

米麴で発酵した石川県産食材の栄養機能性に関する研究

化学食品部 ○辻篤史 山崎裕也

1. 目 的

石川県には、風土に合った味噌、醤油、日本酒を始め、かぶら寿し・大根寿しや魚介の糠漬けなどの個性的な伝統発酵食品が数多く存在している。これらの発酵食品製造に欠かせない微生物が麹菌である。近年、甘酒や塩糰の流行もあり、麹菌の働きを利用した様々な発酵食品の開発が日本各地で進められている。一方で、これら新しい発酵食品については、製法の確立や製品特長を把握する上で重要な科学的な情報に乏しいことも事実である。

そこで本研究では、新しい発酵食品の創造を目指し、石川県らしい幅広い食材を米麹（米に麹菌を生育させたもの）で発酵させ、栄養・風味・機能性成分の変化について分析評価を行うことを目的とした。さらに、ブリと果皮を含む野菜・穀類については、機能性、製法などに関して、詳細な検討を行った。

2. 内 容

2.1 石川県らしい食材の米麹発酵による成分変化の把握

発酵食材として、ブリ、甘エビ、ブタ肉、牛乳、豆乳、サツマイモ、レンコン、紫黒米、トマト、ブルーベリー、キウイ、アカモクを使用した。各食材は生、もしくは食材に応じて湯通し、蒸煮、焼成の前処理を行った。基本発酵条件として、食材/米麹/水を 1/1/2 重量比で混合し、50-60℃で 6-24 時間発酵を行った。米麹の種類は、清酒用、味噌用、焼酎用を適宜使用した。発酵前後サンプルについて、栄養・風味・微生物制御の観点から、pH、水分活性値、遊離アミノ酸、低分子糖などの分析評価を行った。

(1) タンパク質食材（甘エビ、ブリ、ブタ肉など）

ブリ、甘エビ、ブタ肉を米麹と混合して発酵したところ、旨味成分であるグルタミン酸を含む遊離アミノ酸量が顕著に増加した。発酵による増加率は、米麹やブリの自己消化（分解）の増加率を遥かに上回っていた（図 1）。このことから、米麹に含まれるタンパク質分解酵素が魚肉のタンパク質を分解して遊離アミノ酸を生成したものと考えられた。また米麹の種類別では、味噌用を使用した時に最も遊離アミノ酸が増加し、官能的にも強い旨味とこくを有する発酵物が得られた。

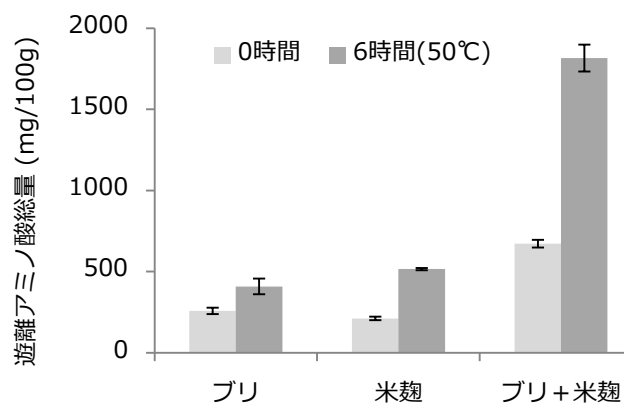


図 1 ブリ米麹発酵時の遊離アミノ酸量変化

(2) デンプン食材（サツマイモ、レンコン）

サツマイモ、レンコンについては、発酵によりブドウ糖およびイソマルトースが顕著に増加した。これら低分子糖は米麹の自己消化によっても生じるが、デンプン食材を混合することで、より効率的に増加することが明らかとなった。特に焼酎麹を用いた際、まろやかな甘味と酸味を持つ発酵物を得ることができた。イソマルトースは、腸管内でビフィズス菌を選択的に増殖させるプレバイオティクスとして利用されており、今後、発酵条件や発酵物のビフィズス菌増殖効果について検討する予定である。

