Penicillium caseicolum を用い熟成した
丸大豆利用チーズよう食品の製造

松岡博厚*・福家洋子*

Manufacture of Cheese-like Product from Whole Soybean
Inoculated with *Penicillium caseicolum*

Hiroatsu MATSUOKA* and Yoko FUKU*

* Laboratory of Food Chemistry, Tachikawa College of
Tokyo, 3-6-33, Azuma-cho, Akishima, Tokyo 196

Cooked soybean paste containing 10% lactic culture (*Streptococcus thermophilus*: *Streptococcus lactis* = 1:1) was prepared. After adding 2% sodium chloride and inoculating *P. caseicolum* as a mold starter, the paste was ripened for 3 weeks under a definite condition. Cooking of soybean at 120°C for 30 min was more suitable for making fermented soybean paste than at 100°C for 2 h because of lower browning of soybean, higher acidity and protein degradation of paste during ripening. On ripening at 15 and 23°C, the mild flavor product was obtained on ripening at lower temperature. By addition of lactic acid bacteria to the paste, acidity in the paste was increased at 1 week, but the acidity rapidly decreased with progress of ripening and pH value in a ripening product raised to 8.0 at 3 weeks. The ratio of water soluble nitrogen to total nitrogen (Protein solubility ratio) reached to approximate 60% in the product at 3 weeks. Total free amino acid amount was 869 mg/100 g and the highest concentration of liberated amino acid was glutamic acid (187 mg/100 g). Linoleic acid was the highest amount of liberated fatty acid in the product at 3 weeks (484 mg/100 g).

(Received Jun. 24, 1987)

著者らは、豆乳を利用し、チーズよう食品の製造を試みてきているが¹⁾²⁾、豆乳調製のさい残渣としておからがでる。豆乳を調製せずに直接丸大豆からチーズ類似の発酵食品をつくることのできるならば、資源のより効果的利用といえる。丸大豆を利用した発酵食品には、味噌、納豆、テンペなど種々の製品がある。

本報告においては、豆乳からチーズよう食品を製造するさいに使用した乳酸菌スターターおよびかびスターター、*Penicillium caseicolum* を用い、丸大豆からのチーズよう食品の製造を試み、良好な製品を得たので、蛋白質の熟成中の分解傾向、遊離脂肪酸の生成等について検討を行った。

実験方法

1. 大豆試料

大豆は北海道産白目大豆「鶴の子」を用いた。一般成分組成は、水分 9.2%、蛋白質 35.2%、脂質 18.2%、粗繊維 3.5% および灰分 4.5% であった。

2. 乳酸菌およびかびスターターの調製法

乳酸菌スターターには、*Streptococcus lactis* 527 および *Streptococcus thermophilus* 510 (農林水産省畜産試験場より入手、リトマスミルクで継代培養) を用いた。リトマスミルクの保存培養より、それぞれ滅菌脱脂乳 10 ml に接種し、*S. lactis* は 30°C、*S. ther-*

* 都立立川短期大学 (〒196 東京都昭島市東町 3-6-33)

mophilus は 38℃ にて 10～12 時間培養した。次いで必要量の滅菌脱脂乳にこれを接種し、上記と同様に培養したものを乳酸菌スターターとして用いた。

かびスターターに用いた *P. caseicolum* は、カマンベールチーズより分離した菌株で³⁾、ツァベック・ドックス寒天培地で継代培養したものである。ツァベック寒天培地に培養したかび菌体をかき取り、滅菌生理食塩水に懸濁せしめ、パイプレーターを用い孢子を分散させた。市販食パンを約 1 cm 角に切ったものを 10% グルコース溶液に浸し、これを滅菌した。滅菌パン培地に孢子懸濁液を接種し、20℃ で 7～10 日間培養した。培養後、凍結乾燥し、粉末化し、これを -80℃ に保存した。

3. 製造工程

製造工程の概略を Fig. 1 に示した。大豆を 1 晩水に浸漬後、4 倍量の水で煮熟した。煮熟条件を定めるために、100℃、1、2 および 3 時間、120℃、10、20 および 30 分間、浸漬大豆をそれぞれ加熱処理した。後述の結果に基き、本実験においては、煮熟条件を 100℃、2 時間および 120℃、30 分間に設定した。次に煮熟大豆を除皮し、磨砕した。磨砕試料に乳酸菌スターター (*S. lactis* : *S. thermophilus* = 1 : 1) を 10% 加え、十分混和、さらに食塩 2% を加え均質にした。これを直径 8～9 cm、高さ約 4 cm の円筒形に整形し、表面に凍結乾燥粉末かびスターターを接種した。熟成は、23℃、2 週間、5℃ で 1 週間の条件 (A 条件) および 15℃ で 3 週間の条件 (B 条件) で行った。

