

泡盛蒸留粕の加工・処理プロセスにおける効率化技術の開発

— 泡盛蒸留粕濃縮物の性状評価を中心として —

化学室 宮城 周子・平良 直秀・池間 洋一郎
上田 建一*・比嘉 三利

1. はじめに

泡盛蒸留粕（以下蒸留粕）は、泡盛製造におけるもろみの蒸留過程での副生物である。この蒸留粕は現在、推定で年間約1.8～2万 m^3 排出されている。従来、蒸留粕は養豚飼料として利用されていたが、近年の養豚業の大型化に伴い、取扱いの容易な配合飼料が普及するようになり、蒸留粕の飼料としての需要は大幅に減少してきている。

蒸留粕は汚濁負荷が高く（BOD約3万～5万 mg/l ）¹⁾、変質腐敗を起し易い性状のため未処理で廃棄すると環境汚染源となる。またロンドンダンプング条約により有機系廃棄物の海洋投棄も近い将来、全面禁止になることが予測され、蒸留粕を取り巻く情勢は厳しいものになっている。従って、その適切な処理・処分法の確立は喫緊な課題である。

蒸留粕は高水分で固液分離が困難である性状特性のため、その処理・処分並びに有効利用上の大きな障害となっている。その対応策として、同蒸留粕の減容化（濃縮）は有効な方法と考えられる。濃縮によって輸送性が向上するとともにそのコストが軽減され、同時に有用成分（栄養成分）の高濃度化が図られ、食品素材や飼料、肥料としての用途利用の展開が容易となることが期待される。

そこで本研究では蒸留粕の加熱法による濃縮を試み、蒸留粕の減容化とともにその濃縮、乾燥物の再資源化の可能性を検討するため、蒸留粕並びにその濃縮、乾燥物の性状特性を調べ、2、3の知見を得たのでその結果を報告する。

2. 試料

1) 蒸留粕（原液）

供試蒸留粕の種類は常圧蒸留粕（2点）と減圧蒸留粕（1点）である。

蒸留粕は排出時間内にステンレス容器（5 l ）に採取し、pH、粘度を測定後、試料は変質腐敗を防止するため凍結保存（-40℃）を行い、そのつど解凍して常温にもどしてから分析に供した。

なお、蒸留粕の上澄液の分析は3,000 r p m、20分間遠心分離したものを使用した。

2) 蒸留粕の濃縮、乾燥物及び乾燥おから

濃縮物（蒸留粕単独）、乾燥物（蒸留粕+おから）及び乾燥おから（沖縄産）は蒸気間接乾燥機（後述）で濃縮、乾燥したものを使用し、試料は凍結保存（-40℃）を行い、そのつど解凍して分析に供した。

