

論文

# 「信州の伝統野菜」源助蕪菜の漬物からの 乳酸菌分離と豆乳ヨーグルトの作製

木藤 伸夫・小沢 瑞希・北村 希碩・石原 三妃

The Isolation of Lactic Acid Bacteria from Home Made “Gensuke-kabu-na” Pickles  
(Traditional Shinshu Pickled Vegetables) and Its Application to the Production of Soy Yogurt

KIDO Nobuo, OZAWA Mizuki, KITAMURA Kiseki, and ISHIHARA Miki

## 要 旨

長野県伝統野菜である源助蕪菜の漬け汁から乳酸菌を分離した。数種の乳酸菌が分離されたが、主要な菌株は*L. sakei*であった。分離した乳酸菌を活用するひとつの試みとして、*L. sakei*を用いて豆乳ヨーグルトを作製した。市販豆乳に*L. sakei*を添加し、25℃で1～2日培養することで豆乳ヨーグルトが作製できた。本学の学生を対象に、市販豆乳ヨーグルトとの官能評価を比較したので報告する。原料とした豆乳と作製したヨーグルトのアミノ酸分析から、豆乳ヨーグルトではシトルリン、オルニチンが増加していることが明らかになった。これらアミノ酸は人体に有益な効果があるとして注目されていることから、機能性を付加した豆乳ヨーグルトの商品化が期待できる。

## キーワード

乳酸菌 漬物 豆乳ヨーグルト シトルリン オルニチン

## 目 次

I. 序論

II. 材料と方法

III. 結果と考察

謝辞

文献

## I. 序 論

「信州の伝統野菜」は、3つの認定基準を満たした野菜である。第1の基準は来歴として「地域の気候風土に生まれ、昭和30年代以前から栽培されている品種であること」、第2に食文化として「当該品種に関する信州の食文化を支える行事食・郷土食が伝承されていること」、そして第3の基準は品種特性であり「当該野菜固有の品種特性が明確になっていること」とされ、以上3つの基準を満たしたものが「信州の伝統野菜」に認定される<sup>1)</sup>。現在77種類の伝統野菜が選定されているが、その中には漬物として親しまれている野沢菜や、曲がった見た目と甘さが特徴

的な松本一本ねぎなど、知名度が高い野菜も含まれている。しかし、多くの伝統野菜は一般的に知名度が低く、地域のブランドとして十分に生かしきれていないこと、このままでは近い将来、消滅してしまう恐れがあることなどが指摘されている<sup>1)</sup>。いくつかの「信州の伝統野菜」と、それらの主な産地や特徴を表1に示した。

今回試料とした源助蕪菜も信州の伝統野菜のひとつである。源助蕪菜は明治時代に愛知県西春町（現在の北名古屋市の）井上源助氏から伝わり、伊那谷を中心に普及し、「飯田かぶ菜」とも呼ばれている<sup>2)</sup>。下伊那地方で栽培されており、野沢菜と同様に漬け物とする。野沢菜に比べて草丈が低く、葉はへら型

表1 信州の伝統野菜と主な産地、その特徴

	飯田かぶ菜 源助株菜 (下伊那全域)	野沢菜よりやや小ぶりで葉数が多く葉質は軟らか。甘みがあって美味。
	野沢菜 (野沢温泉村)	宝暦年間に野沢温泉村の和尚が京都の天王寺蕪を栽培したのが始まり。三大漬け菜の一つ。
	羽広菜 (伊那市)	かつての県内三大漬け菜の一つ、稻核菜とよく似ている。根部を漬物として利用。
	戸隠大根 (長野市戸隠)	江戸時代からそばの薬味に利用。円筒形で尻部は下膨れする。肉質は緻密で硬い。
	松本一本ねぎ (松本市、山形村)	江戸時代に関東・中京方面への贈答品として珍重された。曲がったねぎほど甘みが増している。
	ぼたんこしょう ぼたごしょう (中野市豊田、信濃町)	外見はピーマンのようで、肉厚でほど良い辛さを持つ。こしょう味噌やサラダ、漬物などに利用。
	小布施丸なす (小布施町)	明治時代から栽培。ソフトボール大でやや扁平の巾着形。肉質は硬く、煮崩れしない。

で葉柄基部まで葉身が付く。根部は長円錐形で上部は淡赤紫を呈し食用にはしない。葉質は柔らかく甘みがあり美味と言われている<sup>3)</sup>。しかし、単位当たりの収量が野沢菜に劣るため、現在は、野沢菜の方が優勢になっている<sup>2)</sup>。漬け方は、一般的には食用にしない根部を切り落とし、数日間日干しをした後水洗して漬ける。調味料は、砂糖、醤油、酢、味噌、唐辛子、昆布、梅酒など家庭によって様々である。また、干し柿の生産が盛んな飯田下伊那地域では、熟した柿や干し柿、柿の皮を甘味料として加える家庭もある<sup>4)</sup>。

筆者らはこれまで、長野県内の家庭で漬けられた野沢菜から植物由来乳酸菌である *Lactobacillus sakei* や *L. plantarum* を分離した<sup>5)</sup>。乳酸菌は、分離源や自然界における生育環境の違いから、動物由来乳酸菌と植物由来乳酸菌に大別できる。前者は、ヒトを含む哺乳動物の腸管内に生息する乳酸菌をさし、ヨーグルトやチーズの製造に利用されている。他方、果物、野菜、穀類、花などの表面にも乳酸菌は生息し、このような植物から分離される乳酸菌を「植物由来乳酸菌」と呼ぶ<sup>6)</sup>。動物由来乳酸菌に比べ植物由来乳酸菌は熱や酸に強く、低栄養のような厳しい環境でも生育でき、幅広い環境で生き抜くことができるため、食品中の乳酸菌は胃酸で殺菌されず、生きて腸まで到達する可能性が高いとされている<sup>6, 7)</sup>。生きている乳酸菌は死滅した乳酸菌より整腸作用や免疫力向上などの乳酸菌が持つ効果をより発揮するとされている<sup>7, 9)</sup>。*L. sakei* はスライスされ真空、あるいはガスパックされたハムやソーセージで、人為的に植菌されたリステリア菌 (*Listeria*

