

乳酸菌を利用した漬物加工技術に関する研究

〔平成 27～29 年度〕

竹友直生・三枝静江・磯野未来・馬場隆*

(食品技術センター・*江戸川分場)

【要 約】 乳酸菌発酵物添加コマツナキムチおよび乳酸菌凍結乾燥菌末添加べったら漬けは、10℃、14 日間保存中の乳酸菌数を高値で維持し、かつ酸味変化を適度に抑えられる。殺菌タイプの高濃度乳酸菌発酵物は、調味液として漬物に乳酸菌を付加できる。

【目 的】

乳酸菌の健康機能を付加した東京都独自漬物の開発を目的に、東京の伝統野菜コマツナを使用したコマツナキムチおよび東京の伝統漬物べったら漬けに生きた乳酸菌を強化し、保存中の乳酸菌数を高値で維持し、かつ乳酸菌により生じる酸度を出来るだけ抑えた漬物製品の製造法を開発する。さらに、調味漬物用の乳酸菌発酵調味液の製造に適した、殺菌タイプの高濃度乳酸菌発酵物を開発する。

【成果の概要】

1. 乳酸菌を強化したコマツナキムチの開発

コマツナは、品種「はっけい」を用い、コマツナと同重量の 8%食塩水で一夜塩漬け後水切りした塩漬けコマツナを、別途乳酸菌と食品素材で調製した乳酸菌発酵物を市販キムチ調味ダレ（表 1）に添加した漬け液に漬け込んでキムチを試作した（図 1）。

(1) 乳酸菌発酵物の調製方法の比較検討： 市販乳酸菌スターター 4 種類をコマツナペーストに加え、35℃、24 時間培養し調製した乳酸菌発酵物を比較した結果、4 種類の乳酸菌の中で *Lactobacillus plantarum* を加えた乳酸菌発酵物は、菌数が高値（図 2 A）で、風味が良好であったことから、乳酸菌は *L.plantarum* を用いることとした。各種食品素材に *L.plantarum* を加え、35℃、24 時間培養し調製した乳酸菌発酵物を比較した結果、野菜ジュース乳酸菌発酵物およびキムチ調味ダレ乳酸菌発酵物は、乳酸菌数が高値で（図 2 B）、かつ風味が優れていたため、これら 2 種類の素材を用いた乳酸菌発酵物調製方法を選択した。

(2) 野菜ジュース乳酸菌発酵物およびキムチ調味ダレ乳酸菌発酵物を添加したコマツナキムチの比較： キムチ全体重量に対し、キムチ調味ダレ原液換算配合量が 15%になる様に、配合 A（塩漬けコマツナ 75%、野菜ジュース乳酸菌発酵物 10%、キムチ調味ダレ 15%）、または配合 B（塩漬けコマツナ 80%、キムチ調味ダレ 2 倍希釈液の乳酸菌発酵物 10%、キムチ調味ダレ 10%）で漬け込み、10℃で 28 日間保存し、経時的に乳酸菌数と酸度を調べた。結果、いずれのキムチも、保存中の乳酸菌数が $10^8 \sim 10^9$ CFU/g で維持され、酸度が上昇した（図 3）。しかし、キムチ調味ダレ乳酸菌発酵物を添加したキムチは、野菜ジュース乳酸菌発酵物を添加したキムチ（図 3 A）と比較し、28 日目の酸度が低値であり（図 3 B）、コマツナの褐変も抑えられた。（白菜キムチの JAS 規格は、総酸度 1%以下。）

(3) キムチ調味ダレ乳酸菌発酵物の添加量が異なるコマツナキムチの保存試験： 全体

重量に対し、漬け液（キムチ調味ダレ+キムチ調味ダレ2倍希釈液の乳酸菌発酵物）の配合量が20%になる様に、塩漬けコマツナ80%、キムチ調味ダレ2倍希釈液の乳酸菌発酵物0.2%、2%、10%および、キムチ調味ダレ19.8%、18%、10%を加え漬け込み、10℃、28日間保存中の酸度および乳酸菌数を調べた。結果、キムチの酸度は、発酵物の添加量に関わらず、保存中、経時的に上昇したが、発酵物を0.2%添加したキムチの14日目の酸度は0.53%と低値で、乳酸菌数は、保存中 10^6 CFU/g以上検出された（図4）。

