

豆乳を用いた新規発酵食品の製造

伊藤雅子*¹、児島雅博*²、矢野未右紀*³、内藤茂三*³

Making Novel Fermented Food from Soy-milk

Masako ITO*¹, Masahiro KOJIMA*², Miyuki YANO*³ and Shigezo NAITO*³

Food Research center, AITEC*¹⁻⁴

豆乳の新規利用法の開発を目的に、豆乳を滑らかなプレーンヨーグルト状に発酵させる菌株を *Streptococcus* (*Stp.*) 属、*Lactococcus* (*Lc.*) 属、*Pediococcus* (*Ped.*) 属、*Leuconostoc* (*Leu.*) 属から探索した。検討した 10 菌株中、*Lc. lactis* subsp. *cremoris* で培養した乳酸発酵豆乳は非常に滑らかなプレーンヨーグルト状となった。この菌株の豆乳における培養条件を決定し、その条件で培養した乳酸発酵豆乳は、市販のプレーンヨーグルトと比較して酸味が穏やかで、粘性を持つ新規乳酸発酵豆乳となった。

1. はじめに

近年の健康志向の高まりにより、豆乳の持つ機能性に消費者の関心が集まり、豆乳の消費量が著しく伸びている。しかし、豆乳は飲料以外の利用が少ないことから、豆乳の新規利用法の開発を目的に、豆乳の乳酸発酵を行った。前報¹⁾において、*Lactobacillus* (*Lb.*) 属の乳酸菌について検討を行ったところ、*Lb. casei* L-12 を用いることで非常に滑らかなプレーンヨーグルト状の乳酸発酵豆乳を作ることができた。豆乳をプレーンヨーグルト状に発酵させる菌をさらに検索するため、今年度は *Lb.* 属以外の乳酸菌 (*Stp.* 属、*Lc.* 属、*Ped.* 属、*Leu.* 属) について検討を行い、豆乳をプレーンヨーグルト状に発酵させる菌株の探索を行い、製造方法の検討を行った。

豆乳は市販品 (名古屋製酪 (株) 製) を使用した。使用した乳酸菌株名及び培養温度を表 1 に示す。*Lc. lactis* subsp. *cremoris* は市販のヨーグルト用製剤を使用した。カスピ海ヨーグルトの種菌は、フジッコ (株) より購入した。ヨーグルトは市販のプレーンヨーグルトを購入した。

2.2 実験方法

MRS 培地に培養した各菌株の前培養液を、豆乳に約 3.0×10^7 /ml となるように接種後、各菌株の至適温度で培養した。8、24、48、72 時間後に粘度、酸度、pH、乳酸菌数を測定した。72 時間後に、酸度が 0.7~0.8% に達しなかった菌株は、豆乳に 3% となるようにグルコースを添加し、同様に培養した。粘度は B 型粘度計 (NR-C) で、pH は水素イオン濃度計 (HM-30S) で測定した。酸度は 0.1N 水酸化ナトリウムによる滴定法で算出した。乳酸菌数は BCP 加プレート培地を使用し、37 で 48 時間培養後

2. 実験方法

2.1 試料

表 1 使用菌株と各菌株の培養温度及び生育の可否

菌属	菌種	培養温度 ()	生育
<i>Streptococcus</i>	<i>thermophilus</i> NBRC13957	37	
	<i>diacetylactis</i> N-7	30	
<i>Lactococcus</i>	<i>lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> NBRC3427	30	
	<i>lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	25	
	<i>lactis</i> subsp. <i>lactis</i> NBRC12007	30	
<i>Pediococcus</i>	<i>acidilactici</i> NBRC3076	30	
	<i>pentosaceus</i> ATCC43200	30	
	<i>mesenteroides</i> NBRC12060	30	
<i>Leuconostoc</i>	<i>mesenteroides</i> NBRC12455	30	
	<i>mesenteroides</i> NBRC3349	30	

: 豆乳の栄養分のみで生育、 : グルコース添加により生育

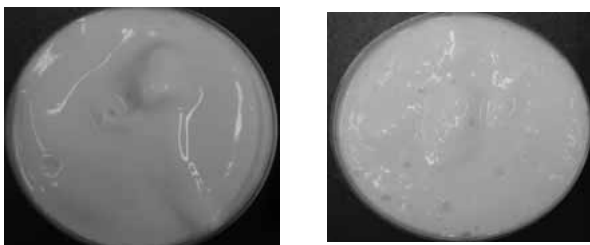
*1 食品工業技術センター 発酵技術室 *2 食品工業技術センター 保蔵技術室(現食品工業技術センター 発酵技術室)
*3 食品工業技術センター 保蔵技術室

