

乳酸菌を用いた大豆乳の新規利用法の開発

-大豆乳における乳酸菌の生育-

伊藤雅子*¹、前田赳史*²、児島雅博*³、内藤茂三*³

Development of Novel Soymilk Product Fermented by Lactic Acid Bacteria -Growth of Lactic Acid Bacteria in Soymilk -

Masako ITO, Takeshi MAEDA, Masahiro KOJIMA and Shigezo NAITO

Food Research Center, AITEC*^{1*3} Aichi Institute of Technology*²

豆乳の新規利用法の開発を目的に、豆乳の乳酸発酵について検討した。特に、糖などの副原料を添加せずに作るプレーンヨーグルトタイプの乳酸発酵豆乳の開発を目標とし、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 *Lactobacillus*(*Lb.*)属の乳酸菌から探索した。検討した9菌株中、6菌株が豆乳の栄養分のみで生育した。その中で *Lb.casei* L-12 は豆乳における酸生成が良好で、発酵後の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ることから、*Lb.casei* L-12 は乳酸発酵豆乳の製造にふさわしい菌であると考えられた。

1. はじめに

近年の健康志向の高まりにより、食品の持つ機能性とその機能性成分に関する研究が進んでいる。味噌、醤油などの日本の伝統食品の原料である大豆の持つオリゴ糖やイソフラボンは非常に有用な機能性成分であることが明らかになり、これらの伝統食品が見直されつつある。大豆の熱水抽出液である豆乳にも、大豆と同等の高い栄養分と機能性成分が含まれていることが明らかになるにつれ、豆乳に対する消費者の関心が高まり、近年の豆乳の生産量は著しく増加している。豆乳はほとんどが飲用で、それ以外の利用法の開発はあまり進んでいない。一

方、ヨーグルトなどの乳酸発酵食品の機能性に関する研究も進み、例えばヨーグルトには整腸作用や血中コレステロール低下作用などがあることがわかっている¹⁾。そこで、本研究では、豆乳の新規利用法の開発を目的に、豆乳の乳酸発酵について検討した。特に、乳酸菌の中で、主に乳酸発酵食品の製造に多く用いられている *Lactobacillus*属を対象に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った。

2. 実験方法

2.1 試料

豆乳は市販品（名古屋製酪（株）製）を使用した。

表1 使用菌株と各菌株の培養温度

菌属	菌株	用途	培養温度 (°C)
<i>Lactobacillus</i>	<i>acidophilus</i> L-54	ヨーグルト、乳酸菌飲料	37
	<i>acidophilus</i> NBRC13951	乳酸菌製剤、味噌、サイレージ	37
	<i>casei</i> L-12	チーズ、発酵乳、乳酸菌飲料	30
	<i>casei</i> subsp. <i>casei</i> NBRC15883	発酵食品	37
	<i>delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> NBRC13953	ヨーグルト、乳酸菌飲料	37
	<i>helveticus</i> NBRC15019	チーズ、ヨーグルト、乳酸菌飲料	37
	<i>kefiri</i> NBRC15888	ケフィール	30
	<i>plantarum</i> NBRC3070	発酵食品、漬け物、サイレージ	30
	<i>sakei</i> D-1001	発酵食品	30

副原料として添加したグルコースは、和光純薬（株）製特級試薬を用いた。使用した *Lactobacillus* 属乳酸菌は当センター保有の9菌株で、菌株名、用途及び培養温度を表1に示した。

2.2 実験方法

乳酸菌前培養液を、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 pH、酸度を測定した。酸度は 0.1N 水酸化ナトリウムによる滴定法で算出した。72 時間後に酸度の上昇が認められなかった場合は、豆乳に 3% となるようにグルコースを添加後、同様の試験を行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 豆乳における乳酸菌 (*Lactobacillus* 属) の生育

