

発酵による食品副産物の有効利用

南澤賢*¹ 横堀正敏*² 鈴木康修*²

Effective use of food industry by-product by fermentation technology

MINAMISAWA Ken*¹, YOKOBORI Masatoshi*², SUZUKI Yasunori*²

抄録

食品リサイクル法の実施により、食品廃棄物などの発生抑制、廃棄物の減量、資源としての有効利用を行うことが望まれている。現在、食品廃棄物として問題となっている、おからの有効利用について発酵技術を用いた検討を行った。発酵に利用した酵母は清酒製造に利用される埼玉県産の8種類で、総量155gで小仕込み試験を実施し、得られた発酵液についてエタノール、香気成分（カプロン酸エチル、酢酸イソアミル）分析を行った。

キーワード：食品廃棄物，おから，エタノール，カプロン酸エチル，酢酸イソアミル

1 はじめに

食品廃棄物は食品の売れ残り、食べ残し、又は食品の製造過程において大量に発生している。食品廃棄物の発生抑制と減量化により最終的に処分される量を減少させること、飼料等の原材料として再利用させること、食品関連事業者に食品循環資源の再生利用を促進させることを目的に平成13年「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」（食品リサイクル法）が施行された。農林水産省の統計によると、平成21年度には約2272万トンの食品廃棄物が発生したと推計されている。食品廃棄物の中でも、おからは全国で年間80～100万トンともいわれ、処理費用だけで年間数百億円に達していると試算されている。

おからは豆腐の副産物として大量に発生し、食物繊維を多く含み、その他たんぱく質などの栄養も豊富である。しかし、水分が豊富に含まれているため腐りやすいことから大量に廃棄されている。一部食用あるいは家畜用の乾燥飼料として利用さ

れているが、ほとんど有効利用されていないのが現状である。おからを有効利用できれば廃棄物の低減につながる。本研究では、発酵技術を用いておからを原料としてエタノール、カプロン酸エチル、酢酸イソアミルを含む発酵調味液の取得を検討した。

2 実験方法

2.1 供試試料

ヤマキ醸造株式会社より供与された、おからを用いた。

2.2 供試酵母

埼玉県産の清酒用酵母8種類（A01、BK2、C、D、E、F、MR、YY）を使用した。

2.3 酵母培養方法

試験管に麴エキス 1mL を入れて、121°C、15分オートクレーブで滅菌した。滅菌後、8種類の酵母をそれぞれ1白金耳接種した後、28°Cで72時間培養を行った。

2.4 小仕込み試験¹⁾

2.4.1 乳酸添加量の検討

おから 45g、清酒用乾燥麴（M-70 徳島製麴株

*¹ 化学保安課

*² 北部研究所 食品・バイオ技術担当

式会社製)0 または 10g、水 100mL、酵母 (埼玉 C) 培養液 1mL、乳酸 0.04~2mL を添加した後、20℃で 2 週間発酵させた。発酵後、高速冷却遠心機 (GRX-220 株式会社トミー精工製) を用い 3000rpm で 10 分間遠心分離を行った。分離後上清を取り出した後、ろ紙でろ過し発酵液を得た。

2.4.2 乳酸最適化条件下での検討

乾燥麴を添加しないときには乳酸 2mL を添加し、乾燥麴を添加するときには乳酸 0.04mL を添加した。その他は 2.4.1 乳酸添加量の検討と同様な条件下で検討を行った。

2.5 エタノール分析

発酵液のエタノール含量をアルコール分析器アルコメイト (理研計器 AL-2 型) で分析を行った。

2.6 香氣成分分析

酒類総合研究所標準分析法²⁾に準じた。ガスクロマトグラフを用いたヘッドスペース法で、香氣成分としてカプロン酸エチル、酢酸イソアミルを分析した。一般的にカプロン酸エチルはリンゴ様の匂い、酢酸イソアミルはバナナ様の匂いがする物質である。

カラム : DB-WAX 30m×0.53mm×1µm

(J&W SCIENTIFIC)

