微生物による蛋白質食料, 飼料の製造 (第 2 報) 特に甘藷麴を利用せる場合に就て

住 江 金 之, 松 家 芳 範 (東京農業大学)

昭和 24 年 10 月 7 日 受理

Production of Proteinous Foods and Fodders by Micro-organisms. Part II.

By Kinshi SUMINOE and Yoshinori MATSUYA (Tokyo Agr. Univ.)

緒 言 食料又は飼料として蛋白質は現在の我國では最も得難い成分である。微生物を利用して短期間に製造して、直接食料又は飼料とし、或いは間接に食料の原料としたいと考えて、先に著者の 1 人(住江)⁽¹⁾は雑草、樹葉等に人糞尿を混じて培地とし、*Asp. oryzae* を繁殖させ蛋白質に富む飼料を得た。今回は甘藷と硫酸アンモニア(以下硫酸と記す)を培地として *Asp. oryzae* を移植し蛋白質を増加せしめる事を研究した。

実験の部 [EXP. I] 削碎甘藷切干を用いた実験

(1) 硫酸 1 回添加による製麴：風乾削碎甘藷切干 20 g 宛をペトリ皿に取り、之に切干に對し硫酸 0.5 ~ 5 % 添加し、同時に硫酸根を中和させる爲に炭酸石灰を硫酸量の 70 %, 切干に對し水 45 % を加えて溶解混合して 40 分間煮沸し、之に *Asp. oryzae* を斜面培養より 1 白金耳量接種し、30° 定温器にて 50 時間培養、1

Table 1. Formation of Koji in Relation to the Quantity of Ammonium Sulphate and Calcium Carbonate added.

Sample No.	Ammonium sulphate added.	Calcium carbonate added.	Degree of formation of Koji
1	none	none	good
2	0.5 %	0.35%	better
3	1.0	0.7	better
4	2.0	1.4	best
5	3.0	2.1	better
6	4.0	2.8	bad
7	5.0	3.5	bad

Note : The degree of formation of koji was observed 50 hours after inoculation.

日 1 回手入して製麴した。

Table 2. Constitution of Koji

Sample No.	Moisture (g%)	In dry matter		
		Crude protein (g%)	Protein (g%)	Starch value (g%)
1	9.64	4.84	3.03	61.11
2	11.70	6.81	6.19	54.63
3	9.85	7.28	7.27	48.02
4	9.92	10.78	9.71	43.35
5	7.69	11.07	9.45	47.03
6	11.55	11.13	6.18	56.04
7	10.15	12.02	3.67	63.60
Sweet Potato	9.21	2.22	1.81	71.92

硫酸を 0.5 ~ 3.0 % 添加したものが麴の發育は良好であつた。

上記麴につき、水分、粗蛋白質、純蛋白質及び澱粉價を總べて常法によつて定量した。尙、純蛋白質はバルンスタイン法⁽²⁾に依つた。即ち純蛋白質は No. 4, No. 5 が他よりも著しく多い。

(2) 硫酸 2 回添加による製麴：(1) の實驗結果に於いて澱粉は蛋白質の増加に従つて消失するが、未だ多量残存するので、更に 1 回硫酸を添加して培養を續けた。即ち、硫酸の添加量は前回に於いて良好な結果を得た 1 ~ 4 % とし、同様製麴し、50 時間目に更に硫酸 1 ~ 4 % 宛添加して麴菌移植後 144 時間で出麴とした。

Table 3. The Case of Repeated Addition (twice) of Ammonium Sulphate.

Sample No.	Ammonium - sulphate added.			Degree of formation of Koji
	1st time	2nd time	total	
8	1.0	1.0	2.0	better
9	2.0	2.0	4.0	best
10	3.0	3.0	6.0	better
11	4.0	4.0	8.0	bad

Table 4. Constitution of Koji.

