乾燥によるめんの性状変化

三木英三*・仲田陽子*・山野善正*

Changes in Properties of Noodle during Drying

Eizo MIKI*, Youko NAKATA* and Yosimasa YAMANO*

* Department of Bioresource Science, Kagawa University,
Ikenobe, Miki-cho, Kagawa 761-07

Changes in physical properties of cooked noodle and chemical compositions of Japanese type noodle during drying were investigated. Acetic acid soluble protein showed a minimum value at 5 hs from start, and increased slightly with drying. The decrease of acetic acid soluble protein was considered to be caused by mainly insolubilizing of glutenin. However, non protein nitrogen increased with drying. While both the free lipid and the lipid extracted with chloroform-methanol (2:1) from noodle decreased, the hot chloroform-methanol extractable lipid increased markedly during drying. The result suggested that strength of lipid bonding to noodle was strengthened by drying. Cutting strength, tensile strength and extensibility of the cooked noodle decreased with drying. These results suggested that the changes in both protein and lipid of the noodle participated with the changes in physical properties of the cooked noodle by drying.

(Received Nov. 7, 1991)

めん類のなかで乾めんは保存性が良く、また生めんと比べて重量及び容積が小さいために包装、貯蔵が簡便で、大量生産ができるので経済的であるという長所がある¹⁾²⁾。それにもかかわらず、そうめんを除いて乾めんの生産量が伸び悩んでいるのは、調理に長時間を要すること及び生めに比べて食味や食感が劣っていることが原因と考えられる。これまで、乾めんについては明田川ら³⁾や佐藤ら⁴⁾が市販品の性状について、柴田らが曲げ試験⁵⁾とねじり試験⁶⁾による物性及び乾めんの貯蔵性⁷⁾⁸⁾について、浅野ら⁹⁾が乾燥方法についてそれぞれ報告しているが、乾燥工程中のめんの成分変化や物理的性質の変化についての報告はほとんどみられない。わずかに、そば¹⁰⁾とスパゲティの乾燥についての報告¹¹⁾¹²⁾がみられるにすぎない。

本研究では、乾燥中のめんの成分変化及び乾燥による茹めんの物理的性質の変化を明らかにすることを目的とした。

実験方法

1. 試料の調製

(1) 生めんの調製

生めんは、市販の中力小麦粉（水分含量 13.4%，タンパク質 9.7%，粗脂肪 0.76%）100 g に、2 g の塩化ナトリウムを 45 ml のイオン交換水に溶解した食塩水を加え、卓上ミキサー 5 DM 型（品川工業所製）で 10 分間混捏した生地を 1 時間熟成後、卓上製めん機（木屋製作所製）で圧延し、長さ 5 cm、幅 0.5 cm に線切りして調製した。

(2) めんの乾燥

めんの乾燥は一般に製造工場で行われている方法¹³⁾に準じて、予備乾燥、主乾燥及び仕上げ乾燥の 3 工程で行った。すなわち、予備乾燥はヤマトの乾燥機、DS-42 を用いて 30℃ で 1 時間放置して、主乾燥は低温恒温恒湿槽（三田村理研製）を用いて 35℃、相対湿度 70±2% で 20 時間放置して、また仕上げ乾燥は、恒温恒湿槽の

* 香川大学農学部（〒761-07 香川県木田郡三木町池戸 2393）

相対湿度を1時間毎に5%づつ2回下げ、スイッチを切って1時間放置して行った。

(3) 茹めんの調製

茹めんの物理的性質はその水分含量の影響を大きく受けるので、めんの乾燥による茹めんの物性変化については、一定の水分含量で検討する必要がある。そこで、茹めんの水分含量70%をはさむ2つの異なった時間茹で、1分間水冷して切断試験と引張試験に供した。

