

三重県産きのこおよび野菜を利用した発酵食品の試作とその特徴

苔庵泰志*, 藤原孝之*, 栗田 修*

Characterization of the Foods with Fermented Products from Mushrooms and Vegetables Harvested in Mie Prefecture

Yasushi KOKEAN, Takayuki FUJIWARA and Osamu KURITA

1. はじめに

生活習慣病の増加や高齢者医療費の負担増等により、消費者の関心は、疾病予防・健康の維持増進に集まっている。このため、健康食品産業市場の成長は拡大しており、機能的食品（特定保健用食品）や健康食品、これら食品に用いられる素材の需要も増加している。中でも、微生物を利用するプロバイオティクス等の効果を持った発酵食品素材は、今後の成長が期待されている¹⁾。

三重県にはそれぞれの地域に特色を持った特産物がある。しかしながら、これまでに発酵技術を取り入れたプロバイオティクス機能を有した食材や、発酵作用を活かして官能特性を賦与した素材や食品の開発は進んでいない。そこで三重県科学技術振興センター工業研究部では、平成 17 年度から、三重県産の農林水産物を用いた発酵食品の開発、素材化に取り組んできた²⁻⁴⁾。

ハタケシメジ (*Lyophyllum decastes*) は、三重県で全国に先駆けて人工栽培技術の開発に取り組む、商業生産されている食用きのこである²⁾。ヒラタケは (*Pleurotus ostreatus*) は、昭和 40 年代後半に全国でも上位の生産量を誇ったが近年は生産量が減少している。ブナシメジ (*Hypsizigus marmoreus*) は、ヒラタケ生産量が減少した後に、特産品として生産するために県内へ導入されたきのこである。きのこには、様々な生理機能が知られており、抗腫瘍作用等が多くきのこで報告されており、ハタケシメジも抗腫瘍作用に優れたきのこである⁵⁾。これらのことから、きのこを食品素材として利活用することで、生理機能を有した食品の開発が期待できる。

タカナ (*Brassica juncea Czern. Integfolia Group*) は、中国原産のアブラナ科野菜であるカラシナの変種で、国内では南紀地方と九州地方の特産品となっている。南紀地方では「めはり寿司」の材料として、塩漬けた漬物での利用が一般的となっている。松阪赤菜 (*Brassica campestris subsp. rapa*) は、松阪市を中心とした地域で生産されているアブラナ科の特産野菜で、葉、根の両方が漬物等に利用可能である⁶⁾。これらの特産農産物は、地域の特産食品として加工され、流通している。現在、用途拡大に向けた新規食品の取り組みも行われているが、プロバイオティクス機能の賦与を目的とした、乳酸菌添加等による発酵素材化の取り組みは行われていない。

また、漬物に添加した乳酸菌は、発酵により乳酸を主とした有機酸や、揮発性の香り成分を産生する。これら発酵産物は漬け物の風味と品質に大きな影響を持つことが知られている⁷⁾。これらのことから、乳酸菌添加による新規な漬物の製造により、これまでにない香りや食感を有した食品を創出できる可能性がある。

平成 19 年度は、地域特産農林水産物から発酵素材を調製し、素材単独、およびそれを用いた発酵食品の官能特性や機能特性を評価した結果について報告する。

* 医薬品・食品研究課

2. 原材料および乳酸菌

タカナは熊野市産、松阪赤菜は、松阪市産の市販品を購入した。ハタケシメジ、ヒラタケは三重県科学技術振興センター林業研究部で栽培したものを、ブナシメジは市販品を用いた。きのこは、ポット栽培した瓶から石づき部分を除去した可食部(子実体)を使用した。原料は、50℃で48時間乾燥後に粉体ミルで粉末化し、試験試料とした。

乳酸菌は植物由来として *Lactobacillus plantarum* NBRC15891 (以下、植物系乳酸菌と記述)、腸管由来として *Lactobacillus rhamnosus* NBRC3425 (以下、腸管系乳酸菌と記述)を(独)製品評価技術基盤機構から購入して発酵試験に用いた。