4. 分析方法

一般成分、酸度、pH、窒素成分 (全窒素、水溶性窒素、トリクロロ酢酸 (TCA) 可溶性窒素)、アミノ酸、トリプシンインヒビター (TI) 活性の測定は既法^{14)~6)} に準じて行った。

煮熟大豆の硬さは、富士理工工業 RUD-J 型レオメータにより測定した。直径 10 mm のプラスチック製アダプターを用い、荷重 2 kg の条件で行った。硬さの測定には、除皮大豆を用い、20 粒の測定平均値をもって表わした。

大豆および試料の油脂構成脂肪酸の含量比の測定は、基準油脂分析法⁷⁾ に準じて行った。

試料からの遊離脂肪酸の分離抽出は、NIEUWENHOF らの方法⁸⁾ の準じケイ酸カラムを用い行った。内部標準物質には、ヘプタン酸およびヘプタデカン酸を用いた。得られた遊離脂肪酸画分をガスクロマトグラフィ用試料とした。ガスクロマトグラフィの条件は以下のとおりである。

ガスクロマトグラフ：島津 GC-4 APTF、充填剤：5% Carbowax 20 M-TPA, Chromosorb WAW DMCS (60～80 メッシュ)、カラム：ガラスカラム (長さ 1.5 m、内径 4 mm)、温度：85～235℃、昇温速度 6℃/min、キャリアーガス：ヘリウム、流速 35 ml/min、検出器：FID

なお、リノール酸およびリノレン酸については、上記の条件では良好な分離が得られなかったので、遊離脂肪酸画分をメチルエステル化したのち、構成脂肪酸の分析法⁷⁾ に従い測定した。

実験結果

1. 大豆の煮熟条件

煮熟大豆試料の水分、TI 活性、硬さの測定結果を Table 1 に示した。硬さは、100℃ 加熱試料では、加熱処理時間が長くなるに従い軟らかくなるとともに硬さのばらつきが少なくなった。一方、120℃ 加熱試料においては、10 および 20 分間処理したものは硬すぎて測定できなかったが、30 分間処理した試料の硬さは、100℃、2 時間処理したものと、3 時間処理したものの中間であった。水分量は、100℃ および 120℃ 加熱試料とも煮熟時間が長く、軟かくなるにともない高くなり、最終的には約 70% となった。

Fig. 1 Manufacturing process of cheese-like products from whole soybean inoculated with *Penicillium caseicolum*

TI 活性は、加熱により著しく低下し、100°C、1 時間および 120°C、30 分間の加熱により未加熱大豆の約 1% になった。

煮熟大豆の硬さ、すなわち煮熟大豆の磨砕、整形のし易さ、TI 活性の低下割合、また肉眼観察による褐変の程度から加熱処理条件を 100°C、2 時間と 120°C、30 分間に設定した。

2. 熟成中の変化

(1) 酸度と pH

熟成中の酸度と pH の変化を Fig. 2 に示した。乳酸菌 Starter 添加前の磨砕試料では、100、120°C の加熱試料ともその pH は 7.0 付近であったが、乳酸菌 Starter の添加により 6.5 近辺まで低下した。しかし、ゆるやかではあるが熟成にともない pH は上昇し、3 週目には pH 8.0 に達した。酸度は、熟成 1 週目には上昇を示しており、120°C 処理試料の方が高い傾向にあった。熟成の進行に従い、酸度は急速に低下した。

(2) 窒素成分

熟成の主要なめやすと考えられる水溶性窒素の増加を全窒素に対する割合（蛋白水溶化率）は、A 条件では約 70% に達した（Fig. 3 A）。しかし、試料を 5°C に移した熟成 2 週目以降は、水溶性窒素の増加は停止した。熟成温度が 15°C の B 条件では、3 週目でも両加熱処理試料とも蛋白水溶化率は約 60% であった。TCA 可溶性窒素の熟成中における変化を Fig. 3 B に示したが、水溶性窒素の増加傾向と類似していた。A 条件で熟成した方が水溶性窒素に対する TCA 可溶性窒素の割合

