

令和 2 年度 学 位 論 文 内 容 要 旨

論 文 題 目

〈邦文〉

乳酸菌種と製造工程の違いが
低温乳酸発酵食肉製品の嗜好性に
およぼす影響に関する研究

〈欧米〉

Study on the palatability and Physicochemical
properties of sausages prepared via lactic acid
fermentation and drying at low temperature

名城大学大学院 農学研究科 農学専攻 博士後期課程

氏 名

村橋 誉将

乳酸菌種と製造工程の違いが低温乳酸発酵食肉製品の嗜好性におよぼす影響に関する研究

【目的と背景】

欧米ではドライソーセージやセミドライソーセージ、生ハムといった発酵食肉製品が古くから親しまれており、日本においても種類は少ないものの、サラミや生ハム等が食生活に浸透しはじめている。しかしながら、日本ではかつての法的な制約や多湿な気候条件等によって、乳酸菌等の有用微生物を活用した発酵食肉製品の開発・普及はあまり進んでいない。そのような中、昨今の食志向の多様化に伴い、より安全で高品質な発酵食肉製品の開発が求められている。著者の研究室では、有害微生物等の生育が抑制される低温条件下（4℃）での乳酸発酵に着目し、低温性の発酵食肉用スターターとして確立されている市販の *Lactobacillus sakei* D-1001（D-1001）と、生化学的諸特性が D-1001 に類似した *Lactobacillus sakei*（*L. sakei*）十数菌株を用いて低温乳酸発酵させた塩漬豚肉の嗜好性ならびに生体調節機能に関する研究を行ってきた。その結果、*L. sakei* は 4℃の低温条件下において塩漬豚肉の pH を速やかに低下させ、かつ、タンパク質分解に伴う機能性ペプチドの生成に寄与する可能性が示唆されている。しかしながら、これらの塩漬豚肉をもとに作製した発酵ソーセージは、接種菌株によっては食肉製品の重要特性である結着性・保水性が著しく低下することが明らかとなり、特に *L. sakei* 保有菌株においてそれが顕著であった。これらのことは、*L. sakei* を添加した発酵ソーセージは有害微生物生育の抑制効果や、生体調節機能が付与されることが期待されるが、食感や味に関する好ましさについてはむしろ低下することを示している。現在、この原因が *L. sakei* 種特有のものであるのか、あるいはその製造方法の検証も含め、急ぎ検討する必要があるが、*L. sakei* 種以外で、4℃で乳酸発酵が可能な乳酸菌は著者の知る限り報告されていない。

そこで、本研究では低温乳酸発酵を施したソーセージの食感や味に関する嗜好性改善を目的として、低温条件下の塩漬豚肉中にて乳酸発酵が可能な乳酸菌の探索と、菌種や製造工程の違いが低温乳酸発酵ソーセージの嗜好性に与える影響について調査することとした。

【実験内容と結果】

低温条件下に保存した塩漬豚肉中において、発酵食肉製品のスターターとして確立・市販されている低温性乳酸菌、D-1001 と同等かそれ以上の乳酸発酵能を有する乳酸菌株を探索した。低温増殖性の程度から事前に選抜した供試菌株、*Lactobacillus salivarius* A001（A001）、*Lactobacillus helveticus* B001、*Lactococcus lactis* C001 および *Enterococcus durance* D001（D001）の 4 菌株をスターターとして塩漬豚挽肉に添加し、低温乳酸発酵食肉製品のスターターとしての有用性を検討した。その結果、A001 および D001 は添加濃度によって、D-1001 に匹敵する乳酸生成能を有し、特に A001 は pH 低下能にも優れていることを明らかにした。以上より、A001 が低温乳酸発酵食肉製品のスターターとして有用であると判断した（第 1 章）。

次に、低温乳酸発酵と低温条件下での乾燥処理を施したソーセージを製造し、菌種の違いや乾燥工程が製品の食感や味等の嗜好特性に与える影響について検討を行った。前章にて、低温乳酸発酵食肉製品のスターターとして有用であると判断した A001 と、市販スターターである D-1001 を塩漬豚挽肉に添加し、コーラゲンケーシングに充填したものに対して低温乳酸発酵および乾燥処理を施したものを試料とした。これらの試料について菌種の違いや乾燥処理が、本発酵ソーセージの食感や呈味等の嗜好性におよぼす影響を評価した。その結果、D-1001 および A001 の添加により、タンパク質の分解や、それ