*monocytogenes*) や腸管出血性大腸菌 (*Escherichia coli* O157:H7) の増殖を抑制すること、さらに手動のスプレーボトルを使用してスライスおよび真空包装する直前に、*L. sakei* を  $10^5 \sim 10^6$  colony forming unit (CFU) / g の濃度で調理済み製品に噴霧すると、リステリア菌の増殖を抑制し、工業的な応用が可能であると報告されている<sup>10, 11)</sup>。このように種々の有用な効果をもつとされる植物由来乳酸菌が、本研究室においても家庭で漬けられた野沢菜漬けやすんき漬けから分離されていることから<sup>5)</sup>、今回は源助蕪菜の漬物から植物由来乳酸菌を分離することを試みた。南信州農業改良普及センター森野林太郎氏より、飯田地域の5件の家庭で漬けられた源助蕪菜漬けの漬け汁を提供していただき、漬け汁に含まれる乳酸菌数と一般細菌数を決定した。さらに、分離した乳酸菌を同定し、その乳酸菌を利用した豆乳ヨーグルトの作製を試みた。

## II. 材料と方法

### 1. 試料と培地

飯田地域で自家製の源助蕪菜を漬けている家庭より、漬け汁を5~10mL提供していただいた。提供していただいた自家製の源助蕪菜漬けのレシピを表2に示した。分量は異なるが、砂糖、醤油、酢で漬けるのが基本のレシピであった。さらに、からし、唐辛子やショウガを加える家庭もあった。源助蕪菜漬けは野沢菜漬けと異なり、自然に乳酸発酵させるというより、食酢を加えることで酸性状態にし、一

表2 乳酸菌分離に用いた各家庭の源助蕪菜漬けのレシピ

試料	漬け菜	砂糖	醤油	酢	その他
1	1kg	70 g	0.1 L	50mL	カラシ粉0.5 g 唐辛子1/4本
2	6kg	480 g	0.6 L	300mL	無し
3	6kg	400 g	0.5 L	250mL	無し
4	9kg	900 g	1.8 L	450mL	無し
5	10kg	1000 g	1.8 L	少々	ショウガ ~600 g

一般細菌の増殖抑制と乳酸菌の増殖促進を行っていると考えられた。

乳酸菌の分離培養には M. R. S. (de Man, Rogosa, Sharpe) 寒天培地 (サーモフィシャーサイエンティフィック株式会社) を使用した。必要に応じて 0.5~1.0% の炭酸カルシウムを加え、酸産生を判断した。一般細菌の検出には、プレート・カウント寒天培地 (Plate Count Agar, PCA) (Merck, Germany) を用いた。

## 2. 漬け汁からの乳酸菌の分離

提供していただいた漬け汁を用い、3段階の100倍希釈系列を作製した。各希釈液 ( $10^{-2}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-6}$  希釈) の  $100\ \mu\text{L}$  を滅菌ペトリ皿に入れ、オートクレーブ滅菌後  $50^{\circ}\text{C}$  ほどに冷ました炭酸カルシウム加 M. R. S. 寒天培地を加えてよく攪拌した。固化後、培地表面が空気に触れないよう炭酸カルシウム無添加の M. R. S. 培地を重層し、 $25^{\circ}\text{C}$  で2~3日培養した。培地上に増殖した独立したコロニーをいくつか選択し、M. R. S. 寒天培地に塗布した。嫌気ジャー (日本ベクトン・ディッキンソン株式会社) 内でアネロパック®・ケンキ (三菱ガス化学株式会社) を用い、 $25^{\circ}\text{C}$  で3~4日嫌気培養を行った。

## 3. 菌種の同定

純粋培養した菌の同定は、ポリメラーゼ連鎖反応 (polymerase chain reaction, PCR) を用いて16S リボソーム RNA 遺伝子 (rDNA) 領域を増幅し、その塩基配列を決定して行った。テンプレート (鋳型) DNA の調製は、マイクロチューブに分取した滅菌蒸留水  $100\ \mu\text{l}$  にコロニーを懸濁し、 $95^{\circ}\text{C}$  で15分加熱処理を行い、その後  $4^{\circ}\text{C}$ 、 $5000\times g$  で1分間遠心分離し、上清をテンプレート DNA とした。PCR 反応は、Emerald PCR Master Mix (Takara) を用いて行った。16S rDNA 領域の増幅には、Benno プライマー 16S-27f-b : AGAGTTTGATCCTGGCTCAG、16S-1510r : GTTACCTTGTTACGACTT を用いた。PCR 反応は、 $95^{\circ}\text{C}$  で1分間の加熱後、 $94^{\circ}\text{C}$  30秒、 $55^{\circ}\text{C}$  30秒、 $72^{\circ}\text{C}$  60秒のサイクルを30回繰り返して行った。反応終了後、0.9% アガロースゲルを用いて電気泳動を行い、16S rDNA 領域の増幅を確認した。

PCR で増幅した DNA 断片は Nucleo Gel and Cleanup (Takara) キットを用いて精製した。方法は製品添付マニュアルに従った。精製した DNA は  $260\text{nm}$  と  $280\text{nm}$  の吸収を測定し、DNA の定量と純度の確認を行った。

DNA 塩基配列の決定は、8連 PCR チューブに塩基配列決定用の試料を調製し、ユーロフィンジェノミクス株式会社に送り解析を依頼した。塩基配列の決定に使用したプライマーは、16S rDNA 領域の増幅に使用した Benno プライマーに加え、16S-516f : TGCCAGCAGCCGCGGTA、16S-1066r : CTGACGACARCCATGCA を使用した。

菌種の同定は、得られた塩基配列データを、米国の National Center for Biotechnology Information の Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) を用いて解析した。 $1350\sim 1450$ 塩基対の16S rDNA の塩基配列を用いてホモロジー検索を行った。質問配列に対して、99% 以上のカバー率、Total Score 2490以上、E value 0.0、同一性 (% identity) 99% 以上で菌種を決定できた。

