大豆タンパク質の添加がハルサメの 理化学的性質に及ぼす影響†

高橋節子*, 平尾和子*, 渡辺篤二*

(昭和60年8月19日受理)

Effect of Added Soybean Protein on Physico-Chemical
Properties of Starch Noodles (Harusame)

(Cooking Quality of Starches with Emphasis on Their
Gelatinization Properties. Part 7)

Setsuko TAKAHASHI, Kazuko HIRAO and Tokuji WATANABE

Kyoritsu Women's University

(2-2-1, Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo 101, Japan)

To discuss the effect of addition of isolated soybean protein (ISP) on physical properties of starch noodle (Harusame), the noodles were made from potato, mung bean or broad bean starch mixed with ISP using pressure extruder, at 80°C unless otherwise mentioned. The extruded starch were heated in boiling water for 3 min, washed with water, and dried immediately, or, frozen, thawed, drained and dried. The noodles were cooked in boiling water for 3 min, washed and their transparency, swelling power, solubility and texture by tensipresser were measured for comparison and they were also subjected to organoleptic test. The results obtained were as follows.

1. The noodle from potato starch added by 5% ISP is transparent, higher tensile strength and elongation elastic modulus, less adhesiveness, being non-sticky, and lower solubility than the noodle from potato starch only. According to organoleptic test ISP was effective to make more acceptable, ranking next to noodles made in China.

2. By raising extrusion temperature from 80°C to 120°C the cooked noodle from potato starch only was extremely hard and sticky, being difficult to separate each other, however, the addition of ISP made the noodle more elastic and chewy, and, even in the case of ordinary drying, the noodles were not sticky and easy to separate each other.

3. Effect of freezing of noodle before drying on physical properties of cooked noodles were examined and the effects were evident in potato starch showing higher value in compression and tension test, and not in mung bean starch and mixture of potato and sweet potato starch (1:1). However by adding ISP physical properties of noodles from these starches were improved, being better than frozen noodles from potato starch.

ハルサメは外観が透きとおった美しい光沢をもち、べたつかず、歯切れのよいものが要求され、さらに膨潤度が高く溶解しにくい麺がよいといわれている¹⁾。日本産のハルサメは一般に馬鈴薯や甘藷澱粉を主原料とし、ハ

ルサメ製造時に冷凍処理を施すことにより煮とけは少なくなり、硬さともろさが与えられ、付着性が失われる²⁾。また粘性、接着力の減少によりハルサメの分線が可能となるといわれている²⁾。しかし冷凍により麺は白濁し²⁾、光沢を失うことも考えられる。馬鈴薯や甘藷澱粉を用いて透明度の高い、しかも食感のよいハルサメを得るための方法を検討する目的で本実験を行った。

† 澱粉の調理に関する研究 (第7報)

* 共立女子大学家政学部 (101 東京都千代田区一ツ橋 2-2-1)

前報^{3,4)}において馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質を添加した際の糊化特性として、粘度低下が著しく、膨潤度・溶解度が低下し、かつゲルの硬さ、破断力を増すなど種類の効果が認められた。さらに低温保存時における糊化度が低下し、老化しやすくなることが明らかとなった。そこでハルサメを調製する際に、馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質を添加した場合の製麺特性を、甘藷、緑豆および蚕豆の各澱粉を用いて製麺した場合と比較した。ハルサメとしての適性は、テクスチャーおよび官能評価により検討し、冷凍工程がハルサメの物性に及ぼす影響についても実験を行った。

実験方法

1. 実験材料

澱粉は馬鈴薯、甘藷、緑豆、蚕豆の各澱粉を用い、市販ハルサメのモデルとしては馬鈴薯と甘藷澱粉を1:1の割合に混合して用いた。これらの澱粉はいずれも前報⁵⁾で用いたものと同様のものである。なお緑豆および蚕豆澱粉は、アルカリ法⁶⁻⁸⁾により調製したものを試料とした。

大豆タンパク質は前報^{3,4)}同様、分離大豆タンパク質(不二製油製620)を用い、その一般組成はタンパク質(N×5.71)85%、脂質0.5%、炭水化物1.7%、灰分6.5%、水分6.1%、NSI(Nitrogen Solubility Index)は85、そして10%溶液のpHは6.9である。添加量は澱粉重量に対し5%および20%として比較した。

