

醤油技術特集

寄稿 キッコマン研究開発本部 仲原 丈晴氏

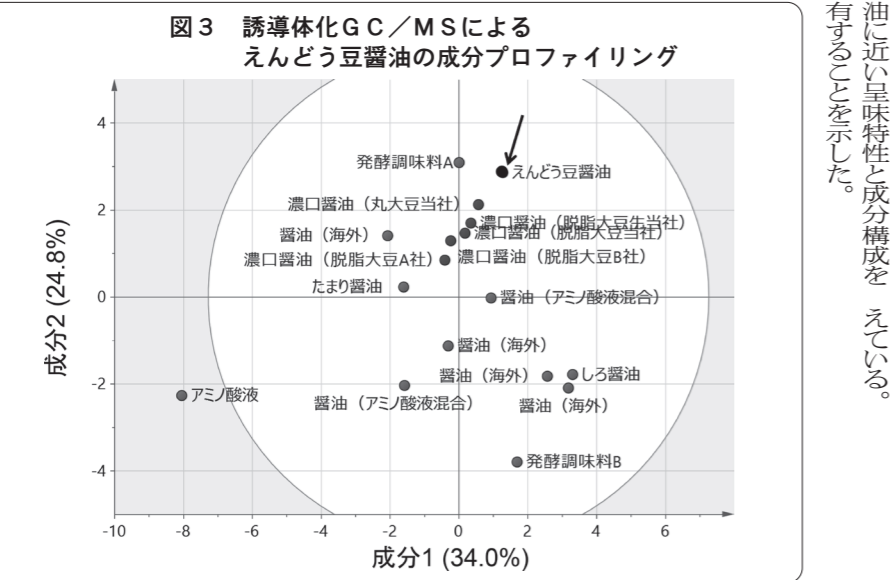
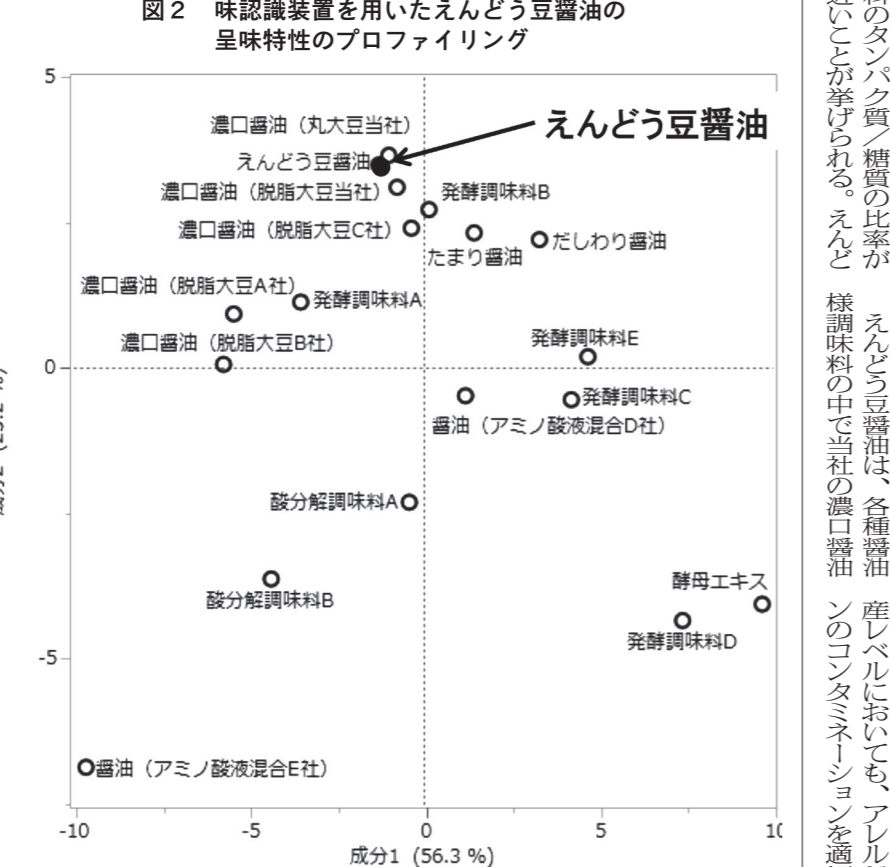
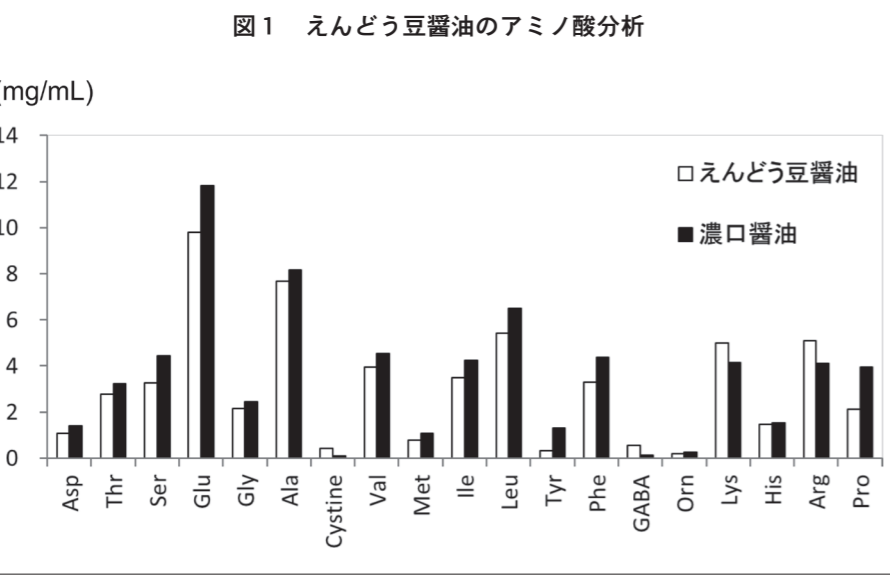
今回の本特集では10月20日に東京農業大学で開催される、第90回醤油研究発表会において、「日本醤油技術賞」受賞講演が行われる、「えんどう豆を用いたしよゆ風味調味料の開発(キッコマン研究開発本部・仲原丈晴氏)」と、「醤油乳酸菌における活性型トランスポソンの発見とアルギニン非分解性株育種への利用(ヤマサ醤油製造本部・脇中琢真氏)」の概要を掲載する。(友枝)

