

タイにおける発酵米麺の改良とその特性

小林明奈, Panthitra Phromraksa, 加藤みゆき*, 池田昌代**,
Chirasak Khamboonruang***, 長野宏子

(岐阜大学教育学部, *香川大学教育学部, **東京農業大学応用生物科学部,
***チェンマイ大学)

原稿受付平成 18 年 12 月 6 日; 原稿受理平成 19 年 6 月 2 日

Improvement of Fermented Rice Noodles in Thailand and Their Characteristics

Akina KOBAYASHI, Panthitra PHROMRAKSA, Miyuki KATOH,* Masayo IKEDA,**
Chirasak KHAMBOONRUANG*** and Hiroko NAGANO

Faculty of Education, Gifu University, Gifu 501-1193

*Faculty of Education, Kagawa University, Kagawa 760-8522

**Faculty of Applied Bio-Science, Tokyo University of Agriculture, Setagaya-ku, Tokyo 156-8502

***Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

The component of Thai fermented rice noodles (Kha Nhom Jeen), and relations of the microorganisms present in the noodle-making the process were investigated, and we attempted to improve the process. Microorganisms including *Bacillus*, yeast, fungus, and lactobacilli were present during the processing of fermented rice noodles. In the traditional processing of fermented rice noodles, protein and free amino acids are flushed out in hot water, and the amounts of these components in the product (Kha Nhom Jeen) are decreased. However, we found that the rice allergenic protein in the noodles were hypoallergenicized during processing. With improvements in the processing of the noodles, the loss of protein and free amino acids can be prevented. The improved fermented rice noodles contain large amounts of functional components such as γ -aminobutyric acid and branched chains amino acids, were hypoallergenicized the same as with the conventional Kha Nhom Jeen.

(Received December 6, 2006; Accepted in revised form June 2, 2007)

Keywords: fermented rice noodle 発酵米麺, traditional food 伝統食品, microorganism 微生物,
 γ -aminobutyric acid γ -アミノ酪酸, allergenic protein アレルゲンタンパク質.

1. 緒言

日本人の主食は米であり, その調理法は一般に米粒を炊くという方法である。最近では, 食生活の個食化・簡便嗜好から, レトルト米飯, 冷凍米飯の保存性のある簡便な加工米飯類も多く市場に出回っているが, これらも今までの私たちの米の食し方と同じく, 米粒を炊いた加工品である。同じように米を主食としている東南アジア諸国では, 日本のように米粒を食するという方法だけではなく, 米を粉体化して作る製品, 米麺を伝統的に食している。東南アジア諸国で食されている米加工品の代表的なものに, ライスペーパー (長野と加藤 1995; Nagano *et al.* 2000) や米麺 (加藤等 2001; 長野等 2001) がある。日本で麺といえば, う

どん・ラーメンのような小麦粉の麺や, そば粉を用いたそばなどが一般的であり, 米を使った麺はなじみが薄い, 東南アジア諸国では米麺は日常食である。

本研究では, 東南アジア諸国の伝統食品を広く探索し, 米麺については, ミャンマー (池田等 2003), カンボジア (池田等 2005b) ならびにラオス (加藤等 2006) で調査し報告してきた。今回はタイの伝統的食品である発酵米麺カノンチーンに着目し, 非発酵米麺クォティオとのタンパク質の特徴を比較検討した。発酵米麺は, 東南アジアの温暖で湿潤な気候の下で製造されることにより, 製造中に乳酸菌の増殖が見られるという報告 (内村等 1991; 加藤等 2006) がなされている。また, ミャンマーの米麺の製造工程からは, 乳

酸菌の他にプロテアーゼ活性の強い *Bacillus* 属細菌が分離されており (池田等 2003), 米のアレルゲンタンパク質の減少も報告されている (池田等 2005a). 一方, 東南アジアの米麺の製造では, 「ゆでる」つまり沸騰水中に麺を押し出して糊化させる工程があり, その際に栄養源であるタンパク質のゆで湯への流出が懸念される.

本報では, 1) 発酵米麺の成分と微生物の関係を検討するとともに, 2) ゆで工程の栄養分流出課題を解決した改良発酵米麺を開発し, 3) その改良発酵米麺が含有する γ -アミノ酪酸 (GABA) や分岐鎖アミノ酸などの機能性成分, さらに米アレルゲンの低減化について検討した.