2. 成分分析

(1) 水分含量の測定

乾めん及び茹めんの水分含量は、めん線の状態では135℃、2時間常圧乾燥により求めた。

(2) 0.1 N 酢酸及び1% SDS 可溶性タンパク質の定量

乾燥工程中のめん1gを精確に秤取し、10mlの0.1 N 酢酸溶液あるいは1% ドデシル硫酸ナトリウム(SDS)溶液中に1時間放置後、日本精機の高モジナイザーを用いて、酢酸の場合50Vで、SDSの場合30Vで30秒間高モジナイズし、10000rpm、5℃で20分間遠心分離した。その上澄液のタンパク質量をマイクロケルダール法で定量した。

(3) ゲルろ過

Sephadex G-100 (Pharmacia) を用いて2cm×50cmのカラムで、15ml/hの流速で5mlづつ分取し、280nmで吸光度を測定して溶出曲線を得た。

(4) 脂質の定量

乾燥工程中のめんを経時的に取り出して凍結乾燥し、コーヒーマイル(ナショナル、MK-51)で粉碎後、メッシュNo. 32の篩を通して試料とした。石油エーテル抽出脂質量は、15時間ソックスレーで抽出して定量した。クロロホルム・メタノール(CM)抽出脂質量は、試料5gをクロロホルム:メタノール=2:1の20mlと室温で30分間振とうし、No. 2のろ紙でろ過する操作を2回繰り返し、さらにCMの10mlで2回洗浄し、ろ液を集めてロータリーエバポレーターで溶媒を除去して定量した。加熱CM抽出脂質量は、CMで抽出した残渣を20mlのCMと50℃で5時間振とうし、ろ過後の残渣を再び20mlのCMと50℃で2時間振とうし、ろ過後、ろ液を集めて溶媒を除去して定量した。

3. 物理的性質の測定

茹めんの切断強度はレオメーターR-UDA型(富士理科工業製)を用いる既報¹⁴⁾の方法によった。茹めんの引張強度と伸びは山電製のレオナーRE-3305を用いて、引張速度1mm/secで測定した。切断強度及び引

張強度は、予備実験で決めた2つの異なる時間茹でためんの強度を測定し、その間の変化を直線的な変化とみなして水分含量70%の値を算出した。

実験結果及び考察

1. 乾燥中の成分変化

(1) 水分含量

乾燥中のめんの水分含量の変化をFig. 1に示した。図には5回測定の結果を示しているが、水分含量は生めんの約38%から5時間後に約22%、24時間後には約13%に減少した。乾燥初期に急激に、長時間後には緩やかに減少するような水分含量の変化は、スパゲッティの乾燥中の変化¹¹⁾と類似していた。一般に、乾燥による物質の水分の減少曲線は3つの期間に分類されており¹⁵⁾、今回の実験では試料温度の変化を測定していないので明確には言えないが、乾燥2時間以後は減率乾燥期間であると思われる。

(2) タンパク質

乾燥中のめんの0.1 N 酢酸可溶性及びSDS可溶性タンパク質量の変化を、水分含量の変化とあわせてFig. 2に示した。酢酸可溶性タンパク質量は、生めんの約70%から乾燥の進行とともに減少し、5時間後には約35%と生めんの1/2に減少したが、10時間後には約45%に若干増加し、24時間後には再び減少して約40%になった。SDS可溶性タンパク質量も酢酸可溶性タンパク質と同様に、乾燥の進行とともに生めんの約80%から4時間後に約45%まで減少し、その後10時間では若干増加した。しかし、酢酸可溶性タンパク質と異なり、24時間後でもさらに若干の増加がみられた。こ

Fig. 1 Change in moisture content of noodle during drying

Fig. 2 Changes in 0.1 N acetic acid soluble protein (O) and SDS soluble protein (Δ) of the noodle during drying

のように、酢酸及び SDS 可溶性タンパク質量は水分含量の減少の速い乾燥初期に急激に減少し、乾燥 5 時間付近で最低値を示しており、乾燥初期のこれら可溶性タンパク質量の減少には、水分含量の減少が関与していると考えられる。小麦タンパク質は、溶解性の差にもとづいてアルブミン、グロブリン、グリアジン、グルテニン及び不溶性タンパク質に分類されている。そこで、乾燥によるこれらのタンパク質の変化を検討するためにゲルろ過を行った。

