



始



臺灣總督府中央研究所工業部報告第百九十三號
(日本農藝化學會誌第 156 號別刷)
昭和十二年九月



甘藷生芋よりアルコールの製造
(酸糖化法及びアミロ法)

中 澤 亮 治
中 野 政 弘
小 林 喜 三 郎

UEBER DIE FABRIKATION DES ALKOHOLS
AUS ROHEN BATATEN
(MIT SAEUREHYDROLYSE-UND AMYLOVERFAHREN)

von
R. NAKAZAW, M. NAKANO und K. KOBAYASI

Report No. 193 of the Department of Industry, Government Research Institute,
Taiwan, Japan. (Reprinted from the Journal of the Agricultural
Chemical Society of Japan, No. 156, 1937)

1937

甘藷生芋よりアルコールの製造

酸糖化法及びアミロ法

農學博士 中澤 亮治, 農學士 中野 政弘, 小林喜三郎

(臺灣總督府中央研究所工業部醱酵工業科)

昭和 12 年 7 月 5 日 受理

内 容 目 次

緒 言	アミロ法の部
酸糖化醱酵の部	菌種の撰擇, 糖化試験, 醱酵試験,
試料, 醱の作成, 加壓處理, 計算,	考察
糖化試験, 醱酵試験, 考察	結 言

緒 言

近來燃料國策の見地からアルコールに關する問題が大に論議されてゐる。その原料及び醱酵方法に關しては或者は木材、バガス其の他の纖維素物質を加水分解して此處に生ずる糖分を醱酵せしめてアルコールを得るを得策とし、又或者は甘蔗汁を直接醱酵せしむる事を得策と斷ずる等、從來行はれてゐる廢糖蜜の直接醱酵法若くはアミロ法の他に色々な燃料用アルコールに關する問題が専門家に依つて論議されてゐる。但し之等の問題は醱酵と云ふ事が終結の最も大なる因子となるといふ事を考へて見れば、實際に醱酵歩合と云ふものを出して見なければ正當なアルコール收量を求める事は不可能である。含水炭素質に或る係數を乘じてアルコールを數字的に生産せしめる事は妥當性を缺く。

著者等は近時諸所に於て研究されてゐる酸糖化に依るアルコール製造⁽¹⁾に注目したが、澱粉質を酸糖化する場合の糖化歩合に關する記載は相當多く散見するにも拘らずその醱酵試験の結果の發表されたものは少い⁽²⁾。この酸糖化法の醱酵に於て最も難點は酸糖化醱の酸度を中和しなければ醱酵をなし得る状態になり得ない事である。これは酸糖化法の最も弱點とする所である。

著者等はこの中和操作を行ふ事なく天然物の緩衝作用を利用して酸糖化醱の pH を醱酵に適する如く移動せしむる事を案出し、酸糖化歩合の試験と共に醱酵試験を行ひ又同時にアミロ法をも施行した。

著者等の用ひたものは甘藷の生芋である。甘藷は本島に於て現在作物として研究されつゝあり中央研究所農業部に於ては良品種を交配して澱粉質含有量の異なるもの及び收量大なるものを育成中であつて、本島の畑面積に就て考へるに將來澱粉質原料はこの甘藷に期待せねばならぬものであらうと思ふ。従つてアルコールに關しても本島に於ては第一にこの甘藷を擧ぐべきである。臺灣總督府殖産局發行臺灣農業年報(昭和 11 年度)に記載された甘藷に關する統

計を抜萃すれば次の通りである。

年次	作付面積 (甲)	全畑地 に対して	收穫高 (斤)	1 甲當收穫 (斤)	價格 (圓)	100 斤價格 (圓)
昭和 5 年	129,062.13	1/3.01	2,216,503.941	17,174	17,834.542	0.80
昭和 8 年	138,060.30	1/3.49	2,355,780.992	17,063	20,464.712	0.87
昭和 10 年	142,511.33	1/3.92	2,706,834.982	18,994	25,432.066	0.94

著者等は前述の如く甘藷生芋を用いて酸糖化醱酵及びアミロ法醱酵を施行したからこれを以下報告する。

酸糖化醱酵の部

試料:— 著者等の用いた甘藷は本島に於て豚芋と稱するもので養豚飼料に用いられてゐる。この生芋を必要に応じて購入し實驗に供した。購入に當つてはなる可く品質一定のものを探したが數次に亘る分析結果は第 1 表に示す通りである。

第 1 表

水分 (%)	固形分 (%)	澱粉		水分 (%)	固形分 (%)	澱粉	
		生芋中 (%)	無水物中 (%)			生芋中 (%)	無水物中 (%)
64.0	36.0	27.2	75.6	70.1	29.9	23.6	79.1
65.4	34.6	26.8	77.4	69.5	30.5	23.4	76.9
66.1	33.9	26.4	77.8	68.4	31.6	22.4	71.1
65.7	34.3	26.4	76.9	70.2	29.8	21.8	73.4
67.9	32.1	24.5	76.4	70.8	29.2	21.8	75.1
69.1	30.9	24.1	78.1	71.1	28.9	21.5	74.6
68.8	31.2	23.9	76.7	70.9	29.1	20.3	69.9
69.3	30.7	23.9	78.1				

