

酵母を接種した非加熱発酵ソーセージの諸性質

三上正幸・関川三男・島田謙一郎
(帯広畜産大学 畜肉保蔵学研究室)

1. はじめに

非加熱発酵ソーセージは原料肉を加熱せず、発酵、熟成または乾燥し、燻煙の有無、乾燥の程度、表面への酵母やカビの接種などにより、多種多様の製品が作られる。発酵初期のソーセージは大腸菌群、ブドウ球菌などの汚染細菌が増殖しやすい環境にあるので、乳酸菌を主体とするスターターカルチャーを添加して乳酸菌などを急速に増殖させる。これにより、pHを低下させ、有機酸や抗菌物質などの産生により、有害細菌などの増殖を阻止することができる。

一般に発酵ソーセージの乾燥工程中、表面にカビが生育しやすいことから、酵母の一種である *Debaryomyces hansenii* を接種して製造実験を行い、その諸性質について検討した。

2. 方法

(1) 供試菌株：スターターカルチャーは市販のソーセージ用ミックススターターカルチャー5種類を用い、細菌構成はそれぞれ以下の通りである。すなわち、P2M120は *Pediococcus acidilactici* P120, *Staphylococcus carnosus* M72, *S. xylosum* 2 M86 の3種、PLM230は *P. acidilactici* P120, *Lactobacillus sake* L110, *S. carnosus* M72, *S. xylosum* 2 M86 の4種、S51は *P. pentosaceus* P132, *S. carnosus* M72 の2種、Lyo2Mは *L. sake* L110, *S. carnosus* M72, *S. xylosum* M86 の3種およびSP318は *P. pentosaceus* P208, *L. sake* L110, *S. carnosus* M72, *S. xylosum* M86 の4種を混合したものである。

(2) 発酵ソーセージの製造：原料肉は新鮮な豚赤肉を85%、豚背脂肪を15%とし、塩漬剤の配合はこれらに対して、食塩2%、ブドウ糖1%、砂糖0.6%、発色剤（ニュー硝素； NaNO_2 5%、 KNO_3 10%、食品素材85%）0.2%、胡椒0.5%、粗挽胡椒0.5%、オニオン0.3%、ガーリック0.2%を

加え-20℃で凍結した。これらをサイレントカッターで細切しながら、スターターカルチャーを少量の水に懸濁して添加した。「実験1」では製造直後に酵母懸濁液に浸漬して発酵・熟成させ、「実験2」では乾燥・燻煙を行なった後、製造後4日目に酵母を噴霧接種した。ソーセージの発酵・熟成は温度・湿度を制御したチャンバーを用い、 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度80%で3日間発酵し、3日目より $15 \pm 1^\circ\text{C}$ で相対湿度75%、7日目に相対湿度を70%、21日目に相対湿度65%に下げて熟成・乾燥を行い、42日目を最終製品とした。

(3) 微生物検査：各種生菌数は、まず表面に付着している酵母をブラシでよく取り除き、注意深く表面のケーシングを取り除いた。この試料10gを90mlの滅菌生理的食塩水に入れ、氷水中でヒスコトロンを用いて均質化した後、希釈平板法または平板塗抹法で行った。

一般生菌数は標準寒天培地（栄研）を、乳酸菌数はMRS寒天培地（OXOID）を、大腸菌群はクロモカルトCOLIFORM寒天培地（MERCK）を用い、希釈平板培養法で行なった。サルモネラ菌の推定試験はDHL寒天培地（栄研）を、黄色ブドウ球菌の推定試験はフォーゲルジョンソン培地（栄研）を用いて、平板塗抹法で行なった。

(4) pH測定、水分含量、ペプチド量および遊離アミノ酸量：前報²⁾と同様に行なった。

(5) 亜硝酸根の測定：細切試料を0.5N水酸化ナトリウム5ml、12%硫酸亜鉛5mlおよび10%酢酸アンモニウム緩衝液で抽出した。この溶液をスルファニルアミド溶液およびナフチルエチレンジアミン溶液を加えて発色し、540nmの吸光度を測定した。