一般的なヨーグルトの製造法²⁾においては、短時間発酵用では、*Lb.bulgaricus* と *Streptococcus thermophilus* の混合菌を用い、45~46℃、4 時間以内で、一般発酵用では、*Lb.bulgaricus* と *Lactococcus lactis* の混合菌を用い、33℃、10 時間以内で、酸度が 0.7~0.8% に達した時を発酵終了時間としている。そこで、本研究においても、培養 72 時間以内に酸度が 0.7~0.8% に達した菌株を、豆乳中で生育できる菌株とした。各菌株の培養時間による酸度の変化を、図 1~図 12 に示した。*Lb.casei* L-12 (図 1) 及び *Lb.plantarum* NBRC3070 (図 2) は、培養 24 時間後に、酸度が 0.7% を越えた。特に、*Lb.casei* L-12 は、培養 16 時間前後で酸度が 0.7% を越えていたことから、豆乳中で比較的早く酸生成を行える菌株であると考えられた。*Lb.acidophilus* L-54 (図 3)、*Lb.acidophilus* NBRC13951 (図 4) 及び *Lb.sakei* D-1001 (図 5) は培養 48 時間後に、*Lb.casei* subsp. *casei* NBRC15883 (図 6) は培養 72 時間後に酸度が 0.7% を越えた。これら 6 菌株は豆乳中の栄養分のみで生育できることがわかった。*Lb.debrueckii* subsp. *bulgaricus* NBRC13953 (図 7)、*Lb.helveticus* NBRC15019 (図 8) 及び *Lb.kefiri* NBRC15888 (図 9) は、培養 72 時間後も酸度が上昇せず、豆乳中の栄養分のみでは生育できないことが分かった。これらの 3 菌株においては、豆乳にグルコースを添加して同様に培養すると、どの菌株でも培養によって酸度が上昇した (図 10、11、12)。*Lb.helveticus* NBRC15019 (図 11) は、培養 16 時間前後に酸度が 0.7% を越えるほど酸生成が高かったが、*Lb.kefiri* NBRC15888 (図 12) では、72 時間培養後でも酸度は 0.66% であり、0.7% に満たなかったことから本菌は、グルコース資化能が非常に弱い菌であると考えられた。

以上より、豆乳中の栄養分で生育しない菌も、グルコースを添加することで豆乳中で生育できることから、今回使用した 9 菌株は、豆乳の培養に使用できると考えられた。24 時間培養後の *Lb.casei* L-12 (図 1) 及びグルコ

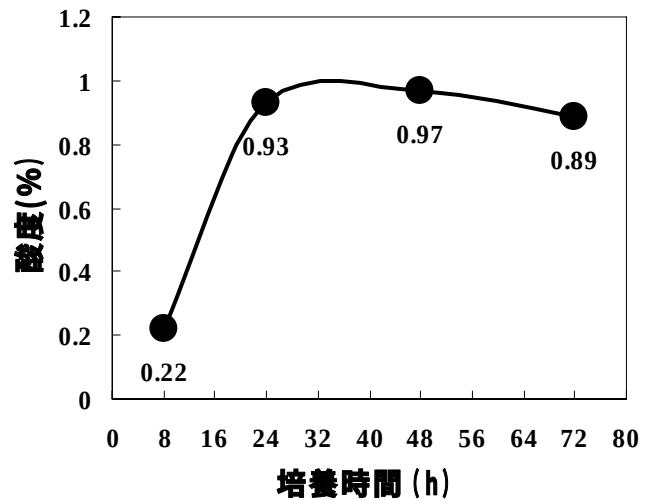


図1 培養時間における酸度の変化
(*Lb. casei* L-12)