2. ハルサメの調製法

各種澱粉を用いて前報⁵⁾同様、加圧押出成型機により、ノズル0.9mm、80℃で製麺し、120℃に温度を上昇させた場合についても比較した。得られた澱粉麺は沸騰水中で3分間加熱し、5分間水冷したのち室温で直接乾燥、または冷凍(-20℃、20時間)後、冷水中で解凍を行いこれを室温にて乾燥する方法によりハルサメ状にし試料とした:このように研究室で調製したハルサメを以下調製ハルサメということとする。

比較のための市販ハルサメは、日本産としては前報⁵⁾同様、鹿児島物産加工(佛製の甘藷および馬鈴薯澱粉混合物を用いて、トンビョーという底部に穴を多数あけた容器に入れて攪拌しながら糸状に落す⁹⁾懸垂式と強制的に押し出す押し出し²⁾の2種で製品としたものを、中国産ハルサメは「龍口粉絲」を用い、計3種を試料とした。

3. 測定方法

1) 散乱光吸収スペクトルによるハルサメの透光度
前報⁵⁾同様、ヘッドオン型光電子増倍管を付した日立

330型自記分光光度計を用いて、透過積分減光度(ρE_t)¹⁰⁾を測定した。ヘッドオン型光電子増倍管を付すことにより、散乱光を含む全透過光を捕束できる。スリットは3mm×8mmを用い、試料麺を間隙のないように並べて固定し、200~500nm間の波長で測定した。ハルサメは生または茹麺について測定を行い、茹麺は食べ頃の加熱時間を3分間とし、沸騰水中で加熱後5分間水冷したものをを用いた。以後茹麺はこの方法により調製し測定に供することとした。

2) 膨潤度および溶解度 山村ら¹¹⁾の方法に準拠し前報⁵⁾に記載したとおり、予備浸漬は行わず沸騰水中で3、5、10および30分間加熱した。膨潤度は次式により求め、また加熱水中の炭水化物量をフェノール硫酸法¹²⁾ではかり、もとのハルサメの重量に対する溶出澱粉の割合をもって溶解度とした。

$$\text{膨潤度(倍)} = \frac{\text{熱水処理, 水冷後の含水物重量}}{105^\circ\text{Cにて乾燥後の重量}}$$

$$\text{溶解度(\%)} = \frac{\text{熱水処理溶液中の澱粉の重量}}{\text{もとのハルサメ重量}}$$

3) 茹麺のテクスチャー 茹麺のテクスチャーは前報⁵⁾同様、テンシプレッサーTTD-50BX(タケトモ電機製)を用い、圧縮試験により硬さ、凝集性、付着性を求め、引張り試験により伸び率、引張り強度を求め伸び弾性率を算出した。測定条件および測定方法は前報⁵⁾と同様である。

4) 官能評価 調製ハルサメの嗜好特性は、馬鈴薯澱粉ハルサメおよび馬鈴薯と甘藷澱粉(1:1)ハルサメについて、おのおの大豆タンパク質添加と無添加の計4種をとりあげ、市販ハルサメ3種とともに計7種について比較した。パネルは本学調理学研究室員4名とし、順位法により、評価項目は生および茹麺について透明度、光沢、太さ、硬さ、口あたり、歯切れ、こしの強さ、べたつき、総合評価の9項目とし、各項の好ましさについて4回くり返し行った。好みについての順位合計はKramerの有意差検定によった。

実験結果

1. 散乱光吸収スペクトルによるハルサメの透光度

調製馬鈴薯ハルサメの透光度はFig.1に示し比較のため市販中国産ハルサメの透光度を併記した。この図から馬鈴薯澱粉ハルサメの生麺は、大豆タンパク質添加により無添加に比べて透光度は低下を示したが、茹麺について比較すると無添加、添加ともに馬鈴薯ハルサメは中国産ハルサメに近似の透光度を示し、輝きのある透明な

Fig. 1. Effects of the addition of isolated soybean protein on absorbance by scattered light of potato starch noodles.