2. 実験方法

(1) 試料

2003年および2004年の8月にタイ各地 (Mae Hong Son, Mae Sa Ring, Mae Rim, Nan, Mae Kachan, Mae Chan) の米麺工場で, 発酵米麺カノンチーンの製造工程中の原料米 (白米および玄米) 各1試料, 浸漬米3試料, しとぎ塊7試料, および製品4試料を採集した. また, タイの市場で非発酵米麺クォティオ1種類, および日本の市販米麺2種類を実験に供した. 試料は常温で乾燥後, 粉碎機で粉碎し, 80メッシュの篩を通した. 試料番号は採集年, 国名 (THA:タイ), 採集番号を記し, 末尾には製造工程を区別したアルファベットを付した.

(2) 生菌数の測定

発酵米麺の製造工程において採集した試料の一般生菌数, 大腸菌群数, 腸内細菌群数およびカビ・酵母数を, 住友3M社製ペトリフィルムを用いて測定した. 試料を0.9%滅菌生理食塩水で適宜希釈して各ペトリフィルムに加え常温に置いた. 一般生菌数, 大腸菌群数, 腸内細菌群数は24時間後, カビ・酵母数は3~5日後に測定した. また, 乳酸菌数は, 三菱ガス化学社製アネロパック・微好気を用いて測定した. 試料をMRS培地で適宜希釈して寒天培地に塗布し, 常温に24~48時間置いて生菌数を測定した.

(3) タンパク質の抽出および分画

篩を通した乾燥試料1gに0.5M塩化ナトリウム溶液を10ml加え, 4℃で一晩攪拌し, 遠心分離 (4℃, 10,000 rpm, 30 min) 後, 上澄液を分画分子量3,000のセントリプラスYM-3 (Millipore社製) で遠心分離 (4℃, 3,000×g, 290 min) を行い, 高分子部分およ

び低分子部分に分画した.

(4) タンパク質の定量

タンパク質抽出液の高分子部分の100倍希釈液800 μ lにプロテインアッセイ用試薬 (Bio Rad社製) 200 μ lを加え, 15分室温に放置後, 595nmの吸光度を測定した. 標準物質には牛血漿 γ グロブリン (Bio Rad社製) を用いてタンパク質量を求めた.

(5) 遊離アミノ酸の定量

タンパク質抽出液の低分子部分の10倍希釈液1mlにニンヒドリン溶液 (キシダ化学) 2mlを加えて570nmの吸光度を測定し, ロイシンとして遊離アミノ酸量を求めた (Rosen 1957).

(6) 遊離アミノ酸の組成分析

タンパク質抽出液の低分子部分を試料とし (Shibasaki *et al.* 1979), アミノ酸自動分析システム (L-7200, 日立製作所) を用いて遊離アミノ酸を個別定量した. カラムはカスタムイオン交換樹脂 (#2629FLi Φ 4×150mm, 日立製作所), カラム温度は35℃, 試料注入量は10 μ l, 流量は0.4ml/minとした. 検出はOPA蛍光法で行い, 光度計はEX340nm, EM450nmに設定した.

(7) SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動およびアレルゲンタンパク質の検出

タンパク質抽出液のSDS電気泳動 (Schagger and von Jagow 1987) を行った. 12.5%ポリアクリルアミドゲルを用い, 電気泳動後はクマシーブリアントブルー (CBB) で染色して全タンパク質を検出した. さらに, ウエスタンブロット法で電気泳動したゲルからタンパク質をPVDF膜に転写させ, そのPVDF膜を0.3%スキムミルクを含むTBS-Tで, 4℃で一晩ブロッキング処理後, 米アレルギー患者プール血清を用いて米アレルゲンタンパク質を検出した. 2次抗体には, 抗ヒトIgE (ϵ 鎖)・ウサギポリクローナル抗体/パーオキシダーゼ標識 (ダコ・ジャパン社製) を用い, アレルゲンタンパク質は, 化学発光試薬 (ECL, Amersham Biosciences社製) を用いて検出し, X線フィルムに現像した.