## 4. 豆乳ヨーグルトの作製

植物由来乳酸菌は牛乳では増殖しないことが知られているため、植物材料である豆乳を用いてヨーグルトの作製を行った。純粋培養した *L. sakei* (源助株菜漬け試料1、2からの分離株、*L. sakei* OK1、OK2株と命名) のコロニーを、市販されている調製豆乳、無調整豆乳、豆乳飲料等に懸濁し、 $25^{\circ}\text{C}$  で1~2日培養し固化するか観察した。凝固した試料は乳酸菌が増殖したものと判断し、ヨーグルトとした。凝固した豆乳を一白金耳採り、滅菌  $50\text{mL}$  チューブに  $30\text{mL}$  ずつ分注した調製豆乳、無調整豆乳、豆乳飲料等に継代培養した。

作製した豆乳ヨーグルトは、松本大学人間健康学部健康栄養学科の20代男女学生15名を対象として、評点法による官能評価に供した。官能評価室入室前に対象者に手順を口頭で説明し、入室後試料をセットしたトレイ、口すすぎ用の水、評価用紙を提示した。評価試料は、市販の2種類の豆乳ヨーグルトを対照とし、*L. sakei* OK1株を用いて作製した豆乳ヨーグルトの3点で比較した。官能評価の項目は、味、香り、酸味、なめらかさ、総合評価の5項目について7点評

価で行った。データの解析は、SPSS Ver. 25.0を用いて一元配置分散分析を行い、Schefféの方法で検定を行った。

## 5. 豆乳ヨーグルトのアミノ酸分析

市販の調製豆乳に、源助蕪菜漬けより分離した*L. sakei* OK1、OK2株をそれぞれ加えて作製した2種類のヨーグルトについてアミノ酸組成を分析し、原材料とした調製豆乳のアミノ酸組成と比較した。分析は、株式会社アセラ食品理化センターに依頼した。分析方法は、検体を10.0 g 量り取り、純水を加えて超音波処理した後100mLに定容した。この溶液をポアサイズ0.2μmのメンブランフィルターで濾過後、クエン酸リチウム緩衝液で適宜希釈してアミノ酸分析機で分析した。分析は一つの試料につき2回行い、得られた値を平均した。平均値は検体100 g中の含有量に換算し、小数点以下第二位を四捨五入して示した。

## Ⅲ. 結果と考察

### 1. 漬け汁に含まれる細菌数とpH

各家庭から提供していただいた漬け汁に含まれる細菌数を決定し、結果を表3に示した。PCA培地で増殖した一般細菌は、その数が最も多いもので550 CFU/mL、最も少ないもので10 CFU/mLと10倍以上の開きがあった。漬物の漬け汁中では、漬け始めから熟成期にかけて菌叢の変移がみられることが知

られており<sup>12)</sup>、各家庭で漬けた時期が違うことに起因すると考えられた。

M. R. S.寒天培地で増殖し、コロニー周囲の炭酸カルシウムが溶解し酸産生を確認できた菌数は、最も多いもので $1.1 \times 10^9$  CFU/mL、最も少ないもので $1.4 \times 10^3$  CFU/mLと、試料により大きな違いがみられた。また、漬け汁のpHは3.8~4.8の間で、どの試料も酸性を示したが、各家庭とも源助蕪菜1kg当たりおよそ50mLの食酢を加えており、乳酸発酵に加え、加えた酢の影響もあると考えられた。

### 2. 漬け汁から分離した菌の同定と特徴

漬け汁から分離した酸産生菌の同定を行った。5種類の各試料からランダムに6コロニーを選び、16S rDNAの塩基配列を用いて菌種の同定を行った。同定された菌を表4に示した。試料1、2から分離された酸産生菌は、乳酸桿菌の*L. sakei*であった。また、試料3、4、5から分離された酸産生菌は、最も塩基

表4 各試料から分離された酸産生菌

試料	菌種
1	<i>L. sakei</i>
2	<i>L. sakei</i> , <i>L. plantarum</i>
3	<i>Lelliottia</i> sp., <i>L. sakei</i>
4	<i>Lelliottia</i> sp., <i>L. sakei</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i>
5	<i>Lelliottia</i> sp., <i>L. sakei</i>

表3 源助蕪菜の漬け汁より分離された細菌と酸産生菌の数、およびpH

試料	一般細菌数	酸産生菌数	pH
1	50 CFU/mL	$1.5 \times 10^8$ CFU/mL	4.4
2	30 CFU/mL	$2.2 \times 10^7$ CFU/mL	4.3
3	550 CFU/mL	$2.6 \times 10^8$ CFU/mL	4.3
4	10 CFU/mL	$1.4 \times 10^3$ CFU/mL	4.8
5	360 CFU/mL	$1.1 \times 10^9$ CFU/mL	3.8

配列のスコアが高い菌種は *Enterobacter* 属であったが、他に *Lelliottia* 属あるいは *L. amnigena* との相関性が高い結果となった。*Lelliottia* 属は最近の菌名変更により *Enterobacter* 属から独立した新しい属である<sup>13)</sup>。スコアの値も *Enterobacter* 属と *Lelliottia* 属で大きな違いがなく、塩基配列のアラインメントを行った相関性が高い10候補中 *Lelliottia* 属が多かったことから、データベースに古い属名で登録された *Enterobacter* 属株の16S rDNAに相関性を示した可能性が高く、今回分離した酸産生菌は *Lelliottia* 属の菌であると判断した。なお、これらの3家庭については翌年(2020年3月)に試料を再提供していただき菌の分離同定を行ったところ、すべての家庭の漬け汁から *L. sakei* が分離され(*Enterobacter* 属は検出されず)、この時期の漬け汁中の主要な菌株であることが明らかとなった。比較のために試料2についても再提供いただき菌を分離したが、前年と同様に *L. sakei* が分離された。