醱の作成法:— 肉挽きを以て生芋を挫碎し一定量を秤量して之に HCl を含む水を一定量加へ Autoklav 中で加壓處理を行ふ。この醱の濃度を定めるには醱の 1000 g に対して 1N HCl を所要 cc 數含有せしめてこの cc 數を以て濃度を表す如くした。斯の如く濃度を表したのには酸糖化を行ふために添加した 1N・HCl の cc 數が醱 100 cc を中和するに要する 1/10N・NaOH の cc 數に略々同じくなるからであつて勿論滴定酸度は初めに加へた HCl の示すまゝで加壓處理後も残つてはゐないのであるが、現在臺灣の専賣局各工場でアミロ法を行ふ場合にこの醱の滴定酸度を 15~17 cc の範圍にとる事を必要としてゐる點から見て之を参考にすべく上記の如き酸の添加法をとつたのである。

實際に醱を作るに當つては挫碎生芋の重量の 1 を單位として之に容量で 1~4 倍の水を加へその重量の g 數と加へる水の cc 數の和 1000 に対して 1N・HCl を所要量だけ含有せしむる如く作り加壓處理を行つた。又比較的少量の醱を均質に別けるためには豫め 30 分 Dampptopf

で處理してこれを均質に混合して用ひた。

糖化劑としては HCl のみを用ひた。

生芋に対して加へる HCl 液の濃度は換算すると次の第 2 表の通りである。

第 2 表

芋 : 水 (g) (cc)	芋 + 水 1000 中の 1N・HCl (cc)	芋に加へる水 の HCl (%)	芋 : 水 (g) (cc)	芋 + 水 1000 中の 1N・HCl (cc)	芋に加へる水 の HCl (%)
1 : 1	60	0.44	1 : 2.5	40	0.22
	50	0.37		30	0.15
	40	0.29		25	0.13
1 : 1.5	50	0.30	1 : 3	20	0.10
	40	0.24		40	0.19
	30	0.18		30	0.15
1 : 2	65	0.36	1 : 4	25	0.13
	60	0.33		20	0.09
	55	0.30		35	0.16
	50	0.27		30	0.14
	40	0.22		24	0.11
	30	0.16			
	25	0.14			
20	0.11				

加壓處理:— 徑 200 mm、深さ 250 mm の Autoklav を用ひる。この中へ醱を 150~200 g 加へた 300 cc の三角瓶を入れて糖化を行ふ。この加熱處理は 100°C に熱せられた Autoklav へ試料を入れ加熱して所要壓力及び温度に達せしめ一定時間置き消火し平壓に復して後試料を取出した。この加壓處理に於て所要の温度が ±2°C の程度に上下して温度曲線が Zigzag となつても結果に於てはその平均温度をとつたものに比して何等の差異を示さなかつた。又對照處理を行ふに分析結果は常に良く一致した。

醱酵試驗を行ふため稍多量の醱を必要とした場合には全量の醱を Dampptopf で蒸煮し後之を均質に分注し上記の Autoklav 2 基で 2~3 回に別けて同一の加壓處理を行ひ後醱を全部合して用ひた。

計算:— 酸糖化の歩合を求めるには實驗毎に生芋そのものの分析を行はずに生芋を加壓して得た酸糖化醱に就て直接還元糖及全澱粉を定量しこの結果から糖化歩合を算出した。即ち此處に示された糖化歩合は處理前の生芋の澱粉を基準としたものではない。分析結果に於て糖化歩合が 100% を超えてゐるものは全澱粉定量に當り Conc. HCl を添加して 3 時間糖化を行ふ際に還元性の物質が減少して來るためである。

糖化試驗:— 前述の如くして行つた酸糖化の實驗結果は次の第 3 表の通りである。印を附したものは糖化歩合 95% 以上のものである。

第 3 表

実験 番號	主料: 水	HCl	全澱粉 (%)	糖 化 歩 合 (%)	酸 糖 化 處 理 法					備 考
					所要 時間 (分)	壓力計 示 度 (氣壓)	温 度 計 示 度 (°C)	消 火 全時間 (分)	消化後 の干蒸に はか (分)	
55	1:1	60	14.3	89.9	10	3.3~3.4	144	40	30	
#56	"	"	14.0	97.6	15	5.0~5.1	156	40	35	
#57	"	"	14.0	99.7	15	5.9~6.4	163~165	40	40	
41	"	50	13.7	61.0	10	4.5~4.6	153	40	40	
40	"	40	13.5	37.6	10	4.5~4.6	153	40	40	
42	"	60	13.2	89.4	10	4.5~4.6	153	40	40	
46	1:1.5	30	12.5	47.6	15	4.9~5.2	155~157	40	45	
47	"	40	12.3	89.9	15	4.9~5.2	155~157	40	45	
#48	"	50	12.3	96.9	15	4.9~5.2	155~157	40	45	
58	"	"	11.9	77.4	10	4.1~4.2	150	45	40	
59	"	"	11.9	75.6	10	4.1~4.2	150	45	40	
61	"	"	11.9	61.8	8	3.2~3.4	144	45	35	
62	"	"	11.9	59.6	8	3.2~3.4	144	45	35	
64	"	"	11.9	85.8	10	4.9~5.2	155~157	50	40	
65	"	"	11.9	83.3	10	4.9~5.2	155~157	50	40	
4	1:1	"	11.8	45.9	10	2.2~2.4	134~135	50	25	
1	"	"	11.6	58.9	10	3.0~3.2	141~143	45	30	
52	1:1.5	"	11.5	89.6	10	3.3~3.4	144	40	35	
#53	"	"	11.5	96.7	15	5.0~5.1	156	40	35	
#54	"	"	11.3	100.6	10	5.9~6.4	162~164	40	45	
#66	1:2	"	9.9	98.9	10	4.9~5.1	156	50	40	
#60	"	"	9.8	99.8	10	4.1~4.2	150	45	35	
63	"	"	9.8	91.3	8	3.2~3.4	142~144	45	30	
68	"	50	9.8	90.3	10	3.5~3.6	145	45	30	
69	"	"	9.8	90.3	10	3.5~3.6	145	45	30	
70	"	"	9.8	90.3	10	3.3~3.6	143~146	45	30	温度の Zugag
71	"	"	9.8	90.3	10	3.3~3.6	143~146	45	30	温度の Zugag
72	"	"	9.8	84.1	7	2.3~2.5	134~136	80	30	
73	"	"	9.8	84.1	7	2.3~2.5	134~136	80	30	
25	"	25	9.7	23.1	15	5.2~5.4	157~158	50	35	
28	"	"	9.7	29.4	20	5.8~6.2	161~163	60	45	
49	"	40	9.5	86.3	7	3.3~3.4	144	40	30	
#50	"	"	9.5	100.0	15	5.0~5.1	156	40	35	
#51	"	"	9.5	100.0	10	5.9~6.5	161~165	40	45	
67	"	50	9.4	17.2	—	—	100	30	—	Dampftopf
88	"	55	8.9	20.4	—	—	100	30	—	"
90	"	65	8.9	20.4	—	—	100	30	—	"
#81	"	"	8.9	96.5	7	2.4~2.5	136	45	30	
#84	1:2	65	8.9	101.3	10	3.4~3.6	144~146	45	35	
2	1:1.5	50	8.9	90.1	10	3.0~3.2	141~143	45	30	

