

# 豆腐副産物の機能性乳酸菌発酵飼料 へのリサイクル技術

環境研究部資源循環グループ

## ■技術の概要

豆腐を製造する際に出る副産物(おから=豆腐粕、廃液=豆腐ホエー)を家畜飼料としてリサイクルする技術開発に取り組む。

豆腐製造副産物を原料として乳酸菌を高密度に含む発酵飼料を製作し、乳酸菌のプロバイオティクス効果を利用した機能性飼料に加工する。

## ■技術の特徴

- 豆腐粕に少量の糖分と乳酸菌を添加することで、高濃度の乳酸菌を含むリサイクル飼料を製作できる。
- 乳牛や実験動物にこの飼料を給与すると免疫活性化効果が得られることを確認した。
- 現在ほとんどが廃棄処分されている豆腐ホエーで乳酸菌を培養し、また生菌粉末を生産する方法を開発した。

## ■活用できる分野

- 高濃度の乳酸菌を含む豆腐粕を乳牛に給与することによって乳質の低下を防ぎ、酪農経営の安定化が図れる。
- 豆腐製造所において排出された副産物をリサイクル製品として販売することで経営改善が図れる。
- 乳牛以外の家畜や愛玩動物の免疫機能を高める飼料として利用できる可能性がある。
- 他の食品製造副産物の発酵飼料化への応用も考えられる。

## ■技術の内容

### ●豆腐粕乳酸菌発酵飼料の製作

豆腐粕(水分を50%に調整)  
グルコース(発酵助剤として2%添加)  
乳酸菌発酵スターター  
(*L. plantarum*菌、あらかじめ $10^8$ 個/mlに培養)

密封、脱気して室温で3週間発酵



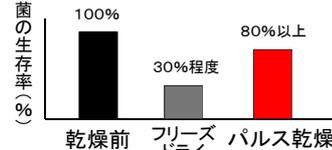
- ・最大 $10^9$ 個/gの高密度乳酸菌発酵
- ・乳酸2%以上、大腸菌群ゼロ

### ●豆腐ホエーによる発酵スターター、乾燥乳酸菌製剤製作

豆腐ホエー(pH6~7)で乳酸菌を24時間培養

添加物なしで目的濃度に培養可能

「パルス燃焼式乾燥」技術により  
粉末の生菌製剤とすることも可能  
(特許第4630071号)

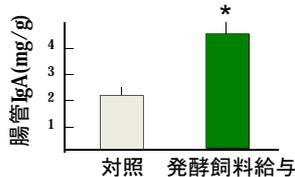
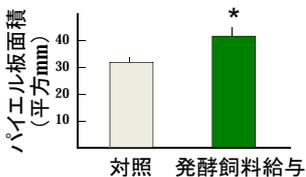


### ●免疫活性化効果の検討(マウス給与と試験)

飼料に2%配合して2週間飼育

腸管リンパ組織  
(パイエル板)が大きく発達  
=腸管免疫の活性化?

腸管型免疫グロブリンAが増加  
=異物の侵入を防ぐ働きの増強?

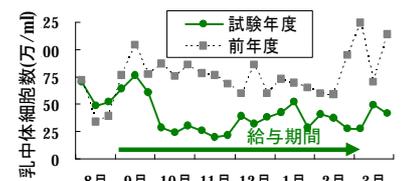
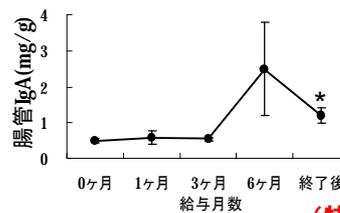


### ●牧場での給与実証試験

府内の牧場2軒で最大6ヶ月給与  
1kg/1頭/1日

腸管型免疫グロブリンAが増加

乳中体細胞数が低値で推移  
=乳質の改善



(特願2011-99419号)

### 【共同研究機関】

大阪府立大学生物資源開発センター、(株)向井食品

豆腐粕乳酸菌発酵飼料により乳牛の免疫を活性化させ、  
乳房炎等による乳質低下を抑制することが期待できる

## 豆腐副産物の機能性乳酸菌発酵飼料へのリサイクル技術

平康博章・笠井浩司・瀬山智博・出雲章久・安松谷恵子・西村和彦\*・藤谷泰裕  
(環境研究部 \*現 研究調整監)

[共同研究機関：大阪府立大学生物資源開発センター、(株)向井食品]

### 1. 目的

豆腐を製造する際に出る豆腐粕や廃液(豆腐ホエー)は都市部で大量に排出されており、産業廃棄物の削減の観点から一層の再利用が求められている。一方、酪農経営においては乳牛の感染症による乳質の低下が問題となっており、乳酸菌の有用な機能等を利用した安全な健康維持技術が求められている。そこで豆腐副産物を原料に乳酸菌発酵飼料を製作し、乳牛に給餌して乳質改善効果を検証した。

### 2. 方法

#### (1) 試験1 豆腐粕を主原料とする機能性発酵飼料の製作

豆腐粕の水分を調整し、糖類を少量加えて種菌(乳酸菌スターター)を添加し、密封して3週間発酵させた。菌数や乳酸生成量によって発酵品質を評価し、さらに、マウスの飼料に2%配合して2週間飼育したときの免疫指標の変化によって免疫活性化効果を評価した。

また、豆腐ホエーで乳酸菌を培養し、これをパルス燃焼式乾燥により粉末の乳酸菌スターターとすることを試みた。

#### (2) 試験2 乳牛への長期給餌試験

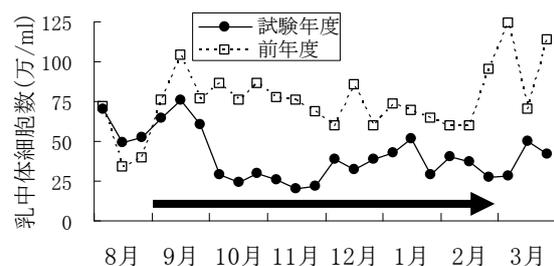
1で製作した発酵飼料を府内の牧場2戸(合計約50頭)で1日1頭あたり1kg、最大6ヶ月給餌した。乳質や血液成分、ふん中の免疫関連物質を定期的に検査して乳質と免疫力に対する効果を検証した。

### 3. 結果および考察

発酵飼料中の乳酸菌はグラムあたり10億個以上となり、また乳酸含量が2%以上で衛生的な発酵が行われたことが確認された。マウスへの給餌の結果、腸管リンパ組織の発達やふん中の免疫グロブリンA(IgA)の増加などが観察され、飼料中の乳酸菌が腸管で作用して免疫を活性化させたと推察された。豆腐ホエーを利用したスターターは培養液・粉末とも目的の生菌数となり、発酵飼料の調製に使用可能と考えられた。

乳牛への長期給餌試験の結果、乳房の炎症により増加する乳中体細胞数が前年度より低値となった(第1図)。またマウス試験と同じくふん中IgAが増加した。発酵飼料の給餌により、腸管免疫を介して感染症への抵抗力が増し、乳房炎等による乳質低下が抑えられたと考えられた。

これらの結果より、豆腐製造副産物を利用した乳酸菌発酵飼料の給餌によって乳牛の免疫機能を活性化させ、感染症等による乳質低下を抑制できる可能性が示された。



第1図 乳酸発酵飼料を給与した牛群の乳中体細胞数変化。矢印は給与期間を示す。