

遞増動的醱酵に依る清酒の製造に関する 研究 (第10報)

酸糖化液の醱酵に及ぼす米糠酸分解液及び 酵素分解液添加の影響

中	村	静
中	島	雄
鈴	木	直
田	中	正

酸糖化法に依り糖液を製造し、遞増動的醱酵法に依り清酒を製造する場合、糖液製造の澱粉原料として米の如き窒素化合物を相當多量に含有する原料を使用する場合は別として、窒素化合物の少い澱粉原料を使用した場合には、これより製造した糖液を醱酵せしむるに際し窒素源を補給する事が必要である。この窒素源の種類及びその量の如何は、醱酵及び製品の品質に多大の影響を及ぼすもので、工業的見地よりすれば可及的に僅少にして十分なる効果を得べき量を決定する必要がある。又一面糖化液中には Bios 系統の酵母の代謝作用に必要な微量成分が缺けているからその醱酵が著しく抑制せられるのではないかと云ふ事も一應考へられる。これ等2つの問題を解決するため著者等は先づ糖液として甘藷を酸糖化して得た粗製葡萄糖溶液を用ひ窒素源として脱脂糠を酸分解して得た溶液及び脱脂糠を酵素分解して得た溶液を用ひて醱酵に及ぼす窒素源の影響及び酵母の代謝作用に必要な微量有効成分の必要性に就て究めたので其の結果の概要を茲に報告する。

実験の部

(1) 試料

試料糖液のしては、甘藷を酸糖化して得た粗製葡萄糖を水に溶解して用ひた、粗製葡萄糖の主なる成分の分析結果は次の如くである。

水	分	12.65%	最大還元糖	96.23%
灰	分	0.32%	直接還元糖	82.73%
粗蛋白質		0.12%		

米糠酸分解液及び酵素分解液調製のために用ひた脱脂糠の一般成分は次の如くである。

水	分	12.79%	最大還元糖	43.79%
灰	分	15.12%	脂肪	10.48%
粗蛋白質		15.71%	粗纖維	5.89%

(2) 脱脂糠酸分解液及び酵素分解液の調製

1. 脱脂液酸分解液: 脱脂糠硫酸分解の最適として決定した(詳細は後報に於て報告する豫定な

576 (中村、中島、鈴木、田中) 遞増動的醱酵法に依る清酒の製造に関する研究(第10報)

り) 条件即ち20% 硫酸を脱脂糠に對し3倍量(茲に云ふ3倍量とは脱脂糠10gに對し30ccの20% 硫酸を用ふる意味である) 添加し15時間常壓に於て逆流冷却器を附して分解し、これを濾過脱色し中和した後更に脱色精製した。

2. 脱脂糠酵素分解液: 脱脂糠適量の水で濕潤せしめ、これを1時間蒸した後種麹菌を接種し常法の如く製麹す。この脱脂糠麹500gに水道水2000ccを添加して8時間60°に於て該麹に含有される酵素に依り蛋白質等を分解せしめ、これを濾過して用ひた。

(3) 糖液及び脱脂糠分解液の成分

供試糖液、脱脂糠酸分解液及び酵素分解液の一般成分は第1表の如くである。

第 1 表

成 分	葡 萄 糖 液	糠 酸 分 解 液	糠 酵 素 分 解 液
直 接 還 元 糖 (g/100cc)	26.470	4.569	0.63
最 大 還 元 糖 (g/100cc)	29.640	4.396	1.353
全 窒 素 (g/100cc)	—	0.349	0.341
アミノ態窒素 (g/100cc)	—	0.20	0.15

(4) 試験酵母及び酵母懸垂液

本研究に使用した試験酵母は、Nr. 1001の清酒酵母で酸糖化液に馴養せるものである。酵母懸垂液は酸糖化液寒天培養せる酵母一白金耳を取り殺菌せる約25%含糖酸化液100ccに播種し5日間培養せるものの上澄液を去り沈澱せる酵母に無菌水10ccを加へて良く振盪混和せるものを使用した。

(5) 試験方法

下記第1~3液を第2表に示す如き割合に混合する。

第1液……葡萄糖液

第2液……酸磷酸加里 2.0g 及び硫マグネシウム 0.7g を 100cc の水に溶解したもの

第3液……(a) 糠酸分解液又は (b) 糠酵素分解液

第 2 表

番 號	1 液	2 液	3 液	水	合 計
1	150	10	0	40	200
2	"	"	3	37	"
3	"	"	5	35	"
4	"	"	10	30	"
5	"	"	15	25	"
6	"	"	20	20	"