えんどう豆を用いたしよゆ風味調味料の開発

近年、食物アレルギー患者が増加傾向にあり、その有病率は幼児で約5%、学童期から成人では1.5~3%程度と考えられている。食物アレルギーが社会の中で身近に存在するものとなる中、行政や企業の対応も求められている。食物アレルギー患者の誤食による発症を防ぎ、患者自身が食べられる食品を選別しやすくなるために、2001年に食品衛生法で主要なアレルギーを含む原材料を用いた加工食品の原材料表示ルールが定められた。2022年8月時点で、表示義務7品目、表示推奨21品目の計28品目の原材料が表示対象になっている。

えんどう豆醤油の製法

えんどう豆は古代から食用とされ、紀元前1世紀頃には栽培されていたと考えられている。世界各地で主食として、スープやサラダの具材として広く用いられている。年間を通じて流通量が多く、各種穀物の中では価格も比較的安定しており、工業的に調達しやすい原料である。えんどう豆を割砕し、加圧蒸煮を行い、放冷後に種を接種して製麹した。一般的な醤油種に接種する種には、小麦アスパーガ使用される種が多い。しかしながら小麦アスパーガは小麦の皮の部分であるため、小麦アレルギーのキヤリーオーバーを防ぐ観点から、えんどう豆のみを用いて種を調製した。次に、得られたえんどう豆麹を食塩水中で仕込み、乳酸菌と酵母を接種して、通常の醤油調製と同様の管理方法で発酵・熟成を行った。乳酸菌と酵母の増殖に用いる培地も、フルクタンキヤリーオーバーを防ぐ観点から、大豆・小麦を原料に含む組成とした。発酵熟成後、調味を圧搾し火入れを行い、通常の醤油調製と同様の管理方法で、仕込初期の粘度がやや高い傾向であったが、仕込調整による旺盛で同等のエステル量となる通常の醤油調製と同様な



はじめに

一般的に醤油の原料である小麦は表示義務、大豆は表示推奨に該当する。醤油の製造では大豆・小麦が強調表示されていることがほとんどである。また、醤油を原料として加工した食品の原材料表示においても、小麦(小麦を含む)と表示されている。筆者らは、一般的な濃口醤油に近い味味を持ち、大豆・小麦不使用の商品を開発し、安心して使用できる醤油調味料を開発することを検討した。結果、えんどう豆を原料として製麹・仕込を行うことにより、目的の品質の実現に成功したので、紹介する。