が高く、120°C 処理試料では、熟成 2 週目には約 65% に達していた。大豆煮熟条件をみると、120°C 処理試料の方が水溶性窒素、TCA 可溶性窒素ともに増加割合がやや高い傾向にあった。

Fig. 2 Changes in pH and acidity of cheese-like product during ripening

●—● pH of samples cooked at 100°C for 2 h

○—○ pH of samples cooked at 120°C for 30 min

●---● Acidity of samples cooked at 100°C for 2 h

○---○ Acidity of samples cooked at 120°C for 30 min

A: Soybean paste was ripened at 5°C for 1 week following 2 week's ripening at 23°C

B: Soybean paste was ripened at 15°C for 3 weeks

Table 1 Effect of cooking conditions of soybeans on their moisture content, hardness and trypsin inhibitor (TI) activity

Cooking condition	Moisture (%)	Hardness* (g)	TI	
			Activity (U/mg of solid)**	Remaining ratio (%)
Unheated	59.0	—	4.35	100.0
100°C, 1 h	67.4	786±79	0.05	1.1
100°C, 2 h	69.2	570±73	0.04	1.1
100°C, 3 h	71.9	397±65	0.03	0.7
120°C, 10 min	64.4	—	0.08	1.8
120°C, 20 min	64.3	—	0.07	1.6
120°C, 30 min	70.9	498±34	0.05	1.1

*Hardness of soybean was determined with rheometer (Model RUD-J, Fuji Riken Kogyo Ltd., Tokyo.) equipped with a flat bottomed plunger (10 mm in diameter). Measurements were carried out on 20 soybeans in a trial of cooking condition.

**TI unit is expressed as the activity that inhibit trypsin activity liberating 0.01 μM tyrosine on casein assay.⁶⁾

(3) アミノ酸

Table 2 に生大豆および煮熟大豆のアミノ酸組成ならびに浸漬未加熱大豆中の遊離アミノ酸量を示した。煮熟によりアミノ酸組成には変化がみられなかった。浸漬未加熱大豆に含まれる総遊離アミノ酸量は、100 g 中 185 mg (蛋白質 100 g 当り 1.29 g) であり、最も遊離量の多いアミノ酸はアルギニンで 55 mg/100 g、次いでグルタミン酸の 44 mg/100 g で、この両アミノ酸で総遊離アミノ酸量の 53% を占めていた。

熟成中の遊離アミノ酸の変化を Table 3 に示した。煮熟大豆磨砕物に脱脂乳に培養した乳酸菌スターターを 10% (固形分として約 1%) 添加した未熟成試料の遊離アミノ酸量は、74.6 mg/100 g と浸漬大豆の約 1/2 量であった。熟成 1 週目には 630 mg/100 g とかなりの増加を示した。この時期には、かびはすでに試料の全面を被覆した。熟成 3 週目には 869 mg/100 g に達し、その遊離率は 6.1% であった。最も遊離量の多いアミノ酸はグルタミン酸で、187 mg/100 g、50 mg 以上遊離したアミノ酸は、リジン、フェニルアラニン、ロイシン、チロシンおよびイソロイシンであった。遊離率が高かったのは、メチオニン、チロシン、フェニルアラニン、リジン、グルタミン酸などであった。

(4) 脂肪酸

生大豆および煮熟大豆の脂肪酸組成および熟成中の遊離脂肪酸の変化を Table 4 に示した。遊離脂肪酸は、遊離アミノ酸の場合と同様、120°C、30 分煮熟試料を B 条件下で熟成したものについて測定した。総遊離脂肪酸量は熟成の進行にともない増加し、熟成 3 週目には 762.0 mg/100 g に達した。構成脂肪酸のなかで最も組成比が高かったのはリノール酸で、熟成中の遊離量も最も多く、熟成 3 週目には 483.9 mg/100 g に達し、総遊離脂肪酸の約 64% を占めていた。次いでオレイン酸 (17%)、パルミチン酸 (9%)、ステアリン酸 (8%)、リノレン酸 (3%) の順で、これらの遊離量は、構成脂肪酸の組成比にはほぼ準じていた。なお、酢酸、オクタン酸、ラウリル酸、ミリスチン酸の存在が熟成を通し痕跡程度であったが認められた。大豆の煮熟による脂肪酸組成への影響はほとんどみられなかった。

3. 一般成分

熟成 3 週間後の各試料の一般成分を Table 5 に示した。水分量は 66.5~69.0% の範囲で、熟成中の水分量の減少はほとんどみられなかった。蛋白質は 18.2~19.8%、脂質 5.2~5.6% であり、製造条件などによる差はみられなかった。