* 読谷高校勤務

3. 分析方法

- 1) pH: ガラス電極pHメーター (F-16、堀場製作所製) で測定した。
なお、濃縮物、乾燥物及び乾燥おから等のpHは試料10gに蒸留水100ml加えて、1時間攪拌後測定した。
- 2) 粘度: ビスコメーター (VS-10、リオン(株)製) で測定した。
- 3) 全固形分: 『食品分析法』の減圧加熱乾燥法 (プラスチックフィルム法) に準拠した²⁾。
- 4) 粗灰分: 予備乾燥 (110°C、3時間) を行った後、『食品分析法』の直接灰化法 (550°C) に準拠した²⁾。
- 5) 粗蛋白質: 二酸化チタン-硫酸銅触媒法によるケルゲール分解法で前処理を行い²⁾、窒素分析装置 (TN-02、三菱化成工業(株)製) で窒素の測定を行い、粗蛋白質は窒素量に換算係数6.25を乗じて算出した。
- 6) 粗脂肪: ソックスレー脂肪抽出器を用い、エーテル抽出法で8時間抽出して定量した³⁾。
- 7) 粗繊維: 『衛生試験法・注解』のヘンネベルグ・ストーマン改良法の定量法に準拠した³⁾。
- 8) クエン酸: ベーリンガー・マンハイム社のFキットによる酵素法で測定した⁴⁾。
- 9) グルコース、アルコール分: バイオ・フレッシュ (新日本無線(株)製) を用い、固定化酵素カラム法で測定した。
- 10) 無機成分: 試料を硝酸、過酸化水素で湿式灰化し⁵⁾、プラズマ発光 (ICP) 分析装置 (島津製作所製) で測定した。なお、リン (P) の分析は、食品分析法のバナドモリブデン酸法に準拠し²⁾、分光光度計 (660型、日本分光工業(株)製) で測定した。
- 11) 低級脂肪酸: 試料 (濃縮物、乾燥物) 約5gに蒸留水を加え1時間放置後、50mlにメスアップした。No. 2ろ紙でろ過後、そのろ液5mlに25%メタリン酸硫酸溶液1ml加え、混合して30分放置した。これを3,000rpmで30分遠心分離した後、上澄液1μlについてキャピラリー-カラム (CBP20, 25m×0.53mmi.d. film 1.0μm) を用い、ガスクロマト装置 (GC-14B、島津製作所製) で分析を行った⁶⁾。
- 12) アミノ酸
常法⁷⁾により6N塩酸で加水分解を行い、高速液体クロマト装置 (AS-2000、日立製作所製) でOPA法によりアミノ酸16成分を測定した。なお、蒸留粕 (原液) の遠心分離した上澄液はフィルター (0.45μm) でろ過後、塩酸 (0.01N) で50倍に希釈して分析に供した。

4. 結果及び考察

4.1 蒸留粕 (原液) の性状特性

4.1.1 一般成分及び無機成分

分析結果を表1に示す。

蒸留粕は水分約90~94%で、固形分は約6~10%と少なくほとんどが水分である。

蛋白質は約2.3~3.4%、糖質は約3.6~6.4%を示し、固形分の大半はこの2成分で占められている。また無機成分の量を表わす灰分は約0.2%で、相対的に低い値を示し、無機成分はリン (P) とカリウム (K) の含有量が高く、次いでマグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、ナトリウム

表 1 蒸留粕（原液）の一般成分及び無機成分

項目 試料	外観	粘度 ※CP (°C)	pH	水分 (%)	全固形分 (%)	粗灰分 (%)	1)		
							粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	粗繊維 (%)
常圧蒸留粕A	灰濁色	40 (18.0)	3.30	89.7	10.3	0.15	3.42	0.23	0.15
常圧蒸留粕B	灰濁色	30 (19.9)	3.53	93.6	6.4	0.17	2.28	0.15	0.16
減圧蒸留粕	白濁色	50 (21.7)	3.62	91.3	8.7	0.17	3.21	0.19	0.24

2)	グルコース 糖質 (%)	W/V% (上澄液)	クエン酸 W/V% (上澄液)	アルコール分 W/V% (上澄液)	Ca mg/kg	Na mg/kg	K mg/kg (K ₂ O%)	P mg/kg (P ₂ O ₅ %)	Mg mg/kg
	6.35	1.96	0.63	0.59	34.78	33.73	243.89 (0.06)	413.19 (0.19)	36.83
	3.64	0.10	0.35	0.43	18.43	19.84	108.69 (0.03)	228.71 (0.10)	15.72
	4.89	0.18	0.51	0.62	33.65	32.74	233.11 (0.06)	415.87 (0.19)	35.43

1) 窒素・蛋白質換算係数：6.25
 2) 100 - (水分 + 粗蛋白質 + 粗脂肪 + 粗繊維 + 灰分)
 ※CP：センチポイズ

(Na) の順に含有量が高い。

pHは3.30～3.62で強酸性を示す。pHと関連することが考えられるクエン酸の含有量は約0.4～0.6%を示す。ちなみに柑橘類（オレンジ、レモン）のクエン酸量は約1～4%を示すことが知られ、これと比較すると蒸留粕のクエン酸は量的には少ないが、クエン酸は有用成分の一つであり、健康飲料（既に製品化の例がある）その他の食品素材等への利用は有望であると考えられる。