味認識装置による呈味性の評価

近年、食感においてヒトの感じる味覚能評価パネルに代わって検出する味認識装置(味覚センサー)が普及している。味覚センサーの異なる人工脂質(モノサリ)を用いることで、ヒトの官能評価と高い相関を示すことが報告されている。えんどう豆醤油は、他の醤油や醤油調味料と比較してどのような呈味特性を有するか明らかにするために、味認識装置を用いて測定を行い、各センサーの測定値を主成分分析した。その結果、えんどう豆醤油は濃口醤油に近い位置にプロットされ、濃口醤油の中でも特に当社製品に近い位置であった。このことから、えんどう豆醤油を有することが客観的に示され、濃口醤油に置き換えて無理なく使用することが期待される(図2参照)。

成分プロファイリング

えんどう豆醤油に含まれる様々な成分を網羅的に分析し、他の醤油や調味料と比較することを目指して、誘導体化GC/MS法による分析を行った。誘導体化(メチル化)により、GC/MS法による分析を行った。このことから、えんどう豆醤油は濃口醤油に近い位置にプロットされ、濃口醤油の中でも特に当社製品に近い位置であった。このことから、えんどう豆醤油を有することが客観的に示され、濃口醤油に置き換えて無理なく使用することが期待される(図2参照)。

おわりに

本研究開発は、えんどう豆を原料に用いて、濃口醤油の製法を参考にし、製麹・仕込を行った。また、各種分析を行い、えんどう豆醤油が大豆・小麦を全用いないにも関わらず濃口醤油に近い呈味特性と成分構成を有することを示した。

淡くなる傾向が認められた。醤油の揮発成分の4-hydroxy-2 (or 3)-methyl-3 (or 2)-furanone (HEMF) は、濃口醤油よりも少ない。また、主原料であるえんどう豆のみを用いた濃口醤油に非常に近かった。このことから、えんどう豆醤油が濃口醤油に近い呈味性を持つことが期待された(図1参照)。

工業規模の製造においても極少量の含有量を確認された。例え、えんどう豆醤油には濃口醤油の2~10倍の糖アルコール類が含まれていることが明らかとなった。このうちアランドールは、キッコマンに存在し、コクやまろやかさを付与することが知られている。また、マンニトールは、昆布の旨味成分の一つとして独特の旨味やまろやかさを呈すると報告されている。これらの成分がえんどう豆醤油においてどのような呈味効果を発揮しているかについては検証が必要であるが、旨味やコクを底上げしている可能性も考えられる。

Advertisement for Kikkoman soy sauce. It features a large image of a soy sauce bottle and a bowl of food. Text includes: 「生しよゆ」の「生」って何?、あ、しぼりたて。が、いつでも新鮮。、いつでも新鮮。しぼりたて生しよゆ、kikkoman logo, and contact information for Kikkoman Customer Support Center (0120-120-358).

醤油乳酸菌における活性型トランスポソンの発見とアルギニン非分解性株育種への利用

寄稿

脇中琢良氏

ヤマサ醤油・製造本部

はじめに

好塩性乳酸菌Tetragenococcus halophilusは、醤油調味で乳酸発酵を担う乳酸菌であり、醤油乳酸菌とも呼ばれる。醤油が乳酸発酵食品であることはあまり認知されていないが、醤油に含まれる乳酸の濃度は、製品によって0%に近い場合から、

ヨーグルトの乳酸濃度を上回る2%近い場合まであり、注意深く味わえば製品ごとに酸味の強さが異なることに気づくであろう。乳酸菌が生産する乳酸は、醤油に酸味や味の深みをもたらすだけでなく、醤油調味のpHを低下させて酵母によるアルコ

