力せられた鈴木彰・工藤耕一・内藤繁子の三氏の
の勞を感謝する。(昭和26年12月30日受付)

(筆者・東北パルプ本社・工務部)

引用文献

- 1) 笹田・草場・山田 高周波乾燥機 日本高周波出版部
山本外 最近の高周波應用 C Q 出版社

- 2) 山本・内田・外 織學誌 6 (31) 36 昭25
- 3) 高岸外 織學誌 7 (45) 316 昭26
- 4) 小栗 工化 33 777 34 515 36 1229 等
- 5) 増山 小數例の纏め方と實驗計畫の立て方 河出書房
奥津 工場に於ける推計學の問題とその解き方 共立出版

亜硫酸パルプ廢液から飼料酵母の製造概要

山口徳一郎・濱田忠平・三輪萬治

昭和26年4月より9月迄、六人絹パルプ製造会社の S.P 生産高は約14萬噸、之に他社の製紙用 S.P を加えて昭和26年度我國の S.P 生産高は約40萬噸と見られ、之によつて生ずる廢液量もかなりの量であるが、今假りにパルプ噸當り 3 m³ が利用されると見る時は 120 萬立方メートルとなり、之が全部飼料酵母に振向けられるとすれば最少とも年産 1 萬餘噸の乾燥飼料酵母が製造され、現在不足蛋白飼料の補充に相當大きな役割を果すものと云えよう。

他面工業廢水の處理が人口の稠密に伴い年々やかましさを加えつつある折柄 S.P 廢液又は S.P 廢液酒精の廢液の B.O.D が約 15000ppm を示すのに亜硫酸廢液酵母の廢液の場合は殆んどそのまゝに低下しているという事は考慮に價する。

最近米國の二三の雑誌に S.P 廢液から飼料酵母製造の工業化が報ぜられ、排水汚濁遞減の事にも論及している。(一例 Ind. and Eng. Chem. Aug. 1951)

I. 基礎研究

従來東大坂口研究室の御好意によつて分譲された *Mycotorula Japonica* によつて昭和18年暮以來増殖の研究をつづけて來たがこの度農教大學小林教授から分譲された數種のものについて靜置、通氣の試験を試みた。

1. *Mycotorula Japonica* (M)
2. *Candida tropicalis* var. (2)
3. *Rhodotorula musilaginosa* var. (26)
4. *Hansenula anomela* var. (28)

5. *Candida tropicalis* var. (50)
6. " (52)
7. " (68)
8. " (78)

以上 8 種の内(26)は靜置培養に於て CO₂ を全く生じない。増殖は (M), (2), (28), (50), (52), (68), (78), のいづれも優つていた。(28)は其中最も早く白色度も高かつたがその細胞は小さい。靜置培養試験による増殖率を見ると次のようであつた。同量の酵母量を加えて順致 7 回目の増殖率

四日後の増殖率

(M)	3.9 倍
(2)	2.3
(26)	2.4
(28)	3.0
(50)	4.3
(52)	2.0
(68)	2.2
(78)	2.0

Mycotorula Japonica について(50) (28)が優位を示した。

次に24時間の通氣培養を行つたものの比較値では

増殖率(倍)

(M)	3.0
(2)	1.7
(26)	2.0
(28)	2.9
(50)	2.4

(52)	2.3
(68)	2.2
(78)	3.0

となつて(28)は細胞が小さいために濾過しにくいという憾はあるが、白色度が高く増殖率が高い上に(M)に比して増殖時間が早いという特徴をもっている。今(M)と(28)のタンクシステムによる増殖状態を比較した一例が**第一圖**である。

タンクシステムによる酵母の増殖でも微細な泡沫によつて酵母と空気の接觸が一層効果的であるようになれば醗酵時間を短縮し、收率を上げる事が可能であろうと考えるが、現在ではwaldhof型が優秀なものの一つであるやうに思はれる。