3. 実験方法

3. 1 野菜の発酵試験

3. 1. 1 乳酸発酵野菜の調製

タカナの生葉および、茎葉と根を未裁断の松阪赤菜をそれぞれ16kgを水洗し、塩素の終濃度が100 μ g/mLとなるように次亜塩素酸ナトリウムを加え、20分間浸漬殺菌した後、水道水で洗浄した。次に原料重量の30% (w/w) 量の10%食塩水を用いて、10℃で24時間下漬けた。浸け処理後、浸け液は捨て、下漬け後の材料重量の1/4量の0.4%食塩水を加えた。乳酸菌は、MRS培地で一晚培養した後、660nmでの吸光度が1.0となるように生理食塩水で希釈した菌液を、下漬け材料当たり10mL/gの割合で添加した。乳酸菌添加後18℃で6日間発酵させた後、さらに10℃で30日間発酵させた。乳酸菌試験区は、菌無添加の下漬け品、植物系乳酸菌添加、腸管系乳酸菌添加、植物系および腸管系乳酸菌の両方添加の4試験区とした。

3. 1. 2 発酵野菜の抗酸化活性

乾燥粉末試料0.5gに80%エタノール10mLを加え、ホモジナイザーで1分間攪拌抽出し、遠心分離(74,000xg, 20分)した。得られた上澄液を試料溶液として、須田らの分光測定法⁹⁾をプレートリーダーで測定できるように試料溶液量を改変し、DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ラジカル消去能を測定した。測定値は、抗酸化剤であるTrolox相当量として算出した。

3. 1. 3 発酵野菜の官能評価

官能評価は12人のパネリストにより、色合い、

香り、歯ごたえ、味について5段階評価(悪い~良い:0~4)で実施した。

3. 2. きのこの発酵試験

3. 2. 1 麴処理きのこの調製

乾燥米麴2kgに浄水(水道水を浄水器, National PJ-360MR, 九州松下電器(株)で処理)を2L、各きのこ600gを加えて、40℃で5日間処理した。処理後、麴からきのこを取り出し、水洗、凍結乾燥した後、粉体ミルにて粉碎し、パン、うどんの試作に供試した。

3. 2. 2 麴処理きのこ添加パンの試作と評価

砂糖6g, 食塩12gを水350gに溶解後、圧搾酵母12g, イーストフード0.6gを懸濁し、あらかじめ乾燥きのこ粉末6gと強力粉600g(1% (w/w))を混合した粉末を加え、縦型ミキサーで(SK-10P, SKミキサー(株))混合した。混合は、はじめに低速(75rpm)で2分間、中速(150rpm)で4分間、高速(225rpm)で1分間行い、ショートニング30gを加えた後に、さらに中速で3分間、高速で2分間行った。混合終了後、30℃で90分間1次発酵を行い、分割整形してさらに60分間2次発酵を行った後、220℃で40分間焼成した。官能評価は、色合い、香り、食感、味の4項目について、23人のパネリストにより、7段階評価(悪い~良い:0~6)で評価した。

3. 2. 3 麴処理きのこ添加うどんの試作と評価

製麺、官能試験は「小麦の品質評価法」⁹⁾に準じて行った。各きのこ熱風乾燥粉末30g(中力粉重量の3%)を中力粉1,000gに攪拌混合し、食塩20gを溶解した水340gを加えた。パン調製と同様の縦型ミキサーを用いて300rpmで10分間混合した後、室温で2時間静置した。製麺は大隈式製麺機((株)大隈式製麺機製作所)を用いた。圧延は、ロール間隙3mmで荒延べ1回、複合2回、圧延2回(ロール間隙1回目2.5mm, 2回目2.0mm)した後、切歯角10番で裁断した。麺は沸騰水中で20分間茹でた後、水道水で水洗冷却して水切りし、官能試験に供した。官能試験は11人のパネリストにより行い、評価項目は、外観(色, 肌荒れ), 食感(硬さ, 粘弾性, なめらかさ)および匂い・味とした。評価はきのこ未添加のうどん標準品を基準の「0」として、それと比較して各項目の良否を ± 3 の7段階で評価した。