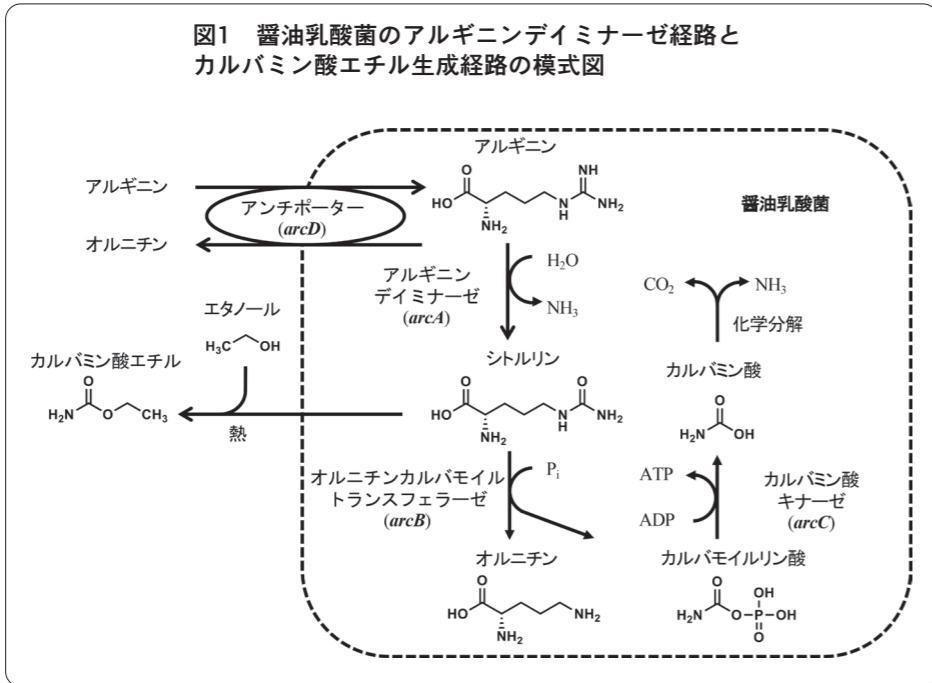


図2 アルギニンデヒミナーゼ経路に関する遺伝子クラスター領域周辺のインサージョンシーケンス転移位置

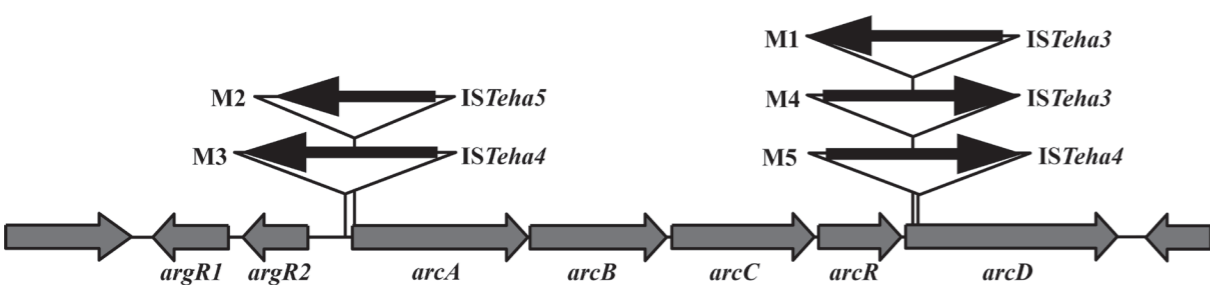
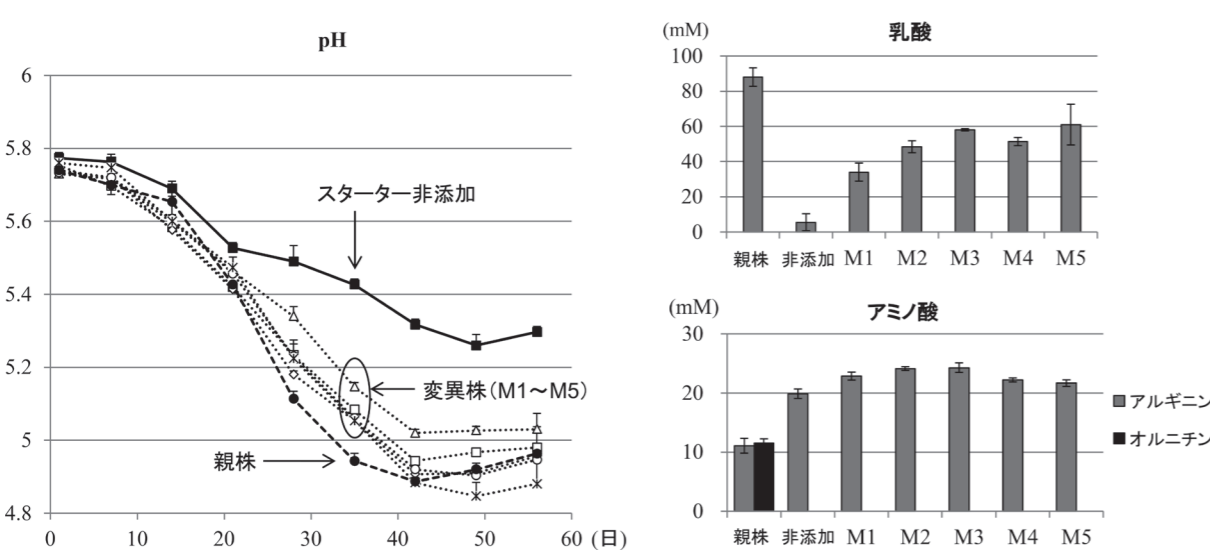