*L. sakei* はグラム陽性の通性嫌気性乳酸桿菌であり、日本酒の生酏づくりに使用されることから、酒にちなんで命名された。ヨーロッパでは以前より調理済みハム、ソーセージの保存に *L. sakei* が利用されており、リステリア菌と大腸菌 O157:H7 の増殖を抑制することはすでに述べた<sup>10,11)</sup>。

### 3. 豆乳ヨーグルト

豆乳ヨーグルト作製にはヨーロッパにおいて保存料として使用され、人体への安全性が確認されている *L. sakei* 株(OK1、OK2)を用いた。材料には市販の調製豆乳を使い、まず乳酸菌のエネルギー源として、1%あるいは5%のグルコースまたはシヨ糖を加え、*L. sakei* 両株による豆乳の凝固を調べた。その結果、グルコース、シヨ糖を添加せずとも豆乳の凝固がみられ、特にエネルギー源としての糖類の添加は必要ないことがわかった(data not shown)。また、ヨーグルトメーカーを用いてヨーグルトを作製する際の推奨温度である42℃で豆乳ヨーグルトの作製を試みたが凝固は確認できず、これら乳酸菌は42℃での増殖はできないものと考えられた。さらに、調製豆乳に加え、市販の無調整豆乳や種々の豆乳飲料を用いてヨーグルトの作製を試みた。その結果培養2日目に無調整豆乳で凝固がみられたが、豆乳飲料では凝

固はみられなかった。豆乳飲料ではタンパク質含量は、調製豆乳、あるいは無調整豆乳の半量以下となっており、豆乳飲料のタンパク質含量と凝固の程度に相関がみられたため、豆乳の凝固にはタンパク質含量が関係していると推察された。市販されている乳酸菌の混合キットA (*Lactococcus derbrueckii*、*Streptococcus thermophilus*、*Bifidobacterium lactis*)、B (*L. lactis*、*L. diacetylccus*、*Leuconostoc cremoris*、*L. plantarum*、*L. casei*)、C (*L. lactis*、*L. diacetylccus*)を用いて、作製したヨーグルトの性状を検討した報告がある<sup>14)</sup>。原材料には、牛乳、無調整豆乳、調製豆乳、調整豆乳濃の4種類が使用されているが、いずれの乳酸菌を用いてもヨーグルトの破断応力は、調整豆乳濃、無調整豆乳、牛乳、調製豆乳の順に高く、これはそれぞれの試料中のタンパク質含量に相関し、タンパク質含量が多くなるとヨーグルトの硬度が増すことが示されている<sup>14)</sup>。本実験でも、タンパク質含量の多い調製豆乳、無調整豆乳では凝固が確認でき、タンパク質含量の少ない豆乳飲料では凝固しにくいことから、植物由来乳酸菌を用いても同様の結果が得られると考えられた。

作製した豆乳ヨーグルト中の乳酸菌数を調べたところ、*L. sakei* OK1、OK2株を用いて作製したヨーグルトで、それぞれ  $1.86 \times 10^8$  CFU/g、 $1.97 \times 10^8$  CFU/g と、「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令」で規定されている発酵乳(いわゆるヨーグルト)の成分規格、乳酸菌数又は酵母数が1mLあたり  $10^7$  個以上<sup>15)</sup>を満たしており、今回作製した豆乳ヨーグルトは発酵乳として認められる可能性が高いことがわかった。

*L. sakei* と調製豆乳で作製したヨーグルトのアミノ酸分析を行った。材料とした調製豆乳と比較し、変化がみられた主なアミノ酸を表5に示した。原材料と比較して豆乳ヨーグルトで減少していたアミノ酸はアスパラギン酸、アルギニンで、増加していたアミノ酸はシトルリン、オルニチンであった。シトルリンやオルニチンは、生体でタンパク質を構成する20種類以外のアミノ酸で、いずれも遊離アミノ酸である。シトルリンはスイカをはじめとするウリ科の植物で含有量が高く、血行促進作用やLDL-コレステロールの酸化を抑制する作用をもつとされる<sup>16)</sup>。オルニチンは肝臓でアンモニアを解毒する働きを持ち、疲労回復や肝機能改善などの作用をもつ<sup>17)</sup>。図

1に*L. sakei*のエネルギー生産経路<sup>18)</sup>を示したが、*L. sakei*は菌体外よりアルギニンを取り込んでシトルリンを生成し、シトルリンからオルニチンを生成する段階で生じるカルバミルリン酸を使ってATPを合成する経路が知られている。豆乳ヨーグルトでは*L. sakei*によるこの反応経路でアルギニンからシトルリン、オルニチンが産生されたと考えられた。一方、アミノ酸分析からアスパラギン酸も減少することが明らかになったが、その理由については不明である。豆乳ヨーグルトのアミノ酸分析は、*L. sakei*の異なる2株を用いて作製した2種類の試料を用いて行ったが、株が異なってもシトルリン、オルニチンという有用アミノ酸の産生は同程度であった。*L. sakei*については、図1に示した代謝経路が明らかにされているため、今回の結果の再現性は高いと推測されるが、製品化をめざす場合は、恒常的に同様のアミノ酸発酵が起こるかなど、発酵の安定性についての検討や条件設定が必要と思われた。

#### 4. 豆乳ヨーグルトの官能評価

今回作製した豆乳ヨーグルト(*L. sakei* OK1株を使用)と市販されている2種類の豆乳ヨーグルトで、松本大学人間健康学部健康栄養学科の学生の協力のもと官能評価を行った。その結果を図2~6に示した。味、香り、なめらかさにおいてはどの試料間でも5%の危険率で有意差は認められなかった。しかし、酸味においては、市販されている豆乳ヨーグルト1と作製した豆乳ヨーグルトの間で有意差はみられなかったが、これらのヨーグルトと市販されている豆乳ヨーグルト2の間では5%の危険率で有意差がみら