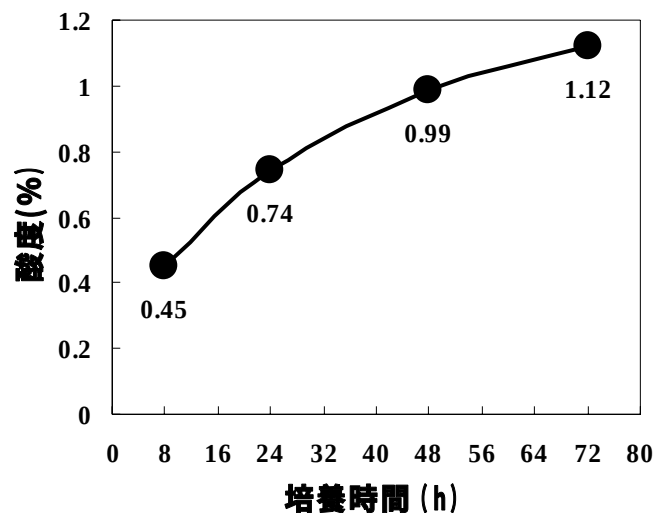


図2 培養時間における酸度の変化
(*Lb. plantarum* NBRC3070)

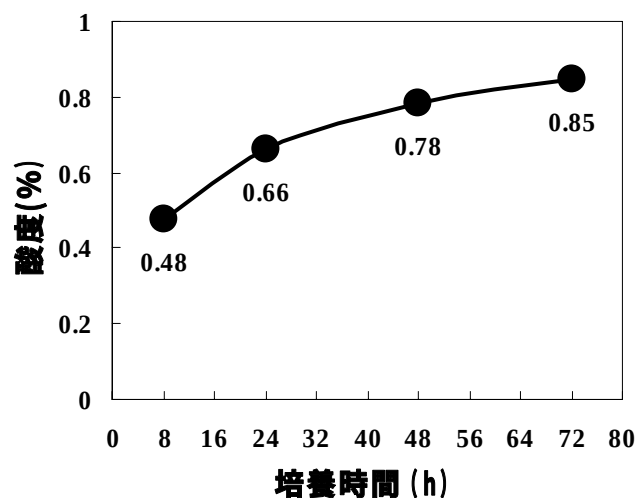


図3 培養時間における酸度の変化
(*Lb. acidophilus* L-54)

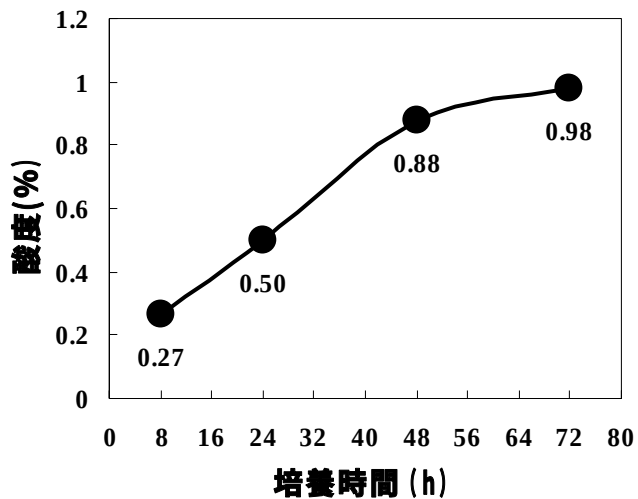


図4 培養時間における酸度の変化
(*Lb. acidophilus* NBRC13951)

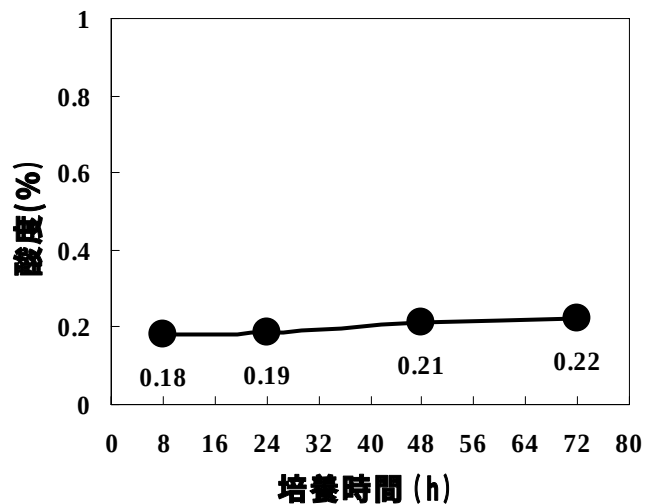


図7 培養時間における酸度の変化
(*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* NBRC13953)