4. 結果と考察

4. 1 野菜の発酵試験

4. 1. 1 乳酸発酵野菜の抗酸化活性

抗酸化活性はどの試験区でも乳酸発酵による低下は認められず、活性は保持された。発酵に用いた菌株、素材の種類による差もみられなかった。

4. 1. 2 乳酸発酵野菜の官能評価

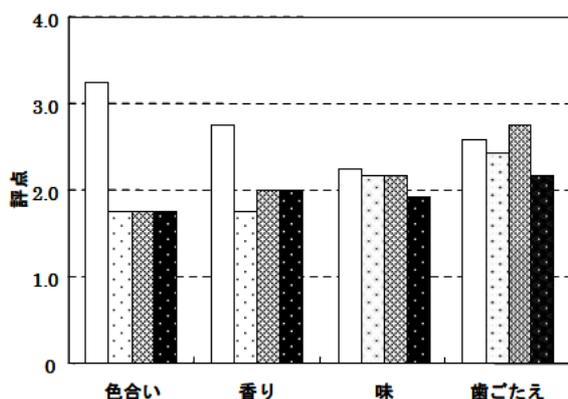


図1 乳酸発酵したタカナの官能特性

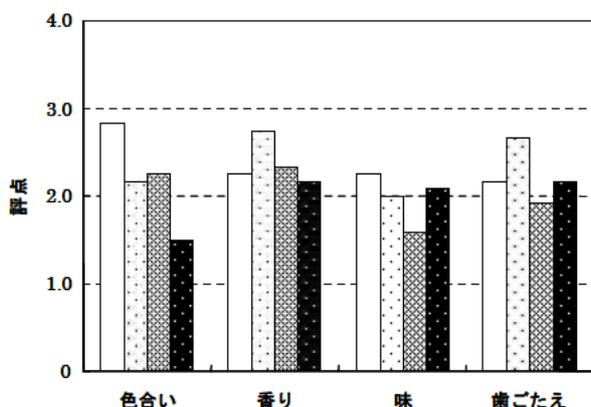
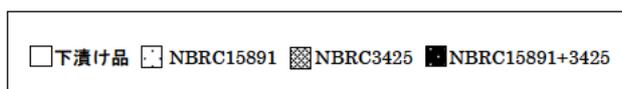
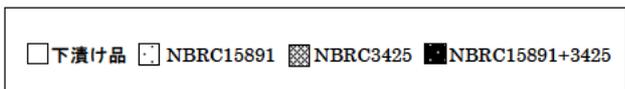


図2 乳酸発酵した松阪赤菜の官能特性



乳酸発酵したタカナおよび松阪赤菜の官能評価結果を図1、図2に示す。タカナでは色合い、香り、味に関して、どの試験区も発酵前に比べて劣っていた。歯ごたえは、腸管系乳酸菌を用いた発酵で向上した。松阪赤菜では、植物系乳酸菌添加による発酵で香り、歯ごたえが向上したが、色合い、味に関す

る評価は発酵前より劣っていた。松阪赤菜の根の部分は、アントシアニンを含み、通常は薄い赤紫色を呈している。植物系乳酸菌添加による発酵で、根部の色調は朱色に近い鮮やかな色調となったが、官能評価での評点には反映されず、落ち着いた色調が好まれる傾向を示した。

乳酸菌添加による漬物の発酵生産物としては、呈味成分として乳酸、クエン酸等の有機酸があり、揮発性の香気成分の中では、2, 3-ブタンジオールの生成が、好ましい香りに影響するとされている⁷⁾。今回の検討における香り等の品質改善は、乳酸菌による香気成分産生が寄与したと考えられる。今後、本素材の実用化に当たっては、さらに、香気成分や呈味成分の生成に影響を及ぼす発酵条件を詳細に検討し、香り、味等の改善を図る必要がある。