試料導入部温度 : 250℃

カラム槽温度 : 85℃

検出器温度 : 250℃

キャリアーガス : ヘリウム、流量 5mL/分、カラム入口圧 21kpa

スプリット比 : 1:5

3 結果と考察

3.1 小仕込み試験

3.1.1 乳酸添加量の検討結果

結果の評価方法として、健全な発酵の確認を目的に官能評価で行った。官能評価は視覚、嗅覚で腐敗していないことを確認した。官能評価の際、腐敗したものは表面が赤くなったり白い薄膜を形成し、異臭を放つことが特徴であった。乾燥麴を添加しない条件下の結果を表 1 に示す。乳酸添加

量 40~800µL のものは腐敗した。乳酸添加量 2mL のものだけが腐敗しなかったので乳酸添加の最適と決定した。乾燥麴を添加した条件下の結果を表 2 に示す。乳酸添加量 200~2000µL のものは腐敗した。乳酸添加量 40、100µL のものは腐敗しなかった。乳酸添加量 40、100µL 間に特別な差は見られなかったため、当所の清酒小仕込み試験と同条件である乳酸量 40µL を最適と決定した。

表 1 乳酸添加量の検討結果~乾燥麴無~

乳酸 (µL)	官能評価
40	-
100	-
200	-
400	-
800	-
2000	+

官能評価 : 腐敗したもの -
腐敗しないもの +

表 2 乳酸添加量の検討結果~乾燥麴有~

乳酸 (µl)	官能評価
40	+
100	+
200	-
400	-
800	-
2000	-

官能評価 : 腐敗したもの -
腐敗しないもの +

3.1.2 乳酸最適化条件下での検討結果

乾燥麴を添加しない条件下の結果を表 3 に示す。カプロン酸エチルは使用した 8 種類の酵母全てが弁別閾値を超える量を生成した。酢酸イソアミル、エタノールは使用した 8 種類の酵母全てが生成しなかった。乾燥麴を添加した条件下の結果を表 4 に示す。カプロン酸エチルは使用した 8 種類の酵母全てで弁別閾値を超える量を生成した。特に A01 酵母は他の酵母より優位に生成した。酢酸イソアミルは使用した 8 種類の酵母全てで弁別閾値を超える量を生成した。特に A01、BK2、F、

MR 酵母は他の酵母より優位に生成した。エタノールは使用した 8 種類の酵母全てが 0.7~2.5% 生成した。

味液となることが期待できる。

表 3 乳酸最適化条件での検討結果～乾燥麹無～

酵母	カプロン酸 エチル(ppm)	酢酸イソア ミル(ppm)	エタノール (%)
A01	0.3	0	0
BK2	0.3	0	0
C	0.3	0	0
D	0.3	0	0
E	0.3	0	0
F	0.2	0	0
MR	0.3	0	0
YY	0.3	0	0

カプロン酸エチル弁別閾値：0.12ppm

酢酸イソアミル弁別閾値：0.25ppm

参考文献

- 1) 横堀正敏, 鶴菌大, 渡辺泰成, 増田こずえ : 微生物利用技術に関する研究－新規酵母の分離と食品への応用－, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **5**, (2007)58
- 2) 酒類総合研究所標準分析法 3 清酒, <http://www.nrib.go.jp/bun/bunpdf/nb03.pdf>, 2013.5.17

表 4 乳酸最適化条件での検討結果～乾燥麹有～

酵母	カプロン酸 エチル(ppm)	酢酸イソア ミル(ppm)	エタノール (%)
A01	2.2	4.5	1.1
BK2	0.4	2.6	1.5
C	0.3	1.0	1.6
D	0.3	0.6	0.7
E	0.3	0.3	1.1
F	0.3	2.1	1.4
MR	0.3	2.0	2.4
YY	0.4	0.2	2.5

カプロン酸エチル弁別閾値：0.12ppm

酢酸イソアミル弁別閾値：0.25ppm

4 まとめ

乾燥麹を添加しない条件下では、乳酸添加量が多く発酵が鈍いためか、アルコールの生成は認められなかった。

乾燥麹を添加する条件下では、40 μ L の乳酸添加により順調に発酵した。この条件で、カプロン酸エチル・酢酸イソアミル・アルコールを優位に生成することができた。これにより、香りに特徴を持たせた発酵液としての利用が考えられる。今後は、呈味成分や発酵条件の検討により、発酵調