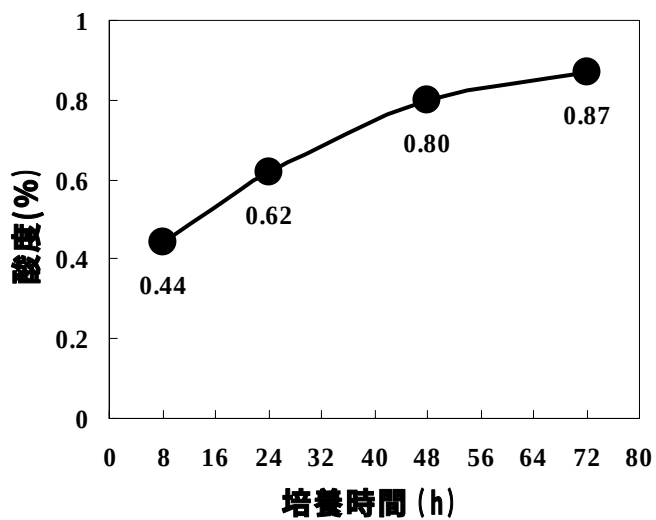


図5 培養時間における酸度の変化
(*Lb. sakei* D-1001)

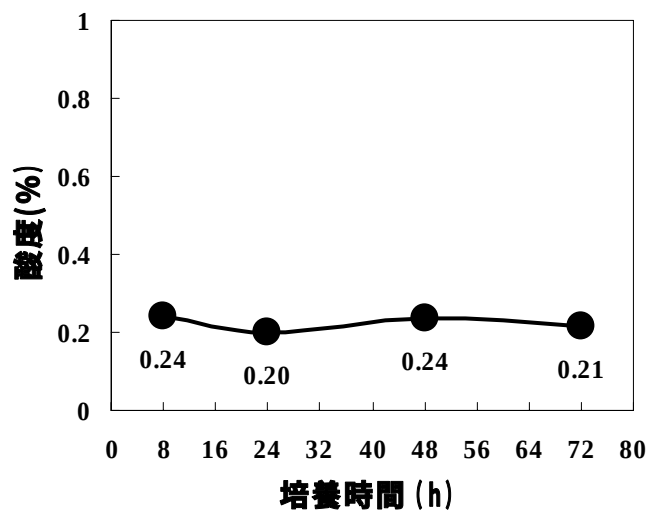


図8 培養時間における酸度の変化
(*Lb. helveticus* NBRC15019)

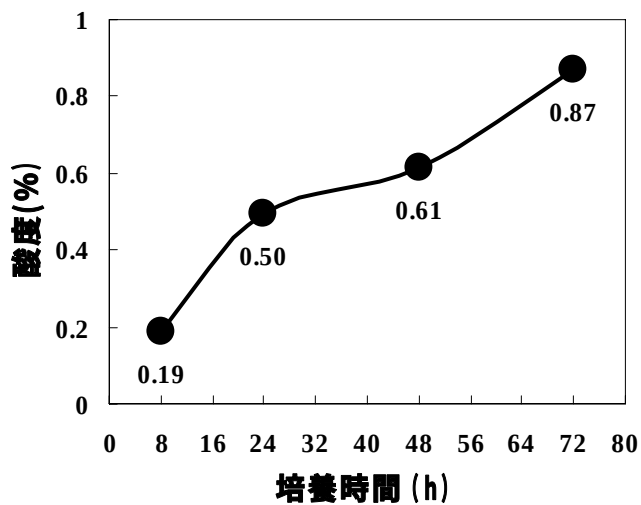


図6 培養時間における酸度の変化
(*Lb. casei* subsp. *casei* NBRC15883)