（名城大学大学院）

に伴い呈味性に影響する遊離アミノ酸の生成が促進される可能性が示唆された。また、これらの低温乳酸発酵ソーセージは pH の低下に伴い嗜好性が低下する傾向にあるが、ソーセージの熟成期間に乾燥工程を導入することにより、食感や旨味に関する呈味成分に変化が生じ、その結果として嗜好性が改善されることが明らかとなった（第 2 章）。

前章において確認された乾燥工程の導入による嗜好性改善効果は、乾燥の程度に依存する傾向もみられたため、本章では D-1001 および A001 を添加し、低温乳酸発酵（5 日）を施したソーセージに対して異なる期間の乾燥処理（0～5 日）を施したものを試料とし、乾燥の程度の違いがソーセージの美味しさにおよぼす影響を調査した。その結果、日数経過に依存して、水分の蒸発に伴う重量の減少がみられ、その程度によってソーセージの嗜好性に対してプラスに影響することが明らかとなった。すなわち、いずれの試料も、水分が 10% 程度減少する乾燥を施すことで、見た目、硬さ、味といった官能検査の各嗜好性パラメーターにおいて高い評価値を示す傾向がみられた。また、水分変化の影響を強く受けられる硬さに関するパラメーターは、全ての試料に共通して最も高い評価値を示す傾向がみられた。これらのことから、乾燥処理により、低温乳酸発酵ソーセージの水分を 10% 程度減少させることが、美味しさの向上に繋がると結論づけた（第 3 章）。

乾燥処理の程度によって食感や味に関する嗜好性が向上することが明らかとなった一方で、乳酸菌添加区は非発酵区よりも、酸味等に関する好ましさが低くなる傾向がみられた。そこで、これらのソーセージについて、嗜好性に影響する要因をさらに詳細に検証することとした。その結果、タンパク質の変性によるソーセージの物性変化が、食感に関連する硬さやジューシーさの改善に繋がる可能性が示唆されたことに加え、pH の変化と密接に関係する酸味は、呈味性に強く影響し、特に A001 を添加したソーセージでは、その酸味の強さが風味や旨味の評価にネガティブに作用した可能性が示唆された。一方で、D-1001 添加ソーセージの酸味は、非発酵区よりも低い評価値を示す傾向がみられたが、旨味、塩味、総合評価に関しては評価値が高くなる傾向がみられたことから、適度な酸味は低温乳酸発酵ソーセージの嗜好性向上に寄与するものと考えられた（第 4 章）。

A001 はその pH 低下能の高さから、D-1001 よりも発酵期間を短く設定することで、pH 低下に伴う酸味の強さを軽減させることが可能であると考えられる。そこで、A001 を添加したソーセージについて発酵期間（3 または 5 日）の異なる試料を製造し、pH の違いによる影響を調査するとともに、食肉の食味に強く影響する脂肪の添加の影響についても併せて検討した。その結果、発酵期間の短縮（3 日程度）は酸味をはじめ、全ての嗜好パラメーターの向上に繋がることが明らかとなった。また、脂肪の添加も各嗜好パラメーターに影響し、特に酸味の改善に寄与する可能性が示唆された（第 5 章）。

【まとめ】

本研究では *Lactobacillus salivarius* A001 という新たな低温性乳酸菌を見出し、その pH 低下能を含め、発酵ソーセージのスターターとしての有用性を示した。また、低温乳酸発酵ソーセージは接種乳酸菌種等の違いにより、タンパク質の分解挙動が異なり、それに伴い生成される低分子ペプチドや遊離アミノ酸量とその組成も変化する。このことは、ソーセージのテクスチャーや呈味等の嗜好性に大きく影響する可能性を示唆するものである。さらに、これらの嗜好特性は、発酵期間や乾燥期間の違い、脂肪添加の有無にも強く影響を受けることが明らかとなった。

以上より、使用菌種に応じて添加するスターターの菌数や発酵・乾燥期間等の条件を適切に設定することで、嗜好性に優れた加熱タイプの低温乳酸発酵ソーセージを製造できることが明らかとなった。

（名城大学大学院）