Ueber die Fabrikation des Alkohols aus rohen Bataten.
(Säurehydrolyse- und Amylo-verfahren)

(ss. 815~828)

VON NAKAZAWA—R., NAKANO—M. und KOBAYASI—K.
(Department of Industry, Government Research Institute, Taiwan, Japan;
Received July 5, 1937.)

Resumé

Bisher hat man in der Meinung gewesen, um die mit Säure hydrolysierte Zuckermaische zu vergären, die Neutralisierung mittels Alkalien oder Carbonaten notwendig ist. Nach der hier bei uns erfindete Erfahrung, aber, für die alkoholische Gärung von Zuckermaischen aus rohen Bataten, haben wir die Maische ohne Neutralisierung zur Hefegärung aus geführt. Zu diesem Zwecke, unter Zusatz von starke pufferungstätige natürlichen Substanzen, z B. Rohrzucker melasse oder Reiskleie, ist die Zuckermaische in die günstige Grenze der pH-Wert für alkoholische Gärung festgestellt.

Die mit verdünnter Salzsäure unter Dampfdruck hydrolysierte Bataten-Maischen, welche enthält sämtliche Stärke 8.8%, restliche Stärke 0.7%, gebildete Glykose 8.9% und die Verzuckerungsgeneration beträgt 92.4%, wurden unter Zusatz von 10%iger Rohrzucker melasse gepuffert, dabei seine pH-Wert ist von 1.6 zu 3.6 gebracht worden. Das Ergebnis des Gärversuchs solcher Zuckermaischen ist aus folgender Tabelle zu ersehen.

Heferassen Saccharomyces	Zeitdauer der Vergärung (Std.)	Alkoholgehalt in der Maische (Vol. %)	Vergärungs regeneration am Zucker (%)
Peka (1)	48	7.10	81.1
praecisus (2)	44	7.33	83.8
robustus (3)	40	7.90	90.3
080915 (4)	44	7.18	82.1
thermantitonum	48	6.79	77.6
formosensis (5)	44	7.26	83.6

Versuchsbedingungen: Das anfänglicher Gehalt des Zuckers in der gepufferten Maische 13.6% als Glykose; Die Menge der Gärlösung je 250 cc; Die Kulturtemperatur 33°C; Gärführung mit Meissl'schem Gärspund; Mit zwei parallele Versuche.

Wie aus dem Ergebnisse oberer Tabelle hervorgeht, betrug die höchste Alkoholausbeute an der Stärke der rohen Bataten etwa 85% (bei Sacch. robustus).

Beim Amyloverfahren der rohen Bataten, der wie beim Getreide (hier in Taiwan, dem Reis) technisch geführt wurde, unter Anwendung von Pilzarten Rhizopus javanicus (6) und Saccharomyces 080915 (4), betrug das Alkoholausbeute etwa 80% des anfänglichen Stärkegehalt der Maischen.

(Die Pilzrassen, die hier angewendet, sind alle von unserem Laboratorium isoliert worden.)

LITERATUR:

- (1) J. Agr. Chem. Soc. Japan (1934) 12.
- (2) Ibid. (1936) 5.
- (3) Ibid. (1936) 5.
- (4) Ibid. (1930) 10.
- (5) Ibid. (1933) 8.
- (6) Ibid. (1935) 10.