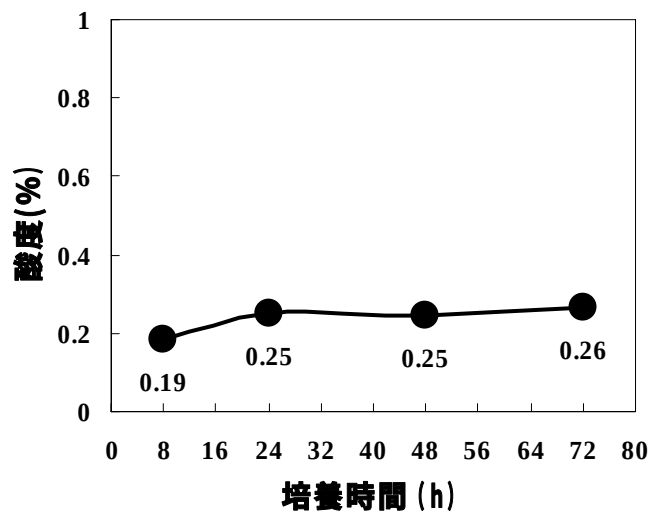


図9 培養時間における酸度の変化
(*Lb. kefir* NBRC15888)

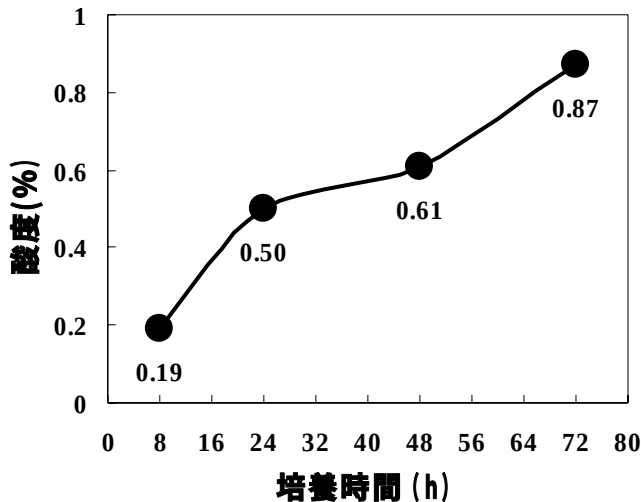


図10 培養時間における酸度の変化（糖添加豆乳）
(*Lb. Delbrueckii* subsp. *bulgaricus* NBRC13953)

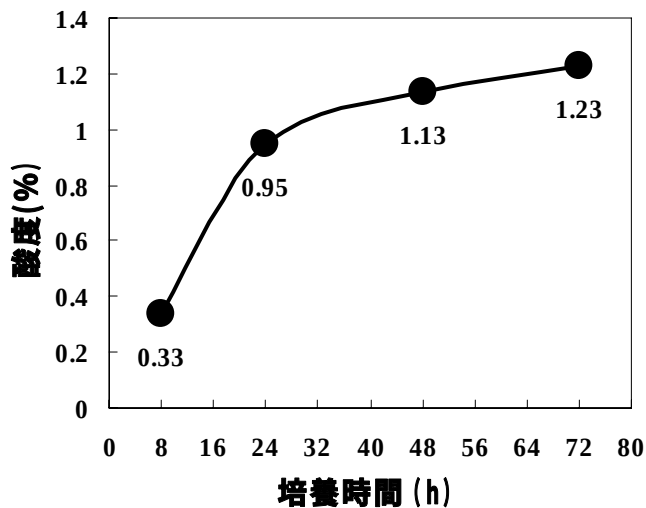


図11 培養時間における酸度の変化（糖添加豆乳）
(*Lb. helveticus* NBRC15019)