れた。市販されている豆乳ヨーグルト2は酸味が強いとの評価であった。酸味の評価については個人の嗜好が大きく影響すると考えられた。また、総合評価においては、*L. sakei* OK1株で作製した豆乳ヨーグルトと市販されている豆乳ヨーグルト2の間に5%の危険率で有意差があることが認められたが、酸味に対する評価が影響していると考えられた。

市販の豆乳ヨーグルトでは菌種名まで明らかにされていないが4種類の乳酸菌、あるいは東京農業大学の岡田早苗教授が木曾地方の伝統発酵漬物「すんき漬け」から分離した*L. delbrueckii* subsp. *delbrueckii* TUA4408L株が使用されている<sup>19)</sup>。官能評価の結果より、源助蕪菜の漬物の漬け汁より分離した*L. sakei* OK1株を用いた豆乳ヨーグルトは、その評価において市販豆乳ヨーグルトに比べて遜色ないことが分かった。またシトルリンやオルニチンといった生体に有用な遊離アミノ酸の量が増えることが判明したため、今後、機能性を付加した豆乳ヨーグルトとして、今回分離した*L. sakei*を用いた製品の商品化が期待される。

#### 謝辞

本論文を作成するにあたり、源助蕪菜の漬汁を提供して下さった方々、南信州農業改良普及センター森野林太郎様、官能評価にご協力くださった松本大学の学生の皆様に心より感謝申し上げます。なお、本研究は令和元年度「信州の伝統野菜」栄養機能等を活用した需要拡大事業の一端として行われた。

表5 豆乳ヨーグルトのアミノ酸類分析結果

材料 アミノ酸	調製豆乳	<i>L. sakei</i> OK1株 豆乳ヨーグルト	<i>L. sakei</i> OK2株 豆乳ヨーグルト
アスパラギン酸	4.5	0.4	0.1
アルギニン	7.5	2.6	N.D.
シトルリン	0.3	2.6	3.4
オルニチン	N.D.	1.7	3.5

(単位：mg/100 g; N.D.: not detected)

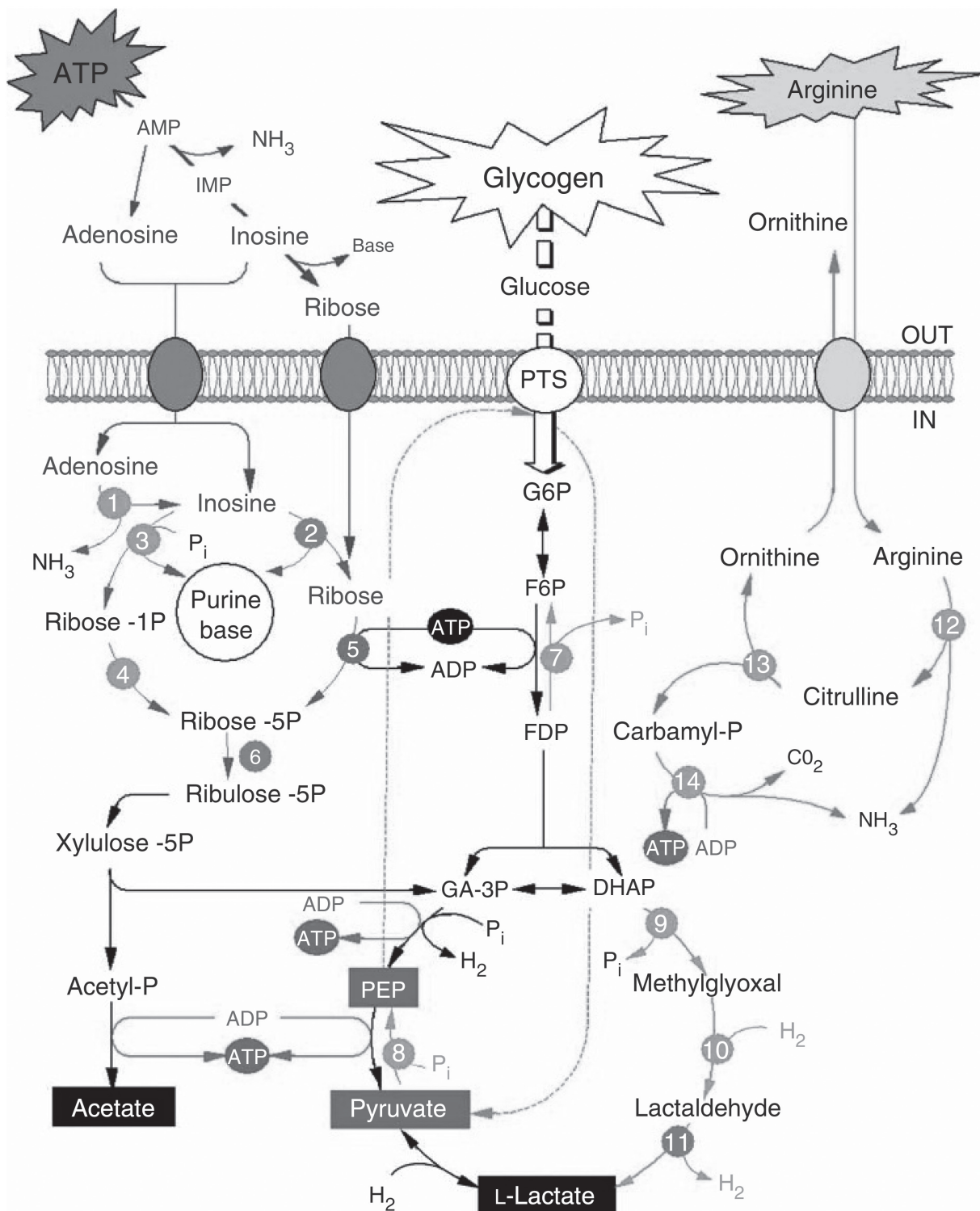
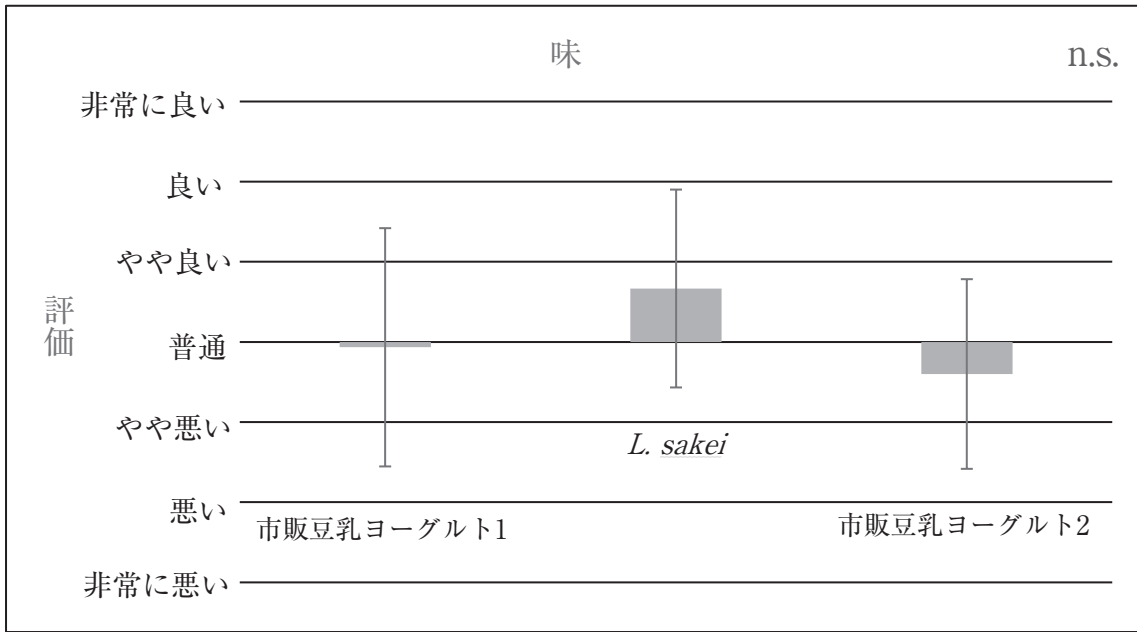