（4）キムチ調味ダレの添加量が異なるコマツナキムチの保存試験：キムチ調味ダレ添加量の影響を調べるため、漬け液（キムチ調味ダレおよびキムチ調味ダレ2倍希釈液の乳酸菌発酵物）に増粘多糖類（キサンタンガムおよびグアガム各0.5%）を添加し、キムチ調味ダレの添加量を変えたキムチを試作、10℃での保存試験を実施した。乳酸菌発酵物の添加量は、キムチ全体重量に対しすべて10%とし、キムチ調味ダレの添加量を10%、15%、20%にした場合、キムチ調味ダレ添加量10%および15%では、28日目の酸度は1%程度であり（図5）、褐変化も抑えられたが、20%では、28日目の酸度が1%以上となり酸味変化が大きくなった。

以上、*L.plantarum*を用いたキムチ調味ダレ乳酸菌発酵物およびキムチ調味ダレの各配合量を調製したキムチ製造法は、保存中乳酸菌数を高値で維持しかつ酸度変化の少ないコマツナキムチの製造法としての利用が期待できる。

2. 乳酸菌入りべったら漬けの開発

べったら漬け全体重量に対し70%の市販の調味ダイコンを1cm厚にスライスしたものに、市販乳酸菌*L.plantarum*凍結乾燥菌末を、初発菌数が全体重量当たり 1.5×10^7 および 1.5×10^8 CFU/gになる様に加えた調味液を30%配合したべったら漬けを試作した（図6）。調味液は、Brix値を20°、25°および30°になる様に材料（表2）の異性化糖の配合量を調製した。試作べったら漬けを、10℃、14日間保存試験した結果、初発乳酸菌数が、 1.5×10^8 CFU/gでは、14日目の酸度は、Brix値20°の調味液を添加した場合、0.23%と初発に比べ上昇したが、25°、30°ではほとんど酸度変化はみられず（図7A）、酸味変化が少なかった。初発乳酸菌数が 1.5×10^7 CFU/gでは、Brix値が20°でも、14日後の酸度上昇は抑えられ（図7B）、初発乳酸菌数および調味液のBrix値が、保存中酸度変化に影響することがわかった。以上、調味液のBrix値調製と乳酸菌凍結乾燥菌末の初発菌数調製法により、保存中乳酸菌数を高値で維持しかつ酸味変化の少ないべったら漬け製造が可能である。

3. 殺菌タイプの高濃度乳酸菌発酵物の開発

大豆タンパク質分解物を主原料とする培地（表3）を、115℃15分間蒸煮殺菌後、市販乳酸菌*L.plantarum*を接種し、35℃24時間培養（図8）した結果、 6×10^9 CFU/g、pH3.9、淡褐色で酸味ある淡白な風味の高濃度乳酸菌発酵物が得られた。乳酸菌の熱死滅条件（表4）より70℃でのD値（ D_{70} ）は0.5秒と推定されたことから、70℃10分で十分に殺菌され、加熱前と比較し風味、色調の劣化はみられなかった。本培地と市販乳酸菌スターター4種を用いた乳酸菌発酵物は、何れも菌数は高値であり（図9）、他菌種での利用性も示された。以上、調味液に添加可能な、殺菌タイプの高濃度乳酸菌発酵物の調製法が確立し、淡白な風味と色調から、種々の調味液に添加でき、多様な漬物の乳酸菌強化が図れる。