考 察

乳用乳酸菌である *S. lactis* および *S. thermophilus* は、大豆乳中の糖を利用し乳酸生成する能力が高いこと、従来の大豆発酵食品にみられる特有の風味生成がないことなどの理由により豆乳からのチーズよう食品製造用スターターに適していた⁵⁾。また、豆乳からのカードの熟成において、乳酸菌スターターのみでは蛋白分解がほとんど進行しないこと⁹⁾、*P. caseicolum* はカマンベールチーズなどの白かびチーズに広く用いられているかびであること、大豆乳蛋白質を良く分解すること⁵⁾などの理由により *P. caseicolum* を豆乳からのチーズよう食品製造における熟成用スターターとして用いてきた。本実験において、豆乳調製時の副産物として生ずるおからの問題を考慮し、丸大豆を用い直接チーズよう食品の製造を試みたが、豆乳からのチーズよう食品製造の結果を

Fig. 3 Changes in content of water soluble nitrogen (WS-N) and trichloroacetic acid soluble nitrogen (TCA-N) of cheese-like product during ripening

●—● WS-N content in samples cooked at 100°C for 2 h

○—○ WS-N content in samples cooked at 120°C for 30 min

●---● TCA-N content in samples cooked at 100°C for 2 h

○---○ TCA-N content in samples cooked at 120°C for 30 min

A: Soybean paste was ripened at 5°C for 1 week following 2 week's ripening at 23°C
B: Soybean paste was ripened at 15°C for 3 weeks

Protein solubility ratio are respectively expressed with WS-N content per total nitrogen content in Fig. A, and TCA-N content per total nitrogen in Fig. B

考え、上記微生物をスターターとして使用した。大豆の煮熟条件は、硬さ、TI 活性の低下、乳酸菌スターターによる酸生成、熟成中の蛋白分解割合などから、120℃、30 分間の処理が適していた。これは、納豆、味噌¹⁰⁾の製造にさいしての大豆の煮熟条件と類似している。

磨砕大豆試料に乳酸菌スターターを添加することにより、酸生成が行われ、熟成にともなう pH 上昇を抑制できるかが問題である。煮熟条件が 100℃、2 時間の試料よりも 120℃、30 分間処理した試料の方が熟成 1 週目までは酸度が高かったが、この試料においても、1 週目以降は急速に酸度は低下し、それにともない pH が上昇し、3 週目には 8.0 付近に達した。アンモニア臭などの異風味の生成を防ぐためには熟成中の pH の上昇を抑え、pH 7.0 を越えないようにする必要がある。そのためには、糖源を加える必要があろう。おからの保存のため乳酸発酵が試みられているが¹¹⁾、糖の添加が不可欠であることが認められている。

熟成温度を *P. caseicolum* の最適生育温度 25℃³⁾に近い 23℃ に設定し 2 週間熟成を行ったが、表面の熟成が速く、アンモニア臭が感じられた。これに比し、15

℃ で熟成した試料は、3 週目にはややアンモニア臭がみられたが温和な風味であり、本製品の熟成においては低温発酵が好ましいといえる。

熟成 3 週目の蛋白水溶化率は約 60% であったが、*P. caseicolum* により熟成した豆乳からのチーズよう食品および牛乳からの半硬質チーズ³⁾の蛋白水溶化率に匹敵するものであった。しかし、水溶性窒素のなかで TCA 可溶性窒素の占める割合は、豆乳からの製品では約 30~50% であったが、本試料では 60~65% と高く、これは、大豆発酵食品であるテンペと類似した傾向¹²⁾であった。豆乳から得られたカードに比し、煮熟大豆の方が、かびの産生するプロテアーゼ^{13)~15)}によって水溶化する蛋白成分はより低分子のペプチドに分解されていることを示しているといえる。アミノ酸の総遊離率は熟成 3 週目で 6.1% と豆乳からの製品 (8.5%) より低かったが、酵母により熟成させた製品 (3.7%)¹⁶⁾に比し高かった。本試料の pH が *P. caseicolum* の産生するアミノペプチダーゼの作用最適 pH 7.0~8.0¹⁷⁾¹⁸⁾の付近にあったにもかかわらず、アミノ酸の遊離量が低かったのは、試料の水分量が低いことも原因していると考えられる。