直接還元糖（グルコース）は約0.1～2%を示し、試料によっては高い値を示すものもあるが、このことは発酵工程に要因があると考えられる。

また、アルコール分は約0.4～0.6%の含有量ではあるが、豚等の飼料として利用する場合、多給時には障害（泥酔等）を起こす可能性もあり、注意が必要であるとされている⁹⁾。

次に、蒸留粕の粘度は30～50CPを示し、軽質潤滑油（40CP）と同程度の粘度を有し、比較的粘稠性がある。この粘度は流動性に関連し、その加熱法による濃縮を行う際に突沸による飛散現象の有無を判断する重要な指標となることが考えられる。

以上の結果から、今回供試した常圧、減圧蒸留粕の一般成分それに無機成分は試料間の水分が異なるため、他の個々の成分の濃度に多少の変動はあるが、総じてその性状特性に顕著な差異はみられなかった。

4.1.2 アミノ酸組成

蒸留粕（原液）及びその遠心分離により固液分離した上澄液のアミノ酸組成を調べた。その結果を表2と表3に示す。

各試料のアミノ酸成分の含有量はグルタミン酸が最も高く、次いでアスパラギン酸、アルギニ

表2 蒸留粕(原液)のアミノ酸組成

(mg/100g)

試料 成分名	常圧蒸留粕A	組成 比%	常圧蒸留粕B	組成 比%	減圧蒸留粕	組成 比%
アスパラギン酸	323.9 (3,145)	9.7	176.3 (2,754)	9.6	334.9 (3,850)	10.2
トレオニン	157.7 (1,530)	4.7	84.7 (1,323)	4.6	162.0 (1,862)	4.9
セリン	192.9 (1,872)	5.8	101.0 (1,578)	5.5	198.5 (2,281)	6.0
グルタミン酸	519.9 (5,047)	15.5	292.9 (4,577)	15.9	465.4 (5,349)	14.2
プロリン	174.5 (1,694)	5.2	102.3 (1,598)	5.6	188.5 (2,166)	5.7
グリシン	173.3 (1,682)	5.2	98.8 (1,544)	5.4	154.8 (1,779)	4.7
アラニン	255.3 (2,478)	7.6	148.5 (2,320)	8.1	281.9 (3,241)	8.6
バリン	201.2 (1,954)	6.0	105.2 (1,643)	5.7	209.7 (2,411)	6.4
メチオニン	63.5 (616)	1.8	30.3 (473)	1.6	89.2 (1,025)	2.7
イソロイシン	163.2 (1,584)	4.8	91.0 (1,422)	4.9	170.5 (1,960)	5.2
ロイシン	244.0 (2,369)	7.3	137.2 (2,144)	7.5	252.8 (2,906)	7.7
チロシン	173.5 (1,684)	5.2	109.0 (1,704)	5.9	159.4 (1,832)	4.8
フェニルアラニン	156.2 (1,516)	4.7	95.2 (1,487)	5.2	161.2 (1,853)	4.9
リジン	147.4 (1,430)	4.4	84.1 (1,315)	4.6	155.4 (1,786)	4.7
ヒスチジン	82.9 (805)	2.5	44.1 (690)	2.4	79.2 (911)	2.4
アルギニン	317.3 (2,391)	9.5	139.8 (2,184)	7.6	222.6 (3,081)	6.8
合計	3,346.7 (31,797)		1,840.4 (28,756)		3,286.0 (38,293)	

() 乾物当たりのアミノ酸含有量

表3 蒸留粕(原液)の遠心分離上澄液のアミノ酸組成

(mg/100ml)