【残された課題・成果の活用・留意点】

得られた成果について、成果発表会などで公表するとともに、漬物事業関係者などに情報提供を行い、商品化の具体化を図る。

【具体的データ】

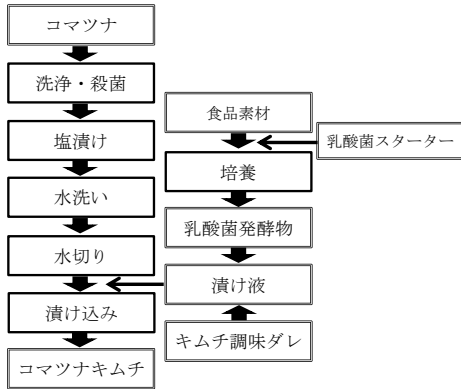


図1 コマツナキムチの試作手順

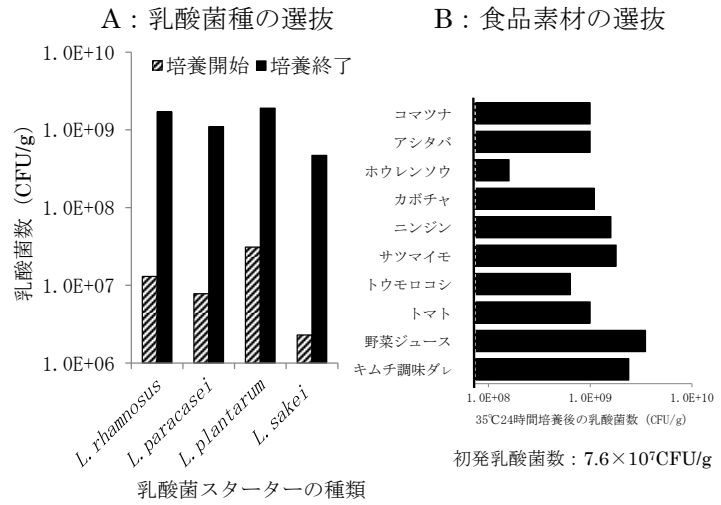
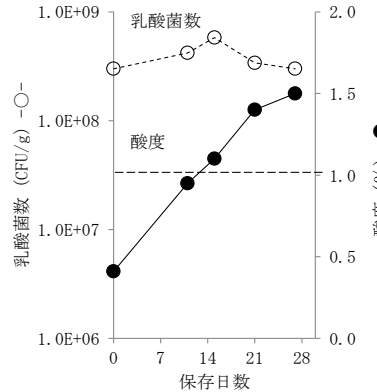


図2 乳酸菌発酵物に用いる乳酸菌種・食品素材の検討

表1 キムチ調味ダレの組成

材料名
唐辛子
ニンニク
りんごパルプ
食塩
醸造酢
甘味料
酸味料
調味料(アミノ酸等)