Sample No.	In dry matter		
	Crude protein	Protein	Starch value
8	6.27	5.14	46.09
9	10.41	9.36	40.45
10	12.68	12.12	38.02
11	14.23	8.80	51.57

硫酸を2回添加して製麴すると1回添加の場合に比し菌の併し發育は良好で、菌絲の繁茂濃密で長さが長くなる。硫酸を2%宛2回添加したものが發育最も良好である。即ちNo.10の純蛋白質量は最も多い。

(3) 硫酸3回添加による製麴：前試験(2)の方法に従つて培養し、更に1回硫酸添加回数を増して製麴した。即ち前削碎甘藷切干 20 g を用い、之に硫酸をその1~4%を3回宛添加した。第1回は原料配合の際添加し、その後50時間で第2回目を、94時間後に第3回の添加を行い、菌移植後240時間で出麴とした。

菌の發育度は硫酸を2%宛3回添加したもの、並びに3%宛3回添加したものが良く、4%宛を3回添加したものでは麴が褐色を呈し發育は悪くなつた。

純蛋白質は No.13 が最も多い。

以上試験(1),(2),(3)の分析結果に依り硫酸の添加量及びその回数を異にする各麴中の純蛋白質の増加及び澱粉價の消失量を比較する。

又同様に原料削碎甘藷切干 20 g から生成した各麴量及びその純蛋白質の量を比較すると、

Table 7. Comparison of Protein Increased and Starch-value Decreased.

Sample No.	Addition of ammonium sulphate		Constitution of koji in dry matter	
	Times	Total (g%)	Increased protein	Starch consumed
1	0	0	1.22	10.81
2	1	0.5	4.38	17.29
3	1	1.0	5.46	23.90
4	1	2.0	7.90	28.57
5	1	3.0	7.64	24.90
6	1	4.0	4.37	15.88
7	1	5.0	1.86	8.32
8	2	2.0	3.33	25.83
9	2	4.0	8.56	31.47
10	2	6.0	10.31	33.90
11	2	8.0	6.99	20.35
12	3	3.0	4.74	26.96
13	3	6.0	11.15	36.05
14	3	9.0	8.61	32.08
15	3	12.0	6.34	29.88

上表に於て純蛋白質増加の絶対量は No. 10, 硫酸3%宛を2回添加したものが最も多い結果を示す。

[EXP. 2] 甘藷粉を用いたる實驗

此の試験では普通の甘藷粉を使用した。實驗方法は前法に準じ、風乾甘藷粉 20 g に對し硫酸を 2~3%, 炭酸石灰を、添加した硫酸根の中和に要する相當量だけ加え、水 45% を添加して混合し、蒸煮後 *Asp. oryzae* を移植して製麴した。但し硫酸添加量は前法に於いて好結果を得た 2~3% を各1回, 2回, 3回宛添加した。製麴時間は1回添加のものは72時間, 2回添加のものは147時間, 3回添加のものは190時間で出麴とした。

Table 5. The Case of Successive Addition (three times) of Ammonium Sulphate.

Sample No.	Ammonium sulphate added. (%)				Degree of formation of koji
	1st time	2nd time	3rd time	total	
12	1.0	1.0	1.0	3.0	better
13	2.0	2.0	2.0	6.0	better
14	3.0	3.0	3.0	9.0	better
15	4.0	4.0	4.0	12.0	bad

Note ; Ammonium sulphate (with 70% CaCO_3) was added.

Table 6. Constitution of Koji.

Sample No.	Moisture (g%)	In dry matter (g%)		
		Crude protein	Protein	Starch value
12	6.76	15.36	6.55	44.96
13	7.20	18.97	12.96	35.87
14	5.52	19.69	10.42	39.84
15	5.47	21.98	8.15	42.04

Table 8. Comparison of the Amount of Koji made from 20 g of the Dehydrated Sweet Potato-flakes.

Sample and Sample No.	Koji air dried (g)	Dry matter (g)	Protein (g)	Protein increased (g)
Sample ; Sweet-potato	20	18.16	0.33	—
1	15.95	14.42	0.43	0.10
2	13.60	14.01	0.74	0.41
3	15.55	14.04	1.02	0.69
4	13.90	12.62	1.22	0.89
5	12.10	10.93	1.04	0.71
6	11.90	10.32	0.64	0.31
7	15.30	13.62	0.50	0.17
8	13.35	13.75	0.70	0.37
9	10.30	9.62	0.90	0.57
10	11.05	10.48	1.27	0.94
11	12.85	11.86	1.04	0.71
12	11.45	10.67	0.70	0.37
13	9.70	9.00	1.19	0.74
14	10.50	9.92	1.03	0.70
15	10.85	10.25	0.84	0.51

Table 9. Times and Amounts of Ammonium Sulphate added, and the Degree of Formation of Koji.