3. 結果および考察

(1) 発酵米麺製造工程の微生物の変化

タイにおける発酵米麺カノンチーンの製造工程をFig.1に示した. 米を水に2, 3日間浸漬してから, 摩砕したしとぎを袋に入れ, 重石を載せて4, 5日間水切りし塊にする. このしとぎ塊を沸騰水中に入れて

タイにおける発酵米麺の改良とその特性

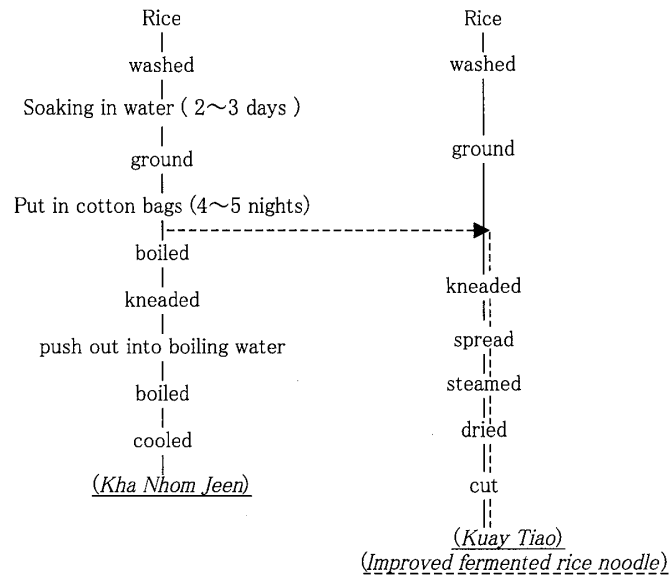


Fig 1. Manufacturing process for rice noodles (Kuay Tio), fermented rice noodles (Kha Nhom Jeen) and improved fermented rice noodles in Thailand

Table 1. Comparison of colony counts obtained on several media

Area	Viable count (cfu/g)					
	Aerobic bacteria	<i>Escherichia</i>	Enterobacteriaceae	Lactic acid bacteria	Yeast and mold	
Soaked Rice	Mae Rim	3.7×10^{10}	3.0×10^5	2.3×10^5	7.4×10^{12}	1.2×10^4
	Nan	1.4×10^{10}	1.1×10^4	2.1×10^4	1.7×10^{12}	4.0×10^4
	Mae Chan	5.0×10^8	4.2×10^7	2.7×10^7	6.8×10^8	4.0×10^7
Shitogi block	Mae Hong Son	3.5×10^5	—	6.8×10^4	9.0×10^6	2.3×10^5
	Mae Sa Riang	7.5×10^3	—	8.6×10^7	6.2×10^6	6.0×10^8
	Mae Rim	6.7×10^4	—	2.9×10^5	2.1×10^{12}	2.3×10^6
	Nan	1.7×10^7	1.0×10^2	2.8×10^2	1.1×10^9	4.3×10^5
	Mae Kachan	1.3×10^4	—	—	1.7×10^4	7.3×10^5
	Mae Chan	5.4×10^3	—	—	5.1×10^8	3.3×10^4

周りを加熱糊化後、混捏し均一にしたバターを沸騰水中に押し出して製麺する。この製造工程中の生菌数を測定し、その結果を Table 1 に示した。一般生菌数は、採集地や製造工程により異なるが、浸漬米からしとぎ塊になると減少した。大腸菌群数は、製造工程が進むに従って減少し、また多くの試料において、しとぎ塊では大腸菌群が検出されなかった。このことは、浸漬米からしとぎ塊の状態になるまでに、乳酸菌の生育によって pH が下がり、大腸菌群が生育できなくなったためと考えられる。腸内細菌群は、浸漬米およびしとぎ塊の多くから検出された。しかし、ミャンマー

(池田等 2003) やラオス (加藤等 2006) では、しとぎ塊の工程では、腸内細菌群の生育を認めておらず、今回の調査とは異なる結果であった。カビ・酵母数は、浸漬米からしとぎ塊になると増加する傾向を示し、これはミャンマー (池田等 2003) の調査と同じ結果であった。浸漬米およびしとぎ塊中の乳酸菌数は 10^{12} cfu/g であり、これまでの報告 (内村等 1991) と同様に乳酸菌の生育が認められた。カビ・酵母数は、地域により差はあるが $10^4 \sim 10^6$ cfu/g であった。今まで一般細菌培地に生育し伝統発酵食品から分離した *Bacillus* 属は、タンパク質を分解し低アレルゲン化に

Table 2. Protein and free amino acid contents of fermented noodle manufacturing process ($\mu\text{g/g}$)