以上の試験 200cc を 500cc の三角フラスコに容れ常法の如く、殺菌して前記酵母懸垂液 1cc 宛を殺菌ピペットにて添加し硫酸(2:1)を入れた醱酵管を附して室温 23°C に於て24時間母に良く振盪し秤量して日々の減差 0.1g 以下なる事を確めたる時醱酵完了せるものと認め之を、250cc に稀釋し酒精及び残糖 pH 及び酸を測定した。

酒精：清澄液 50cc を採り中和後常法の如く蒸溜を行ひその比重を測定しウインデツシ表に依り酒精量を求め、全醱酵液中の g 數で表した。

残糖： ベルトラン氏法に依り葡萄糖として全醱酵液中の g 數で表した。

酸： 250cc に稀釋した醱酵液 100cc を中和するに要する N-NaOHcc 數として表した。

pH： 電氣的測定法に依つた。

(6) 試験結果

醱酵試験に於ける炭酸ガス發生量の毎 24 時間に於ける總計量は、第 3 表及び第 4 表の如くである。

第 3 表

糠酸分解液添加醱酵試験經過

試験番號 日順	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a
1	0.2	1.1	1.5	2.1	2.2	2.3
2	0.6	2.4	3.3	4.9	5.6	5.8
3	0.9	3.6	5.2	7.7	9.5	9.4
4	1.5	4.9	7.3	10.6	12.6	12.6
5	1.8	5.7	8.1	12.1	14.2	14.1
6	2.0	6.6	9.1	13.2	15.2	15.1
7	2.3	7.9	10.5	14.6	15.5	15.5
8	2.7	8.9	11.6	15.3	15.8	16.0
9	2.9	9.6	12.1	15.5	15.8	15.9
10	3.2	10.4	13.0			
11	3.5	10.9	13.5			
12	3.7	11.3	14.0			
13	4.0	12.0	14.5			
14	4.2	12.6	15.1			
15	4.3	13.2	15.5			
16		13.9				
17		15.3				

578 (中村、中島、鈴木、田中) 遞増動的醱酵法に依る清酒の製造に関する研究(第10報)

第 4 表

糖 酵 素 分 解 液 添 加 醱 酵 試 験 經 過

試験番號 日順	1 b	2 b	3 b	4 b	5 b	6 b
1	0.3	1.0	1.8	2.2	3.0	3.5
2	0.7	2.3	3.7	4.8	6.7	5.8
3	1.3	3.8	5.5	8.0	9.8	11.7
4	1.8	5.0	7.1	10.2	12.8	14.3
5	2.2	5.9	8.3	11.3	14.0	15.2
6	2.3	6.6	9.0	12.6	15.2	15.3
7	2.7	7.7	10.2	14.0	15.4	15.3
8	3.2	8.6	11.1	14.9	15.6	15.4
9	3.2	8.9	11.6	15.2	15.7	15.4
10	3.3	9.8	12.4	15.7	15.8	15.6
11	3.7	10.2	12.9	15.8		15.7
12	4.1	10.5	13.4			
13	4.4	11.1	13.9			
14	4.5	11.6	14.2			
15	4.6	12.1	14.6			
16		12.7	14.8			
17		14.0	15.4			

醱酵終了液試験結果は第5表及び第6表の如くである。

第 5 表

糖 酸 分 解 液 添 加 醱 酵 試 験 結 果

實驗番號	全 糖		残 糖		酒 糖	pH	酸
	直接還元糖	最大還元糖	直接還元糖	最大還元糖			
1 a	39.705	44.460	25.313	28.088	6.210	3.81	3.16
2 a	39.843	44.592	5.368	8.778	15.185	3.40	3.72
3 a	39.935	44.680	4.326	8.140	15.555	3.49	3.24
4 a	40.165	44.900	4.430	8.168	15.645	3.70	3.20
5 a	40.395	45.120	4.473	7.868	15.693	3.82	3.24
6 a	40.625	45.340	4.701	8.000	16.000	3.95	3.44

第 6 表
 糠 酵 素 分 解 液 添 加 醱 酵 試 験 結 果

試験番號	全 糖		残 糖		酒 精	pH	酸
	直接還元糖	最大還元糖	直接還元糖	最大還元糖			
1 b	39.705	44.460	25.763	28.425	6.210	3.75	3.20
2 b	39.723	44.502	7.633	10.347	14.130	3.40	3.62
3 b	39.735	44.530	4.334	8.610	15.660	3.50	3.32
4 b	39.765	44.600	4.375	8.640	15.468	3.71	3.52
5 b	39.795	44.670	4.291	8.368	15.420	3.84	2.43
6 b	39.825	44.740	4.326	9.590	15.384	3.98	2.74