試料 成分名	常圧蒸留粕A	組成 比%	常圧蒸留粕B	組成 比%	減圧蒸留粕	組成 比%
アスパラギン酸	37.3	4.4	19.9	5.2	49.1	4.6
トレオニン	40.4	4.8	19.0	5.0	56.2	5.3
セリン	21.9	2.6	11.5	3.0	34.7	3.3
グルタミン酸	92.7	11.1	32.1	8.4	114.9	10.9
プロリン	58.8	7.0	22.8	6.0	57.1	5.4
グリシン	35.2	4.2	15.7	4.1	35.7	3.4
アラニン	123.4	14.7	51.6	13.6	132.2	12.5
バリン	28.3	3.4	12.1	3.2	41.6	3.9
メチオニン	12.8	1.5	6.9	1.8	24.6	2.3
イソロイシン	13.7	1.6	6.0	1.6	21.4	2.0
ロイシン	52.9	6.3	24.9	6.5	85.0	8.1
チロシン	50.2	5.9	24.2	6.4	62.0	5.9
フェニルアラニン	37.9	4.5	14.5	3.8	55.3	5.2
リジン	51.5	6.1	23.5	6.2	76.2	7.2
ヒスチジン	29.4	3.5	14.2	3.7	32.3	3.1
アルギニン	151.9	18.1	81.6	21.4	177.4	16.8
合計	838.3		380.5		1,055.7	

ン、アラニン、ロイシン、バリンその他の順である。アミノ酸の合計値は表1の粗蛋白質の値とほぼ一致しており、各試料のアミノ酸の大部分は蛋白質の構成成分であることを確認した。

一方、蒸留粕原液の遠心分離上澄液のアミノ酸組成はアルギニンの含有量が最も高く、次いでアラニン、グルタミン酸、ロイシン、リジン、プロリンその他の順となっている。原液のアミノ酸組成と比較して成分の組成比の順位に若干の差異がみられる。またアミノ酸成分の合計値は原液の1/3~1/5程度の値を示す。このことから、アミノ酸成分は固形物に多く含有することが考えられる。

なお、必須アミノ酸成分は人、また動物の種類によって異なるといわれているが、表2のアミノ酸成分の内、アルギニン、ロイシン、イソロイシン、トレオニン、メチオニン、バリン、リジン、フェニルアラニンは人の必須アミノ酸に分類されている。

以上の結果から、アミノ酸分量は原液と固液分離した上澄液に差異があり、遊離アミノ酸は少ない。また常圧、減圧蒸留粕間のアミノ酸組成に差異はみられなかった。

4.2 蒸留粕の濃縮及び乾燥物の性状特性

4.2.1 濃縮方法

蒸留粕の濃縮及び乾燥物は水蒸気間接加熱乾燥機（乾燥能力120kg/時、三共エンジニアリング(株)製）で濃縮、乾燥したものである。その乾燥装置の構造の概略を図1、濃縮原理を図2、また外観を写真1にそれぞれ示す。

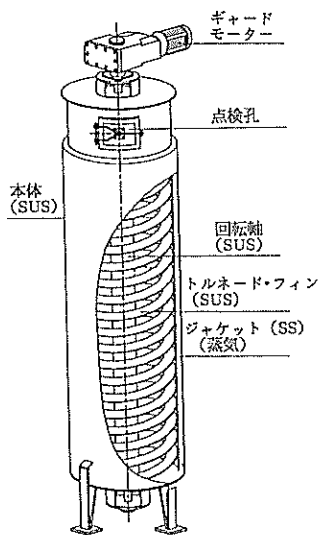


図1 蒸気間接加熱乾燥機の構造
(出典：三共エンジニアリング(株)カタログ)

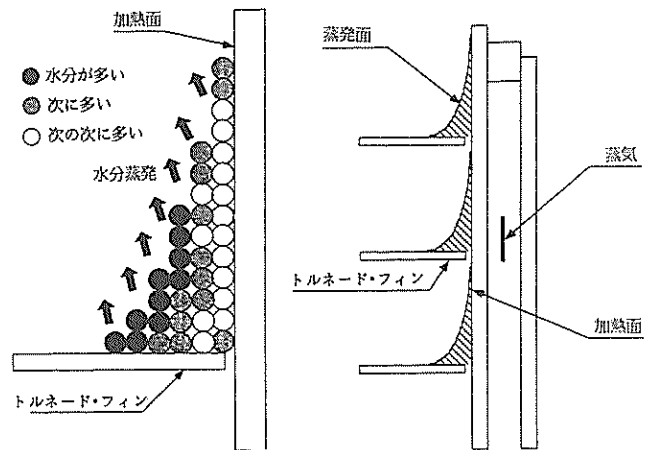


図2 濃縮、乾燥の原理図
(出典：三共エンジニアリング(株)カタログ)