80	1:2	60	8.8	89.0	10	2.4~2.5	136	45	25	
#82	"	55	8.8	98.1	10	3.4~3.7	144~146	45	30	
#83	"	60	8.8	102.7	10	3.4~3.7	144~146	45	30	
89	"	"	8.8	20.7	—	—	100	30	—	Dampfopf
13	"	30	8.7	40.6	10	3.2~3.8	142~147	45	35	
79	"	55	8.6	83.7	10	2.4~2.5	136	45	30	
5	1:1.5	50	8.6	77.8	10	2.2~2.4	134~136	50	25	
19	1:2	20	8.5	21.2	15	4.6~4.8	154~155	45	35	
#45	"	50	8.5	98.5	10	5.1~5.5	156~159	35	45	
7	"	40	8.4	70.8	10	3.3~3.5	143~145	40	30	
16	"	30	8.4	52.6	10	4.3~4.8	152~154	45	35	
22	"	20	8.4	23.7	13	5.9~6.3	162~164	50	45	
26	1:2.5	25	8.4	31.5	15	5.2~5.4	156~158	50	40	
29	"	25	8.4	40.0	20	5.8~6.2	161~163	60	45	
10	1:2	40	8.4	64.6	7	2.2~2.5	133~136	60	25	
43	"	50	8.3	66.1	10	5.2~5.7	157~159	35	45	
85	"	55	8.3	89.4	10	2.2~2.3	133	60	25	
6	"	50	8.1	81.2	10	2.2~2.4	133~136	50	25	
#44	"	40	8.1	99.4	10	5.2~5.5	157~159	35	45	
#86	"	60	8.1	96.9	10	2.2~2.4	133~134	60	25	
#87	"	65	7.9	106.2	10	2.3~2.4	133~134	60	25	
#3	"	50	7.8	99.7	10	3.0~3.2	141~143	45	30	
23	1:2.5	20	7.5	26.6	12	5.9~6.3	162~164	50	45	
27	1:3	25	7.5	44.1	15	5.2~5.3	158	50	40	
20	1:2.5	20	7.4	23.7	15	4.6~4.9	153~155	45	35	
17	"	30	7.3	76.0	10	4.5~4.8	152~154	45	35	
30	1:3	25	7.3	61.7	20	5.8~6.2	161~163	60	45	
#34	"	35	7.3	98.5	15	4.3~4.6	151~153	35	40	
14	1:2.5	30	7.2	57.8	10	3.3~3.8	142~147	45	35	
11	"	40	6.9	87.5	10	2.2~2.5	134~136	60	25	
8	"	"	6.8	92.9	10	3.4~3.5	143~145	40	30	
24	1:3	20	6.6	28.7	13	5.9~6.3	162~164	50	45	
#9	"	40	6.5	97.8	10	3.3~3.6	143~145	40	30	
12	"	"	6.5	94.8	10	2.3~2.5	134~136	60	25	
37	"	30	6.4	91.9	20	4.0~4.3	148~152	45	40	
18	"	"	6.4	94.4	10	4.3~4.7	151~154	45	35	
21	"	20	6.4	26.7	15	4.4~4.8	154~155	45	35	
15	"	30	6.3	72.5	10	3.2~3.8	143~147	45	35	
#36	1:4	35	6.0	97.8	15	4.3~4.6	151~153	35	40	
31	"	24	5.5	72.8	10	3.3~3.8	146~147	45	35	
#39	"	30	5.0	96.0	15	4.0~4.4	149~152	45	40	
33	1:5	25	4.6	90.0	10	3.5~3.8	146~147	45	35	

以上第 3 表に記した結果に就て見るに糖化歩合は加圧処理如何よりも加へられる酸の濃度に影響されるものであつて、95% 以上の糖化歩合を擧げるには酸の量を可及的少くした時に全酸

粉 14% 程度ならば HCl は 60 cc, 12% 程度ならば 50 cc, 10% 程度ならば 40 cc を用ひて 5 気圧程度の加圧操作を必要とする。

此處に於て壓の高い場合と低い場合の糖化に就て考へて見るに壓を高くして糖化を行ふと云ふ事は機械設備上困難を伴ふ事であつて、同一糖化歩合を擧げ得るならば酸の多く壓の低い方の操作を採ふ事となる。著者等の採んだ操作は生芋:水を 1:2, HCl を 65 cc, 加壓は 2.2~2.4 気圧, 134~135°C で 60 分の處理を行ふものであつて斯くして出来た醗の糖化歩合は 96~100% を示す。

醗酵試験:— 先づ酸糖化醗を作るに當つて壓を高くして酸を少くする場合と壓を低くして酸を多くする場合、及びこの兩者に就て中和、窒素物添加、鹽類添加等が酵母の醗酵に及ぼす影響を求めた。糖蜜を加へたものはこの緩衝作用に依て pH がアルカリ側に動けば醗が醗酵する事を見たのである。この目的のために調製した醗は第 4 表の如きものである。

第 4 表

		醗	A	B
調 製	生 芋 : 水		1:2	1:2
	1N-HCl 1000 (cc)		65	40
	處 理 壓 力 (Atm)		2.2	5.2
	處 理 溫 度 (°C)		133	156
	處 理 時 間 (分)		60	40
分 析	全 澱 粉 (%)		8.8	8.5
	殘 澱 粉 (%)		0.1	0.4
	葡 萄 糖 (%)		9.7	8.9
	糖 化 步 合 (%)		99.3	95.0
	滴 定 酸 度 (cc)		80	55
	pH		1.8	2.5

以上の如くして作った A, B 2 種の醗を夫々濾過し第 5 表に記する如く醗酵液を作つた。

第 5 表

醗	番 號	作 成	葡萄糖(%)	pH
A	1	糖蜜 10% 添加	12.9	4.1
"	2	" 7% "	11.8	3.6
"	3	" 5% "	10.9	3.3
"	4	CaCO ₃ で中和	8.6	4.9
"	5	NH ₄ OH で中和	7.9	5.2
"	6	5 に KH ₂ PO ₄ 0.3%, MgSO ₄ 0.3%	7.9	—
B	7	A 1 に同じ	12.8	4.6
"	8	A 2 " "	11.3	4.2

