

海洋由来乳酸菌を用いた豆乳ヨーグルトの開発

バイオ科 黒瀬智英子

Development of soymilk yogurt using marine-derived lactic acid bacteria

KUROSE Chieko

Keywords : Soy milk yogurt, lactic acid bacteria, marine bio

キーワード : 豆乳ヨーグルト、乳酸菌、マリンバイオ

1 はじめに

静岡県で保有する海洋由来乳酸菌の2株は、魚肉発酵において旨味成分を多く生成し、臭み成分を減少させ、アレルギーの原因となるヒスタミンを生成しない等の優れた熟成効果を有する。乳酸菌の活用方法の一つとして、近年豆乳ヨーグルトが注目されている。乳アレルギーやベジタリアン等の理由で乳製品を摂取できない人、あるいは牛乳ヨーグルトより低脂肪のものを好む消費者をターゲットとし、上記乳酸菌を用いた豆乳ヨーグルトを試作した。

2 方法

2.1 供試菌株

静岡県水産・海洋技術研究所にて分離されたSUG-0215 (*Lactobacillus fermentum*) 及び M139 (*Lactococcus lactis*) を用いた。

2.2 豆乳ヨーグルトの試作

市販の豆乳に同量の蒸留水を加え、オートクレーブ滅菌 (121℃、20 分) を行った。

供試菌株を MRS 培地 (日本ベクトン・ディッキンソン(株)製) を用い 37℃ 2 日間培養した。この培養液の菌体を滅菌水で洗浄及び同濃度に再懸濁し、上記の豆乳 200 mL に対し、4 mL 植菌した。37℃ 3 日間培養して豆乳ヨーグルトを試作した。

2.3 豆乳ヨーグルトの分析

培養前後の pH を LAQUAtwin-pH-22B (株堀場製作所製) で測定し (表1)、生菌数は MRS 培地を用い混釈培養法で測定した (表2)。

表1 高速液体クロマトグラフによる糖類分析条件

装置	: Agilent 1100シリーズ(アジレント・テクノロジー(株)製)
カラム	: YMC-Pack Polyamine II (株ワイエムシー製、4.6 mm I.D.×250 mm)
カラムオープン	: 25℃
溶離液	: 75% アセトニトリル (流速1 ml/min)
検出	: 示唆屈折 (220 nm)
試料注入量	: 5 µl

表2 ポストカラム高速液体クロマトグラフによる有機酸分析条件

装置	: Agilent 1100シリーズ(アジレント・テクノロジー(株)製)
カラム	: Rspack KC-811(昭和電工(株)製、8 mm I.D.×300 mm)
ガードカラム	: Rspack KC-G(昭和電工(株)製、6 mm I.D.×56 mm)
カラムオープン	: 40℃
溶出液	: 4.8 mM HClO ₄ (流速1 ml/min)
反応液	: 0.1 mM B.T.B、30 mM Na ₂ HPO ₄ ・12H ₂ O
検出	: 440 nm
試料注入量	: 20 µl

表3 メタボローム解析条件*

陽イオン性代謝物質 (カチオンモード)	
装置	: Agilent CE-TOFMS system (Agilent Technologies 社) 3号機
Capillary	: Fused silica capillary i.d. 50 µm × 80 cm
測定条件	
Run buffer	: Cation Buffer Solution (p/n : H3301-1001)
Rinse buffer	: Cation Buffer Solution (p/n : H3301-1001)
Sample injection	: Pressure injection 50 mbar, 10 sec
CE voltage	: Positive, 30 kV
MS ionization	: ESI Positive
MS capillary voltage	: 4,000 V
MS scan range	: m/z 50-1,000
Sheath liquid	: HMT Sheath Liquid (p/n : H3301-1020)
陰イオン性代謝物質 (アニオンモード)	
装置	: Agilent CE-TOFMS system (Agilent Technologies 社) 5号機
Capillary	: Fused silica capillary i.d. 50 µm × 80 cm
測定条件	
Run buffer	: Anion Buffer Solution (p/n : I3302-1023)
Rinse buffer	: Anion Buffer Solution (p/n : I3302-1023)
Sample injection	: Pressure injection 50 mbar, 22 sec
CE voltage	: Positive, 30 kV
MS ionization	: ESI Negative
MS capillary voltage	: 3,500 V
MS scan range	: m/z 50-1,000
Sheath liquid	: HMT Sheath Liquid (p/n : H3301-1020)