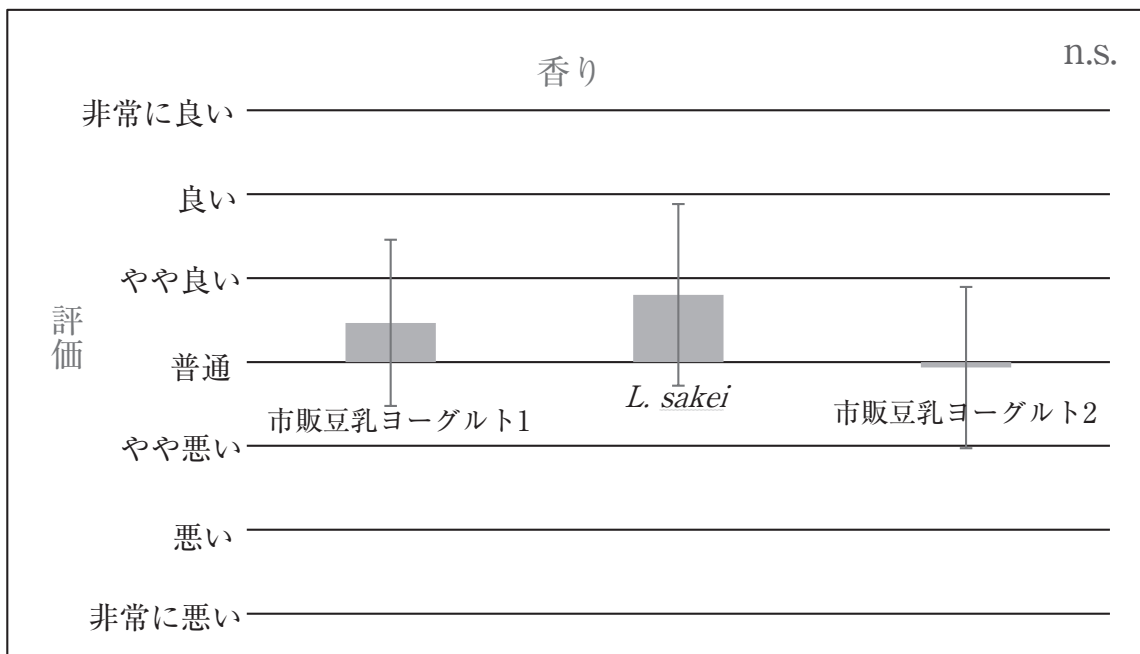
図1. *L. sakei*のエネルギー産生経路





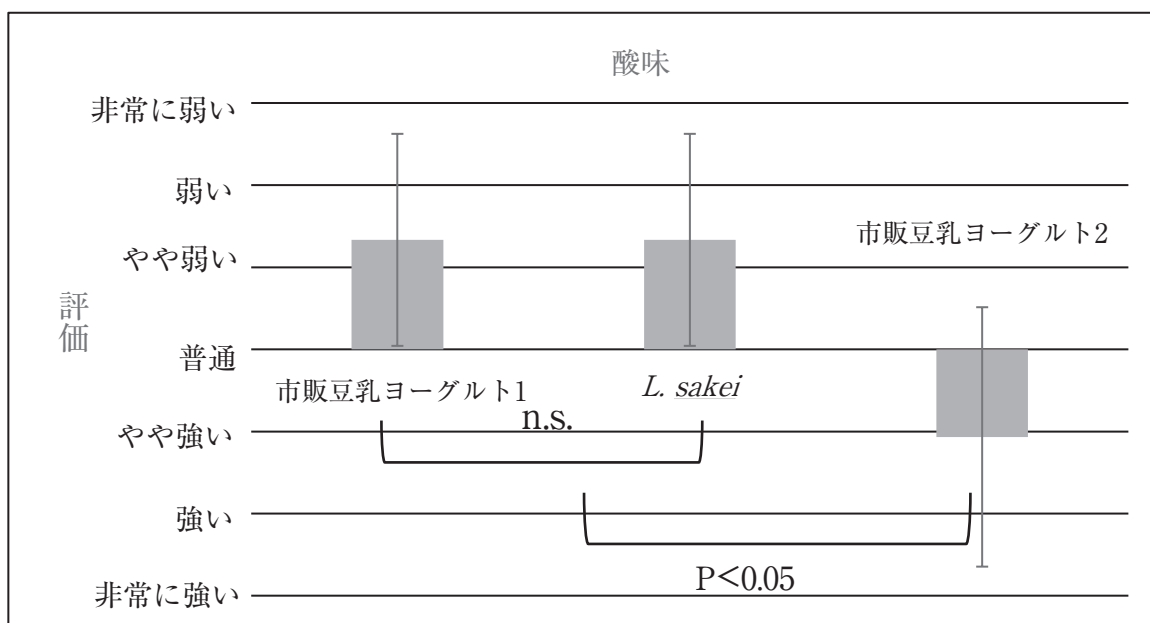
(n.s. : not significant)