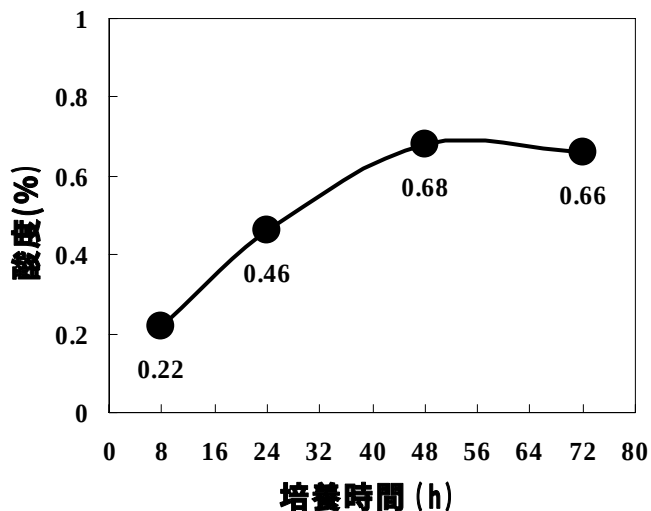


図12 培養時間における酸度の変化（糖添加豆乳）
(*Lb. kefir* NBRC15888)

ース添加豆乳で培養したときの *Lb. helveticus* NBRC15019（図 11）の酸度は、それぞれ 0.93%、0.95%と他の菌株で培養した時より高く、短時間に酸生成が進んだと考えられた。汚染菌の繁殖を抑えるためには短時間で酸生成が行われるのが望ましいことから、*Lb. casei* L-12（図 1）及び *Lb. helveticus* NBRC15019（図 11）が豆乳の培養に適した菌であると考えられた。

3.2 乳酸発酵豆乳の形状

使用した 9 菌株中、*Lb. casei* L-12 で培養した乳酸発酵豆乳は、図 13 に示すように、非常に滑らかなプレーンヨーグルト状となった。*Lb. casei* L-12 以外の 8 菌株で培養したすべての乳酸発酵豆乳には、図 13 の *Lb. helveticus* NBRC15019 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はならなかった。

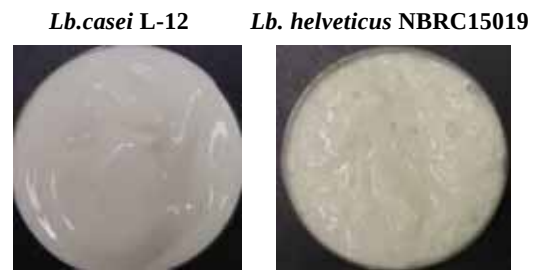


図13 乳酸発酵豆乳の形状

以上の結果より、豆乳を *Lb. casei* L-12 で培養することで、目標とするプレーンヨーグルト状の乳酸発酵豆乳を調製できた。本菌における培養においては、24 時間培養以後は、酸度変化はほとんどなかったことから、培養は 24 時間で十分であると考えられた。

4. 結び

主に乳酸発酵食品の製造に用いられる *Lactobacillus* 属の 9 種類の乳酸菌を用いて、プレーンヨーグルト状の乳酸発酵豆乳の開発を目的に、豆乳の乳酸発酵を行った。菌株により豆乳中の栄養分のみで生育できる菌とできない菌があり、また酸生成能にも違いがあることがわかった。その中で、*Lb. casei* L-12 を用いて 24 時間培養することで、目標とするプレーンヨーグルトタイプの乳酸発酵豆乳を調製できた。一般的なヨーグルト製造においては、長くても 10 時間で培養を終了していることから、今後は、*Lb. casei* L-12 を用いて培養温度を変え、短時間で培養を終了できる条件について検討する予定である。

文献

- 1) 藤田哲：New Food Industry, 42 (10), 1-9 (2000)
- 2) 日本乳業技術協会：技協資料, 3, 43 (1958)