(6) 官能検査：熟成42日目のものを用い、約1.5mmの厚さに切り、無作為に選んだ本学学生及び教職員により5点評価により行った。

3. 結果と考察

「実験1」において、一般生菌数は対照区の0

酵母を接種した非加熱発酵ソーセージの諸性質

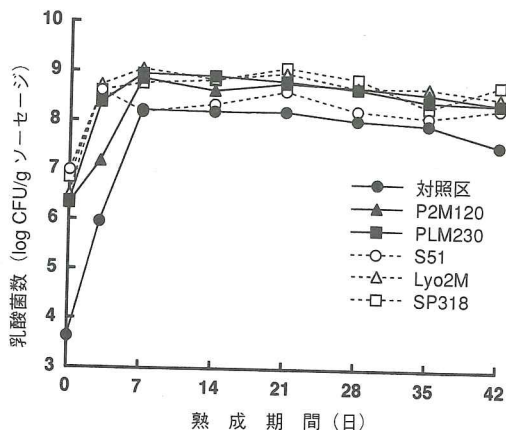


図1. 非加熱発酵ソーセージの乳酸菌数
酵母は製造後4日目に接種した.MRS寒天培地を使用. 数値は5回の平均値

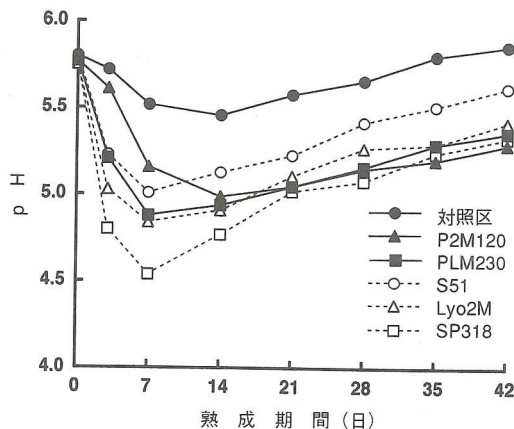


図2. 非加熱発酵ソーセージのpH値
酵母は製造後4日目に接種した. 数値は5回の平均値

日目において 10^4 /g存在し, 熟成3~7日目にはおおよそ $10^6 \sim 10^7$ /gに急増加した。スターターカルチャー添加区では, 0日目の生菌数は $10^6 \sim 10^7$ /g, 熟成3日目には $10^8 \sim 10^9$ /gとなり, その後この範囲で推移した。

次いで発酵ソーセージで重要な役割を有する乳酸菌数は, 対照区では0日目に 10^5 /g存在し, 7日目には $10^7 \sim 10^8$ /gまで増加し, その後この範囲で推移した。スターターカルチャー添加区では, 0日目に $10^6 \sim 10^7$ /gであったが, 3日目から42日目までは, $10^8 \sim 10^9$ /gとなった。

「実験1」において, 大腸菌群は対照区では最終製品である42日目まで, スターターカルチャーを添加したP2M120区では35日まで残存した。

pHは0日目で5.8, 3日目までは低下したが, 7日目はほとんど低下せず, 14日目にはpH5.8~6.5となり, 42日目には6.2~6.7まで上昇した。

官能検査については, 大腸菌群の残存していた対照区を除いた5種類について行ったが, 酸味はほとんどなく, 発酵ソーセージの風味は弱く, またスターターカルチャー添加区における違いは感じられなかった。このように, 充填直後に酵母を接種すると, 良好な結果は得られなかった。

「実験2」では乾燥・燻煙を行ない, 製造後4日目に酵母を接種した。一般生菌数と乳酸菌数(図1)は「実験1」と類似していた。この場

合, pHの上昇は緩やかとなり, 最終製品のpHは5.3~5.9で, 「実験1」に比べておおよそ0.8-0.9低下した(図2)。このうち, 対照区においては乳酸菌数が少ないことから, 対照区のpHは他のスターターカルチャー添加区よりも高い値で推移した。しかし, 大腸菌群は対照区で7日目以降に消失し, スターターカルチャー添加区でも3日目以降には見られなかった。

一般にスターターカルチャーを添加すると, 乳酸の生成やpHの低下などにより大腸菌群は早期に抑制・消失するが, 酵母を接種するとpHは上昇することが「実験1」および「実験2」から分かった。

発酵ソーセージの熟成中にタンパク質は分解され, ペプチドや遊離アミノ酸の蓄積により, 風味などが増加する。まずペプチド量についてみると, 0日目はソーセージ100g当り590.8mgで, 7日目まで急増し, その後は緩やかになり, 42日目には876.5~964.9mgとなった(図3)。熟成・乾燥と共に水分は減少するので, 乾物1g当たり換算すると, 0日目は乾物1g当たり15.4mgであったが, 3または7日目までわずかに増加し, 42日目には11.9~13.1mgまで減少した。この時, P2M120区を除くスターターカルチャー添加区は対照区よりもわずかに高い値であった。これらのことから, スターターカルチャーの添加により, ペプチ