II. 醗酵様式の検討

従来我國に於ける酵母の増殖は専ら 1 vat system であるようだが、この方法を S. W. L 飼料酵母製造に應用すると、勿論種酵母の異なる事も原因ではあるがとに角醗酵時間が長くなる。パン酵母製造の場合のように消泡剤が必要である。しかも收率はよくない。ところがwaldhof型による時は時間が短縮され、消泡剤も不要となり、收率も上つて來るといふ三大特徴がある。次に示すものは 1 vat system と waldhof 型によつて増殖を行つた時の比較であつて時間の短縮と收率の向上はあまりにも歴然としている。第二圖(N-1)は添加酵母の少い時で(N-2)は添加酵母をやや多くした場合である。

III. Waldhof 型醗酵槽による中間工業試験

1. 通氣量と酵母收量の關係

酵母の製造はその醗酵液中に如何に多くの空

氣を充分微細に分散し得るかと言う事が主要な要素になつてゐる。Waldhof 醗酵槽はこの目的を充分満足させるよう研究し設計されたものである。即ち空氣は高回転數で液中を回轉する「スピナー」の先端より液中に噴出せられるため極く微細な氣泡として液中を滞留し又液面の氣泡は「スピナー」の回轉によるポンプ作用により起る液の流れにより「ドラフトチューブ」中に液と共に流入する事により更に有効に液中に分散するもので本構造によれば實際の通氣量以上の通氣効果を望みうるわけである。今前處理を同じくする場合に於ける廢液の醗酵試験に於てその通氣量が酵母收量に及ぼす影響を見れば第一表の如くである。

第一表中固定式のものゝは舊來の醗酵槽により液を追加することなくそのまま67時間醗酵せしめたものにして Waldhof 式は20~30時間連續醗酵を実施せるものである。この場合に於ける

第一表 通氣の酵母収量に及ぼす影響

通氣方式	酵母密度 %	通氣量 毎分對液	醱酵時間 h	廢液糖收支		對廢液酵母収量		廢液一屯り 當通氣量 m ³	乾燥酵母 1kg當り 通氣量 m ³
				全糖量 %	糖消費率 %	壓搾酵母 %	乾燥酵母 %		
固定式	0.25	1/4	67.0	4.574	68.45	1.32	0.314	1,005	32
Waldhof	4.00	1/2	6.0	3.82	58.41	4.53	1.068	150	19.6
"	4.00	1/1	6.0	3.95	59.00	5.62	1.338	183	38.3

液の醱酵槽中滯留時間は何れも6時間とす。即ち毎分全醱酵液の量を連続的に追加しつつ醱酵を繼續し同時に同量の液を「オーバーフローパイプ」から抜出したものである。即ちこの場合全醱酵時間を6時間と見做す事が出来る。

第一表に示すように固定式では單位時間の通氣量少く(發泡の關係でこれ以上の通氣は困難)且つ液中の泡粒が大きいため通氣效果上らず完全に好氣性醱酵に導く事が難く酵母収量は低値を示している。Waldhof 式に於ては毎時1/2の場合に於ても液と泡の循環效果により相當量の酵母収量を示している。次に1/1とした場合に於ては更に高率の酵母収量を擧げる事が出来た。又酵母の kg 當り或は對液通氣量が固定式に於て著大となつてゐるのはその醱酵時間がWaldhof 式に比して長く従つて通氣時間の長い事が原因となつてゐる。即ち Waldhof 式は少量の空氣で著大な通氣效果を擧げ得る事がわかる。

2. 酵母密度と醱酵時間の關係

今迄の固定式では氣泡を微粒状にする事が出来なために充分好氣性醱酵を營ませる事が出来ず一部嫌氣的醱酵が行はれて酵母の収量が思はしくなかつたが Waldhof 式によると酒精醱酵のために糖が徒費される事はなく酵母密度が大きくなり、醱酵時間は甚しく短縮された。

第二表 酵母密度と醱酵時間の關係

酵母密度 %	醱酵時間 h	廢液糖收支		對廢液酵母収量	
		全糖量 %	糖消費率 %	壓搾(水分75%) %	乾燥(水分7%) %
4.5	6	2.605	5.7	4.52	1.170
7.0	6	4.685	7.3	7.32	1.960
7.2	3	3.907	5.9	4.82	1.223