Table 2 Amino acid composition of raw and cooked soybeans

Amino acid	raw		cooked		Free amino acids of swelled and uncooked soybean (mg/100 g)
	content (g/100 g)	ratio (%)	content (g/100 g)	ratio (%)	
Tryptophan	—	—	—	—	6.6
Lysine	2.76	8.5	1.20	8.4	8.4
Histidine	1.29	3.9	0.59	4.1	4.6
Arginine	2.94	9.0	1.32	9.2	55.1
Aspartic acid	4.05	12.4	1.60	11.2	4.0
Threonine	1.24	3.9	0.52	3.6	6.4
Serine	1.63	5.0	0.72	5.0	8.0
Glutamic acid	5.93	18.1	2.30	16.1	44.0
Proline	1.64	5.0	0.78	5.4	5.6
Glycine	1.43	4.4	0.61	4.3	4.2
Alanine	1.49	4.5	0.65	4.5	1.6
Valine	1.35	4.1	0.73	5.1	7.2
Methionine	0.17	0.5	0.07	0.5	1.6
Isoleucine	1.45	4.4	0.75	5.2	2.4
Leucine	2.44	7.4	1.18	8.2	4.0
Tyrosine	1.08	3.3	0.46	3.2	13.6
Phenylalanine	1.63	5.0	0.73	5.1	6.4
Cystine	0.25	0.8	0.11	0.8	1.6
Total	32.77	100.1	14.33	99.9	185.3

15°C, 3週間の熟成ではグルタミン酸の遊離量は, 187 mg/100 g であり, 納豆 (360 mg)¹⁹⁾, 豆乳からのチーズよう食品 (309 mg) に比し低かったが, 旨味が十分感じられた. なお, 熟成期間を通し苦味の生成は認めら

れなかった.

熟成中の脂肪酸の遊離量は油脂の構成比に準じていたが, これはテンペの脂肪酸遊離傾向²⁰⁾ に類似していた. 低級脂肪酸の存在を考え, 遊離脂肪酸の試料調製をシリ

Table 3 Changes in free amino acid composition of a cheese-like product during ripening at 15°C for 3 weeks

Amino acid	Ripening period (weeks)			
	0	1	2	3
Tryptophan	1.4	3.2	2.2	13.2 (—)
Lysine	2.5	80.7	37.6	98.4 (8.2)
Histidine	—	22.0	30.4	30.0 (5.1)
Arginine	46.7	5.0	0.8	6.1 (0.5)
Aspartic acid	1.6	34.4	7.2	36.8 (2.3)
Threonine	0.8	16.0	91.9	27.2 (5.2)
Serine	1.6	24.0	44.7	24.0 (3.4)
Glutamic acid	4.8	164.8	226.9	187.2 (8.1)
Proline	tr	—	—	—
Glycine	0.8	18.4	4.8	32.8 (5.4)
Alanine	4.8	25.6	51.9	31.2 (4.8)
Valine	1.6	20.0	40.7	50.4 (6.9)
Methionine	tr	8.8	16.8	18.4 (25.1)
Isoleucine	0.8	25.6	36.0	49.6 (6.6)
Leucine	0.8	49.6	83.1	91.2 (7.8)
Tyrosine	3.2	67.2	62.3	77.6 (16.9)
Phenylalanine	3.2	65.6	91.1	92.0 (12.6)
Cystine	tr	—	—	3.2 (2.8)
Total	74.6	630.9	828.4	869.3 (6.1)

Data in parenthesis show a liberating ratio of each amino acid in a cheese-like product at 3 weeks. Unit of data is mg/100 g

Table 4 Fatty acid composition of raw and cooked soybeans, and distribution of free fatty acids during ripening of a cheese-like product at 15°C

Fatty acid	Fatty acid composition		Free fatty acid composition			
	Raw soybean (%)	Cooked soybean* (%)	Ripening period (weeks)			
			0	1	2	3
Palmitic acid	9.9	9.5	15.1**	tr	4.8	69.0
Stearic acid	2.0	1.9	5.5	1.4	15.8	51.8
Oleic acid	18.7	19.9	14.2	25.1	31.0	134.0
Linoleic acid	62.3	63.0	51.5	65.8	81.2	483.9
Linolenic acid	7.1	5.7	2.1	7.2	9.2	23.3
Total	100.0	100.0	88.4	99.5	142.0	762.0

*Soybean was cooked at 120°C for 30 min

** Unit of data is mg/100 g

Table 5 Proximate component of product ripened for 3 weeks

Sample	Moisture	Protein	Lipid	Ash	Calcium	Phosphorus
A*	100°C 2 h	67.8	19.3	5.5	2.4	109
	120°C 30 min	66.5	19.8	5.2	2.7	100
B*	100°C 2 h	68.7	18.3	5.6	2.9	94
	120°C 30 min	69.0	18.2	5.3	2.9	75

* A : Soybean paste was ripened at 5°C for 1 week, followed by 2 week's ripening at 23°C

B : Soybean paste was ripened at 15°C for 3 weeks.

