酵母の食糧化に関する研究 (第1報)

Studies on the Utilization of Yeast (1)

酵母による強化澱粉麵について

On the enriched starch vermicelli.

(昭和 28 年 12 月 15 日受理)

小原 哲二郎 野崎 能孝
(Tetujiro Obata) (Yoshitaka Nozaki)

(本研究は昭和 27 年 4 月農學大會農藝化學講習會で報告したものである)

緒 言

酵母の食糧化に関しては、各國とも種々の基礎的研究をしている。即ち Klose 等⁽¹⁾はビール酵母を蛋白源として飼育した結果、酵母食に 0.5 % dl-メチオニンを加えると 16 % カゼインをふくむ標準食糧に匹敵する生長速度をしめすといひ、Kune⁽²⁾は酵母蛋白質の消化率は 80.4 % であると報告し、小田氏⁽³⁾は蛋白源として酵母を甜菜糖に加え、白鼠の飼養試験を行い、酵母の蛋白質が動植物蛋白質の代用となり得ると述べている。

従つて酵母の栄養価が高いことは明らかであるが、食味や加工技術上の観点から、食品にどの程度添加し得るか、又その場合の該食品がどの程度に強化されるかを實驗することが意義あることと考える。

茲に於て筆者等は、先ず、主として蛋白質及びビタミン B₁ を強化する目的をもつて、種々の割合に乾燥パン酵母を添加した澱粉麵を造り、白鼠を用いて栄養試験を行い、澱粉にたいする栄養強化を検討したので、その成績を報告することにした。

實 験 之 部

1. 試料酵母及び澱粉麵の製造

1) 試料酵母 本實驗に用いた酵母は三共株式會社田無工場提供の低温火力乾燥のパン酵母で、分析の結果、その化學的組織は第 1 表の通りである。

即ち、試料酵母は粗蛋白質 40.29 % (固形物として

44.37 %), ビタミン B₁ は 11 γ/g (固形物として 12 γ/g) のものである。

2) 澱粉麵の製造 栄養試験に供すべく、次の 8 種の澱粉麵を製造した。その製法の概要は次の通りである。

a. 澱粉麵 對照區に用いる澱粉麵は、市販甘藷澱粉一等品 3.75 kg の $\frac{1}{3}$ 量に食鹽水一定量を加え、鍋上で加熱糊化し、糊化後残りの澱粉を加え攪拌混合し、製麵機で製麵乾燥する。

b. 澱粉・乳酸石灰 1.5 % 混合麵 澱粉 3.75 kg に 1.5 % の乳酸石灰を加え、よく混合し、前記同様乾燥する。

c. 澱粉・乳酸石灰 1.5 %・酵母 5 % 混合麵 澱粉 3.75 kg に乳酸石灰 1.5 %, 酵母 5 % の割合に準備し、先ず澱粉の $\frac{1}{3}$ 量に食鹽水を加え、糊化し、これに豫め乳酸石灰、酵母を混合した残りの澱粉を加えて、製麵乾燥する。

d. 澱粉・乳酸石灰 1.5 %・酵母 10 % 混合麵 澱粉 3.75 kg に乳酸石灰 1.5 %, 酵母 10 % の割合に準備し、前記同様製麵乾燥する。

e. 澱粉・乳酸石灰 1.5 %・酵母 15 % 混合麵 澱粉 3.75 kg に乳酸石灰 1.5 %, 酵母 15 % の割合に準備し、前記同様製麵乾燥する。

f. 澱粉・乳酸石灰 1.5 %・酵母 20 % 混合麵 澱粉 3.75 kg に乳酸石灰 1.5 %, 酵母 20 % の割合に準備し、前記同様製麵乾燥する。

g. 澱粉・乳酸石灰 1.5 %・酵母 25 % 混合麵 澱粉

第 1 表 酵 母 の 化 學 的 組 成

	水 %	粗蛋白質 %	粗脂肪 %	粗纖維 %	粗灰分 %	可溶無窒物 %	ビタミン B ₁ γ/g	カルシウム %	鹽素 %
風乾物	9.25	40.29	5.88	1.50	6.56	36.52	11	0.25	0.02
固形物	-	44.37	6.48	1.65	7.23	40.24	12	0.28	0.02