図2. 豆乳ヨーグルトの官能評価結果(味)



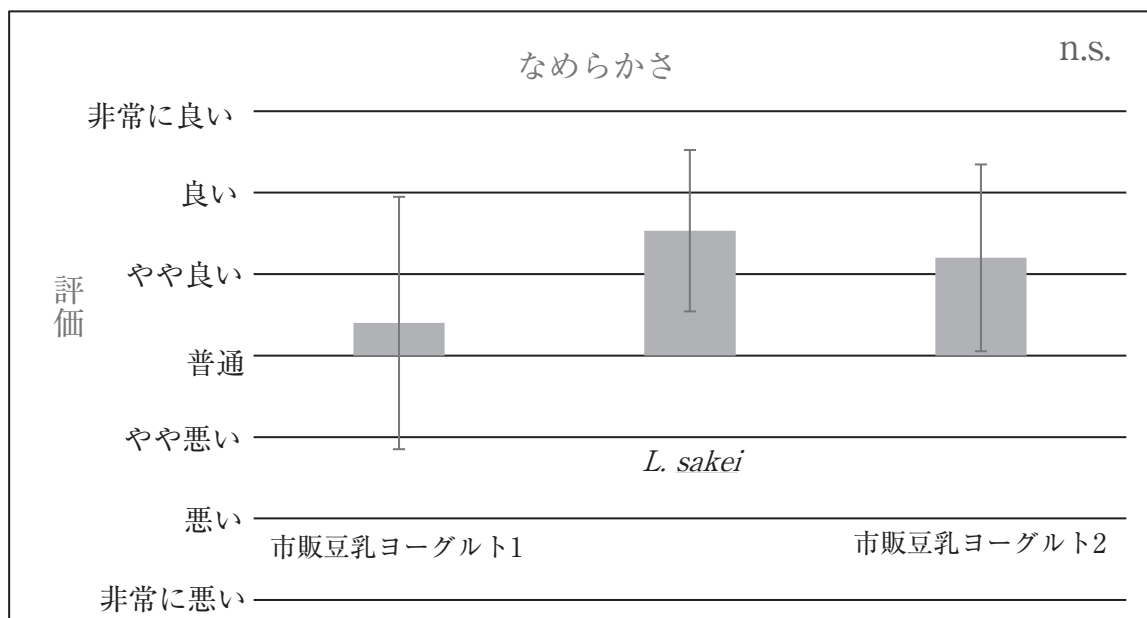
(n.s. : not significant)

図3. 豆乳ヨーグルトの官能評価結果(香り)



(n.s. : not significant)

図4. 豆乳ヨーグルトの官能評価結果(酸味)



(n.s. : not significant)

図5. 豆乳ヨーグルトの官能評価結果(なめらかさ)

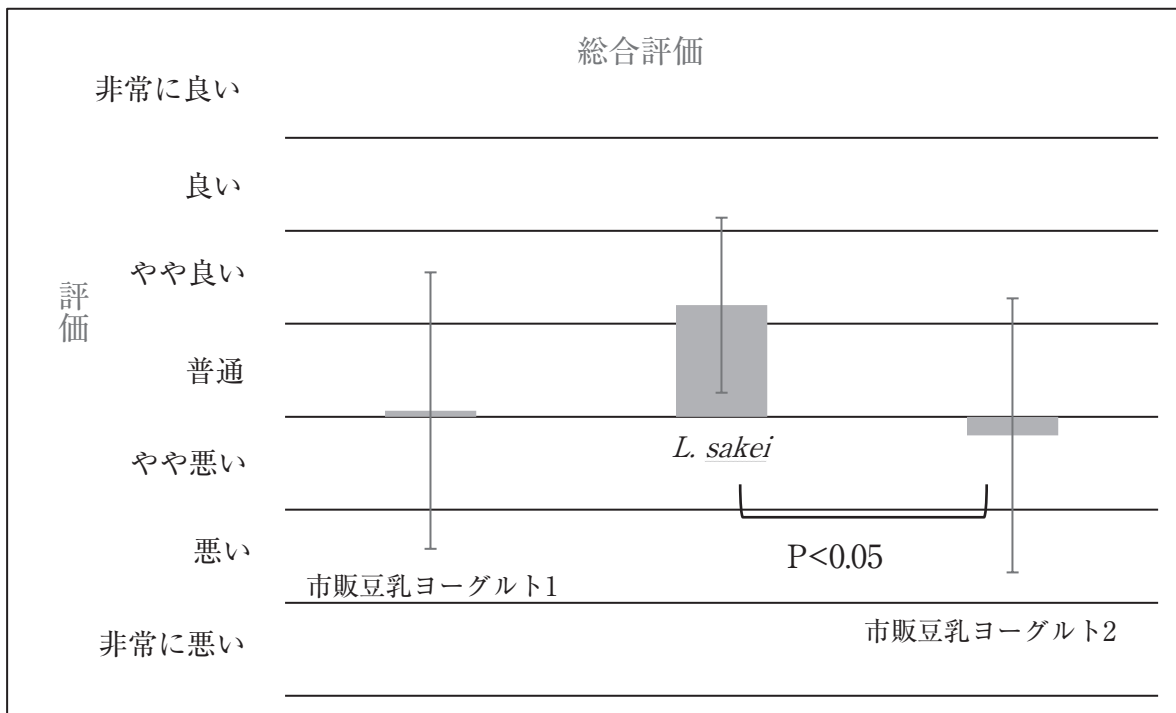


図6. 豆乳ヨーグルトの官能評価結果(総合評価)