Raw: ○—○, laboratory product, potato starch; ●—●, laboratory product, potato starch + soybean protein; △—△, Chinese product (Lungkow); Boiled: ○—○, laboratory product, potato starch; ●—●, laboratory product, potato starch + soybean protein; △—△, Chinese product (Lungkow).

Fig. 2. Effect of freezing on absorbance by scattered light of potato and sweet potato starches (1:1) noodles.

—, dried raw noodles; ○—○, dried boiled noodles; ----, frozen and dried raw noodles; ○—○, frozen and dried boiled noodles.

麺が得られた。

馬鈴薯と甘藷澱粉 (1:1) および緑豆澱粉ハルサメは、直接乾燥と冷凍後乾燥について透光度を測定し、Fig. 2, 3 に示した。これらの図から冷凍後乾燥ハルサメの生麺の透光度は、直接乾燥ハルサメに比べて明らかに低い。しかし茹麺の透光度の差は認められなかった。

2. ハルサメの加熱時における膨潤度および溶解度

調製ハルサメの膨潤度および溶解度は Fig. 4, 5 に示した。これらの図から大豆タンパク質添加により馬鈴薯澱粉ハルサメの膨潤度は高くなり、溶解度は低下して大豆タンパク質添加により溶解度の抑制効果が認められた。しかし大豆タンパク質の添加量を 20% と増した場合は、図には示さないが著しく高い溶解度を示し、大豆タンパク質添加のマイナス効果を示した。ハルサメとしては溶解度が低く、膨潤度の高い麺が良質とされることから¹⁾、馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質 5% 添加は、とくに溶解度

の面から効果的と考えられた。

3. 調製ハルサメの茹麺のテクスチャー

馬鈴薯、甘藷および馬鈴薯と甘藷澱粉 (1:1) の各澱粉に、大豆タンパク質を添加し直接乾燥または冷凍後乾燥によりハルサメ状に仕上げた際の調製ハルサメの茹麺のテクスチャーは Table 1 に示すとおりである。また大豆タンパク質添加ハルサメと比較するために用いた緑豆と蚕豆澱粉ハルサメの茹麺のテクスチャーは Table 2 に示した。これらはいずれも食べ頃の加熱時間 3 分間で調製し測定に供したものである。これらの表から次のことが明らかとなった。

1) 馬鈴薯澱粉ハルサメは市販ハルサメ 3 種⁵⁾ に比べて硬さ、引張り強度、伸び弾性率ともに著しく小さい値を示した。これに大豆タンパク質を澱粉重量の 5% 添加することにより、麺の伸びは低下するが、その他の項目においてはいずれも無添加よりも値が大きくなり、こし

Fig. 3. Effect of freezing on absorbance by scattered light of mung bean starch noodles.

Mung bean starch (alkalin method): —, dried raw noodles; ○—○, dried boiled noodles; ----, frozen and dried raw noodles; ○—○, frozen and dried boiled noodles.

のある麺となって大豆タンパク質添加の効果が認められた。しかし添加量を20%と増した場合は、無添加よりもさらに小さい値を示し、麺は切れやすくなるなど、大豆タンパク質添加は逆効果であった。製麺時の温度を80℃から120℃に上昇させることにより、大豆タンパク質無添加の馬鈴薯ハルサメは押し直後の膨化が大で、麺線は太くなる。そして麺の硬さは80℃の場合の約3.5倍と著しく増大し、ハルサメとしての外観、テクスチャーとともに好ましくない結果を示した。これに対し大豆タンパク質添加ハルサメは、120℃の場合、80℃よりもこしが強くなり、べたつきの少ない分線しやすい麺が得られた。

このように馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質を澱粉重量の5%添加したハルサメは、硬さやこしのある麺となり、テクスチャーが改良されハルサメとしての適性が認められた。また製麺時の温度を120℃に上昇させることによ

Fig. 4. Swelling power of laboratory-made and commercial Harusame noodles.

○—○, laboratory product, potato starch; ●—●, laboratory product, potato starch + soybean protein; □—□, laboratory product, potato and sweet potato starch (1:1); ○—○, Japanese product, dropping method; ●—●, Japanese product, forced extrusion method.

Fig. 5. Solubility of laboratory-made and commercial Harusame noodles.