酢酸可溶性タンパク質を Sephadex G-100 を用いてゲルろ過すると、Fig. 3 に示したように、280 nm の吸光度で 4 つのピークに分かれる。TSEN¹⁶⁾によると、高分子量側からグルテニン (I)、グリアジン (II)、アルブミンとグロブリン (III) 及び非タンパク態窒素 (IV) である。めんの乾燥とともに、ピーク I のグルテニン画分の総吸光度は減少し、生めんの 0.38 から乾燥 5 時間後で 0.24、乾燥 24 時間後には 0.16 と大きく 1/2 以下に減少した。このグルテニンの減少は、水分の減少によって重合が生じて酢酸に不溶化したと考えられる。ピーク II (グリアジン) 及び III (アルブミンとグロブリン) は乾燥 5 時間で最も小さくなっている。DEXTER¹⁷⁾は、スパゲッティ製造中の可溶性グロブリンの減少は、重合よりはむしろセモリナの不溶成分への結合によると報告している。しかし、乾燥による変化は他の画分よりも小さかった。これをグリアジン (II) とアルブミン及びグロブリン (III) について吸光度での組成比でみると、生めんでは 33.0% と 19.7% が乾燥 5 時間後で 32.6% と 21.9%、乾燥 24 時間後ではそれぞれ 35.5% と

Fig. 3 Change in gel filtration elution profile (Sephadex G-100) of 0.1 N acetic acid soluble protein extracted from the noodle dried 0 h; raw noodle (—) 5 hs (---) and 24hs (.....)

23.6% であった。ピーク IV (非タンパク態窒素) の総吸光度は生めんの 0.27 から乾燥の進行とともに増加し、24 時間後には 0.39 と約 1.5 倍に増加した。吸光度での組成比は生めんでは 19.4% が乾燥 24 時間後で 29.1% であった。この非タンパク態窒素の増加は、DEXTER¹⁷⁾も述べているようにプロテアーゼの作用によると考えられる。以上の結果から、めんの乾燥による酢酸可溶性タンパク質量の減少は、主にグルテニンの不溶化によることが明らかとなった。乾燥 5 時間以後の酢酸可溶性タンパク質量の増加は主にグリアジンと非蛋白態窒素の増加によると考えられる。

(3) 脂 質

石油エーテルで抽出される遊離脂質量は Fig. 4 に示したように、生めんの 0.46% から乾燥とともに減少し、24 時間後には 0.23% と 1/2 に減少した。CM 抽出脂質量から石油エーテル抽出脂質量を差し引いて求めた結合脂質量は、生めんの 2.35% から 5 時間乾燥後には 0.70% まで減少し、以後の変化は小さかった。加熱 CM 抽出脂質量は、生めんでは 0.76% であるが、乾燥の進行で結合脂質量 (CM 抽出脂質量 - 石油エーテル抽出脂質量) が減少するとともに 5 時間まで急激に約 2% まで増加し、以後 24 時間まで変化は小さかった。加熱 CM 抽出脂質量の中にはタンパク質も一部含まれていると考えられるが、この結果はめんの乾燥により脂質の結合がよ

Fig. 4 Changes in lipid extracted by petroleum ether (○), chloroform-methanol (2:1) (●) and heated chloroform-methanol (2:1) (△) from the noodle during drying

Fig. 5 Changes in cutting strength (○), tensile strength (△) and extensibility (□) of the cooked noodle during drying

り強固になったことを示している。

2. めんの乾燥による茹めんの物理的性質の変化

乾燥中のめんの茹めんの切断強度及び引張強度と伸びの変化を Fig. 5 に示した。茹めんの切断強度は、生めんからの試料で 8.8 g/mm^2 であり、乾燥5時間のものでは約 7 g/mm^2 と減少し、乾燥10時間のものでは約 7.5 g/mm^2 と若干増加した。このような乾燥による茹めんの切断強度の変化は、酢酸可溶性タンパク質量の変化 (Fig. 2) と類似であった。引張強度と伸び率の変化も Fig. 6 に示したように、めんの乾燥5時間まで減少し、10時間後に若干増加しており、酢酸可溶性タンパク質量の変化 (Fig. 2) と同様であった。めんの乾燥にともなう酢酸可溶性タンパク質量と茹めんの物理的性質の変