図3 各スターター株を添加した諸味のpH推移と、乳酸・アミノ酸の分析値



ール発酵を促すなど、おいしい醤油を造る上で重要な役割を果たしている。一方で、乳酸が多すぎると醤油にきつい酸味が付与されてしまう上に、酵母によるアルコール発酵も阻害されるため、香味の悪い醤油になりやすい。乳酸発酵を適切にコントロールすることは、醤油醸造上の重要な課題である。

アルギニン非分解性株の育種

醤油調味から分離される醤油乳酸菌には、アルギニンを分解する菌株と分解しない菌株が存在する。乳酸菌のアルギニン分解性に関するものは、アルギニンデヒミナーゼ経路という代謝経路である。この経路では、アルギニンがオルニチンへと変換され、その際にアンモニアが遊離する。醤油調味中でアルギニンが分解されると、乳酸発酵で生産された乳酸をアンモニアが中和してpH低下を抑制するため、結果的に乳酸過多の諸味になりやすい。また、アルギニンとオルニチンの代謝中間体であるシトルリンは、発がん性が指摘されるカルバミン酸エチルの前駆体となる(図1)。

これらの理由から、醤油醸造上アルギニンを分解する乳酸菌は好まれない。しかし野生の醤油乳酸菌の中ではアルギニンを分解する菌株の方が優勢であるため、変異導入によってアルギニンデヒミナーゼ経路を不活性化させた菌株を育種することができれば、非常に有用な技術となる。そこで、アルギニンを分解する性質を有し、全ゲノム配列が解読されているNBRC 12172株を親株として、アルギニン分解性を失った変異株の育種を試みた。

おわりに

本研究では、醤油乳酸菌においてトランスポソンの一種であるインサージョンシーケンスが活発に転移していることを発見し、それを利用してアルギニン非分解性の変異株を育種することに成功した。本研究で見出したISTeHa3、ISTeHa4、ISTeHa5という3種類の新規なインサージョンシーケンスは、Tetragenococcus属の乳酸菌において転移活性が確認された初めてのトランスポソンである。M1~M5の変異株は紫外線照射した上で得られたが、その後

さらに最近の研究で、醤油乳酸菌の性質は菌株間で全く同じではなく、アミノ酸・糖・有機酸代謝などにおいて多様な性質を示し、それらの性質の違いが醤油の品質にも大きな影響を及ぼすことが明らかになってきた。そのため、多様性に満ちた醤油乳酸菌の個性を理解した上で、望ましい性質の菌株を選別したり、望ましくない性質を改変・育種したりする技術が求められている。

育種株を用いた醤油醸造

親株であるNBRC 12172株と、育種したアルギニン非分解性変異株を発酵スターターとして用い、試験的に醤油を醸造した。発酵スターターを添加しない諸味と比べ、親株、変異株をスターターとして添加した諸味では、いずれも速やかにpHが低下した。スターターを添加しない諸味では乳酸はほとんど生産されなかったのに対し、スターターを添加した諸味では著量の乳酸が生産された。

おわりに

これらから、これらのインサージョンシーケンスの転移に紫外線照射は必須でなく、単に継代・培養するだけで醤油乳酸菌のゲノム上を活発に転移していることが判明している。

育種は、農作物では一般的な技術であり、例えば果物では、より甘く、収量が多く、病気に強く、種のない品種などが育種されている。微生物においても同様で、清酒酵母では、優れたアルコール生産能力を有し、吟醸香成分を多く作り、不快臭成分を作

らず、醗が泡立ちにくいといった性質の菌株が育種されている。しかし醤油乳酸菌を育種した事例は、麹菌や酵母と比べて少なく、変異を導入するための技術も確立されていなかった。今回報告したインサージョンシーケンスを利用した育種は、薬剤処理による農作物の育種などと同様に、遺伝子組み換え技術を用いない、自然変異も利用した育種技術である。

おわりに

本研究が、今後の醤油乳酸菌の育種・研究の基盤技術として活用され、醤油の品質・安全性・生産性の向上に寄与することを願ってやまない。

ちょうどいい「300ml鮮度ボトル」誕生!

ヤマサ 鮮度 シリーズ

特選 丸大豆しょうゆ 300ml

減塩しょうゆ 300ml

北海道昆布しょうゆ 塩分カット 300ml

だししょうゆ 300ml

特選 丸大豆しょうゆ 600ml

減塩しょうゆ 600ml/200ml

北海道昆布しょうゆ 塩分カット 600ml/200ml

特選 塩分控えめしょうゆ 600ml

うすくち丸大豆しょうゆ 600ml

鮮度 for you. —おいしいしょうゆは赤い。—

ヤマサ醤油株式会社 www.yamasa.com