○—○, potato starch; ●—●, potato starch + soybean protein; □—□, laboratory product, potato and sweet potato starch (1:1); ○—○, Japanese product, dropping method; ●—●, Japanese product, forced extrusion method.

Table 1. Physical and chemical properties of laboratory-made Harusame noodles
(Made from potato and sweet potato starch).

Sample Laboratory-made Harusame noodles				Compression		Tension			Thickness of noodles (Boiled) (mm)	Water content of noodles (Boiled) (%)
Starch	Heating temperature(°C)	Making method	Addition of isolated soybean protein (%)	Hardness ^{a)} (g/mm ²)	Cohe- siveness	Stretch- ing ^{b)}	Tensile strength ^{c)} (g/mm ²)	Elonga- tion elastic modulus ^{d)} (dyne/cm ²)		
Potato starch	80	Drying	0	17.11	0.26	15.0	3.46	2.26	1.30	78.0
			5	22.84	2.27	13.2	4.08	3.03	1.39	81.1
			20	20.20	0.19	8.2	2.76	3.30	1.47	
		Freezing	0	25.4	0.27	16.0	4.11	2.56	1.34	78.8
			5	21.0	0.24	14.6	4.11	2.76	1.42	81.5
			20	31.1	0.25	6.4	3.21	4.91	1.32	
	120	Drying	0	58.6	0.37	14.2	10.61	7.31	1.79	80.9
			5	27.4	0.18	12.0	6.54	5.31	1.92	82.3
		Freezing	0	76.0	0.39	12.0	5.80	4.73	2.17	
			5	36.4	0.29	9.9	5.42	5.34	2.07	
Sweet potato starch	80	Drying	0	9.1	0.24	10.7	4.78	4.30	1.07	
		Freezing	0	8.9	0.13	9.3	4.88	5.06	1.01	
Potato and sweet potato starch (1:1)	80	Drying	0	13.7	0.30	10.9	4.24	3.18	1.26	81.8
			5	11.7	0.18	13.5	6.73	4.89	1.15	82.4
		Freezing	0	10.9	0.22	15.2	5.21	4.00	1.23	80.6
			5	9.0	0.29	13.5	3.33	2.42	1.31	82.0
	120	Drying	0	57.0	0.35	9.1	6.75	7.27	1.78	
			5	54.0	0.29	8.4	5.20	6.07	1.69	
		Freezing	0	45.2	0.36	6.9	5.64	8.01	1.95	
			5	34.7	0.30	16.9	5.57	3.22	1.73	

Drying: 1-2 days at room temperature. Freezing: 20 hrs at -20°C. Boiling time: 3 min for the samples prepared at 80°C and 5 min for the samples prepared at 120°C.

$$a) \text{ Hardness (g/mm}^2\text{)} = \frac{\text{Force of Plunger}}{\text{Noodles diameter} \times \text{Plunger's width (4 mm)}}$$

$$b) \text{ Stretching} = \frac{\text{Length after stretching}}{\text{Original length}}, \quad c) \text{ Tensile strength (g/mm}^2\text{)} = \frac{\text{Force}}{\text{Cross-section area}}$$

$$d) \text{ Elongation elastic modulus (dyne/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Force} \times 980}{\text{Cross-section area}} \times \frac{\text{Original length}}{\text{Length after stretching}}$$

り、その効果はさらに大きく現われ直接乾燥においても分線性のよい麺が得られた。

2) 馬鈴薯と甘藷澱粉 (1:1) ハルサメについてみると、大豆タンパク質 5% 添加により引張り強度、伸び弾性率はともに大となるが、硬さ、凝集性は低下し、その添加効果は馬鈴薯澱粉ハルサメのように顕著ではなかった。また甘藷澱粉で調製したハルサメは試料中最も硬さが小さい値を示し、甘藷澱粉のみでのハルサメ調製は困難と考えられた。

3) ハルサメ調製工程中の冷凍処理の効果は、80°C においては用いた澱粉の種類により異なり、馬鈴薯澱粉

ハルサメでは冷凍後乾燥のものは直接乾燥のものに比べて、圧縮および引張り試験のいずれの測定項目においても大きい値を示しており、冷凍処理によるテクスチャーの改良が明らかとなった。また馬鈴薯と甘藷澱粉 (1:1) ハルサメは冷凍により引張り強度および伸び弾性率は大となる傾向を示し、冷凍の効果が認められたが、甘藷澱粉から調製したハルサメの場合はほとんど効果が認められなかった。

大豆タンパク質を添加したハルサメの冷凍効果をみると、馬鈴薯澱粉、馬鈴薯と甘藷澱粉 (1:1) ハルサメともに、冷凍によるテクスチャーの変化は少なく、改良は

Table 2. Physical and chemical properties of laboratory-made Harusame noodles
(Made from mung bean and broad bean starch).