化の様子が似ていること、さらに茹めんの強度が大きく減少する乾燥初期に抽出脂質量も大きく減少している (Fig. 4) 結果から、めんの乾燥による茹めんの物理的性質の変化には、タンパク質と脂質の物理化学的变化が大きく関与していることが示唆された。めんの乾燥による力学的性質及び茹めんの物理的性質の変化の詳細については別¹⁰⁾に報告する。

要 約

めんの乾燥による成分及び茹めんの物理的性質の変化について検討し、次の結果を得た。

(1) 乾燥により、めんの水分は初期に急激に減少し、漸次緩慢となり、乾燥2時間以後で恒率乾燥から減率乾燥へ移っていると思われる。

(2) 乾燥により、めんの 0.1 N 酢酸可溶性タンパク質量は5時間まで減少し、以後若干増加した。この減少は主にグルテニンの不溶化によると考えられた。乾燥中にグリアジン及びアルブミンとグロブリンの変化は小さかったが、非タンパク態窒素は増加した。

(3) 乾燥により、めんの遊離脂質は減少し、脂質の結合はより強固になったと考えられる。

(4) めんの乾燥により、茹めんの切断強度及び引張強度と伸びは減少した。

以上の結果から、乾燥による茹めんの物理的性質の変化にはタンパク質と脂質の物理化学的变化が大きく関与していることが明らかとなった。

本研究は、第33回日本食品工業学会大会 (東京) で発表した。

文 献

- 1) 佐竹博幸: 食品と科学, **22** (7), 114 (1980).
- 2) 尾崎 準: 食品加工法 (朝倉書店, 東京), p. 82 (1971).
- 3) 明田川太郎・長谷川うら: 新潟県食品研究所第8号, p. 60 (1964).
- 4) 佐藤邦子・佐藤孜郎: 家政誌, **34**, 754 (1983).
- 5) 柴田茂久・古堂久美子: 食品総合研究所報告, **31**, 15 (1974).
- 6) 柴田茂久・千野根幸子: 日食工誌, **25**, 202 (1978).
- 7) 柴田茂久・豊島英親・今井 徹・井上祐子: 日食工誌, **23**, 397 (1976).
- 8) 柴田茂久・今井 徹・稲荷佐登美: 日食工誌, **25**, 57 (1978).
- 9) 浅野 玲: 食品と科学, 増刊号, p. 17 (1983).
- 10) 黒河内邦夫・大日方洋・松橋鉄治郎・吉田 勤:

- 日本食品工業学会第 33 回大会，講演集 p. 24 (1986).
- 11) DEXTER, J.E., MATSUO, R.R. and MORGAN, B.C.: *J. Food Sci.*, **46**, 1741 (1981).
- 12) WYLAND, A.R. and D'APPOLONIA, B.L.: *Cereal Chem.*, **59**, 199 (1982).
- 13) 浅野 玲：製めんの基礎（食品と科学社，大阪）p. 155 (1971).
- 14) 金 万浩・三木英三・山野善正：日食工誌，**36**, 789 (1989).
- 15) 桐米良三・松野隆一：食品化学工学，化学工学協会編（槇書店，東京）p. 86 (1980).
- 16) TSEN, C.C.: *Cereal Chem.*, **44**, 308 (1967).
- 17) DEXTER, J.E. and MATSUO, R.R.: *Cereal Chem.*, **54**, 882 (1977).
- 18) 三木英三・栗坂貴之・山野善正：日本食品工業学会第 37 回大会講演集 p. 91 (1990).
- (平成 3 年 11 月 7 日受理)
-