考 察

醱酵試験経過即ち炭酸ガスの發生の状態より酸糖化葡萄糖液の醱酵速度に及ぼす脱脂糠酸分解液及び酵素分解液の影響を見るに第3表、第4表に於て明かなる様にその兩者に於て添加量の多いもの程醱酵速度が大であるが添加%が一定量に達すると殆んど影響ない事が認められる。その限界%は酸分解したものと酵素分解したものと全く同様で醱酵液に對する添加%は5%の點に存在し、この點に於ける醱酵液に對する窒素含有%は兩者に於て大體等しく 0.017% である。即ち醱酵液中に 0.017% の窒素が存在するなれば(勿論窒素含有液を得たその原料に支配されるべき事は明らかであるが、本報に於て云ふ窒素とは脱脂糠を原料として前述した様な方法に依り窒素源を得た場合に就いての事を意味する) その醱酵速度が増進され、それ以上の添加は必要ない事が認められ、且つその窒素源液を得る方法が酸分解法であらうが、酵素分解法であらうが、何等その方法に依りては差異のない事が認められる。然し分解液がその醱酵液に對して 1.5% 程度添加したものに於ても、その醱酵速度は 5% 以上添加したものに比し劣るが、發生する炭酸ガスの總計量は大體何れも、同様な結果が得られて居る事よりして、これら米糠分解液の酸糖化液の醱酵に及ぼす影響は次の2つに分けて考へる事が出来る。

1. 醱酵率に對する影響
2. 醱酵速度に對する影響

醱酵率を増大せしむる影響は、その糖消費率及び消費糖よりの酒精生成率を増大せしむる影響の2點よりなるもので極く僅かな添加%で充分その目的を達する事が出来醱酵液に對し 1.5% 程度(窒素%として 0.0046%) でよいが醱酵速度増進せしめるには少くとも 5% 程度の添加が必要である。醱酵速度が窒素源添加%を増加する事により増大するのは酵母の發育増殖がそれに依り依り著しく増大せしめたためと思はれる。

次に第5表及び第6表より糖消費率酒精生成率等を算出して見ると7表の如くである。

第 7 表

実験番號	消費糖 (g)		糖消費率 (%)		直接還元糖の消費糖より計算したる酒精理論數 (g)	酒精生成率 (%)	醱酵率 (%)
	直接還元糖	最大還元糖	直接還元糖	最大還元糖			
1 a	14.392	16.372	36.27	36.82	7.359	84.39	30.6
2 a	34.475	35.814	86.53	80.31	17.627	86.15	74.5
3 a	35.609	36.540	87.19	81.78	18.207	85.98	75.0
4 a	35.735	36.732	88.97	81.81	18.271	85.68	76.1
5 a	35.922	37.252	88.93	82.56	18.367	85.38	76.0
6 a	35.924	37.340	88.43	82.35	18.368	87.11	76.8
1 b	13.942	16.035	35.12	36.06	7.129	87.10	30.6
2 b	32.090	34.155	80.79	76.74	16.408	86.14	69.5
3 b	35.401	35.920	89.07	80.66	18.101	86.51	77.0
4 b	35.390	35.960	89.00	80.62	18.095	85.48	76.2
5 b	35.504	36.302	89.22	81.26	18.131	85.05	75.8
6 b	35.499	35.150	89.13	78.54	18.157	84.73	75.5