Sample Laboratory-made Harusame noodles				Compression		Tension			Thickness of noodles (Boiled) (mm)	Water content of noodles (Boiled) (%)
Starch	Heating temperature (°C)	Preparation method of starch	Making method	Hardness ^{a)} (g/mm ²)	Cohe-siveness	Stretch-ing ^{b)}	Tensile strength ^{c)} (g/mm ²)	Elonga-tion elastic modulus ^{d)} (dyne/cm ²)		
Mung bean starch	80	Alkali	Drying	58.3	0.43	30.2	14.13	4.68	1.08	74.0
			Rifrigerator	49.8	0.34	21.5	19.9	9.26	1.10	
			Freezing	57.6	0.36	38.6	19.2	4.97	1.09	
	80	Fermen-tation	Drying	58.7	0.35	27.2	21.4	7.87	1.12	71.4
			Rifrigerator	41.2	0.26	23.6	21.1	8.95	1.16	
			Freezing	64.3	0.31	32.8	21.5	6.55	1.14	
	120	Alkali	Drying	63.1	0.35	24.8	20.3	8.13	1.43	
			Freezing	67.9	0.41	25.2	18.7	7.42	1.52	
Broad bean starch	80	Alkali	Drying	37.4	0.49	22.0	17.5	7.90	0.91	73.2
			Freezing	48.7	0.21	29.1	23.2	7.96	1.17	
	80	Fermen-tation	Drying	37.5	0.23	13.1	14.8	11.26	1.25	72.1
			Freezing	52.4	0.29	13.1	13.3	10.15	0.92	

Drying: 1-2 days at room temperature. Rifrigerator: 20 hrs at 5°C. Freezing: 20 hrs at -20°C. Boiling time: 3 min for the samples prepared at 80°C and 5 min for the samples prepared at 120°C.

For, ^{a)}, ^{b)}, ^{c)}, and ^{d)} see footnotes of Table 1.

認められなかった。

このように本実験における製麺方法において馬鈴薯澱粉の大豆タンパク質無添加麺の場合は冷凍の必要性が認められた。しかし大豆タンパク質を添加したハルサメはその添加効果が顕著で、直接乾燥においても分線のよい麺が得られるなどくに冷凍の必要性は認められなかった。

4) 大豆タンパク質添加ハルサメと比較するために用いた緑豆および蚕豆澱粉ハルサメのテクスチャーは Table 2 に示したが、この表から緑豆および蚕豆ハルサメの硬さ、伸び率はともに大豆タンパク質添加の馬鈴薯澱粉ハルサメよりも大きく市販の中国産ハルサメ⁵⁾に近い値を示した。また製麺時の温度を 120°C に上昇させた場合の差は、緑豆澱粉ハルサメにおいては僅少であった。

冷凍処理により緑豆ハルサメの伸び率および引張り強度はわずかに高い値を示したにすぎず、冷蔵 (5°C, 20 時間) 後乾燥についても比較してみたが、冷蔵処理を施した緑豆澱粉ハルサメは硬さ、引張り強度ともに、直接乾燥のものに比べて明らかに低い値を示し、冷蔵はむしろ緑豆ハルサメのテクスチャーを低下させる傾向を示した。これらのことから緑豆澱粉を原料とする中国では、ハルサメの仕上げ法として一般に直接乾燥する方法が行

Fig. 6. Adhesiveness of laboratory-made and commercial Harusame noodles.

○—○, laboratory product, potato starch; ●—●, laboratory product, potato starch + soybean protein; □—□, laboratory product, potato and sweet potato starch (1:1); ○—○, Japanese product, dropping method; ●—●, Japanese product, forced extrusion method; △—△, Chinese product (Lungkow).