Sample No.	1st addition		2nd addition		3rd addition		Total g
	g	Formation of koji	g	Formation of koji	g	Formation of koji	
1	none	good	—	—	—	—	0
2	2	better	—	—	—	—	2
3	3	"	—	—	—	—	3
4	2	"	2	better	—	—	4
5	3	"	3	"	—	—	6
6	2	"	2	"	2	better	6
7	3	"	3	"	3	good	7

Note ; The degree of formation of koji was observed 40 hours after inoculation.

硫酸 3%宛 3 回添加の麴の發育は 2%

宛 3 回添加の麴に比しやや悪い。

麴中の蛋白質は硫酸 3%宛 2 回添加のもの (No. 5) は乾物にて 19.6% に達し, 16.8% が増加した。又甘藷粉 20 g から生成した麴についての各成分量を Table 11 に示す。

即ち甘藷粉 20 g を製麴して, 硫酸 3%宛 2 回添加せる No. 5 に於いて蛋白質は最も多く, 2.02 g となり, 1.35 g が増加した。

Table 10. Constitution of Koji

Sample No.	Moisture (g%)	Dry matter (%)		
		Crude protein	Protein	Starch value
Sweet-potato powder	12.55	5.00	3.75	71.66
1	20.79	6.73	5.74	70.66
2	22.13	15.45	85.48	56.85
3	15.58	16.67	10.26	47.47
4	16.21	24.78	15.06	34.06
5	16.50	27.17	19.64	35.69
6	20.38	26.05	16.47	38.59
7	13.60	20.30	13.86	44.53

Table 11. Amounts and Constitution of Koji made from 20 g of Sweet Potato Powder.

Sample No.	Air dried	Dry matter	Protein	Starch value	Protein increased	Starch consumed
Sweet-potato Powder	20 (g)	17.49 (g)	0.66 (g)	12.52 (g)	— (g)	— (g)
1	16.0	12.67	0.87	9.09	0.22	3.43
2	13.7	10.69	0.90	6.91	0.24	5.61
3	14.5	12.18	1.27	5.81	0.61	6.71
4	13.7	11.51	1.80	4.03	1.14	8.49
5	12.3	10.21	2.02	3.64	1.35	8.88
6	13.0	10.40	1.71	4.42	1.05	8.10
7	12.8	11.01	1.54	4.92	0.88	7.60

[EXP. 3]

甘藷粉に粃殻を添加して常法により製麴して實驗した。その原料配合は風乾甘藷粉 10 g に粃殻 5 g, 水 4.5 cc, 硫酸を各回 0.2~0.3 g を 1~5 回迄添加し, 水に溶解混合した。硫酸添加の時期は第 2 回は麴菌移植後 3 日目, 第 3 回は 5 日目, 第 4 回は 7 日目, 第 5 回は 9 日目に, 又その出麴は 1 回添加麴は 3 日, 2 回のは 5 日, 3 回添加麴は 7 日, 4 回のは 9 日, 5 回のは 11 日目とした。

麴菌の發育状態は硫酸 2~3% 宛を 2~3 回添加の場合が良好で, 4 回添加麴はやや悪くなり, 5 回添加後は更に悪く殆んど發育しなかつた。

甘藷粉 10 g に粃殻 5 g を混じて生成した各麴中の成分を Table 14 に示す。この表に於ける乾物中の純蛋白質 % は No. 5 (硫酸 2% 宛 4 回添加麴) が最も多く, 純蛋白質の絶対量は No. 6 (硫酸 2% 宛 5 回添加麴) が最も多く, 原料 10 g につき純蛋白質増加 1.09 g に達した。

Table 12. Times and Amounts of Ammonium Sulphate Added. (g)

Sample No.	1st addition	2nd addition	3rd addition	4th addition	5th addition	Total	Days of culture
1	0	—	—	—	—	0	3
2	2	—	—	—	—	2	3
3	2	2	—	—	—	4	5
4	2	2	2	—	—	6	7
5	2	2	2	2	—	8	9
6	2	2	2	2	2	10	11
7	3	—	—	—	—	3	3
8	3	3	—	—	—	6	5
9	3	3	3	—	—	9	7
10	3	3	3	3	—	12	9
11	3	3	3	3	3	15	11