但し糖消費率、酒精生成率及び醱酵率は次の算式に依る。

$$\text{糖消費率} = \frac{\text{消費糖}}{\text{全糖}} \times 100 \quad (\%)$$

$$\text{酒精生成率} = \frac{\text{生成酒精}}{\text{消費糖ヨリ算出セル酒精}} \times 100 \quad (\%)$$

$$\text{醱酵率} = \frac{\text{糖消費率} \times \text{酒精生成率}}{100} \quad (\%)$$

醱酵に及ぼす糠酸分解及び酵素分解液添加は醱酵率及び醱酵速度に影響する事に述べたのであるが、この醱酵歩合に對する影響を更に詳細に究めて見るに第7表に於て明らかなる様に窒素源の添加は主として糖消費率に影響するもので、酒精生成率はその無添加のものに於ても、84.39%又は87.11%を示し、添加する事に依り酒精生成率が何等増大されてゐない事を認めるのみか、却つてその添加%を増加する事に依り多少減少する事を認める。特に酵素分解液の場合に於て、この傾向は顯著である。これ等の窒素源としての糠分解液を添加する事は、その添加%を増大する事に依り醱酵速度を増大せしめる事及び糖消費率を増大せしめる事の兩點よりして、酵母の増殖に著しき影響を與へるもので、その消費糖よりの酒精生成には殆ど影響がないものと結論しなければならない。添加%の増加に依る酒精生成率のみならず、それが關係する醱酵率の低下は酵母の構成代謝のために糖が著しく消費された事を意味するもので酸糖化液を以て酒精製造を行ふ場合には大いに注意すべき點である。最後に本研究に於て認むべき事は澱粉原料を酸糖化法に依り處理して得た糖液中には澱粉原料中に含まれる酵母の發育促進物質例へばヒオス等の如き物質が酸糖化過程に於て破壊せられるが故に斯様な微量有効物質が存在しないから、それを補給する事の必要性が考へられるのであるが、本研究の結果に於て明らかなる様に、この問題は次の様に解決する事が出来る。即ち添

加する窒素源を得るために糠を酸分解する事及びこれを製麴し、絲狀菌を發育(絲狀菌中には酵母の發育促進物質が合成されて居る事は廣く認められた所である)せしめて十分に酵母發育促進物質を保持せしめ(糠それ自體にも十分に保持されて居る)るため水を添加して酵素分解せしめる事に依り得た、この二種の窒素源添加に依り、その間に大した變化を認める事が出來ず兩者とも略々同様な効果が得られた事は特に酸糖化液を醱酵せしめる場合斯様な微量有効物質の添加を考慮する必要がない事を示すものである。そのみならず酒精製造を目的とする様な場合には酵素分解液よりも却つて酸分解液添加の方が酒精の收得量が一般に良好である事は酒精製造を目的とする場合には窒素源の添加量が従つて醱酵液中に於ける窒素含有量が一定量以上に達する事が許れないと共に酵母の發育を促進するが如き斯様な微量有効物質の存在も亦一定量以上存在する事は避けられるべきである事を示すものである。

尙本研究は、醱酵液中の糖含有量が約 20% のものに就て行ひ且つ酵母としては清母酵母を用ひて居るが故にその醱酵歩合が 75~76% の値を示して居るのであるが糖濃度を 12% 前後とし、酒精酵母を用ふればこの値ひより相當大なる結果が得られる事は勿論である事を附言しておく。

要 旨

酸糖化液の醱酵に及ぼす窒素源としての米糠酸分解液及び酵素分解液添加の影響を究めた結果を要約すれば次の如くである。

1. 脱脂糠に對し 20% 硫酸 3 倍量を添加し常壓に於て 15 時間加熱分解して得た脱脂糠酸分解液及び脱脂糠を麴としたものに 4 倍量の水を加へ 60° に於て 8 時間分解して得た酵素分解液を甘藷を酸糖化する事に依り得た粗製葡萄糖の約 20% 溶液に添加し清酒酵母に依り醱酵せしめたるに酸分解液及び酵素分解液の何れに於ても添加%が 5% 迄は添加%の多いもの程、醱酵速度は大で、この時に於ける醱酵液の窒素含有%は 0.017% である。
2. 醱酵液の窒素%が 0.017% 以上に達するとそれ以上脱脂糠酸分解液を添加しても何等醱酵速度は増加されない。
3. 脱脂糠酸分解液の酸糖化液に對する影響は次の 2 點に分けて考察されるべきである。(1)醱酵率に對する影響。(2)醱酵速度に對する影響。醱酵率は 1.5% 添加に於て既に充分である。(窒素%として 0.0046%) これ以上添加%を増加すると 5% 迄は醱酵速度が増加するか、醱酵率は過剰な添加%に於ては却つて減少する傾向を示し、特に酵素分解液に於てこの傾向は著しい。
4. 醱酵率は糖消費率及び酒精生成率の積で表はされるべく、従つて糠酸分解液の醱酵率に及ぼす影響を更に追求するに、酒精生成率は何等影響を受けずして主として糖消費率が糠酸分解液の添加に依り影響を受けるものである。
5. 糠中に含まれる酵母の發育促進物を殆ど破壊せらるべき條件で處理された、脱脂糠酸分解液とその逆の條件で處理され、酵母の發育促進物質を多量に持つ酵素分解液の酸糖化液の醱酵に及ぼす影響は兩者に於て殆ど差異を認めない。この事を酸糖化液の醱酵に際し、ピオス等の酵母の發育促進物質の添加を必要としない事を示すものである。

(大阪帝國大學工學部 中村研究室)