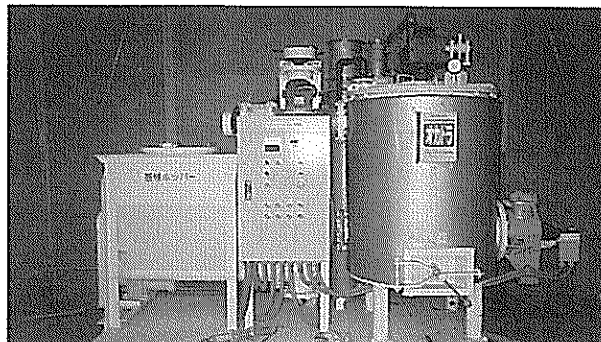


写真1
蒸気間接加熱乾燥機の外観

この乾燥装置の特徴は、装置内部の中央の回転軸にらせん状に取り付けられた羽根板（トルネードフィン）にある。この羽根板の回転により、被乾燥物は垂直加熱面上に巻き上げられるとともに、壁面（加熱面）に薄膜状に接触させることができる。また遠心力の働きにより、含水率の高いものが優先的に加熱面に接触し、加熱され含水率の低くなった被乾燥物は蒸発面に移動し、水分蒸発が行われる。

4.2.2 一般成分及び無機成分

分析結果を表4に示す。表中、濃縮物は蒸留粕単独の濃縮物であり、また乾燥物は蒸留粕を一旦、水分約50～60%まで濃縮し、ペースト状になったものに、物性調整材として乾燥おから（水分約7%）を蒸留粕量に対して約10%混合し、乾燥したものである。なお、供試した濃縮物及び乾燥物は表1に示す原液の試料Bと同種類の蒸留粕である。

表4 蒸留粕濃縮物及び乾燥物の一般成分及び無機成分

試料	項目	外観	粘度 CP (°C)	pH	水分 (%)	全固形分 (%)	粗灰分 (%)	1)	
								粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)
濃縮物		黒茶色	5,500 (27)	3.4	65.3	34.7	1.02	14.58	2.50
乾燥物		茶褐色	—	3.8	8.6	91.4	2.85	30.30	6.12

粗繊維 (%)	2)		Ca	Na	K	P	Mg
	糖質 (%)		mg/kg	mg/kg	mg/kg (K ₂ O%)	mg/kg (P ₂ O ₅ %)	mg/kg
0.45	16.14		258.7	178.5	944.5 (0.23)	1,478 (0.68)	237.2
11.14	40.99		2,328	1,114	7,967 (1.92)	3,604 (1.65)	1,311

1)、2)は表1参照
—欠測

濃縮物の水分は約65%で、固形分は約35%を示し、原液に対する濃縮倍率は約5倍である。濃縮物の一般成分並びに無機成分は原液と比較して高い値が得られ、粗蛋白質は約14%、粗脂肪は約3%及び糖質は約15%を示す。固形分の大半は糖質、粗蛋白質それに粗脂肪で占められている。

pHは3.4を示し、原液と同様に強酸性を示す。このことは表5に示すように酢酸の含有量が高いことも一因ではないかと考えられる。

表5 蒸留粕濃縮物及び乾燥物の低級脂肪酸

成分名 試料	(mg/g)			
	酢酸	プロピオン酸	イソ酪酸	n-酪酸
濃縮物	5.8	0.2	0.1	0.1
乾燥物	17.3	0.2	0.4	0.1

また、粘度は5,500 CPを示し、濃縮により粘性はかなり高くなる。従って、蒸留粕の蒸発法による濃縮にあたっては、この粘性対策のため濃縮過程でなんらかの物性調整材の添加の必要性が考えられる。