(3) その他の食材

果実やアカモクでは、米麹の自己消化によりブドウ糖などの甘味成分が増加するものの、

米麴の酵素が食材成分に作用して遊離アミノ酸や低分子糖を生成することはなかった。

さらに、全ての食材で発酵による水分活性値の低下が認められたが、本発酵条件では常温流通される製品レベルには達しなかった。pHについては発酵による変化はほとんど認められなかった。

2.2 ブリ米麴発酵物の微生物制御および風味・機能性変化

製造時の風味・機能性変化や食中毒・腐敗微生物制御の観点から、ブリ（タンパク質食材の一例）を米麴で発酵する際の詳細な条件について検討した。

(1) 風味・機能性変化に関する条件

温度、時間、麴歩合、塩分添加が遊離アミノ酸、糖、匂い成分の生成に与える影響について基礎データの蓄積を行った。また、血圧上昇抑制の指標であるACE阻害活性を測定した結果、ブリの米麴発酵物は、短い発酵時間でもいしりと同程度の強いACE阻害活性を持つことが明らかとなった。

(2) 食中毒・腐敗微生物の制御条件

大腸菌、ブドウ球菌、バシラス属細菌を接種し、発酵試験を行った。その結果、大腸菌、ブドウ球菌は発酵温度 60℃で経時的に減少・死滅したことから、60℃以上の温度設定が望ましいと考えられた。一方で、バシラス属細菌芽胞は 60℃でも孢子数が維持されることから、芽胞を含む原材料については注意が必要であると考えられた。

2.3 果皮を含む野菜・穀類におけるポリフェノール抽出効果

従来廃棄されている果皮の有効利用を想定し、果皮付きのサツマイモペーストを米麴にて発酵し、果皮に含まれるポリフェノールの挙動について検討した。その結果、発酵に伴い、果皮に含まれるポリフェノールが迅速に水中に溶出し、特に焼酎用米麴を用いた場合に抽出効率が高いことが明らかとなった。また、果皮にアントシアニン（ポリフェノールの一種）を含む紫黒米玄米でも同様の現象が生じることを確認した（図 2）。これらのことから、米麴による発酵により、ポリフェノールなどの果皮に多い機能性成分を有効活用できる可能性が示唆された。

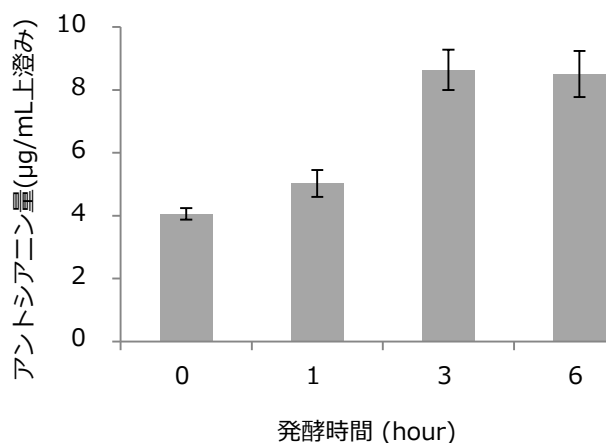


図 2 紫黒米発酵時のアントシアニン抽出量

3. 結 果

本研究では、石川県らしい幅広い食材を米麴にて発酵した際の栄養・風味・機能性成分の分析評価を行い、基礎データを蓄積することができた。

タンパク質食材では、旨味成分を含む遊離アミノ酸の顕著な増加が認められ、官能的にも旨味・こくを有する発酵物となることが明らかとなった。特にブリに関しては、無塩でACE阻害活性の高い魚醤様米麴発酵物を得ることができた。またデンプン食材においては、甘味の増強とともに、プレバイオティクスであるイソマルトースを効率的に増加できることが明らかとなった。さらに、米麴を利用することにより、植物果皮に含まれるポリフェノールを効率的に水抽出できることを明らかにした。果皮の機能性成分抽出液は、食品のみならず、化粧品などへの利用も可能であると考えられる。

これらの科学的なデータが、今後の米麴を応用した新しい発酵食品・素材開発を加速する基盤になると考えている。