註 1. ビタミン B₁ の定量は櫻井氏⁽⁴⁾の定量法による。

2. カルシウムの定量は A. O. A. C. の微量定量法による。

榮 養 と 食 糧

第 2 表 澱 粉 麵 の 化 學 的 組 成

澱 粉 麵	成 分	水 分 %	粗蛋白質 %	粗 脂 肪 %	粗 纖 維 %	粗 灰 分 %	澱 粉 %	カ ル シ ウ %	鹽 %	ビ タ ミ ン γ/g
a {	風 乾 物 中	16.94	0.27	0.20	0.02	2.00	80.55	0.20	0.97	0
	固 形 物 中		0.33	0.24	0.02	2.41	97.33	0.24	1.17	0
b {	風 乾 物 中	16.70	0.28	0.20	0.04	4.10	78.68	0.59	1.85	0
	固 形 物 中		0.34	0.24	0.05	4.92	94.45	0.71	2.22	0
c {	風 乾 物 中	16.67	2.05	0.40	0.05	1.00	78.83	0.58	0	0.5
	固 形 物 中		2.49	0.49	0.06	1.21	95.75	0.70	0	0.6
d {	風 乾 物 中	17.46	3.67	0.54	0.05	2.95	75.33	0.56	1.23	1.0
	固 形 物 中		4.45	0.65	0.06	3.57	91.26	0.67	1.49	1.2
e {	風 乾 物 中	18.12	6.01	0.60	0.07	3.70	71.51	0.57	1.23	1.1
	固 形 物 中		7.34	0.73	0.08	4.52	87.34	0.70	1.50	1.3
f {	風 乾 物 中	13.89	8.50	0.50	0.08	2.48	74.55	0.60	0.55	1.1
	固 形 物 中		9.87	0.58	0.09	2.88	86.58	0.70	0.64	1.3
g {	風 乾 物 中	13.20	11.18	0.63	0.06	2.55	72.38	0.67	0.59	1.5
	固 形 物 中		12.88	0.73	0.07	2.94	83.39	0.77	0.68	1.7
h {	風 乾 物 中	13.94	13.41	0.70	0.08	3.03	68.84	0.57	0.48	1.9
	固 形 物 中		15.58	0.81	0.09	3.52	79.99	0.66	0.56	2.2

a. 澱粉麵 b. 澱粉・乳酸石灰 1.5 % 混合麵 c. 澱粉・乳酸石灰 1.5 % ・酵母 5 % 混合麵 d. 澱粉・乳酸石灰 1.5 % ・酵母 10 % 混合麵 e. 澱粉・乳酸石灰 1.5 % ・酵母 15 % 混合麵 f. 澱粉・乳酸石灰 1.5 % ・酵母 20 % 混合麵 g. 澱粉・乳酸石灰 1.5 % ・酵母 25 % 混合麵 h. 澱粉・乳酸石灰 1.5 % ・酵母 30 % 混合麵

3.75 kg に乳酸石灰 1.5 % , 酵母 25 % の割合に準備し, 前記同様製麵乾燥する。

h. 澱粉・乳酸石灰 1.5 % ・酵母 30 % 混合麵 澱粉 3.75 kg に乳酸石灰 1.5 % , 酵母 30 % の割合に準備し, 前記同様製麵乾燥する。

各種澱粉麵製造に際しては, 澱粉に酵母を 5 % 混合したもの (c) は製造も成品も殆ど澱粉麵 (a) とかわりがないが, 酵母を 20 % 以上混合すると, 製造は容易になるが, 成品は茶褐色を呈し, 酵母臭が強くなる。

以上の各種澱粉麵を分析した結果は第 2 表の通りである。

以上のように, 主として粗蛋白質及びビタミン B₁ が強化された。

2. 榮養試験 その 1

1) 試験方法

a. 供試澱粉麵 前述せる澱粉麵 (a), 澱粉・乳酸石灰 1.5 % 混合麵 (b), 澱粉・乳酸石灰 1.5 % 酵母 5 % 混合麵 (c), 澱粉・乳酸石灰 1.5 % ・酵母 10 % 混合麵 (d), 澱粉・乳酸石灰 1.5 % ・酵母 15 % 混合麵 (e) の 5 種類を用いた。

b. 試験動物及び飼育法

試験動物 白鼠 (Albino 種) 雌雄各 1 匹宛使用した。

飼育法 豫め 4 日間飼育して, 體重 40 g 前後となつた白鼠のうちから健全な雌雄各 1 匹宛選び 1 區とし, 5 區を試け, 各區には前述各種澱粉を夫々秤量し