Units of moisture, protein and lipid are g/100 g, and those of ash, calcium and phosphorus are mg/100 g.

カゲルカラムを用いたチーズ試料調製法に準じて行ったが低級酸の存在は認められなかった。さきに述べたように糖源の添加とともに、乳酸菌スターター調製培地に全脂乳を用いることにより、製品の風味をより高めることができるものと考えられる。

要 約

P. caseicolum と *S. lactis*, *S. thermophilus* の脱脂乳培養菌体の混合物 (1:1) をスターターとし、丸大豆を利用し、チーズよう食品の製造を試みた。

(1) 大豆の煮熟条件は、120°C, 30 分間、熟成条件は 15°C, 3 週間が適していた。

(2) 乳酸菌スターター添加により熟成 1 週間までは酸度の上昇がみられたが、以降急速に低下し、3 週間の試料の pH は 8.0 付近であった。

(3) 熟成 3 週目試料における蛋白水溶化率は約 60% で、総遊離アミノ酸量は 869 mg/100 g, 遊離率は 6.1% であった。最も遊離量の多いアミノ酸はグルタミン酸で 187 mg/100 g, 遊離率は 8.1% であった。

(4) 熟成 3 週目試料において最も遊離量の多かった脂肪酸はリノール酸 (483.9 mg/100 g) で、次いでオレイン酸, パルミチン酸, ステアリン酸, リノレン酸の順であった。

文 献

- 1) 松岡博厚・福家洋子: 日食工誌, **24**, 553 (1977).
- 2) FUKE, Y. and MATSUOKA, H.: *J. Food Sci.*, **49**, 312 (1984).
- 3) TSUGO, T., HAYASHI, T. and MATSUOKA, H.: XV Int. Dairy Congr., **2**, 899 (1959).
- 4) 松岡博厚・福家洋子: 日食工誌, **22**, 436 (1975).
- 5) 松岡博厚・笹子謙治・関口正勝: 日食工誌, **15**, 103 (1968).
- 6) 松岡博厚・笹子謙治: 日食工誌, **19**, 262 (1972).
- 7) 日本油化学協会編: 基準油脂分析試験法, **2・4・20-71** (日本油化学協会), p. 1 (1971).
- 8) NIEUWENHOF, F.F.J. and HUP, G.: *Neth. Milk Dairy J.*, **25**, 175 (1975).
- 9) 福家洋子・松岡博厚: 日食工誌, **34**, 826 (1987).
- 10) 渡辺篤二・海老根英雄・太田輝夫: 大豆食品 (光琳書院, 東京), p. 179 (1971).
- 11) 加藤文雄・志賀一三・寺沢和弘: 日食工誌, **33**, 837 (1986).
- 12) STEINKRAUS, K.H., LEE, C.Y. and BUCK, P.A.: *Food Technol.*, **19**, 119 (1965).
- 13) LENOIR, J. and AUBERGER, B.: *Le Lait*, **57**, 471 (1977).
- 14) LENOIR, J., AUBERGER, B. and GRIPON, J. C.: *Le Lait*, **59**, 244 (1979).
- 15) 松岡博厚・津郷友吉: 農化, **37**, 444 (1963).
- 16) 川口 豊・松岡博厚: 日食工誌, **28**, 1 (1981).
- 17) 福家洋子・上野川修一・松岡博厚・山内邦男: 日本農芸化学会昭和 61 年度大会講演要旨集, p. 551, 京都 (1986).
- 18) 福家洋子・上野川修一・松岡博厚・山内邦男: 日本農芸化学会昭和 62 年度大会講演要旨集, p. 552, 東京 (1987).
- 19) 渡辺篤二・海老根英雄・太田輝夫: 大豆食品, (光琳書院, 東京), p. 134 (1971).
- 20) WAGENKNECHT, A.C., MATTICK, L.R., LEWIN, L.M., HAND, D.B. and STEINKRAUS, K.H. *J. Food Sci.*, **26**, 373 (1961).

(昭和 62 年 6 月 24 日受理)