B	9	A 3 に同じ	10.7	3.8
"	10	A 4 "	8.4	4.9
"	11	A 5 "	7.7	4.1
"	12	A 6 "	7.7	—

上記の如くして作った醗を 50 cc 宛小醗瓶にとり一回殺菌後 396 の沈澱酵母を移植しカルシウム管を付して 33°C で醗酵せしめた。この時第 5 表の如く處理せざる透明なる醗も對照として用ひたが A, B 共に 3 日後に於ても全然醗酵しなかつた。以下第 6 表は醗酵經過及び分析結果を示す。

第 6 表

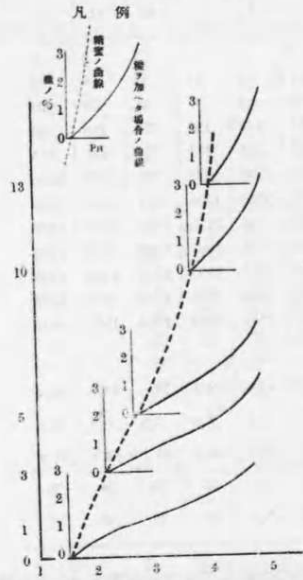
番 號		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
時 間	8	4	3	3	6	5	6	2	3	3	5	4	6
	12	17	9	11	16	10	11	11	12	13	19	10	24
	炭 酸	16	43	24	31	43	55	93	41	54	57	85	49
	酸	20	110	51	53	123	134	218	117	148	153	222	289
	天	24	224	109	101	261	200	499	178	355	371	529	635
	新	28	432	219	155	468	632	943	575	740	806	926	1173
	發	32	705	353	227	1143	1086	1323	995	1210	1261	1257	1367
	生	36	908	503	297	1325	1327	1476	1559	1746	1728	1463	1422
	量	40	1476	665	369	1616	1499	1516	2082	2123	1987	1528	1459
	44	2112	849	443	1683	1526	1545	2405	2211	2037	1551	1494	1544
	48	2608	1075	517	1708	1552	1565	2491	2241	2066	1569	1530	1588
	52	2653	1353	592	1726	1571	1589	2525	2261	2084	1583	1566	1621
56	2715	1736	699	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
CO ₂ 發生 (%)	85.1	78.9	—	83.6	82.8	79.7	81.8	82.6	80.7	77.6	85.3	88.4	
殘 糖 分 (%)	1.4	1.3	—	0.8	0.7	0.6	1.8	1.7	1.6	1.3	0.9	0.7	
糖 分 消 費 (%)	88.8	88.6	—	90.7	91.8	91.9	85.6	84.7	84.8	85.1	88.5	91.1	
醗 酵 最 高 時 間	44	64	—	32	32	28	36	36	36	28	28	28	
醗 酵 終 了 時 間	56	68	—	48	48	48	52	52	52	48	48	52	

上の實驗に於てはアルコールの定量を行ふ事が出来なかつたからアルコール生成 % より結果を論じ得ないが次の如き事が考へられる。即ち第一に殘糖分を見るに B 群の高壓少酸のものが A 群の低壓多酸のものに比較して一般に多い。即ち高壓少酸の處理に於ては非醗酵性の還元性物質を多く生成してゐるため實驗結果に示される醗酵歩合は低下して來る事を考へ得る。その他の點を見ても高壓少酸が優秀であるといふ事を考へ得ないから著者等は A 群の酸糖化法を採ふ事にした。又第二に中和し若くは鹽類を添加したものは糖分の消費 % は良好であるが此處では所謂 Futterhefe を得るが如き酵母の收量を問題にはしないから CO₂ の發生 % と對照

して見て特に CaCO₃ で中和し若しくは NH₄OH で中和すると同時に N-源を補給するとか更に鹽類を添加するといふ事を必要としない。又半面經濟的見地よりしてもかかる操作はアルコール収量の減少をある程度見込んででも不利である。之等の見地より著者等は糖蜜を用ひて酸糖化醗の pH を緩衝した場合の醗酵を追及し更に糖をも用ひて次に述べる實驗を行つた。

先づ緩衝作用であるが A 群の方法に依つて酸糖化醗を作り之に糖蜜を 3, 5, 10, 13% 米糖を 0.5, 1, 2, 3% と單一に及び複合的に加へ 30 分間 Dampftopf で處理した後 pH を測定した。其の結果を曲線にしたものが第 7 表であつて各點をつなぐ時は平滑な緩衝作用の曲線を得る。この曲線を見るに糖蜜よりも糖の方が緩衝作用は強力である。

第 7 表



上表に於て糖蜜 13% のものは 10% のものに比し pH の動きは小であつて pH のみを問題としてゐる場合には問題外として良いものと考へ次に述べる醗酵試験に於ては省略した。

次に第 7 表に依つて pH を緩衝した醗に就き醗酵試験を行つた。即ち醗は挫碎生芋 2000g に 1N HCl 390 cc を含有する水 4000 cc を加へ之を Dampftopf で 30 分蒸煮し 2 回に分けて 2.2~2.4 気壓, 133~135°C, 60 分の加壓處理を行ふ。斯くして得られた酸糖化醗は次の如きものである。