て, 井戸水を加え, 5 ~ 10 分蒸煮して與えた。

試験期間は昭和 25 年 10 月 31 日より同年 12 月 20 日迄の 50 日間で, その間室温は 14°C になるように調節して飼育し, 白鼠の成長を観察した。

2) 試験結果

上述の飼育法により白鼠を飼育した成績を示めすと第 1 圖, 第 3 表, 第 2 圖の通りである。

以上のように對稱區である澱粉麵區の白鼠は斃死するのが當然であるが, 酵母による強化を知るため設けた。従つて澱粉麵 (a) 區の雄は 12 日, 雌は 17 日で斃死した。

第 1 圖 食 下 量

第3表 試験動物體重増加比較

飼料区	白鼠番號	試験開始時 體重 g	最高 體重 g	終了時體重 g	一日平均増量 g	試験日數
a {	♂ 11	39	39	34×	-0.42	12
	♀ 12	38	42	33×	-0.28	17
b {	♂ 13	42	42	33×	-0.53	17
	♀ 14	35	47	30×	-0.33	15
c {	♂ 15	43	43	20×	-0.53	43
	♀ 16	42	42	23×	-0.58	33
d {	♂ 17	43	43	37	-0.12	50
	♀ 18	31	36	24×	-0.23	30
e {	♂ 19	48	54	54	+0.12	50
	♀ 20	49	58	57	+0.16	50

註 飼料の記號は各種澱粉麵の記號を用いた。

×印は斃死。

第2圖 白鼠の生長曲線

澱粉・乳酸石灰 1.5 % 混合麵 (b) 区においては、雄は 17 日、雌は 15 日で斃死した。しかるに澱粉に酵母を加えて蛋白質及びビタミン B₁ を強化するに従い生命を維持する日數が長くなった。即ち酵母 5 % 混合麵 (c) 区においては雄は 43 日、雌は 33 日、酵母 10 % 混合麵 (d) 区では雄は 50 日、雌は 30 日間生存した。

酵母 15 % 混合麵 (e) 区になると、その飼料は粗蛋白質 6.01 % (固形物として 7.34 %), ビタミン B₁ 1.1 γ/g (固形物として 1.3 γ/g) で白鼠の蛋白質必要量約 15 %⁽⁴⁾, ビタミン B₁ 必要量⁽⁵⁾ には到底及ばないが、白鼠は雌雄とも 50 日間生命を維持した。

3. 栄養試験 その 2

澱粉・乳酸石灰 1.5 %・酵母 15 % 混合麵 (e) をあたえた試験区においては、雌雄とも 50 日間生命を維持したので、更に酵母の量を増加した澱粉麵を造つて、その成績を知るため、次のような栄養試験を行つた。

1) 試験方法

a. 供試澱粉麵 前述せる澱粉・乳酸石灰 1.5 %・酵母 20 % 混合麵 (f), 澱粉・乳酸石灰 1.5 %・酵母 25 % 混合麵 (g), 澱粉・乳酸石灰 1.5 %・酵母 30 % 混合麵 (h) の 3 種類を用いた。

b. 試験動物及び飼育法

試験動物 白鼠 (Albino 種) 雌雄各 1 匹宛使用し

第3圖 食 下 量

第4表 試験動物體重増加比較

飼料区	白鼠番號	試験開始時 體重 g	最高 體重 g	終了時體重 g	一日平均増量 g	試験日數
f {	♂ 21	53	65	52×	-0.08	12
	♀ 22	37	43	40×	+0.50	6
g {	♂ 23	39	46	40×	+0.10	10
	♀ 24	40	50	45×	+0.50	10
h {	♂ 25	36	38	35×	-0.17	6
	♀ 26	52	62	45×	-0.32	22
追加 f — ♀	27	58	42	39×	+0.25	4
追加 h — ♂	28	44	48	40×	-0.57	7