表6 乾燥おからの一般成分及び無機成分

外観	pH	水分 (%)	全固形分 (%)	粗灰分 (%)	1)			2)
					粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	粗繊維 (%)	糖質 (%)
茶色	5.1	6.9	93.1	3.23	26.27	13.44	13.01	37.15

Ca mg/kg	Na mg/kg	K mg/kg (K ₂ O%)	P mg/kg (P ₂ O ₅ %)	Mg mg/kg
3,197	1,330	8,952 (2.16)	3,144 (1.44)	1,421

1), 2) は表1 参照

乾燥物の水分は約9%で、固形分は約91%を示し、粗蛋白質、糖質、粗脂肪、粗繊維及び粗灰分の各成分の含有量は濃縮物の約2~20倍の値を示す。特に粗繊維の含有量の増加は顕著である。供試乾燥物は前述したように蒸留粕におからを添加して乾燥したものである。その乾燥おからの成分の分析結果を表6に示すように、一般成分及び無機成分とも高い値を示す。このことから乾燥物の各成分が高い値を示す一因にこのおからの添加効果も考えられる。

以上の結果から、蒸留粕の加熱濃縮により、一般成分及び無機成分の含有量の増加がみられ、また乾燥した場合はその大幅な含有量の増加が認められる。

4.2.3 アミノ酸組成

濃縮物及び乾燥物のアミノ酸組成を表7に示す。

濃縮物のアミノ酸組成はグルタミン酸の含有量が最も高く、次いでアスパラギン酸、アラニン、ロイシン、バリンその他の順であり、アミノ酸含有量の合計値は原液の約5倍の値を示す。

また乾燥物のアミノ酸含有量の合計値は濃縮物の約2倍の値を示し、アミノ酸の主要成分は濃縮物のそれとほぼ同じであるが、濃縮物と比較してロイシンとアルギニンの含有量が高いのが特徴である。

なお、乾燥おからのアミノ酸組成を表8に示すようにグルタミン酸、アスパラギン酸、ロイシン、アルギニンの順に含有量が高い。乾燥物のアミノ酸組成にロイシンとアルギニンの含有量が高いのはこのおからの添加によることも考えられる。

以上の結果から、蒸留粕のアミノ酸は濃縮及び乾燥することにより、その含有量の増加が認められる。

表7 蒸留粕濃縮物及び乾燥物のアミノ酸組成

成分名	濃縮物		乾燥物	
	濃縮物	組成比 %	乾燥物	組成比 %
アスパラギン酸	1.07 (3.10)	9.7	2.53 (2.77)	11.6
トレオニン	0.55 (1.59)	5.0	1.14 (1.25)	5.2
セリン	0.67 (1.94)	6.1	1.27 (1.39)	5.8
グルタミン酸	1.73 (4.98)	15.7	3.29 (3.60)	15.1
プロリン	0.58 (1.68)	5.3	1.32 (1.45)	6.1
グリシン	0.65 (1.88)	5.9	1.29 (1.41)	5.9
アラニン	1.01 (2.91)	9.2	1.60 (1.75)	7.4
バリン	0.68 (1.95)	6.2	1.30 (1.42)	6.0
メチオニン	0.25 (0.73)	2.3	0.31 (0.34)	1.4
イソロイシン	0.56 (1.63)	5.1	1.08 (1.18)	5.0
ロイシン	0.81 (2.33)	7.4	2.10 (2.30)	9.7
チロシン	0.54 (1.55)	4.9	0.48 (0.52)	2.2
フェニルアラニン	0.58 (1.67)	5.3	0.62 (0.67)	2.8
リジン	0.52 (1.49)	4.7	1.12 (1.22)	5.2
ヒスチジン	0.29 (0.83)	2.6	0.64 (0.70)	2.9
アルギニン	0.52 (2.56)	4.7	1.65 (1.81)	7.6
合計	11.01 (32.82)		21.74 (23.78)	