	Protein	Amino acid
Kuay Tiao	10.3	105.1
Japanese rice noodle (A)	8.0	114.5
Japanese rice noodle (B)	6.5	121.7
Original rice	79.0	153.0
Soaked rice	58.3	1,149.3
Shitogi block	43.6	1,383.4
Fermented noodle	27.9	729.5
Brown original rice	90.1	304.8
Brown rice's shitogi block	22.2	3,028.5
Brown rice's fermented noodle	15.3	398.3
Improvement fermented noodle (Air dried)	45.2	1,256.8
Improvement fermented noodle (Heat dried)	47.9	1,304.8

関与することを報告 (Tran and Nagano 2002 ; Nagano *et al.* 2003 ; 池田等, 2005a) してきた。これらの報告と今回の結果からタイにおける発酵米麺の製造では、乳酸菌だけでなく、カビ・酵母および *Bacillus* 属も米タンパク質の分解に関与している可能性が考えられる。

(2) 発酵米麺製造工程中のタンパク質および遊離アミノ酸含量の変化

2003年および2004年にタイで調査した発酵米麺カノンチーンの製造工程におけるタンパク質含量と遊離アミノ酸含量の変化を Table 2 に示した。タンパク質含量は、白米および玄米とも、しとぎ塊、カノンチーンという工程を経ることにより減少し、製造工程でタンパク質が減少することが明らかになった。

発酵米麺の製造工程において遊離アミノ酸含量は、白米および玄米とも、しとぎ塊になると原料米の9~10倍に増加した。これは米のタンパク質が製造工程中で微生物の産生酵素によって分解されていることを示唆する。しかし、しとぎ塊から製品になると、遊離アミノ酸含量は約1/2~1/8に減少した。これは押し出し製麺後にゆで湯中にタンパク質や遊離アミノ酸が流出するためと考えられる。また、非発酵米麺であるタイのクォティオや日本の市販米麺は、いずれもタンパク質含量や遊離アミノ酸含量はカノンチーンの前

原料米より少なかった。非発酵米麺の場合、微生物酵素による米タンパク質の分解が起こらないためと考えられ、遊離アミノ酸含量が少ないことは推察できる。しかし、未発酵米麺中のタンパク質含量が少ないことは、日本の市販米麺にはデンプンが添加されているが、タイのクォティオはさらに検討する必要があると考えられる。

米麺の製造工程における遊離アミノ酸の組成の変化を Table 3 に示した。しとぎ塊および製品には、ロイシン、フェニルアラニンをはじめ、グルタミン酸、アラニン、バリンが多く含まれていた。血圧降下作用のある γ -アミノ酪酸は、しとぎ塊には存在するが、麺になると減少していた。しとぎ塊に γ -アミノ酪酸が存在することは、*Lactobacillus* などの γ -アミノ酪酸産生菌の存在が考えられる。

(3) 発酵米麺製造工程中のタンパク質分解

発酵米麺の製造工程におけるタンパク質の分離を明らかにするため、SDS電気泳動によるタンパク質の分解およびアレルゲンタンパク質の検出を行った (Fig. 2)。タンパク質は、原料米、しとぎ塊、製品という工程を経るごとに、90~50 kDa, 26 kDa および14~16 kDa 付近のバンドに減少が見られた。また、しとぎ塊や製品には、14.4 kDa 以下のバンドが検出された。これらのことから、米のタンパク質が微生物の産生酵素によって分解され、低分子化されていることが確認された。

発酵米麺カノンチーンと、非発酵米麺クォティオを比較した場合、カノンチーンにはタンパク質バンドはほとんど見られないが、クォティオには原料米に見られる26 kDa および14~16 kDa 付近のバンドが認められた。これは、クォティオが非発酵米麺であるため、微生物の産生酵素によるタンパク質の分解が生じないためと考えられる。また、日本の市販米麺については、タンパク質含量が少ないためにバンドは全く検出されなかった。

一方、アレルゲンタンパク質は、米の主要アレルゲンである14~16 kDa のタンパク質 (Matsuda *et al.* 1988) のバンドが、製造工程が進むに従って薄くなっており、製造工程において分解されることが認められた。

(4) 発酵米麺の製法の改良

タイの伝統的な発酵米麺カノンチーンの製法では、製麺の際にタンパク質および遊離アミノ酸が、ゆで湯中に流出することが明らかになった。そのような成分

タイにおける発酵米麺の改良とその特性

Table 3. Change in free amino acid composition from the original rice to fermented noodles (mg/100g)

