

# あいち 食品工業技術センターニュース

2015年9月号

今月の内容 ● トピックス

● 技術解説「醤油醸造における乳酸菌の働きと利用について」

## トピックス

● 当センター職員が学会にて研究成果を発表しました。

学会発表の概要を紹介いたします。

	演 題	発表者	大会名	期 間
(1)	納豆麴を利用した豆味噌について	小野 奈津子 (発酵バイオ技術室)	日本食品科学工学会 第62回大会	8月27日 ～8月29日
(2)	清酒酵母の発酵制御により吟醸香を付与する新規製パン法の開発	瀬見 井 純 (分析加工技術室)	日本食品科学工学会 第62回大会	8月27日 ～8月29日
(3)	小麦麴を利用した新規調味食品の開発	伊藤 彰 敏 (発酵バイオ技術室)	日本家政学会 中部支部大会	9月5日

### (1) 納豆麴を利用した豆味噌について

*Bacillus* 属細菌は豆味噌の製造現場で味噌麴を汚染する微生物として忌避されています。しかし、これらの菌由来の酵素の関与が全くないと豆味噌の味が大人しく深みが無いとの意見もあります。近年、*Bacillus* 属細菌の代表であり納豆の製造に利用される納豆菌は、産生するポリアミン等の健康機能性が注目を集め、幅広い用途で利用できる可能性が出てきています。麴菌と納豆菌がバランスよく増殖した味噌麴（納豆麴）を造ることができれば、相乗効果により、旨味に富みかつ機能性成分を多く含む豆味噌の醸造が期待されます。そこで、納豆麴を利用した特徴ある豆味噌の開発を目的として、小仕込み試験を行いました。大豆吸水率、温度、湿度を変えた 12 試験区の納豆麴を調製し、豆味噌を試醸しました。下表には、代表的な 2 つの試験

区の結果を示しました。大豆の吸水率 200%、湿度 90%、温度 30℃で製麴した納豆麴を用いた試験区では、遊離アミノ酸が多い旨味に富んだ豆味噌が試作できました。また、大豆の吸水率

表 製造条件の差異が各種豆味噌のアミノ酸及びポリアミン含量に及ぼす影響

	大豆味噌		納豆味噌		納豆麴味噌	
	有	無	有	無	有	無
麴菌接種の有無	有	無	有	無	有	無
納豆菌接種の有無	無	有	有	無	有	無
大豆の吸水率(%)	170	185	200	200	200	200
製麴温度(℃)	30	35	30	35	30	35
加湿(90%)の有無	無	有	有	無	有	無
	アミノ酸量(mg/100g)					
アスパラギン酸	687	86	921	438	438	438
グルタミン酸	1,143	223	1,460	656	656	656
総アミノ酸	6,646	1,777	7,797	4,768	4,768	4,768
	ポリアミン量(ppm)					
ブトレンシン	37	7	50	29	29	29
スベルミジン	5	77	3	23	23	23

注) 熟成3ヶ月後の測定結果を示した。

200%、加湿なし、温度 35℃で製麴した納豆麴を用いた試験区では、遊離アミノ酸に加えて2種類のポリアミン（プトレシン、スペルミジン）の両方を多く含み、麴と納豆の両方の特徴を有した豆味噌が試作できました。

## (2) 清酒酵母の発酵制御により吟醸香を付与する新規製パン法の開発

近年、消費者の食に対する嗜好性は多様化しており、パンの市場においても同様の傾向が見られます。そこで本研究では、独自性の高い製品を提案するため、パンの原材料として通常用いられるパン用酵母の代わりに清酒用酵母を用いることで、香りの華やかな吟醸酒が持つ「吟醸香」が付与されたパンの製造法について検討しました。

当センターが独自に保有する吟醸香高生産酵母を用いて生地を低温で長時間発酵させたところ、焼成後の生地において、吟醸香の主成分の一つであるカプロン酸エチルが検出されました。試作したパンの官能試験を実施した結果、吟醸香様の香りを認識できることが確認され、嗜好性については好ましい香りと判断する被験者もみられました。

以上の結果から、清酒用酵母を用いて発酵制御を行うことで、パンに吟醸香様の香りを付与できることが明らかになりました。



## (3) 小麦麴を利用した新規調味食品の開発

麴は、蒸した穀物に *Aspergillus* (以下 *Asp.*) 属の麴菌を接種し、増殖させたものです。麴に含まれる酵素作用により、甘味や旨味成分が醸成され、味噌・醤油、清酒など発酵食品の深い味わいが形成されます。近年、米麴（使用麴菌：*Asp. oryzae*）を原料とする「米塩麴」が万能調味料として広く一般市場に流通し、その調理効果が評価されています。