われていると考えられた。

4. 調製ハルサメの付着性

ハルサメはべたつきの少ない歯切れのよいものがよいとされているが、80℃ で製麺した馬鈴薯澱粉ハルサメの付着性は Fig. 6 に示すとおりである。比較のため市販ハルサメ 3 種についても併記した。この図から馬鈴薯澱粉ハルサメの付着性は約 5 g/sec と大きく、圧縮回数を増すにつれて大きい値となり、市販押出式に近い値を示した。馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質を 5% 添加することにより付着性は 3.5 g/sec と低下し圧縮回数を重ねても、市販中国産ハルサメと同様、その値に変化はみられなかった。また 120℃ にて製麺した際のテクスチャプロフィールを Fig. 7 に示したが、大豆タンパク質添加ハルサメは 120℃ においても無添加に比べて付着性は低下の傾向を示した。

以上、調製ハルサメの付着性の測定から馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質を 5% 添加して製麺した場合、80℃、

Fig. 7. Effect of addition of isolated soybean protein on adhesiveness of potato starch noodles (prepared at 120℃).

$$\text{Hardness} = \frac{H}{\text{Voltage}}, \quad \text{Cohesiveness} = \frac{A2}{A1},$$

$$\text{Adhesiveness} = \frac{A3}{\text{Voltage}}.$$

——, no addition; ----, addition.

Table 3. Result of sensory evaluation by Ranking method of laboratory-made and commercial Harusame noodles.

Prepared at 80℃

Item of evaluation		Laboratory-made Harusame				Commercial Harusame		
		Starches						
		Potato		Potato and sweet potato (1:1)		Chinese product (Lungkow)	Japanese product	
		No addition	Addition 5%	No addition	Addition 5%		Dropping method	Forced extrusion method
Raw	Appearance							
	Transparency	7	14	14	20	5*	27†	25†
	Lustre	6	13	14	20	7*	25†	27†
	Thickness	13	15	12	13	4*	24	28†
	Overall acceptance evaluation	8	14	14	20	4*	25†	27†
Boiled	Appearance							
	Transparency	8	18	17	24	12	5*	28†
	Lustre	8	13	20	24	10	10	27†
	Thickness	14	22	13	18	4*	13	28†
	Texture							
	Hardness	21	12	17	16	4*	17	25†
	Easy to swallow	18	10	18	15	5*	19	27†
	Chewiness	18	12	21	18	4*	16	23
	Strength	23	12	18	16	4*	17	22
	Glutinous	21	15	18	14	4*	18	22
	Overall acceptance evaluation	19	10	19	14	4*	18	26†

* Liked favor, $\alpha=0.05\%$. † Disliked.

120℃ とともにハルサメの付着性は無添加に比べて低い値を示し、べたつきの少ない麺となることが明らかとなった。

5. 順位法による官能評価

今までの実験結果から大豆タンパク質添加ハルサメは直接乾燥でも冷凍に匹敵する効果を認めたので、官能評価に用いる試料ハルサメは 80℃ で製麺し直接乾燥で仕上げた麺を用いることとした。すなわち馬鈴薯澱粉および馬鈴薯と甘藷澱粉 (1:1) の調製ハルサメ 4 種と市販ハルサメ 3 種について順位法により官能評価を行った結果は Table 3 に示した。この表から市販中国産ハルサメは外観、食感ともに有意に好まれる傾向を示したのに対し、日本産押出式は好まれぬ傾向を示した。調製ハルサメのうち大豆タンパク質添加ハルサメは無添加のものに比べて、食感において好まれる傾向を示した。とくに馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質を 5% 添加したものは、市販中国産ハルサメに次いで好まれる傾向を示した。ま

た 120℃ で調製したハルサメの官能評価は Table 4 に示したが、120℃ においても大豆タンパク質添加の馬鈴薯澱粉ハルサメは、市販の中国産や日本産懸垂式に次いで好まれる傾向を示した。これに対し無添加のものは、べたつき、歯切れ、硬さ、総合評価で有意に好まれぬ傾向を示していることから、大豆タンパク質添加の効果が明らかに認められた。

次に 80℃ と 120℃ で調製したハルサメについて、どちらのハルサメをより好むか二点嗜好比較法により官能評価を行ったところ、食感のうち、こしの強さにおいては調製ハルサメ 4 試料はともに 120℃ が好ましいと評価されていた。このことから大豆タンパク質を馬鈴薯澱粉に添加して製麺する場合は、120℃ で製麺することにより、こしの強い麺が得られると考えられた。

Table 4. Result of sensory evaluation by Ranking method of laboratory-made and commercial Harusame noodles.