註 飼料の記號は各種澱粉麵の記號を用いた。

×印は斃死。

第4図 白鼠の生長曲線

た。

飼育法 前述と同様にして、昭和26年2月5日より各區とも死ぬまで飼育し、その成長を観察した。

2) 試験結果

上述の飼育法により白鼠を飼育した成績を示めすと第3図、第4表、第4図の通りである。

以上のように酵母の添加量を増加した澱粉・乳酸石灰1.5%・酵母20%混合麵(f)區、澱粉・乳酸石灰1.5%・酵母25%混合麵(g)區、澱粉・乳酸石灰1.5%・酵母30%混合麵(h)區においては、各飼料とも澱粉・乳酸石灰1.5%、酵母15%混合麵(e)より蛋白質及びビタミンB₁が強化されているにもかかわらず白鼠は下痢症状を起して斃死した。従つて直ちに追試験として、澱粉・乳酸石灰1.5%・酵母20%混合麵(f)を雌1匹に、澱粉・乳酸石灰1.5%・酵母30%混合麵(h)を雄1匹に與え、同一條件で飼育したが何れも前記同様斃死した。

茲において各種澱粉麵の栄養價について考えるに、本實驗と同じ方法で行つた報告が少いので比較できないが、Gillman等⁽⁶⁾は食糧酵母10%、糊化馬鈴薯澱粉90%よりなる飼料で30~40gの鼠を養うと105日以内に95匹中93匹まで肝臓壞疽を起す。この際、發病は鼠の若さや酵母の種類によつても異なるとのべており、小田信氏⁽³⁾は甜菜糖に無機鹽、バター、肝油を配合した飼料に蛋白源として酵母を10~30%加え、これを70~80gに發育させた白鼠に與えた飼育試験によると酵母30%添加の白鼠が最も成績よく、且つ過剰食の害がなかつたとのべている。

吾々の實驗においては、澱粉に酵母を15%混合した澱粉麵區においてはじめて白鼠の雌雄が50日間生命を維持し、更に酵母の量を増加した澱粉・乳酸石灰1.5%・酵母20%混合麵以上のものを與えた白鼠はともに

下痢症状を起して斃死した。この斃死の原因が肝臓壞疽のためか否か究明しなかつたが、何れも下痢症状を起して死んだので澱粉・乳酸石灰・酵母よりなる簡単な飼料を用いたため、酵母の過剰食下による結果と思う。即ち、澱粉・乳酸石灰1.5%・酵母20%混合麵(f)區の飼料1日1匹の食下量9gを生酵母の平均水分75%に換算すると1日14.4gとなり、澱粉・乳酸石灰1.5%・酵母25%混合麵(g)區では食下量8.8gで17.8gになり、澱粉・乳酸石灰1.5%・酵母30%混合麵(h)區では食下量8.5gで20.7gの多量を食下したことになる。

總 括

酵母の食糧化の目的をもつて、乾燥パン酵母を用い、主として蛋白質及びビタミンB₁を強化した各種澱粉麵を造り、白鼠を用いて栄養試験を行い、澱粉にたいする栄養強化を検討した。その結果を總括すると次の通りである。

澱粉麵(a)區の白鼠の雄は12日、雌は17日で斃死し、澱粉・乳酸石灰1.5%混合麵(b)區では雄は17日、雌は15日で斃死した。しかし澱粉に酵母を加えて強化した澱粉麵をあたえると、生命を維持する日数が長くなり、特に澱粉・乳酸石灰1.5%・酵母15%混合麵(e)區では雌雄とも50日間生命を維持した。更に酵母の量を多く混合した澱粉麵では、かえつて下痢症状を起し斃死した。

最後に本研究は文部省科學試験研究費で行つたことを附記する。

文 献

1. A. A. Klose, H. L. Flevold: *Jour. Nutr.* 29, 421 (1945).
2. Kane: *Bioch. Z.* 271, 151 (1934).
3. 小田信: 農化, 19, 677 (1940).
4. 櫻井・稻垣: 農化, 16, 331 (1940).
5. 佐々木・神立: 農化, 14, 65 (1938).
6. Gillman, J., Gibbert, C., Gillman, T., Speuce, I.: *S. Afr. J. Med. Sci.* 16, 91 (1951).
7. 橋谷: 酵母學

(東京教育大農學部)