	Kha Nhom Jeen (A)			Kha Nhom Jeen (B)			Kuay Tiao	Japanese rice noodle (A)	Japanese rice noodle (B)
	Milled rice	Shitogi block	Noodle	Brown rice	Shitogi block	Noodle			
L-Aspartic acid	6.5	35.9	14.2	13.8	54.2	3.8	0.3	0.3	0.1
L-Threonine	1.5	19.9	7.6	2.7	35.8	0.8	—	—	0.1
L-Serine	3.8	2.3	4.4	4.8	40.1	1.5	0.2	0.1	0.3
L-Glutamic acid	22.7	85.8	31.2	26.3	151.0	5.9	0.4	0.2	0.7
L-Glycine	5.2	26.1	9.8	8.1	40.9	1.9	0.5	0.4	0.6
L-Alanine	9.4	75.4	31.4	21.4	155.1	9.5	0.4	0.4	0.5
L-Cystine	—	—	—	—	+	—	—	—	—
L-Valine	2.5	66.2	27.1	2.7	86.5	4.0	—	—	—
L-Methionine	0.7	36.3	17.2	0.2	68.1	0.4	—	—	—
L-Isoleucine	—	6.7	1.7	—	12.6	—	—	—	—
L-Leucine	11.9	201.4	92.8	16.0	309.6	16.1	5.0	3.7	5.6
L-Tyrosine	1.2	2.3	2.8	3.0	52.5	5.4	—	—	—
L-Phenylalanine	5.1	131.5	62.1	1.6	228.6	22.0	—	—	—
γ -Aminobutyric acid	1.5	36.4	16.5	8.4	59.8	3.8	0.2	0.1	+
L-Lysine	0.6	54.6	18.4	5.0	1.4	1.2	—	0.1	—
L-Histidine	0.6	2.2	2.0	2.2	0.1	1.3	0.4	0.3	0.3
L-Arginine	2.3	0.9	1.6	11.6	32.2	2.2	+	0.5	—
Total	76.1	783.8	341.0	128.1	1,328.5	79.9	7.3	6.1	8.4

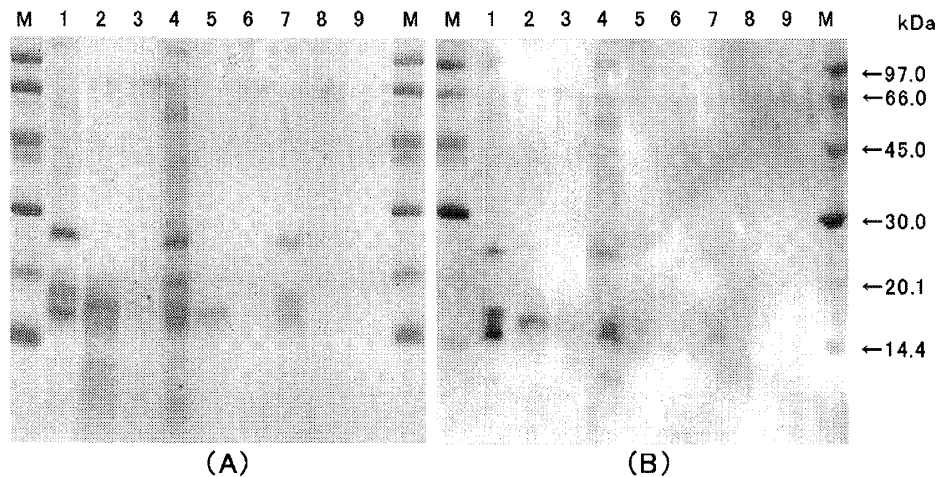


Fig 2. SDS polyacrylamide gel electrophoretic and immunoblot patterns of fermented noodle manufacturing process

(A): SDS polyacrylamide gel electrophoretic pattern and (B): immunoblot pattern. M: marker, 1: original rice (03-THA-15A1), 2: shitogi block (03-THA-15D1), 3: fermented noodles (03-THA-15E1), 4: original brown rice (03-THA-15A2), 5: brown rice shitogi block (03-THA-15D2), 6: brown rice fermented noodle (03-THA-15E2), 7: Kuay Tiao, 8: Japanese rice noodles (A), 9: Japanese rice noodles (B).