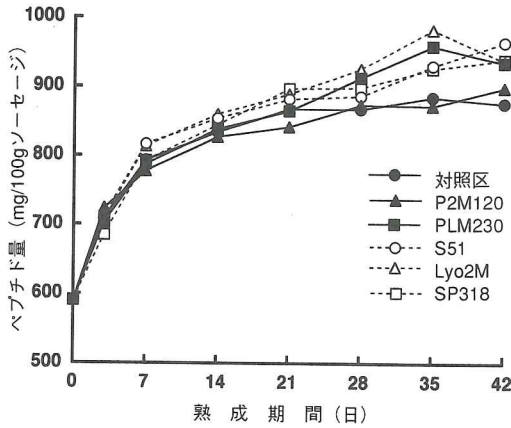


図3. 非加熱発酵ソーセージのペプチド量
酵母は製造後4日目に接種した。数値は6回の平均値

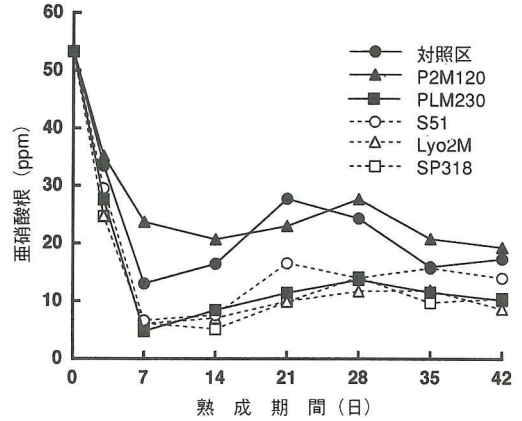


図5. 非加熱発酵ソーセージの亜硝酸根
酵母は製造後4日目に接種した。数値は4回の平均値

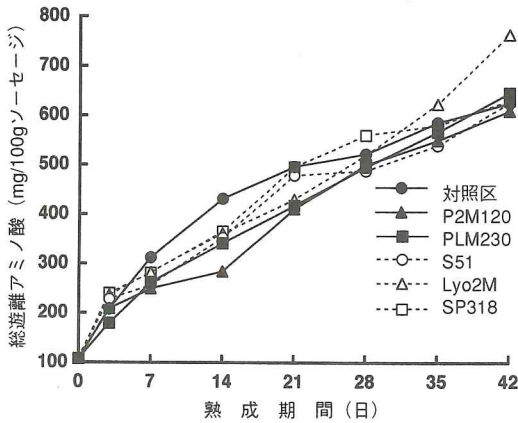


図4. 非加熱発酵ソーセージの総遊離アミノ酸
酵母は製造後4日目に接種した。数値は4回の平均値
ド量が高くなることから、その添加による効果が現われていることが分った。

総遊離アミノ酸は0日目でソーセージ100g当たり107.9mgであったが、42日目には609.9~764.7mgまで増加し、Lyo2M区が高い値を示した。この場合も乾物1g当たりで算出すると、0日目は2.81mgであったが、42日目には8.47~10.35mgとなり、当初の2.5~4倍まで増加した。

熟成中の遊離アミノ酸量と総遊離アミノ酸量は、各試験区とも熟成に伴い、遊離アミノ酸はGln, CysおよびArgを除いていずれも増加し、中でもGlu, Ala, Val, Leu, およびLysの増加が著しかった。Argは豚肉ホモジネートを用いた実験

で、乳酸菌を接種すると消失することから、発酵ソーセージの遊離アミノ酸にArgが存在しないのは、乳酸菌の作用によるためと考えられた(図4)。

亜硝酸根は0日目の53.3ppmから7日目には5~21ppmまで一旦減少した後、42日目までわずかに上昇し、熟成42日目において8.7~19.4ppmとなった(図5)。

「実験2」における官能検査は、5点評価により、色調、総合、風味、酸度および匂いについておこった。対照区が最も低く、次いでP2M120区が低く、Lyo2M区とS51区が高い値であった。

これらのことから、スターターカルチャーを添加し、*Debaryomyces hansenii*を表面に接種して非加熱発酵ソーセージを製造し、以下の知見を得た。

酵母の接種を製造直後に行なうと、pHは一旦低下したが再び上昇し、最終的には6.2~6.7となり、対照区において大腸菌群が最終製品まで残存した。酵母の接種を製造4日目に行なうと、pHの上昇は幾分抑えられて5.3~5.9となり、また大腸菌群も早期に消失し、酸味の少ない製品とすることができた。発酵ソーセージの熟成中におけるタンパク質の分解では、ペプチド量は熟成前半に増加し、その後ゆるやかであったが、乾物当たり換算すると、後半には減少した。一方、遊離アミノ酸は熟成と共に増加した。5種類のミックス

ターターカルチャーを添加した時, *L. sake* L110を含むものが, pH, タンパク質およびペプチドの分解, 亜硝酸根や官能検査などで良好な結果を示した。

4. 謝 辞

本研究の遂行に当たり, 実験の一部は伊藤記念財団の研究補助金により行なわれました。御礼申し上げます。

5. 文 献

1. Schillinger, U. and Lücke, F.K. *Fleischwirtsch.*, 70: 1296-1299, 1990.
2. 三上正幸, 関川三男, 食肉に関する助成研究調査成果報告書, 16: 252-256, 1998.