4. 2 きのこの発酵試験

4. 2. 1 パンの官能評価

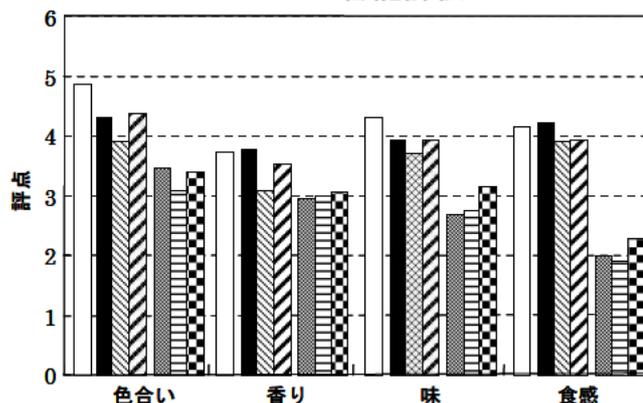
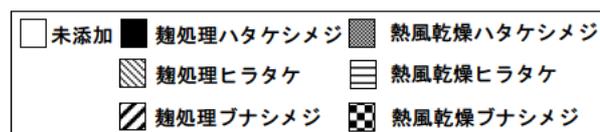


図3 麴処理きのこを添加したパンの官能特性



麴処理きのこを添加したパンの官能特性について、対照としてのきのこ無添加、熱風乾燥粉末したきのこ粉末添加パンと比較した(図3)。麴処理きのこ粉末添加品の色合い、味は、きのこ粉末未添加品よりやや劣るものの、香り、食感では、未添加品とほぼ同等の評価結果であった。しかしながら、熱風乾燥きのこ粉末添加品との比較においては、食感、味の改善が認められた。この要因として、きのこ粉末添加によるパン生地の過発酵によるグルテンネットワークの破壊があげられる。Okamuraら¹⁰⁾は、きのこ粉末添加時による過発酵の原因は、きのこ由来栄養源の付加による酵母の発酵促進・ガス発生量の増加

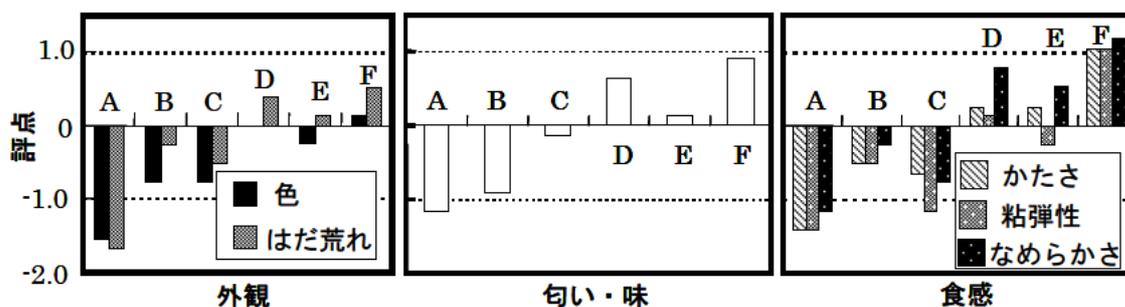


図4 麴処理きのこを添加したうどんの官能特性

A: 熱風乾燥ハタケシメジ添加 B: 熱風乾燥ヒラタケ添加 C: 熱風乾燥ブナシメジ添加
D: 麴処理ハタケシメジ添加 E: 麴処理ヒラタケ添加 F: 麴処理ブナシメジ添加

に起因すると報告している。今回の検討では、熱風乾燥粉末添加パンでは、きのこ粉末未添加のパンに比べて、発酵終了時の体積が減少したが、麴処理きのこ粉末添加パンでは、体積減少が緩和された（データ示さず）。これらのことから、麴処理により、きのこ由来の栄養源が消費され、添加したパン生地 of 過発酵が熱風乾燥粉末添加に比べて緩和されたと推測される。今後、実用化に向けた取り組みとしては、麴処理方法の改良、麴処理きのこ粉末の添加量を含めた配合組成について検討する必要がある。