Prepared at 120℃

Item of evaluation		Laboratory made Harusame				Commercial Harusame		
		Starches				Chinese product (Lungkow)	Japanese product	
		Potato		Potato and sweet potato (1 : 1)			Dropping method	Forced extrusion method
		No addition	Addition 5%	No addition	Addition 5%			
Raw	Appearance							
	Transparency	7	14	15	20	5*	28†	23
	Lustre	8	13	15	20	4*	26†	26†
	Thickness	23	22	22	21	4*	8	12
	Overall acceptance evaluation	18	23	18	27†	4*	10	12
Boiled	Appearance							
	Transparency	11	21	19	24	7*	6*	24
	Lustre	21	25†	14	23	6*	6*	17
	Thickness	23	27†	18	20	4*	8	12
	Texture							
	Hardness	25†	19	21	17	5*	9	16
	Easy to swallow	24	16	19	19	5*	9	20
	Chewiness	25†	15	20	16	5*	11	20
	Strength	21	12	16	19	5*	14	22
	Glutinous	28†	14	19	16	6*	13	16
	Overall acceptance evaluation	28*	14	19	16	6*	13	16

* Liked favor, $\alpha=0.05\%$. † Disliked.

考 察

1. 麵線調製法と馬鈴薯澱粉の製麺適性

馬鈴薯澱粉は糊化温度が低く、膨潤、溶解しやすく、粘性の高い糊液を呈するため、一般的には馬鈴薯澱粉のみでは製麺は困難と考えられる。しかし本実験において採用した加圧押出成型機による製麺方法は、加水量は澱粉重量に対し45%と低く、押し出し部分においてのみ加熱されるように条件を設定して製麺するため、澱粉の膨潤、糊化は適度に抑えられて麺状化が可能となったと考えられる。この方法で馬鈴薯澱粉のみで調製したハルサメは、硬さや引張り強度など市販ハルサメに比べて低い値を示したが、馬鈴薯澱粉特有の粘度が適度に抑えられ、透明で伸びのよい麺が得られたことから、加圧押出成型機による製麺方法は、馬鈴薯澱粉のように比較的糊化しやすく、粘性の高い澱粉の場合の製麺方法として効果的と考えられた。

2. 大豆タンパク質添加の役割

馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質を添加すると膨潤度、溶解度は大きく低下し、ビスコグラフィでの膨潤、糊化が抑制され、さらに糊化の遅れを生ずる^{3,4)}。本実験において馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質を添加して製麺する際の加水量は、澱粉重量に対して45%と少ないことから、水分含量6.1%の大豆タンパク質がまず吸水し澱粉の水を奪い、澱粉の膨潤を阻害し、糊化が十分に行われにくくなると考えられる。そのため粘度は低下し付着性が抑えられるなど、ハルサメとしてのテクスチャーを向上させる効果を示したと考えられる。また付着性の低下にとともに、こしのある分線しやすい麺が得られることから、冷凍せず直接乾燥によりハルサメを仕上げるのが可能となるなど、大豆タンパク質添加の効果は大きいと考えられた。

3. 大豆タンパク質添加と糊化度

馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質を添加したときの糊化度についてはすでに報告⁴⁾したように、ビスコグラフィによる加熱温度別の糊化度の測定から、大豆タンパク質添加では対照よりも低い値を示し、とくに65~75℃と澱粉粒子が吸水、膨潤し結晶構造が崩壊する温度付近で著しい糊化の遅れがみられた。しかし高温で加熱を継続することにより同一糊化度に達した。このことから製麺時の温度を上昇することにより糊化の程度を高め、さらにこしの強い品質のよい麺が得られるのではないかと考え120℃についても製麺を行った。