Table 4. Free amino acid composition of traditional and improved fermented noodles (mg/100g)

	Rice	Soaked rice	Shitogi block	Noodle		
				Kha Nhom Jeen	Improved noodle (Air-dried)	Improved noodle (Heat-dried)
L-Aspartic Acid	15.8	22.9	56.0	6.0	45.6	49.2
L-Threonine	20.9	68.3	121.8	11.0	83.7	90.3
L-Serine	7.0	21.0	4.3	2.6	—	—
L-Glutamic acid	38.8	45.2	111.2	9.8	72.1	77.2
L-Proline	1.4	19.2	10.1	3.3	25.3	26.3
L-Glycine	5.8	28.1	53.5	5.7	32.7	35.2
L-Alanine	15.9	118.4	136.1	20.8	94.3	101.9
L-Cystine	—	—	—	—	—	—
L-Valine	4.9	74.5	132.8	25.9	86.7	93.5
L-Methionine	0.8	49.3	52.5	10.7	30.4	33.5
L-Isoleucine	0.4	39.5	82.3	18.2	50.9	54.4
L-Leucine	3.7	221.1	294.0	72.4	187.2	201.0
L-Tyrosine	5.3	3.4	3.8	1.6	—	—
L-Phenylalanine	3.6	174.1	205.7	59.7	129.0	138.0
γ -Aminobutyric acid	7.5	96.3	69.1	10.8	79.0	84.9
L-Lysine	1.6	0.8	3.5	0.8	3.7	3.7
L-Histidine	4.9	5.9	43.6	6.6	55.7	60.4
L-Arginine	5.3	6.3	9.4	1.9	2.0	0.3
Total	143.6	994.1	1,389.7	267.7	978.3	1,050.0

の流出を防止することは、栄養面からも資源活用の面からも、また環境保護の面からも重要なことであり、発酵米麺の製法の改良を試みた。タイをはじめ、これまで調査したベトナム（長野等 2001）、ミャンマー（池田等 2003）、カンボジア（池田等 2005b）、ラオス（加藤等 2006）などの東南アジアでは、湯の中に押し出して製麺する方法が一般的であるが、非発酵米麺のクォティオのように蒸気で糊化してから切り出し製麺する方法を新たに開発した（Fig. 1）。原料米を浸漬してから4~5日間の水切りを行い、しとぎ塊を調製するまでは発酵米麺のカノンチーンと同じ工程とした。その後、Fig. 1の点線の工程のように、しとぎ塊に水を加えて混捏し、流動性を持たせたものをフィルム状に薄く延ばし、蒸気に当てながら蒸し、さらに風に当てて乾燥させた。それを機械で切断して製麺した。乾燥は常温乾燥と熱風乾燥の2種類の方法で行った。この改良した製法により、押し出し製麺による成分の溶出をなくすることが可能となった。

(5) 改良発酵米麺製造工程のタンパク質および遊離アミノ酸含量の変化

2004年にタイで行った改良法での発酵米麺の製造工程におけるタンパク質含量と遊離アミノ酸含量の変化をTable 2に示した。従来方法では、製造工程が進むに従って、タンパク質含量は減少したが、改良法ではタンパク質含量は従来法より高くなり、しとぎ塊に近い含量であった。

改良法は、しとぎ塊までは従来法と同じで発酵過程を経るため、遊離アミノ酸含量は浸漬米で急激に増加しており、微生物の産生酵素によるタンパク質の分解が進行することが確認された。また、改良発酵米麺の遊離アミノ酸含量は、従来法の製品の約2倍であり、浸漬米やしとぎ塊とはほぼ同含量であった。このように改良発酵米麺は、米のタンパク質や遊離アミノ酸の流出がなくなることが確認された。