A 野菜ジュース乳酸菌発酵物



B キムチ調味ダレ乳酸菌発酵物

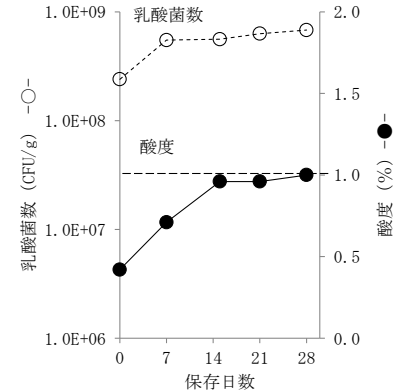


図3 野菜ジュース乳酸菌発酵物およびキムチ調味ダレ乳酸菌発酵物を添加したコマツナキムチの保存試験

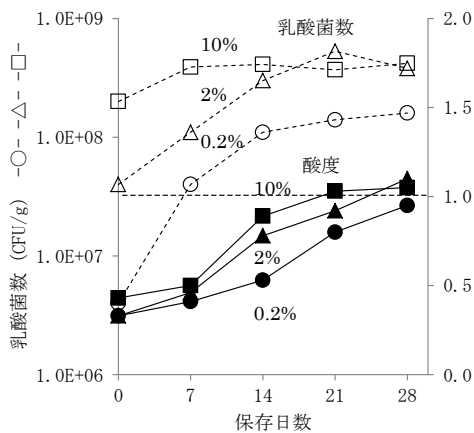


図4 キムチ調味ダレ乳酸菌発酵物の添加量がコマツナキムチ保存中酸度変化に及ぼす影響

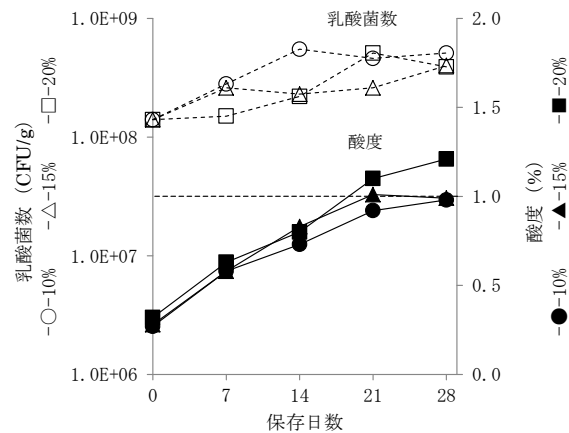


図5 キムチ調味ダレの添加量がコマツナキムチ保存中酸度変化に及ぼす影響

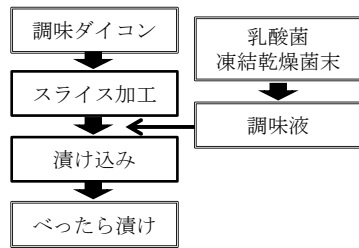


図6 ベッタラ漬けの試作手順

表2 ベッタラ漬け調味液の組成

材料名	(%)
水あめ混合異性化糖	19.6~32.8
麴甘酒	10
pH調整剤（酢酸・酢酸ナトリウム）	0.13
増粘多糖類	0.8
pH5.5	

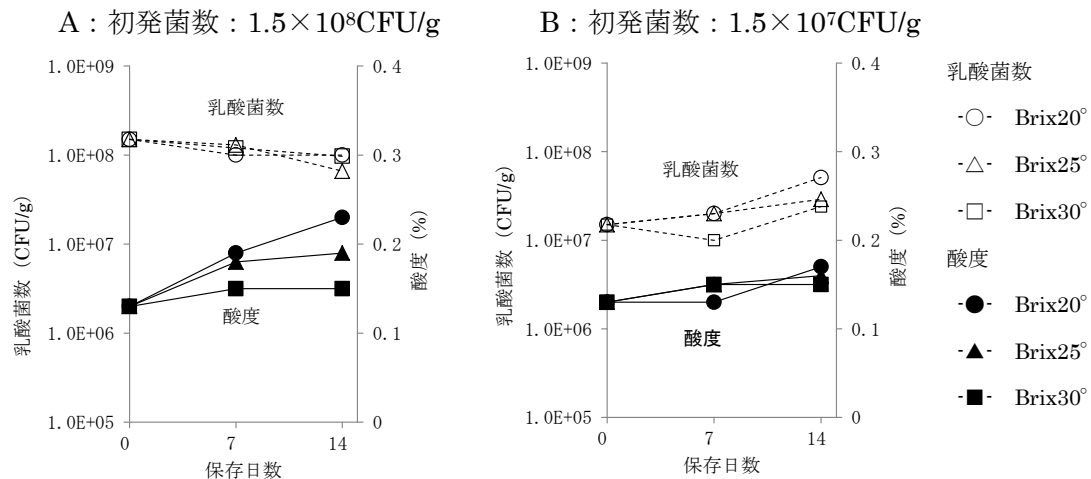


図7 乳酸菌凍結乾燥菌末添加ベッタラ漬けの10℃保存試験

表3 高濃度乳酸菌発酵物用培地組成

材料名	(%)
大豆タンパク質分解物	4.0
酵母エキス	0.5
糖	2.0
酢酸ナトリウム	0.5
乳化剤	0.1
pH6.8	

表4 乳酸菌発酵物中 *L.plantarum* の熱死滅条件

D ₅₅	D ₆₀	D ₆₅	Z値
(分)	(分)	(分)	(℃)
0.87	0.23	0.04	7.49

D 値：各加熱温度で菌数を 1/10 にするのに要する時間

Z 値：D 値を 1/10 にする温度差 (℃)

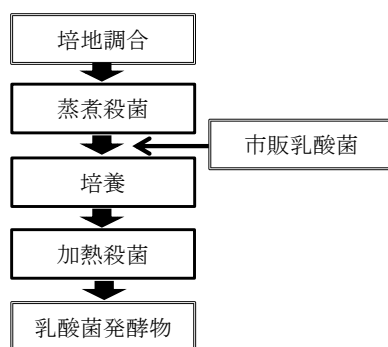


図8 高濃度乳酸菌発酵物の試作手順

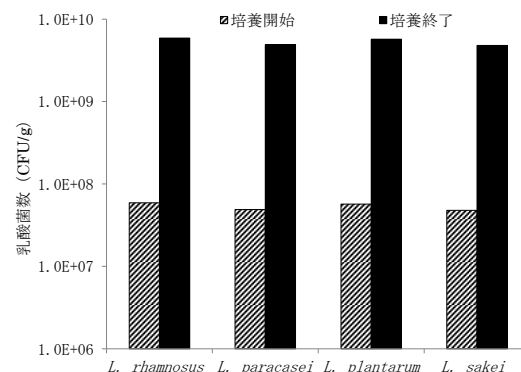


図9 乳酸菌スターターの種類と乳酸菌発酵物の乳酸菌数

【発表資料】

竹友直生・三枝静江・磯野未来・馬場隆（2017）東京都立食品技術センター成果発表会要旨集