120℃で製麺した場合、馬鈴薯澱粉ハルサメは硬さが

著しく大となり、付着性の大きな傾向を示したことについて、馬鈴薯澱粉は糊化温度が低く、80℃では均一な麺線が得られたのに対し、120℃では糊化が過度に進み粘性の高い糊液となるため、麺線押し直後の膨化が著しく、不均一な麺となったと考えられる。大豆タンパク質を添加することにより馬鈴薯澱粉の膨潤、糊化は適度に抑えられ、過度の加熱は防止される。さらに80℃よりは糊化が進み、こしの強い付着性の少ない麺が得られたと考えられる。

要 約

馬鈴薯澱粉に大豆タンパク質を添加した場合の製麺適性を検討する目的で、馬鈴薯、甘藷、緑豆、蚕豆の各澱粉を用いて、加圧押出成型機により製麺し、透明度、膨潤度、溶解度、テンシプレッサーによるテクスチャー測定を行い、官能評価により食味特性を検討した。結果は次のとおりである。

1. 馬鈴薯澱粉に分離大豆タンパク質を澱粉重量に対し5%添加して製麺し、沸騰水中で3分間加熱したのち直接乾燥により仕上げたハルサメは、透明度が高く、無添加麺に比べて引張り強度、伸び弾性率ともに大となり、付着性は低下してべたつきの少ない麺となり、溶解度も低下するなど大豆タンパク質の添加効果が明らかになった。さらに官能評価においても中国産ハルサメに次いで好まれるなど、ハルサメとしての適性が認められた。

2. 製麺時の温度を80℃から120℃に上昇することにより、無添加麺は硬さが著しく増大し、べたつきも大となるが、分離大豆タンパク質添加麺は80℃のものよりもさらに、こしが強く、歯ごたえのある麺となり直接乾燥においても分線性のよいハルサメが得られた。

3. ハルサメ調製工程中の冷凍処理の効果は、用いた澱粉の種類により異なった傾向を示し、馬鈴薯澱粉を原料とするハルサメは冷凍によりテクスチャーは改良されてその効果が認められた。しかし緑豆澱粉および市販ハルサメのモデルとしての馬鈴薯と甘藷澱粉(1:1)ハルサメは冷凍の効果は僅少であった。これらのことから本実験における製麺方法においては冷凍の必要性は認められた。

しかし分離大豆タンパク質添加ハルサメはいずれの澱粉においても、冷凍に匹敵する効果が認められた。

本実験を行うにあたり試料をご恵与くださいました鹿児島物産化工株式会社、ホクレン中斜里工場ならびに不二製油株式会社に心より厚くお礼申しあげます。ご協力

いただきました本学の相沢智子さん、徳原綾子さんにお礼申しあげます。

文 献

- 1) 山本愛二郎:「食品科学大事典」, 講談社出版研究所編, 講談社, 東京, p. 566 (1981).
- 2) 山村 颯, 河野利治, 馬場 透, 田之上隼雄: 鹿児島県立農業試験場報告, 68 (1975).
- 3) 高橋節子, 渡辺篤二: 共立女子大学家政学部紀要, 29, 127 (1982).
- 4) 高橋節子, 小林理恵子, 渡辺篤二, 貝沼圭二: 日食工誌, 30, 276 (1983).
- 5) 高橋節子, 平尾和子, 川端晶子, 中村道徳: 澱粉科学, 32, 257 (1985).
- 6) 川村信一郎, 多田 稔: 香川大学農学部学術報告, 9, 2 (1957).
- 7) 高橋節子, 北原久子, 貝沼圭二: 澱粉科学, 28, 151 (1981).
- 8) 高橋節子, 小林理恵子, 貝沼圭二, 中村道徳: 日食工誌, 32, 3 (1985).
- 9) 貝沼圭二:「食品工業総合大事典」, 日本食品工業学会編, 東京, 光琳, p. 743 (1979).
- 10) 柴田和雄:「スペクトル測定と分光光度計」, 講談社, 東京, p. 160 (1984).
- 11) 山村 颯, 河野利治, 本坊慶吉: 日食工誌, 13, 8 (1966).
- 12) M. DUBOIS, K. A. GILLES, J. K. HAMILTON, P. A. REBERS and F. SMITH: *Anal. Chem.*, 28, 350 (1956).