Table 13. Constitution of Koji

Sample and Sample No.	Air dry matter (%)	Dry matter (%)			
	Moisture	Crude Protein	Protein	Starch	Value
Sweet-potato powder and Rice bran	8.79	—	2.37	—	—
1	9.91	4.95	4.67	61.33	—
2	6.92	7.78	2.27	37.47	—
3	6.26	8.62	7.78	28.97	—
4	11.92	11.65	9.52	26.25	—
5	8.65	14.02	13.95	14.35	—
6	10.56	19.93	12.51	10.66	—
7	6.79	9.50	8.99	37.95	—
8	5.45	11.78	10.31	22.84	—
9	12.84	15.89	11.54	12.50	—
10	7.74	13.89	9.69	25.99	—
11	7.86	16.02	13.34	11.54	—

以上の各試験を通じて、各麴の硫酸添加量並びに製麴時間を異にするが、原料甘藷20gより生成した各麴中、純蛋白質の増加量最も多きものを比較すると、

Table 15. Comparison of the Maximum Increase of Protein in Above Three Cases of Experiments.

Koji made from : —	Protein increased (g)
Dehydrated sweet potato flakes ; No. 10	0.94
Sweet potato powder : No. 5	1.35
Sweet potato powder and rice bran ; No. 6	2.18

即ち穀類添加麴に於いて最も多い。

Table 14. Amounts and Constitution of Koji made from 10 g Sweet-potato Powder and 5 g Rice Bran.

Sample and sample No.	Air dried (g)	Moisture (g)	Crude protein (g)	Protein (g)	Starch value (g)	Increased protein (g)	Protein increased per 1 g ammonium sulphate
Sweet potato powder and rice bran	15.0	0.83	—	0.22	—	—	—
1	13.6	1.35	0.61	0.58	6.41	0.36	—
2	11.5	0.99	0.83	0.77	3.96	0.55	1.38
3	11.0	0.69	0.89	0.80	2.99	0.59	0.74
4	11.5	1.37	1.15	0.96	2.66	0.75	0.63
5	9.8	0.85	1.26	1.25	1.28	1.03	0.58
6	11.7	1.24	2.09	1.31	1.12	1.09	0.55
7	10.5	0.71	0.93	0.88	3.72	0.46	0.78
8	10.5	0.57	1.17	1.02	2.09	0.81	0.68
9	10.9	1.37	1.52	1.08	1.17	0.86	0.48
10	12.0	0.93	1.54	1.07	2.97	0.86	0.36
11	9.5	0.75	1.40	1.17	1.17	0.95	0.32

總 括 1. 蛋白質に富める食物 (又は食物原料を) 造る目的で甘藷粉に硫安を加え, *Asp. oryzae* を加え製麹した.〔1〕削碎甘藷〔2〕甘藷粉,〔3〕甘藷粉と粃殻.

2. 蛋白質の増加は〔3〕の場合最大で, 硫安 0.2 g 宛 5 回加えた場合, 甘藷粉 10 g につき純蛋白質 1.09 g 増加した (Table 14, EXP. No. 6).

3. 麹中の純蛋白質量は〔2〕の場合, 硫安 3 % 宛 2 回加えた時最大で麹中 19.64 % に達した (Table 10, EXP. No. 5).

(1) 住江金之: 食糧の科學, Vol. 1, No. 2 (昭. 21)

(2) 農藝化學分析書 第 1 篇, 117 頁

Summary

1. For the purpose of making proteinous foods (including raw food material) *Aspergillus oryzae* was cultured on following media: (1) dehydrated sweet-potato flakes; (2) sweet-potato powder; and (3) sweet-potato powder with rice-bran. As the nutrients of the mould-fungi ammonium sulphate and calcium carbonate were added.

2. The increase of protein is the greatest in medium (3) when 2 per cent. of ammonium sulphate was added successively five times (Sample No. 6, Table 14), and it was 1.09 g for 10 g of sweet-potato powder used.

3. The maximum content of protein in koji is obtained in medium (2) when 3 per cent. of ammonium sulphate was added repeatedly twice (Sample No. 5, Table 10). The content of protein reached 19.64 per cent in koji.