上表中醱酵時間は前節第一表の醱酵時間に準ず。

3. 給液の P.H について

Waldhof 醱酵槽の如き連續的醱酵裝置に於ては絶えず醱酵槽中の液を最適條件に置く必要がありこの爲その PH も 4.6~5.6 に保たねばならぬ。然るに窒素源としてアンモニアを使用する場合 PH 5.2 以上に於ては絮状沈澱の析出を見るのでこれを防ぐために結局醱酵槽中の PH を 4.6~5.0 に保つようにした。又この PH は醱酵槽中に連續的流加する給液の PH に左右される處大である。今この關係につき試験せる結果を第三表に示す。

上表に示す如く B-1 の場合は醱酵槽中の酸度が逐次高くなり醱酵中 Na_2CO_3 で酸を中和する事を餘儀なくされた又 B-3, B-4 の場合は何れも醱酵槽中の PH が安定した即ち醱酵により生ずる酸を中和するに充分な丈の PH を有する液を流加する事が望ましいわけである。この外給液の PH 6.2 の場合も實施したがこの場合は逆に PH が上昇し醱酵は停止した。又 B-2 の如く給液速度の遅い場合は給液 PH は幾分低くする事が必要である。即ち給液の PH はその糖濃度及給液速度の兩者を考慮して決定さるべきである。

5. 給液速度に就て

醱酵試験は測定開始前8時間各種試験の運轉條件の下に連續醱酵を實施し醱酵槽の各種條件

第三表 給液及醱酵液のPHの相互関係

試験番號	給液 PH	給液 速度	給液 糖濃度	醱酵經過時間と醱酵液 PH									摘 要	註：表中醱酵經過時間は豫 備醱酵8時間經過後測定を 開始せる場合の測定經過時 間を示すものにして0時に 於けるPHは豫備醱酵によ り醱酵を調整せる後のPH を示すものとする。
				0	1	2	3	4	5	6	7	8		
B-1	5.2	2.9 ^{1/h}	4.006 [%]	4.7	4.6	※4.2	※4.2	※4.2	—	4.7	—	4.4	※Na ₂ CO ₃ で補正	
B-2	5.7	2.9	3.338	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	補正せず	
B-3	5.8	3.46	4.120	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	〃	
B-4	5.8	3.50	2.783	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	〃	

第四表 給液速度と酵母収量の関係

醱 酵 試 験 番 號		タンク實容量の	F- 1	F- 2	F- 3	F- 4	F- 5
對全醱酵液毎時給液量			1/6	1/5	1/4.5	1/4	1/3.5
給 液 糖 濃 度			4.006	4.120	3.934	4.068	4.005
糖 消 費 率			%	64.9	67.3	66.8	65.2
壓 搾 酵 母	水 分 含 有 量	%	79.4	80.3	78.9	79.8	79.7
	對 液 收 率	%	7.7	7.72	7.18	7.17	5.98
	對 消 費 糖 收 率	%	296.5	279.0	273.0	270.0	264.5
酵 母 乾 燥 物	粗 蛋 白 含 有 率	%	51.87	53.39	54.58	54.94	51.35
	粗 灰 分 含 有 率	%	7.27	7.14	5.39	5.60	6.81
	對 液 收 率	%	1.585	1.523	1.517	1.445	1.230
	對 消 費 糖 收 率	%	61.2	55.2	57.6	54.5	53.7

の安定せる後引續き8時間測定實施したものである。猶廢液に添加した窒素源は對液アンモニア水0.8%、米糠0.4%、過磷酸石灰0.2%、鹽化加里0.08%を使用した。但し米糠は10倍量の水と共に2氣壓30分蒸煮せる後その濾液を使用した。第四表参照。

6. 窒素源の種類に就て

廢液より酵母の製造を行う場合に製造副原料として最も多く必要とするものは窒素源であつて從來硫酸、アンモニア、尿素、磷酸アンモニアに就て研究したがWaldhof式ではアンモニアを使用し、PHは鹽酸で補正した。