() 乾物当たりのアミノ酸含有量

表8 乾燥おからのアミノ酸組成

成分名	(%)	組成比(%)
アスパラギン酸	2.10 (2.26)	11.1
トレオニン	1.08 (1.16)	5.7
セリン	1.14 (1.23)	6.0
グルタミン酸	2.59 (2.78)	13.7
プロリン	1.16 (1.24)	6.1
グリシン	0.73 (0.78)	3.9
アラニン	1.18 (1.26)	6.2
バリン	1.13 (1.21)	6.0
メチオニン	0.26 (0.28)	1.4
イソロイシン	0.89 (0.96)	4.7
ロイシン	1.59 (1.71)	8.4
チロシン	0.55 (0.59)	2.9
フェニルアラニン	0.81 (0.87)	4.3
リジン	1.30 (1.39)	6.9
ヒスチジン	0.72 (0.78)	3.8
アルギニン	1.68 (1.50)	8.9
合計	18.91 (20.0)	

() 乾物当たりのアミノ酸含有量

5. まとめ

泡盛蒸留粕の処理・処分並びに有効利用技術の確立を目的に、蒸留粕の原液及びその加熱法による濃縮、乾燥物の性状特性について検討し、次の結果を得た。

- (1) 蒸留粕の固形分は約6~10%と少なく、ほとんどは水分である。
- (2) 固形分の大半は粗蛋白質、糖質で占められ、無機成分量は少ない。
- (3) 蒸留粕は強酸性を示す。
- (4) クエン酸含有量は1%以下である。
- (5) アルコール分は1%以下であるが、飼料等に利用する場合、多給時には注意を要する。
- (6) 蒸留粕は粘稠性があり、加熱濃縮にあたって、その対策が必要となる。
- (7) アミノ酸組成はグルタミン酸の含有量が高く、次いでアスパラギン酸、アルギニン、アラニン、その他の順に多い。アミノ酸は固形物に多く含有することが考えられる。
- (8) 蒸留粕の濃縮、乾燥を行うことにより一般成分及び無機成分の含有量は増加する。

(9) 蒸留粕の濃縮及び乾燥物のアミノ酸含有量は高い値を示す。

以上の結果から、蒸留粕は粗蛋白質、粗脂肪、糖質、カリウム、リンそれにアミノ酸等の有用成分を含有し、またその濃縮、乾燥により有用成分の高濃度化が図られ、食品素材、飼料、肥料等への再資源化の可能性が示唆される。

6. おわりに

本研究は、平成6年度中小食品企業経営基盤強化技術開発事業（農林水産省の制度事業）として（合）比嘉酒造と共同研究を実施したものである。企業においては蒸留粕の濃縮、乾燥技術の開発を行い、また当场では濃縮、乾燥物の性状評価試験を実施して、技術支援を行った。本研究が蒸留粕の処理・処分並びにその利活用を図る上での一助となれば幸甚である。

最後に蒸留粕試料の提供等でご協力いただきました関連業界に厚くお礼申し上げます。

7. 参考文献

- 1) 宮城周子、平良直秀、比嘉三利：沖縄県工業試験場研究報告 第20号 P10～16 1992
- 2) 日本食品工業学会、食品分析法編集委員会：食品分析法 光琳 P10～491 1992
- 3) 日本薬学会編：衛生試験法注解 金原出版 P293、323 1990
- 4) (財)日本醸造協会：第4回改正国税庁所定分析法注解 P274 1993
- 5) 不破敬一郎、原口紘生編集：ICP発光分析 南江堂 P81 1980
- 6) 宮崎県工業試験場、宮崎県食品加工研究開発センター：研究報告 第37号 P167 1992
- 7) 島津高速液体クロマトグラフLC-4A：アミノ酸分析システム取扱説明書 P41～46
- 8) (社)日本機械工業連合会 (社)日本産業機械工業会：アルコール類製造に伴う濃厚廃液処理と有効利用に関する調査研究 P57 1987

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。