4. 2. 2 うどんの官能評価

麴処理きのこ粉末添加うどんの官能評価結果を、図4に示す。外観に関して、麴処理きのこ添加では、熱風乾燥きのこ粉末添加より色調に優れ、はだ荒れも少ないという結果となった。食感に関しても、全ての項目で麴処理きのこ添加が優れていた。特にブナシメジでは麴処理の効果が顕著で、硬さ、粘弾性、なめらかさ全てについて麴処理ハタケシメジ添加、麴処理ヒラタケ添加の評点より優れていた。匂い・味に関しても麴処理ブナシメジ添加が最も優れており、次いで麴処理ハタケシメジ添加、麴処理ヒラタケ添加の順であった。熱風乾燥きのこ添加では全ての項目できのこ未添加の標準品より劣っていた。

きのこはその独特の匂いから好き嫌いも多いが、麴処理によりその官能特性が改善されたことから、今後、これらの特色を活かした商品化が期待できる。

5. まとめ

(1) 乳酸発酵した野菜の抗酸化活性は、未発酵品と同等に保持された。乳酸発酵野菜の官能評価値は、タカナでは腸管系乳酸菌の添加で未発酵品に比べて歯ごたえが向上し、松阪赤菜では、植物系乳酸

菌の添加で香り、歯ごたえが向上した。

(2) きんこの粉末を添加したパンの官能評価では、麴処理粉末添加品が、色合い、香り、食感、味の全項目について未添加品に比べて同等、もしくはやや劣ったが、熱風乾燥粉末添加品に比べて食感、味の改善が認められた。

(3) きんこの粉末添加うどんの官能評価において、麴処理粉末添加品では、外観、食感、匂い・味の全ての項目において熱風乾燥粉末添加品に比べて優れていた。特にブナシメジでは麴処理の効果が顕著であった。

謝辞

きのこの入手に関し、きのこ子実体は、三重県科学技術振興センター林業研究部の西井孝文主任研究員から提供していただいた。ここに記して感謝する。

参考文献

- 1) 食品と開発編集部：“07年度トクホ市場規模、6,798億円に成長”。食品と開発、43(4)、p2(2008)
- 2) 苔庵泰志ほか：“ハタケシメジ (*Lyophyllum deacastes*) およびモロヘイヤ (*Corchorus olitorius*) 酵素分解物による乳酸菌の生育効果について”。三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告、30、p107-109 (2007)
- 3) 苔庵泰志ほか：“県内農林水産物酵素分解物の乳酸菌生育への影響とその発酵液のACE活性阻害について”。三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告、31、p152-154(2008)
- 4) 苔庵泰志ほか：“米麴で漬け込んだ食用きのこの物性変化について”。日本きのこ学会第11回大会講演要旨集、p8(2007)

- 5) 卯川ほか：“ハタケシメジのアンジオテンシン I 変換酵素阻害活性および抗腫瘍活性”. 日本食品科学工学会誌, 48(1), p58-63(2001)
- 6) 藤原孝之ほか：“松阪赤菜の栽培及び加工適正に関する研究”. 三重県農業技術センター研究報告, 21, p21-32(1993)
- 7) 石川健一ほか：“漬け物に適した乳酸菌の選択と発酵条件の確立”. 日本食品化学工学会誌, 50(8), p361-364(2003)
- 8) 須田郁夫：“抗酸化機能①分光学的抗酸化機能評価”. 篠原他編著, 食品機能評価法, 光琳, p218-220(2000)
- 9) 農林水産省食品総合研究所：“小麦の品質評価法”(1985)
- 10) Okamura et al: “Effects of adding mushrooms to dough on gas production during bread making”. J. Home Econ. Jpn., 49(8), p865-871(1998)

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としていません)