そこで、愛知県の特産調味料である白醤油の原料である小麦麴から「小麦塩麴」を調製し、その特性を評価しました。小麦麴は米麴よりプロテアーゼ活性が高いため、「小麦塩麴」は「米塩麴」と比較し、小麦タンパク質が分解されて得られるグルタミン酸を主とするアミノ酸類が多く含まれていました。また、クエン酸を生成する麴菌 *Asp. kawachii* を用いて製造された「小麦塩麴」は、甘味が控えめで酸味を特徴とする、これまでの市場にはない風味を呈していました。管理栄養学科の学生により、官能審査を行った結果、「小麦塩麴」は「米塩麴」と比較し、味の深みが評価され、様々な料理への利用が提案されました。なお、本研究は原料供給等、日東醸造株式会社（碧南市）の協力のもと行いました。

管理栄養学科の学生により、官能審査を行った結果、「小麦塩麴」は「米塩麴」と比較し、味の深みが評価され、様々な料理への利用が提案されました。なお、本研究は原料供給等、日東醸造株式会社（碧南市）の協力のもと行いました。

	小麦塩麴		市販塩麴(米)
	<i>Asp. oryzae</i>	<i>Asp. kawachii</i>	<i>Asp. oryzae</i>
	有機酸(mg/100g)		
クエン酸	0.4	<b>217.3</b>	0.2
リンゴ酸	0.9	tr.	0.5
コハク酸	4.0	tr.	1.7
乳酸	1.6	tr.	4.2
酢酸	2.1	tr.	3.1
	残存酵素活性(U/g)		
α-アミラーゼ	768	tr.	26
グルコアミラーゼ	27	15	28
酸性カルボキシペプチターゼ	<b>2184</b>	<b>4918</b>	165
	遊離アミノ酸(mg/100g)		
グルタミン酸	<b>36.4</b>	<b>13.5</b>	5.7
グルタミン	<b>33.8</b>	<b>18.2</b>	4.1
20種総量	<b>228.7</b>	<b>148.6</b>	56.0

市販塩麴: 平均値で示した(n=11)

# 醤油醸造における乳酸菌の働きと利用について

## 1. はじめに

日本の食卓に欠かせない醤油は図 1 に示した工程を経て造られます。蒸した大豆と炒った小麦を混合し、種麴を加えて麴菌を生育させ「麴」を造ります。これを食塩水と一緒に木桶やタンクに仕込んで「諸味」を造り、半年から長いもので 2~3 年熟成させます。熟成後、諸味を搾って醤油を得ます。

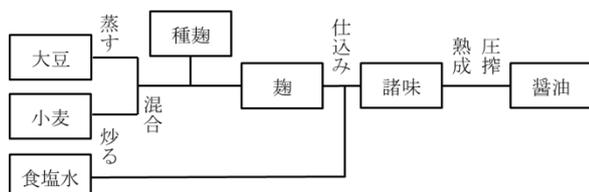


図 1 醤油の製造工程

熟成の間、諸味中では麴菌由来の酵素による糖やアミノ酸の生成、乳酸菌による乳酸発酵、酵母による香りの形成が順次行われ、醤油特有の味や色、香りが醸成されます。このように醤油醸造では主に麴菌、乳酸菌、酵母の 3 種類の微生物が関与します。

このうち麴菌は品質の向上と安定化のために好ましい性質を有する優良株が選択され、積極的に利用されてきました。一方、乳酸菌や酵母は蔵付きのものが自然と増殖し、その役割を担ってきました。近年になり、酵母については優良株を諸味に添加することで香りを付与するケースが増えてきましたが、乳酸菌については依然として蔵付きの野生菌に依存しているのが現状です。しかし乳酸菌も醤油品質の向上や差別化を図る重要な要因の一つであり、その利用が期待されています。

そこで本稿では醤油諸味中の乳酸菌の性質とその利用の可能性について解説します。

## 2. 醤油乳酸菌の多様性

醤油諸味中で主に働く乳酸菌は耐塩性乳酸菌 *Tetragenococcus halophilus* であり、醤油乳酸菌と呼ばれています。諸味中には同じ醤油乳酸菌でも性質が異なる多様な菌株が共存していることが知られています。たとえば同じ醤油諸味から分離した醤油乳酸菌株について 5 種類の糖の発酵性試験を