第五表 窒素源と灰分の関係

醱 酵 試 驗 番 號			%	G-1	G-2	G-3	
消 石 灰 對 液 使 用 率				0.4	—	—	
鹽 酸 " "				%	—	0.2	—
廢 液 前 處 理	硫 安 對 液 使 用 率			%	0.6	—	0.25
	アンモニア水(25%) "			%	—	0.8	0.55
	過 磷 酸 石 灰 "			%	0.2	0.2	0.2
	鹽 化 加 里 "			%	—	0.08	0.08
	米 糠 "			%	0.4	0.4	0.4
醱 酵 條 件	給 液 糖 濃 度			%	4.034	4.120	4.018
	對全醱酵液每時給液量			倍 率	1½	1½	1½
	醱 酵 測 定 時 間			h	8	8	8
	醱 酵 溫 度			℃°	28~30	27.5~29	27.5~29
	對 液 每 分 通 氣 量			倍 率	1.0	1.0	0.5
酵 母 收 量 及 成 分	壓醱 酵母	對 液 收 率		%	5.34	7.72	6.15
		水 分 含 有 率		%	74.37	80.26	76.49
	酵 母 乾 燥 物	對 液 收 率		%	1.369	1.525	1.450
		對 消 費 糖 收 率		%	57.13	55.2	59.6
		粗 蛋 白 含 有 率		%	41.20	53.39	53.17
		粗 灰 分 含 有 率		%	29.22	7.14	8.17

上表に示す如く G—1 に於ては灰分多く G—2 G—3 は何れも良好な酵母を得た。又 G—3 に於ては鹽酸の使用を必要としなかつたし、硫酸添加による灰分の増加も認められなかつた。

IV. 動物飼育試験

東洋紡績株式会社犬山工場（三輪秀治）製品を用いて動物飼育試験を行つた一報告として、日本養鶏研究所（愛知縣）報告「鶏友」昭和26年1月號）によれば酵母は蛋白飼料というよりはむしろ消化酵素剤として顯著な効果を示すように思われる。詳細は同報告を参照されたい。

V. 括 總

S.W.L から飼料酵母製造について Waldhof

式の出現は廢液飼料酵母の工業的製産に對し非常に明い見通しを與えた。

酵母中のグリコーゲンの定量、ペントースをよりよく消費する種酵母の發見、或は馴致、加工と販路の開拓等々幾多の研究を残しているので26年度はこれらの點について検討を加える豫定である。

尙本研究に對しては文部省から研究助成金を下附された事、東大坂口謹一郎教授、食研尾崎準一所長、木原芳次郎博士の諸先生方からは常に種々御懇篤な御垂教を賜つた事を附記して衷心より謝意を表します。（昭和26年12月28日受付）（筆者山口・濱田・農林化學研究所、三輪・東洋紡犬山工場）

電子顯微鏡によるパルプ繊維の觀察に就て

駒 形 治・木 村 良 平

I. 緒 言

電子顯微鏡によつて纖維を研究する場合大部分の纖維は電子顯微鏡の試料として厄介な性質を種々持つて居るが、その中最も大きな障害となる點は一般に電子線の物質を透過する能力は光に比較して非常に小さく普通の有機纖維は電子線を透さない太さであることである。従つて我々は纖維一本を其儘直接電子顯微鏡で檢鏡する事が出來ず、纖維の内部構造を觀察するには出来るだけ薄い切片にしなければならない。試料が厚ければ電子線の散亂によつて分解能が低下するばかりでなく焼損する恐が常にある。大體有機物では 0.2μ 以下にしないと光學顯微鏡より一桁分解能の高い寫眞は撮れないと言はれて居るが、現在市販のミクロトームでは到底この様な薄さの切片は得られない。そこで特に電子顯微鏡の試料作製の爲高速度ミクロトーム⁽¹⁾或はスペンサーの廻轉式ミクロトームの送りを微細化する⁽²⁾等所謂 ultra microtome がアメリカに於て考案され種々検討されて居るけれど未だ解決すべき問題があつて満足すべき結果が得られてない。そこで纖維の薄い切片を作る事が困難な爲に光學顯微鏡に於けるスンプ法のように電子顯微鏡に於ても電子線が充分透過し然