に黄変したコロニー数を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 使用菌株の決定

Stp. thermophilus NBRC13957、*Lc. diacetylactis* N-7、*Lc. lactis* subsp. *cremoris*、*Ped. acidilactici* NBRC3076、*Ped. pentosaceus* ATCC43200 の 5 菌株は、グルコースを添加しないと生育しなかったが、残りの 5 菌株は豆乳の栄養分のみで生育した(表 1) 10 菌株中で、*Lc. lactis* subsp. *cremoris* で培養した乳酸発酵豆乳だけが図 1 に示すように、滑らかなプレーンヨーグルト状となった。*Lc. lactis* subsp. *cremoris* 以外で培養した乳酸発酵豆乳は、図 1 の *Stp. thermophilus* NBRC13957 の例に示すように、多量の塊が認められ、目標とするプレーンヨーグルト状とならなかった。そこで *Lc. lactis* subsp. *cremoris* を使用菌株とし、この菌株の豆乳における培養条件について検討した。



Lc. lactis subsp. *cremoris* *Stp. thermophilus* NBRC13957

図 1 乳酸発酵豆乳の形状

3.2 豆乳における培養条件の検討

実際のヨーグルトの製造においては、汚染微生物の増殖を抑えるために、できるだけ短時間で培養することが望ましい。最適な培養条件を検討するため、グルコースを 3% となるように添加した豆乳に *Lc. lactis* subsp. *cremoris* を接種後、培養温度 20、25、30、培養時間 4、8、12、16、20 時間の条件で培養した。得られた乳酸発酵豆乳の乳酸菌数、酸度を測定した。また、この乳酸発酵豆乳は、他の菌株で培養した発酵豆乳とは異なり、特徴として高い粘度を持つものであったため、粘度も測定した(表 2)。その結果、25 もしくは 30 で 8 時間の培養で良好な発酵豆乳を作ることができた。25 と 35 では乳酸菌数の差はほとんどなかったが、酸度はそれぞれ 0.55%、0.41% となり、25 で培養したほうが酸度が高くなった。ヨーグルトの製造においては高酸度となる条件の方が望ましいことから、*Lc. lactis* subsp. *cremoris* の培養条件は、25、8 時間が適当であると考えられた。

表 2 8 時間培養後の乳酸発酵豆乳の分析値

培養温度	25	30
乳酸菌数 ($\times 10^8/g$)	2.9	2.6
酸度 (%)	0.55	0.41
粘度 (Pa·s)	13.4	12.8

3.3 ヨーグルトとの比較

Lc. lactis subsp. *cremoris* で 25 で 8 時間培養後の乳酸発酵豆乳と市販のヨーグルトの酸度と pH を比較した結果を表 3 に示す。乳酸発酵豆乳の酸度は 0.55% と、市販のプレーンヨーグルトの酸度 0.93% と比較して低く、pH は 4.6~4.8 と、市販のプレーンヨーグルトの pH 4.1~4.3 と比較して高い値となった(表 3)。この乳酸発酵豆乳は、市販のヨーグルトより酸味の穏やかな食品となったと考えられる。また、粘性を持つヨーグルトとして知られているカスピ海ヨーグルトと比較するため、カスピ海ヨーグルトの種菌粉末 1g を牛乳 500ml 中で 25 で培養し、24 時間、72 時間後の粘度を測定した(表 4)。この結果、乳酸発酵豆乳(表 2)は、カスピ海ヨーグルトと同程度の高い粘度を有していることがわかった。*Lc. lactis* subsp. *cremoris* は粘性物質を生産することから、粘性のある滑らかな形状は、この粘性物質によるものであると考えられる。

表 3 乳酸発酵豆乳と市販ヨーグルトの酸度と pH

	乳酸発酵豆乳	市販ヨーグルト
酸度 (%)	0.55 ± 0.02	0.93 ± 0.08
pH	4.6 ~ 4.8	4.1 ~ 4.3

(n=4)

表 4 カスピ海ヨーグルトの分析値

培養時間	24 時間	72 時間
粘度 (Pa·s)	12.4	16.7
pH	4.2	4.1
酸度 (%)	0.92	0.96

4. 結び

豆乳の新規利用法の開発を目的に、*Stp.* 属、*Lc.* 属、*Ped.* 属、*Leu.* 属の乳酸菌で豆乳を発酵させた。*Lc. lactis* subsp. *cremoris* で豆乳を培養することにより、滑らかで粘性のある新規乳酸発酵豆乳を開発できた。

Lc. 属²⁾ の乳酸菌の中には粘性多糖を生産する菌があることから、*Lc. lactis* subsp. *cremoris* も粘性物質として多糖を生産している可能性があると考えられた。乳酸菌の生産する粘性多糖に抗腫瘍活性があることがわかって³⁾いるので、この乳酸発酵豆乳に新たな機能性を付与できた可能性がある。今後は両菌株の生産する粘性物質について検討を行う予定である。

文献

- 1) 伊藤ほか：愛知県産業技術研究所研究報告，4，138 (2005)
- 2) Wicken, A. J., et al.: *J. Bacteriol.*, **153**, 84 (1983)
- 3) M. Oda, et al.: *Agric. Biol. Chem.*, **47** (7), 1623 (1983)