全澱粉	葡萄糖	糖化歩合	pH
6.8%	7.6%	99.7%	1.6

この醗をそのまま用ひて A, B, C, D の 4 群の糖蜜添加醗を作りその各に就き糖を加へて醗酵醗を作成し 200 cc 宛と一回殺菌後 20 時間鱒汁に前培養せる 396 號酵母の沈澱を 0.5 cc 移植し醗酵通氣管を付して 33°C に於て醗酵せしめ 4 時間毎に炭酸瓦斯の減量を秤つた。第 8 表は其の醗酵経過及び分析結果を示す。

第 8 表に於て著者等が實際に採用し得るものとするのは D 1 の方法で作られた醗である。即ち酸糖化醗に糖蜜を 10% 添加したものであつて斯くして作られたものは酸糖化醗の pH を醗酵に適する如くするのみならず緩衝劑として添加するこの糖蜜の糖分をも利用し得る。

次に D 1 の方法に従つて作つた酸糖化醗に就て酵母の選擇を行つた。

酸糖化醗は生芋の澱粉が前回より多く次の如き結果を得た。

全澱粉	殘澱粉	葡萄糖	糖化歩合	測定數
8.8%	0.7%	8.9%	92.4%	90 cc

第 8 表

醗	糖蜜 (%)	米糖 (%)	糖分 (%)	pH	醗酵経過				分析				
					CO ₂ 減量	10mg 單位	糖分 (%)	pH	生成アルコール (%)	醗酵歩合 (%)			
A 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A 2	0	0.5	7.6	7.4	7.3	1.6	1.8	2.4	3.7	4.6	2.2	4.2	4.7
A 3	0	1	7.6	7.4	7.3	1.6	1.8	2.4	3.7	4.6	2.2	4.2	4.7
A 4	0	2	7.6	7.4	7.3	1.6	1.8	2.4	3.7	4.6	2.2	4.2	4.7
A 5	0	3	7.6	7.4	7.3	1.6	1.8	2.4	3.7	4.6	2.2	4.2	4.7
B 1	3	0	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
B 2	3	0.5	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
B 3	3	1	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
B 4	3	2	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
B 5	3	3	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
C 1	5	0	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
C 2	5	0.5	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
C 3	5	1	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
C 4	5	2	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
C 5	5	3	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
D 1	10	0	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8
D 2	10	0.5	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8
D 3	10	1	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8
D 4	10	2	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8
D 5	10	3	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8

〔備考〕糖分は糖蜜も共に轉化定量して糖蜜として表示す。アルコールはピクノメーターに依る Vol. % を示す。

この醗の容量 100 部に對し糖蜜を重量 10 部加へたものは次の如きものとなる。此處に用ひた糖蜜は全糖分(葡萄糖として) 62.1%, 醗酵歩合 88.5% のものである。

糖分(蔗糖も轉化して)	pH	滴定數
葡萄糖として 13.6%	3.6	105 cc

斯の如き醗を 250 cc 宛とり次の 6 種の醗母を麹汁に 20 時間培養しその沈澱醗母を 2.0 cc 宛移植し醗酵通氣管を附して 33°C で醗酵せしめた。

使用した醗母は次の如きものである。

- No. 1. *Saccharomyces Pēka Takada*³⁾
- No. 2. " *praecisus Nakazawa et Simo*⁴⁾
- No. 3. " *robustus Nakazawa et Simo*⁵⁾
- No. 4. " 080915 Takeda⁶⁾
- No. 5. " *thermantitonum*
- No. 6. " *formosensis Nakazawa (396 號)*⁷⁾

上記の醗母に依る醗酵經過及び分析結果は第 9 表の通りである。分析は 48 時間後(醗酵終了後)施行した。

第 9 表

醗母 No.		時間						
		1	2	3	4	5	6	
醗 酵 經 過	CO ₂	4	15	10	65	45	25	20
		8	20	35	230	195	65	35
	減	12	45	120	500	495	135	85
		16	100	240	730	780	235	160
	量	20	250	445	950	1050	370	305
		24	525	685	1140	1205	540	520
	10 mg	28	785	915	1295	1265	725	790
		32	1010	1140	1350	1295	925	1080
	單	36	1120	1285	1360	1320	1090	1280
		40	1155	1340	1370	1335	1225	1340
	位	44	1175	1350	1375	1350	1265	1355
		48	1190	1355	1375	1355	1285	1360
醗酵最高時間		24	24	12	12	32	32	
醗酵終了時間		48	44	40	44	48	44	
分 析	殘糖分	2.5	1.5	1.4	1.6	1.9	1.4	
	生成アルコール(%)	7.10	7.33	7.90	7.18	6.79	7.26	
	醗酵歩合	81.1	83.8	90.3	82.1	77.6	83.0	

〔備考〕 CO₂ の減量理論數は 16.6 g, 醗酵終了後の pH は全部 3.6, アルコールはピクノメーターで測定 Vol %, 醗酵は 2 本宛施行。

この醗母の選擇を行つた結果を見るに *Sacch. robustus* (No. 3.) が何れの點より見るも優秀である。本菌は著者の一人中澤が比律賓旅行に際して採取せる物料より分離したものであつて糖蜜醗酵に於ては從來使用されてゐる 396 號醗母を凌ぐものである。この場合 396 號醗母は湧付き遅く良結果を示さなかつた。

本醗酵試験に於ては醗母の醗酵時間に差異を示すのみでなく醗酵歩合にも差を示してゐる。之は著者の一人中澤及霜⁸⁾が糖蜜醗酵に於て得られた結果と趣を異にしてゐる。即ち *robustus*, *praecisus* 及 *formosensis* を比較した結果は醗酵時間には著しい差を示したのであるが醗酵歩合は殆ど差異を示さなかつたのである。酸糖化醗では糖蜜とは異つた結果を得てゐる。