も電子線に對して無構造の薄膜に纖維表面の凹凸を轉寫してこの薄膜を檢鏡すると言う方法が考えられ斯る方法を一般にレプリカ法と呼んでいる。レプリカ法には多數の種々の方法が報告されて居るが其等の中で試料の表面を最も忠實に轉寫する信頼度の高い方法として定評のあるのは Heidenreich⁽³⁾ の高壓ポリスチレン・シリカ二段法である。然しこの方法は第一段階で 160°C , $130\sim 330\text{kg/cm}^2$ という高い壓力と溫度を必要とするから有機體表面の研究には適しない。それで Barnes⁽⁴⁾ は有機物の表面の觀察に際して低壓 (1kg/Cm^2) ポリスチレン・シリカ法を提唱し羊毛、毛髮、ナイロン等に就て觀察した。然しこの際も矢張 160°C という溫度を加えるので纖維素纖維には適さない。そこで斯る纖維に對しては銀・シリカ法を考案し α -pulp sheet に就て觀察したが良好な結果が得られず今日この方法は應用されてない。このように如何なるレプリカ法が最も有効であるかが問題であつて今日未だ解決されてない状態に在ると言つても差支えない。一般にパルプ纖維のように柔軟で然も lumen の如き中空の構造を持つ有機纖維は合成樹脂面に壓着してその型を採ると言う普通の二段レプリカ法では、加熱壓縮によ

**JOURNAL OF THE
JAPANESE TECHNICAL ASSOCIATION OF
THE PULP AND PAPER INDUSTRY**

Vol. 6

June 1952

No. 3

DRYING OF PULP BY HIGH FREQUENCY RADIO WAVES.

**ITS APPLICATION FOR THE DETERMINATION OF
MOISTURE CONTENT OF PULP.**

**Minoru Kometani.
Hiroshi Asaoka.**

Pulp was dried up by High Frequency Radio Waves (35 M.C.) when it was cut off from the humidity of atmosphere. Moisture content of pulp was determined by this method easily and quickly. No breakdown of cellulose molecules was admitted with this treatment if suitable conditions were selected. Suitable conditions of various samples were studied. (Tube input power 50 watt, 10 minutes for sheet type, pulp; 70 watt, 30 minutes for fleecy type, etc.)

Data by this method were compared with that by the standard drying method. There were no differences between them.

FODDER YEAST FROM SULFITE WASTE LIQUOR.

Tokujiro Yamaguchi

As to the utilization of the sulfite waste liquor in Japan, it is not so flourishing that the greater part of it is now still being dumped into streams except being used by only two plants in the manufacture of industrial alcohol.

Since the end of II World war, some investigations to produce food yeast from the liquor have been carried out by Kokusaku Pulp Industrial Co. Ltd. but the industrialization of the manufacture has not yet been achieved because of the slight demand of the product in the Japanese stock-farming industry.

Some reports in the United States (Ind. Eng. Chem. Aug. 1951., Paper Trade Jour. Sept. 1951., Tappi, Oct., 1951 etc.) show that a plant of the dried food yeast, daily amounts of 4.5 tons, was already established in 1947 and is meeting some demands in the United States.

The present report is summarized as follows:

(1) Laboratory experiments: Comparative studies on the growth rate, time, and properties of the product between *Mycotorula japonica* and other seven strains of pentose-utilizing yeasts.

(2) Pilot plant tests: Aeration rate and the yields; yeast density and the fermentation time; pH, feeding velocity and sources of nitrogen of the feeding liquor were investigated.

As the results of these experiments, the above eight strains were revealed to have about the same activity of utilizing pentose. Strain (28) has rather small cell but the product is pretty white and has rather high growth rate as well as the strain (78). Further experiments should be carried out for the selection of the more powerful pentose utilizer.

Pilot plant test by means of the Waldhof fermentor; it was unnecessary to use antifoaming agent as in the case of the usual 1 vat system and the fermentation time was markedly shortened. An interesting point of the process is that considerable amounts of the product can be obtained notwithstanding the small capacity of the propagator. The careful control technique of the liquor or feeding is necessary for the continuous fermentation. The more profitable apparatus of continuous operating process in yeast separation, washing and drying must be designed.