘りを与えパンの膨らみを

を維持するが, 米に含まれるタンパク質はこのような変化を示さない。このため, 小麦粉由来の活性グルテンを加えることでこの欠点を補っている²⁾が, グルテンもほとんどが輸入品であり, 自給率に貢献するものではない。

遺伝子組み換え技術によって米にグルテニンとグリアジンを発現させることによりグルテンを国産率 100% の米粉パンの開発につなげる研究がなされている³⁾。伝統的なパン生地物性測定装置はエクステンシグラフ⁴⁾やアルペオグラフ⁵⁾等があるがこれらの試験には通常製パン試験をする場合, その工程が複雑なために再現性のある結果を得るには熟練を要すだけでなく, 多量の試料を必要とする。少量サンプルを用いた製パン性に関する評価法にはファリノグラフあるいはエクステンソグラフを小型化した 10 g の少量生地物性測定法^{6,7)}や少量製パン法⁸⁾がある。しかしながら, 遺伝子組換え研究では研究自体が系統育種の初期段階にあたり閉鎖系温室で栽培されるため, 得られる試料が極端に少量である。良好な製パン性を有する系統を効率的に選抜するため, 製パン試験をとまなわない少量試料での評価法が必要である。さらに, 米胚乳細胞中で発現したタンパク質が良質なグルテンを形成するとは限らないので, 感度がよいことも同時に求められる。

1. 実験方法

(1) 材料

米粉(水分 14.0%, こめ de パン, 日の本穀粉), 活性グルテン(A グル-GX, グリコ栄養食品), ドライイースト(スーパーカメリア, 日清フーズ), ショートニング(カナリアエイト M, 日油), 脱脂粉乳(北海道スキムミルク, 雪印乳業), 上白糖および食塩はそれぞれ市販品を用いた。

(2) プラスチックチューブを用いた生地膨張率評価

活性グルテンを 0-10% 含む米粉試料 2.5 g に, 上白糖 1.7 g およびドライイースト 0.3 g を脱イオン水 18 g に溶解した液体試料 2.0 g を加えスパテルでドウにまとめた。液体試料は作業直前に調製した。得られたドウを一分間ス

図 1 膨張率評価に用いたプラスチックチューブの概要

¹ 〒305-8642 茨城県つくば市観音台 2-1-12

² 〒619-0244 京都府相楽郡精華町大字北稲八間小字大路 74

³ 〒943-0193 新潟県上越市稲田 1-2-1

* 連絡先 (Corresponding author), tomoyaok@affrc.go.jp

図2 グルテン含量による膨張率の違い

○, 0% グルテン区; ▲, 0.1% グルテン区; □, 1% グルテン区; ●, 10% グルテン区.

* 危険率5% 以下で有意差あり (Dunnett の多重比較検定).

パートルで100回程度捏ねた後、樹脂製チューブふたのセーフティカバーにドウを満たした(φ8.5mm×4.3mm, 図1矩形abcd)。35℃のインキュベータ中で発酵させ、所定時間ごとにドウ上端とすりきり面からの高さを測定し、初期高さとの比((a'e'-a'b')/a'b', 図1)を膨張率とした。これを3回繰り返した。有意差検定はDunnettの多重比較検定を用いた。

(3) 縦型ミキサーを用いた製パン評価

製パンはストレート法により行った。活性グルテンを0-20% 含む米粉1kg, ドライイースト15g, ショートニング50g, 脱脂粉乳20g, 上白糖60gおよび食塩20gを用いた。加水量は72%とした。たて型ミキサー(KTM-10, 関東混合機工業)に、ショートニング以外のすべての材料を入れ、低速3分・中速5分で混捏し、油脂投下後さらに低速3分・中速4分の混捏を行った。捏上げ目標温度は27℃で誤差は±0.5℃以内であった。ドウを420gに分割し、ドウコンディショナー(NS-D923FA, 松下電器)中で27℃, 75%R.H.条件で25分間ベンチタイムをとった。ワイドファインモルダー(WF-01S, オシキリ)にてクリアランス4.5mm, 展圧4.0mm-4.0mmにてカール状に加圧成形し、これをワンローフタイプの焼型(スルトン加工1斤型, 内寸L180×W80×H90mm)に入れ、ホイロ(PR-1D, 戸倉商事)にて38℃, 85%R.H.の条件にて発酵を行った。生地上端高さが焼型縁と一致した時点、あるいは80分経過時点を発酵終了とし、熱風式ロータリーオープン(9H923, Revent)にて200℃で20分焼成した。焼成したパンは1時間室温にて放冷した後、デジタル重量計付3Dレーザー体積計(Selnac-WinVM2100, ASTEX)で比容積を求めた。同一生地から4個の1斤パンが得られるので、これらの平均値を製パン1回に対する比容積とし、これを3回繰り返