改良発酵米麺の製造工程における遊離アミノ酸の組成の変化をTable 4に示した。従来法では、しとぎ塊

タイにおける発酵米麺の改良とその特性

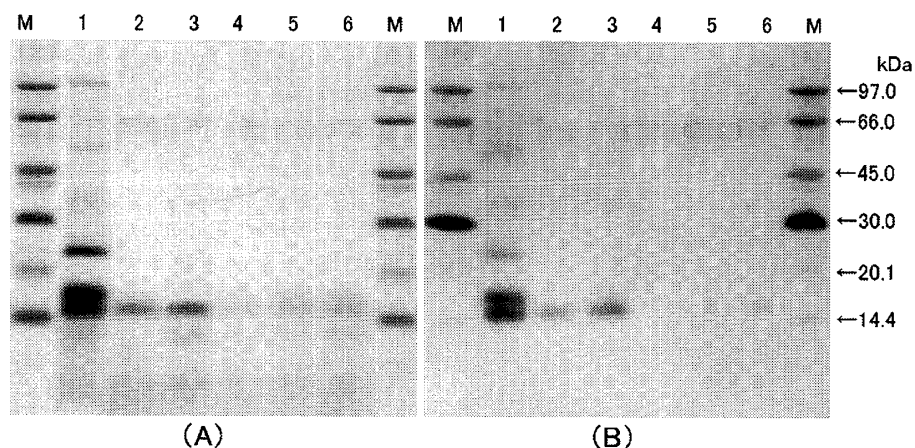


Fig 3. SDS polyacrylamide gel electrophoretic and immunoblot patterns of fermented noodle manufacturing process

(A): SDS polyacrylamide gel electrophoretic pattern and (B): immunoblot pattern. M: marker, 1: original rice (04-THA-002A), 2: soaked rice (04-THA-002B), 3: shitogi block (04-THA-002C), 4: fermented noodles (04-THA-002D), 5: new fermented noodles (air dried) (04-THA-002E), 6: new fermented noodles (heat dried) (04-THA-002F).

まではほぼ全てのアミノ酸が増加し、ゆで工程後の製品は全てのアミノ酸が減少した。一方、改良発酵米麺は、製品になってもほとんどのアミノ酸がしとぎ塊の70~80%を保持していた。プロリン、ヒスチジンおよびγ-アミノ酪酸は、しとぎ塊より製品の方が増加しており、製造工程終期の加熱処理まで微生物産生酵素が作用していることを示唆している。さらに改良発酵米麺は、従来法の製品に比べて、うまみ成分のグルタミン酸が約7倍、血圧降下作用があるとされるγ-アミノ酪酸が約8倍であり、疲労回復に関与するとされる分岐鎖アミノ酸のバリン、イソロイシン、ロイシンは、2倍以上であることが明らかとなった。製麺後の乾燥は常温乾燥と加熱乾燥の2通りの方法を試みたが、両者間で製品の成分に差は見られなかった。

(6) 改良発酵米麺製造工程のタンパク質の分解

改良発酵米麺の製造工程におけるタンパク質の分解を検討するため、SDS電気泳動によるタンパク質の分離およびアレルギータンパク質の検出を行った結果をFig.3に示した。

改良発酵米麺は従来法と同様に、製造工程が進むに従ってタンパク質は分解され低分子化されていた。製品において14.4 kDa付近のバンドが従来法よりわずかに濃く検出されたが、これは改良発酵米麺の方が、原料米のタンパク質含量が高かったことによるものと考えられる。また、米の主要アレルギータンパク質は、改良発酵米麺においてわずかに検出されたが、従来法

と同様に、製造工程において分解されていることが確認された。これは米粒を酵素処理して低アレルギー化した報告(Watanabe *et al.* 1990a, b)等と一致する結果であり、現在、プロテアーゼ産生微生物の分離を検討している。

今回行った製法の改良により、米のタンパク質ならびに遊離アミノ酸を損失せずに米麺を製造することができた。さらに、発酵工程を残したため、そこで微生物の産生酵素によるタンパク質分解が行われ、従来法と同様に、米アレルギータンパク質の低減が認められた。また、改良した発酵米麺の製法は、資源活用や環境保護の面からも有効であるが、今後はさらに調理法などを検討して嗜好性を高める必要があると考える。

4. 要 約

タイの発酵米麺の成分と微生物の関係を検討するとともに、ゆで工程での栄養成分の流出を防ぐため、改良した製法を開発し、その麺の特性を明らかにした。

1) 発酵米麺カノンチーンの製造工程には、乳酸菌、酵母、カビおよび *Bacillus* 細菌などの微生物が存在していた。

2) 発酵米麺カノンチーンの製造では、タンパク質および遊離アミノ酸の流出がみられ、さらに米の主要アレルギータンパク質の分解が認められた。

3) 改良発酵米麺の製造では、タンパク質および遊離アミノ酸の流出を防ぐことができた。その製品は、

γ -アミノ酪酸や分岐鎖アミノ酸などの機能性成分を含有していた。また、従来法の製品と同様に、発酵による低アレルギー化が認められた。

本研究の一部は、平成15~17年度科学研究補助金基盤(A)、課題番号15255013によって行われたものである。また本研究に際し、ご協力頂きましたタイのISARIYAPHON LTD., PART (Noodle Product) に感謝致します。