行ったところ、少なくとも 10 通り以上のパターンが出現したという報告があります<sup>1)</sup>。このように糖の発酵性だけを見ても、多様な菌叢を形成していることがわかります。

## 3. アミノ酸分解能

醤油乳酸菌の中にはアスパラギン酸やヒスチジン、チロシンなどのアミノ酸を脱炭酸して分解するものがあります。また、アルギニンアンモニアとオルニチンに分解するものもいます<sup>2)</sup>。このような醤油乳酸菌は醤油のアミノ酸組成を変化させ、呈味に影響を及ぼします。

特定のアミノ酸分解能を有した菌株を諸味に添加して優占菌とすることでアミノ酸の分解をコントロールすることが可能です。例えばアスパラギン酸分解株を添加すると酸味成分であるアスパラギン酸が減少し、甘味成分であるアラニンが生成します(図 2)。これにより醤油の味はマイルドになります。

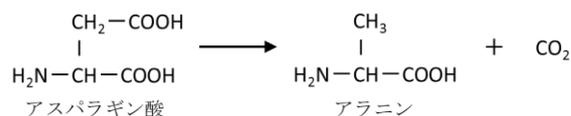


図 2 醤油乳酸菌によるアスパラギン酸の脱炭酸反応

## 4. 凝集性

醤油は清澄であることが求められ、混濁したものはその商品価値を失います。混濁原因の一つとして麴由来の一般細菌の死菌体がしばしば挙げられますが、醤油乳酸菌の菌体もその一因として無視できないと言われています<sup>3)</sup>。醤油乳酸菌の中にはバイオフィルムを形成し、菌体どうしが結合して凝集するものがあります。凝集性株は菌体粒子が大きいいため、諸味の压榨や醤油のろ過を行う際に醤油粕や珪藻土ろ過層に菌体が補足されます。そのため、凝集性を有する株を選択し、諸味に添加して醸造することで清澄な醤油を得ることができると言われています<sup>3)</sup>。

## 5. 還元作用

醤油乳酸菌の中には諸味の酸化還元電位を

低下させる株が存在します<sup>4)</sup>。このような菌株を諸味中で生育させると製品の褐変が抑制されます。白醤油や淡口醤油では色の薄い製品が消費者に好まれる傾向にあることから、こうした菌株の応用が期待されています<sup>5)</sup>。

## 6. まとめ

醤油は複雑な要因が影響して醸成されます。そのため、ある点を改善すると、別の点で問題が生じてしまうことも珍しくありません。しかしながら最良の妥協点を模索することで醤油品質は少しずつでも確実に向上していきます。

醤油乳酸菌を諸味に添加すると pH の急激な低下が生じ、醤油のうま味の指標である窒素分の減少を招くことがあります。醤油乳酸菌の利用にはこうしたリスクを伴うため、これまであまり利用されてきませんでした。しかし菌株の選択や醸造条件の最適化により、こうしたリスクを軽減し、投入菌株のよい面を引き出すことは十分に可能です。

当センターでは醤油乳酸菌株の糖発酵性やアミノ酸分解能、凝集性の評価等が可能です。お気軽にご相談ください。

## 参考文献

- 1) 内田金治, 醤研, **9**, 29-35 (1983).
- 2) 内田金治, 醸協誌, **77**, 740-742 (1982).
- 3) 福岡県醤油醸造協同組合, 特開 2000-245443, 2000-09-12.
- 4) 神戸千幸ら, 農化, **58**, 487-490 (1984).
- 5) 山本泰ら, 日食科工誌, **38**, 663-667 (1991).

---

発酵バイオ技術室：間野博信

研究テーマ：豆味噌、溜醤油の高品質化技術の開発

担当分野：味噌、醤油などの醸造食品の製造技術

### 編集・発行

あいち産業科学技術総合センター食品工業技術センター 平成27年9月16日発行

住所 〒451-0083 名古屋市西区新福寺町2-1-1 FAX 052-532-5791

電話(直通) 総務課 052-325-8091 発酵バイオ技術室 052-325-8092

分析加工技術室 052-325-8093 保蔵包装技術室 052-325-8094

URL: <http://www.aichi-inst.jp/shokuhin/> E-mail: [shokuhin@aichi-inst.jp](mailto:shokuhin@aichi-inst.jp)