図3 グルテン含量とパン比容積の関係

** 危険率1% 以下で有意差あり (Dunnett の多重比較検定).

した。有意差検定はDunnettの多重比較検定を用いた。

2. 実験結果および考察

プラスチックチューブ内のドウは発酵初期において膨張を続け、ある時点以降は膨張率を維持した(図2)。グルテン0.1%区の膨張率はグルテン0%区と有意な差がなかったが、45分以上の発酵時間で1%区および10%区は0%グルテン区に対して有意に大きい膨張率を示した。一方、実機を用いた製パン試験では米粉に含まれるグルテンの割合と比容積は正の相関を持っており、パンの膨らみはほぼグルテンの割合で評価可能であるが、グルテン1%区とグルテン0%区では有意な差は見出せなかった(図3)。このことからプラスチックチューブによる試験は感度が良く、活性グルテン含量相当で1%以上のグルテン力価があれば検知可能であり、この方法で発酵45分間以上での膨張率0.7以上のものがパン用粉として可能性があることを示した。

遺伝子組換え体を用いた研究は新規品種開発の極初期段階にあたるため、作出される試料の種類は非常に多くなると同時に、1種類当たりの得られる試料量は少なくなる。また、発現するグルテンについても量と質の両面で十分なものは期待できない。今回開発した評価法は、必要試料量の少なさ、および感度の両方について、これらのスクリーニング実験に適していることが示唆された。つまり、この方法で発酵45分間以上での膨張率0.7以上のものは1%以上の活性グルテンと同等の力価のタンパク質が含まれ、パン用米粉としての可能性が認められるため、遺伝子組み換えイネの製パン性評価に利用が期待できる。

3. 要約

米粉パン用途としての試料スクリーニング法を開発した。2.5gの試料を用いてプラスチックチューブ内で45分以上発酵させることにより評価を行う。膨張率0.7以上であれば1%以上のグルテンが含まれる試料として検出できる。これは従来の方法より感度がよく、パン用米粉としての可能性を見出すことができるため、遺伝子組み換えイネ

の製パン性評価に利用が期待できる。

文 献

- 1) 興座宏一, 岡部繭子, 島 純, 米粉利用の現状と課題—米粉パンについて—, 日本食品科学工学会誌, **55**, 444-454 (2008).
- 2) 小河拓也, 田畑広之進, 井上喜正, 米粉の配合がパンの外観及びレオロジー的性質に及ぼす影響, 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告, **51**, 25-28 (2003).
- 3) 大江翔太郎, 斉藤雄飛, 萬代悠太, 尾崎真治, 森田重人, 佐藤 茂, 黒田昌治, 川浦加奈子, 荻原保成, 奥西智哉, 増村威宏, コムギ貯蔵タンパク質を蓄積する形質転換イネ種子の解析, 第 29 回日本植物細胞分子生物学会講演要旨集, 2Cp-03, 福岡 (2011).
- 4) American Association of Cereal Chemists. Approved method of the AACC, method 54-10.
- 5) American Association of Cereal Chemists. Approved method of the AACC, method 54-30.
- 6) Mani, K., Eliasson, A.-C., Lindahl, L. and Tragardh, C., Rheological properties and breadmaking quality of wheat flour doughs made with different dough mixers. *Cereal Chem.*, **69**, 222-225 (1992).
- 7) 山内宏昭, 高田兼則, 桑原達雄, 小麦粉の簡易製パン性評価のための少量生地物性測定法, 日本食品科学工学会誌, **48**, 138-141 (2001).
- 8) 冨塚秀一, 堀金 彰, 山田純代, 池口正二郎, 今井 徹, 国産硬質小麦を原料とした少量製パン技術の開発, 日本作物学会紀事, **72** (別 1), 174-175 (2003).

(平成 24 年 3 月 2 日受付, 平成 24 年 5 月 17 日受理)