文献

- 1) 長野県ホームページ, 「信州の伝統野菜」(2019)  
<https://www.pref.nagano.lg.jp/enchiku/sangyo/nogyo/engei-suisan/yasai/>  
 (閲覧日2019.12.25)
- 2) 泰阜村ホームページ, 「源助蕪菜」  
<http://vill.yasuoka.nagano.jp/kankou-tokusannhin/tokusan/gensukekabuna/>  
 (閲覧日2019.12.25)
- 3) おいしい信州ふード図鑑, 「源助蕪菜(飯田かぶ菜)」  
<https://www.oishii-shinshu.net/library/heritage/vegetable/10932.html>  
 (閲覧日2019.12.25)
- 4) 飯田市ホームページ, 「味の文化財(野沢菜漬)」(2017)  
<https://www.city.iida.lg.jp/site/bunkazai/nozawana.html> (閲覧日2019.12.25)
- 5) 木藤伸夫, 小林愛実, 「信州地域の家庭で漬けられた漬物からの乳酸菌の分離と同定」, 『教育総合研究』2, pp.117-123(2018).
- 6) 杉山政則, 『植物乳酸菌の挑戦—未病および生活習慣から化粧品まで—』広島大学出版会(2012).
- 7) 東京農業大学「食と農」の博物館, 日本の食文化「植物性乳酸菌」を科学する—五感で学ぶ! 丸ごと「植物性乳酸菌」—(2006)  
[https://www.nodai.ac.jp/campus/facilities/syokutonou/library51\\_75/library01-25/](https://www.nodai.ac.jp/campus/facilities/syokutonou/library51_75/library01-25/)  
 (閲覧日2019.12.25)
- 8) 立垣愛郎, 「乳酸菌の健康機能」, *Compr. Med.*, 17: pp.8-19(2018)
- 9) 山北幸, 星原陽子, 「漬物」, 『地域食材大百科第8巻』(農文協編, pp.100(2012))
- 10) Bredholt S, Nesbakken T, Holck A, “Protective cultures inhibit growth of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in cooked, sliced, vacuum- and gas-packaged meat”, *Int. J. Food Microbiol.* 53, pp.43-52, (1999)
- 11) Bredholt S, Nesbakken T, Holck A, “Industrial application of an antilisterial strain of *Lactobacillus sakei* as a protective culture and its effect on the sensory acceptability of cooked, sliced, vacuum-packaged meats”, *Int. J. Food Microbiol.* 66, pp.191-196, (2001)
- 12) 宮尾茂雄, 小川敏男, 「発酵漬物中の各種乳酸菌群の選択係数」『日本食品工業学会誌』35, pp.610-617 (1988)
- 13) Brady S, Cleenwerck I, Venter S, Coutinho T, De Vos P, “Taxonomic evaluation of the genus *Enterobacter* based on multilocus sequence analysis (MLSA) : Proposal to reclassify *E. nimipressuralis* and *E. amnigenus* into *Lelliottia* gen. nov. as *Lelliottia nimipressuralis* comb. nov. and *Lelliottia amnigena* comb. nov., respectively, *E. gergoviae* and *E. pyrinus* into *Pluralibacter* gen. nov. as *Pluralibacter gergoviae* comb. nov. and *Pluralibacter pyrinus* comb. nov., respectively, *E. cowanii*, *E. radicincitans*, *E. oryzae* and *E. arachidis* into *Kosakonia* gen. nov. as *Kosakonia cowanii* comb. nov., *Kosakonia radicincitans* comb. nov., *Kosakonia oryzae* comb. nov. and *Kosakonia arachidis* comb. nov., respectively, and *E. turicensis*, *E. helveticus* and *E. pulveris* into *Cronobacter* as *Cronobacter zurichensis* nom. nov., *Cronobacter helveticus* comb. nov. and *Cronobacter pulveris* comb. nov., respectively, and emended description of the genera *Enterobacter* and *Cronobacter*” *Syst. Appl. Microbiol.* 36, pp.309-319 (2013)
- 14) 牛越静子, 小木曾加奈, 「市販乳酸菌による牛乳および豆乳類のヨーグルトの性状」『長野県短期大学紀要』61, pp.87-92(2006)
- 15) 「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令」, (昭和26年)  
[https://www.mhlw.go.jp/web/t\\_doc?dataId=78333000&dataTyoe=0&pageNo=1](https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=78333000&dataTyoe=0&pageNo=1)  
 (閲覧日2020.5.7)
- 16) 林登志雄, 「動脈硬化とアルギニン、シトルリン」, 『生化学』86, pp.352-359(2014)
- 17) オルニチン研究会, 「オルニチンとは」,  
<https://ornithine.jp/about/> (閲覧日2019.12.25)
- 18) Chaillou S, Champomier-Vergès M-C, Cornet M, Crutz-Le Coq A-M, Dudez A-M, Martin V, Beaufils S, Darbon-Rongère E, Bossy R, Loux V, Zagorec M, “The complete genome sequence of the meat-borne lactic acid bacterium *Lactobacillus sakei* 23K”, *Nature Biotech.* 23, pp.1527- 1533, (2005)
- 19) マルサン株式会社ホームページ, 「豆乳グルトは植物性乳酸菌で発酵した豆乳ヨーグルト」,  
<https://www.marusanai.co.jp/tonyugurt/>  
 (閲覧日2019.12.25)