引用文献

- 池田昌代, 加藤みゆき, 長野宏子, 阿久澤さゆり, 大森正司 (2003) ミャンマーにおける発酵米麺 (モヒンガー) の成分と微生物の特徴, 家政誌, **54**, 263-269
- 池田昌代, 加藤みゆき, 長野宏子, 阿久澤さゆり, 和泉秀彦, 大森正司 (2005a) 発酵米麺のアレルゲンタンパク質とプロテアーゼ産生微生物について, 家政誌, **56**, 417-424
- 池田昌代, 加藤みゆき, 長野宏子, 阿久澤さゆり, 大森正司 (2005b) カンボジアにおける発酵米麺の製造方法と食し方について, 家政誌, **56**, 827-833
- 加藤みゆき, 池田昌代, 長野宏子, 阿久澤さゆり, 大森正司 (2006) ラオスにおけるカオープン製造工程の成分変化, 家政誌, **57**, 301-307
- 加藤みゆき, 関 宏美, 長野宏子, 阿久澤さゆり, 池田昌代, 大森正司, 荒井基夫 (2001) ミャンマーにおける発酵米麺 (モヒンガー) の成分と微生物の特徴, 日本食生活学会誌, **12**, 274-278
- Matsuda, T., Sugiyama, M., Nakamura, R., and Torii, S. (1988) Purification and Properties of an Allergic Protein in Rice Grain, *Agric. Biol. Chem.*, **52**, 1465-1470
- 長野宏子, 安藤純子, 粕谷志郎, レバン ヌング, トウキム アイン, 川口剛司, 炭谷順一, 荒井基夫, 庄司善哉, 飯淵貞明, 大森正司, 加藤みゆき, 田中直義 (2001) ベトナムにおける米を利用した伝統発酵食品, 食生活研究, **22**, 23-30
- Nagano, H., Kasuya, S., Shoji, Z., Tamura, A., Omori, M., Iibuchi, S., and Arai, M. (2003) Identification of Microorganisms in Traditional Asian Foods of Fermented Wheat Flour and Their Hypoallergenization, *Food Sci. Technol. Res.*, **9**, 7-10
- 長野宏子, 加藤みゆき (1995) 東南アジア伝統発酵食品の探索, 食生活研究, **16** (5), 3-13
- Nagano, H., Shoji, Z., Tamura, A., Kato, M., Omori, M., To, K. A., Dang, T. T., and Le, V. N. (2000) Some Characteristics of Rice Paper of Vietnamese Traditional Food (Vietnamese Spring Roll), *Food Sci. Technol. Res.*, **6**, 102-105
- Rosen, H. (1957) A Modified Ninhydrin Colorimetric Analysis for Amino Acids, *Arch. Biochem. Biophys.*, **67**, 10-15
- Schagger, H., and von Jagow, G. (1987) Tricine-Sodium Dodecyl Sulphate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis for the Separation of Proteins in the Range from 1 to 100 kDa, *Anal. Biochem.*, **166**, 368-379
- Shibasaki, M., Suzuki, S., Nemoto, H., and Kuroue, T. (1979) Allergenicity and Lymphocyte-Stimulating Property of Rice Protein, *J. Allergy Clin. Immunol.*, **64**, 259-265
- Tran, L. H., and Nagano, H. (2002) Isolation and Characteristics of *Bacillus subtilis* CN2 and Its Collagenase Production, *J. Food Sci.*, **67**, 1184-1187
- 内村 泰, 高夫哲也, 菊池孝治, 新村洋一, 岡田早苗, 小原直弘, Daengsubha, W., 小崎道雄 (1991) タイ発酵米麺 (Khanom Jeen) 中の乳酸菌の同定, 日食工誌, **38**, 465-475
- Watanabe, M., Miyakawa, J., Ikezawa, Z., Suzuki, Y., Hirao, T., Yoshizawa, T., and Arai, S. (1990a) Production of Hypoallergenic Rice by Enzymatic Decomposition of Constituent Proteins. *J. Food Sci.*, **55**, 781-783
- Watanabe, M., Yoshizawa, T., Miyakawa, J., Ikezawa, Z., Abe, K., Yanagisawa, T., and Arai, S. (1990b) Quality Improvement and Evaluation of Hypoallergenic Rice Grains, *J. Food Sci.*, **55**, 1105-1107