*メタボローム解析はヒューマン・メタボローム・テクノロジーズ(株)にて行った。

豆乳ヨーグルトの上清を 0.2 µm フィルターでろ過し、糖類及び有機酸分析とメタボローム解析を行った (表3)。

3 結果と考察

3.1 pH 及び生菌数

培養前後の pH 及び生菌数を測定した (表4)。いずれの菌もよく増殖し、それに伴い pH が減少した。

試作した豆乳ヨーグルトは、豆乳中のタンパク質がいずれも凝集した (写真1)。

表4 培養前後のpHと生菌数

	生菌数(CFU/mL)		pH	
	培養前	培養後	培養前	培養後
SUG-0215	1.5×10 ⁵	3.0×10 ⁹	6.93	5.01
M139	1.7×10 ⁷	1.0×10 ¹⁰	6.93	4.56

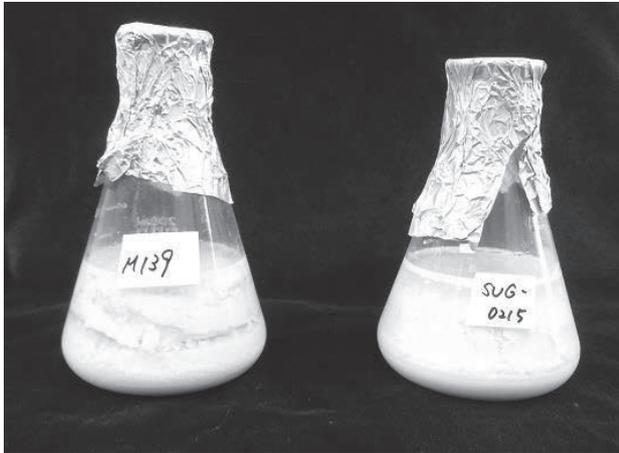


写真1 試作した豆乳ヨーグルト

3.2 メタボローム解析

メタボローム解析の結果 (表5)、以下のことが分かった。

表5 培養前後のアミノ酸組成*

	(μM)		
	培養前	SUG-0215	M139
Ala	95	128	305
Arg	264	3.1	0.9
Asn	54	33	139
Asp	174	13	238
Cys	N.D.	N.D.	0.2
Gln	0.9	14	N.D.
Glu	311	93	434
Gly	47	21	45
His	31	7.8	65
Ile	24	0.12	62
Leu	25	0.12	209
Lys	37	32	1.2
Met	11	N.D.	38
Phe	52	0.8	300
Pro	45	50	116
Ser	21	0.6	25
Thr	11	3.4	54
Trp	68	26	65
Tyr	27	0.2	N.D.
Val	32	N.D.	165

□	: 無味	■	: 苦味
□	: 甘味	■	: 酸味
□	: 旨味		

*アミノ酸の呈味で色分けをした¹⁾

- 1) SUG-0215 で培養するとアミノ酸の総量が減少し、特に苦味アミノ酸が減少した。M139 で培養するとアルギニンは顕著に減少したが、その他のアミノ酸が全体的に増加し、結果としてアミノ酸総量も増加した。
- 2) 疲労回復や筋肉増強等に効果があるとされるオルニチンは、培養前は2.8 μMだったのに対し、SUG-0215 で141 μM、M139 で277 μMに増加した。
- 3) アレルギー物質であるヒスタミンは増加しない。
- 4) 抗酸化作用があるとされるGABAは発酵によって損なわれない。

3.3 糖類及び有機酸分析

培養前の豆乳はグルコースやフルクトースを含まずスクロースのみであり、乳酸菌の発酵によって減少した (表6)。減少量はSUG-0215の方が多かった。

また、2株間で有機酸組成に差があるため、豆乳ヨーグルトとしての味わいが異なると考えられる。

表6 培養前後の糖類と有機酸濃度*

	糖 (%)			有機酸 (mg/L)					
	グルコース	フルクトース	スクロース	クエン酸	乳酸	酢酸	リンゴ酸	コハク酸	ピルビン酸
培養前	0	0	0.7	863	996	47	27	14	0
SUG-0215	0	0	0.2	844	2423	394	7	26	0
M139	0	0	0.4	0	2727	891	0	20	2

*有機酸はメタボローム解析の結果から濃度単位を変更した。酢酸のみ表2の条件で分析した。

4 まとめ

海洋由来乳酸菌2株を用いて豆乳ヨーグルトを試作した。どちらの菌を用いた場合においても機能性成分であるオルニチンを豆乳をそのまま飲むよりも多量に摂取でき、異なる味わいを有する豆乳ヨーグルトを開発できる可能性を確認した。

5 謝辞

本研究は平成31年度内閣府地方創生推進交付金から助成を受け実施した。

参考文献

- 1) 味の素(株):アミノ酸の呈味,「アミノ酸ハンドブック」,初版,(株)工業調査会,東京), pp.44-51 (2003).