考察:— 以上行つた實驗に依つて酸糖化醗は良好な醗酵歩合を以てアルコールを生成する事を知つた。酸糖化醗の作成には稀薄な HCl を用ひて加壓操作を行ふのであるがこの加壓は現在アミロ法の蒸器に行はれてゐる程度のものであつて特に高壓を必要としない。又酸糖化醗の最も難點となつてゐた中和を行ふ事なく糖蜜の緩衝作用を利用して良好なる醗酵を行はしむる事を得、其の際用ふる醗母として *Sacch. robustus Nakazawa et Simo* を選擇した。

アミロ法の部

甘藷に關してはアミロ法⁷⁾の研究は出てゐるが生芋に關するものは未だ見ない。著者等は酸糖化法を行ふと同時に生芋に就てアミロ法に依るアルコールの製造を研究した。

試料及び醗の調製法は酸糖化の部に記した所に依る。

先づ醗の濃度であるが之を大にすれば粘稠度が火となり酸を多く加へないと取扱いに不便を感ずる。生芋:水 = 1:1.5 HCl を 30 cc として蒸器處理を行つたものは粘稠性は少いが糖化が不良であつて *Rh. javanicus*¹⁰⁾ 10 日培養のものに於て全澱粉 8.7% に對して 2.4% の殘澱粉を示してゐる。これは酸度高く且つ pH も菌に不適なためであつてアミロ法に於ては滴定酸度を少くする事が必要である。此處に於て次に述べる如き酸の添加量の少い醗を作成して糖化試験を行つて見た。その作成法は次の通りである。

醗番號	生芋:水	1N-HCl/1000
15	1:4	15 cc
16	1:3	15
17	1:2	15

上記の如く混合した醗を Dampftopf で 30 分熱して後よく之を混合して 750 cc の三角瓶へ 300 g 宛分注し大型 Autoklav で次の如く處理した。即ち 1.8 Atm. まで 15 分で上昇せしめそのまゝ 30 分保ち消火し 30 分に於て平壓に復する如く調節した。使用した菌は *Rh. Delemar* 及び *Rh. javanicus Takeda* である。その糖化經過は第 10 表の通りである。

アルコールは比色定量を行ひ Vol % として示し總酸は醗 100 cc を中和するに要する 1/10N NaOH の cc 數を示す。糖化歩合は次の如き計算法に依る。

A: 醗の初めの澱粉を Glucose とした量

- B: 醗に初めから存在した Glucose の量
- C: 菌移植後の醗の Glucose の量
- D: 生成したアルコールを Glucose に換算した量

$$\text{糖化歩合} = \frac{C-B+D}{A-B} \times 100$$

第 10 表

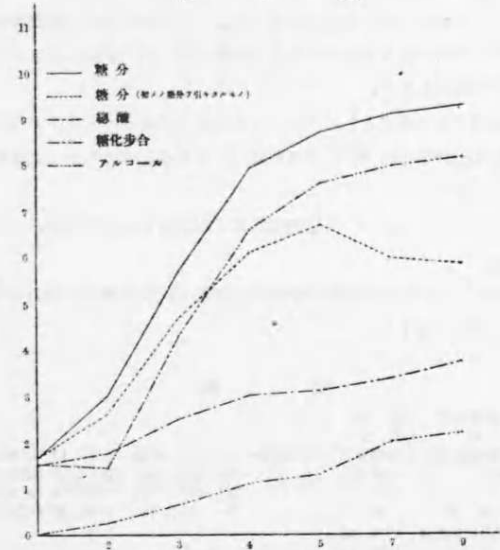
醗番号	経過日数	全澱粉		葡萄糖		ア-ル-コ-ル		總酸		pH		殘澱粉		糖化歩合	
		R.J.	R.D.	R.J.	R.D.	R.J.	R.D.	R.J.	R.D.	R.J.	R.D.	R.J.	R.D.	R.J.	R.D.
15	0		4.4		1.1		—		17		2.6		3.4		21.9
	4	2.6	2.5	2.2	1.9	0.8	0.7	—	—	—	—	0.6	0.8	63.0	58.0
	7	1.9	1.9	1.6	1.6	1.5	1.3	17.5	17.5	—	—	0.5	0.5	74.6	67.8
	10	1.1	1.9	0.8	1.8	1.7	1.3	18.9	1.89	2.8	2.7	0.4	0.3	62.1	72.9
16	0		5.1		1.2		—		16.5		2.9		3.9		21.9
	4	3.7	3.7	3.1	2.7	0.8	0.8	—	—	—	—	1.0	1.4	69.4	61.8
	7	2.4	3.0	1.9	2.8	1.7	1.3	20.0	20.0	—	—	0.7	0.5	75.3	80.6
	10	1.9	2.7	1.7	2.4	2.0	1.4	20.0	22.5	2.9	2.9	0.4	0.7	80.3	76.6
17	0		7.2		1.5		—		16.5		3.2		5.8		18.8
	4	4.9	5.1	3.3	3.3	1.2	1.1	—	—	—	—	2.1	2.1	56.6	53.4
	7	5.2	4.9	4.2	4.0	1.1	1.3	20.0	20.0	—	—	1.4	1.3	67.9	70.1
	10	4.4	5.6	3.7	4.5	1.5	1.0	25.0	17.5	3.2	3.2	1.0	1.5	70.6	70.2

この No. 17 醗は全澱粉が少々少いから更に濃厚なものを作つて糖化試験を行つて見た。それに依れば HCl が 15cc より多い時は糖化歩合が不良である事と醗が濃厚となつた場合には Rh. javanicus Takeda の方が糖化歩合が良い事を知つた。之等の試験を基として次に生芋:水を 1:1.5, HCl を 15cc の醗を作成した。その方法は No. 15, 16, 17 の醗と同じである。この醗は分注して処理した後 2 日放置すると塊状となりよく混合し得ないが、菌を移植して 24 時間目には稍軟化し 48 時間以後に於ては急激に軟化が進み液状となる。この醗の糖化試験を行ふと同時に Sacch. Pëka Takeda 及び Sacch. 080915 Takeda を用ひて酸酵試験も行つた。酵母は麹汁 5cc に 20 時間培養せるものをそのまま加へた。その結果は第 11 表の通りである。尚酵母添加後は酸酵通気管を附して炭酸瓦斯の發生状態を見た。第 12 表は糖化試験の経過を圖示したものである。

第 11 表

分析項目 経過日数	全澱粉	糖分	ア-ル-コ-ル	總酸	pH	殘澱粉	糖化歩合	醗歩合		
									醗母	添加日
0	9.9	1.7	—	15.0	4.0	8.4	15.1	—		
2	9.7	2.6	0.3	17.5	—	7.4	14.4	—		
3	8.8	4.7	0.7	25.0	—	4.6	43.1	—		
4	8.3	6.1	1.1	30.0	—	2.9	65.8	—		
5	7.9	6.7	1.3	31.3	—	1.9	75.9	—		
7	6.7	5.9	2.0	33.8	—	1.4	79.7	—		
9	6.1	5.9	2.2	37.5	3.4	0.8	81.8	—		
Sacch. Pëka	2	12	1.8	0.2	5.6	36.0	3.7	1.7	—	79.2
	3	7	4.1	2.3	4.2	36.0	3.6	2.1	—	59.5
	4	12	5.3	3.4	3.4	36.0	3.7	2.3	—	48.7
	Sacch. 080915	2	12	1.8	0.2	5.7	38.0	3.6	1.7	—
3		7	2.3	0.1	5.5	38.0	3.6	2.2	—	77.2
4		12	1.9	0.3	5.6	38.0	3.6	1.7	—	78.8

第 12 表



酵母は本實驗に依れば Sacch. 080915 Takeda の方が Sacch. Pëka Takeda に比し優秀と斷じ得る。而してこの酸酵瓶の小試験に依つて得られる生芋のアミロ法の要約は次の如きもの

である。即ち生芋:水を1:1.5としこの1000に對して1N-HClを15cc含有せしむる如くし(生芋1に對して0.09% HClを1.5倍加へる事になる)之を1.8 Atm. で30~50分蒸着して醜を作る。之にRh. javanicus Takedaを移植し35°Cとし移植後2日目にSacch. 080915 Takedaを移植すればアルコールは12日目に澱粉に對して80%の醱酵歩合で生成される。従來の經驗に依ればこの醱酵歩合は大量の仕込みを行へば上昇して來るものである。

考察:— 以上生芋を使用するアミロ法に關する實驗を摘録したが、工業的にアルコールを製造し得る濃度の醜に於て現在穀類を用ひて行ひつゝある如き操作の下にアミロ法の可能なる事を知つた。たゞ生芋は粘稠度稍高き缺點があるが一度凝固せぬ以前に菌を移植すれば菌の液化作用に依つてこの難點を脱し得ると考へる。

結 言

著者等は甘藷生芋を用ひてアルコール製造の研究を行つた。それは甘藷は將來本島に於て、アルコール原料となり得ると考へてその生のものを直に畑よりアルコール工場に持ち來る場合の事を考慮したのである。

酸糖化法に於ては従來難點であつた中和といふ事を行はずに醱酵せしむる事を案出し生芋の澱粉の85.5%をアルコールとなし得る事を知つた。この方法に依れば醱酵時間が40時間で終る。酸も少量で役立ち中和劑も不要であるから酸糖化法に依つて作られるアルコールの製造原價を計算しなほす必要があらう。

アミロ法は現在臺灣で米を原料として行つてゐる如き方式に従つて生芋でも行ひ得る事を實驗した。この場合には醱酵歩合は80%で日数は12日を要してゐるが、大規模に行へば成績は向上せしめ得る。

本研究の概要は昭和12年5月30日臺灣支部第2回講演會に於て著者の一人中野が講演した。

尙本研究に御助言下さつた專賣局技師農學博士武田義人氏及び實驗に助力せられた本所嘱託農學士竹下正雄氏に謝意を表す。

文 獻

- (1) 中村: 釀造學雜誌, 1936, 11.
- (2) 佐藤: 同 1937, 5.
- (3) 武田: 臺灣總督府中央研究所工業部報告, No. 140; 本誌, 1934, 13 (昭和9年).
- (4) 中澤, 霜: 同 No. 167; 同 1936, 5 (昭和11年).
- (5) 同: 同 No. 167; 同 1936, 5 (昭和11年).
- (6) 中澤, 武田, 陳: 同 No. 43; 同 1930, 10 (昭和5年).
- (7) 佐藤: 釀造學雜誌, 1934, 12.
- (8) 森下: 同 1934, 12.
- (9) 中澤: 臺灣總督府中央研究所工業部報告, No. 88; 本誌, 1933, 8 (昭和8年).
- (10) 武田: 同 No. 147; 同 1935, 10 (昭和10年).

終