

乳酸菌による豆乳の大豆臭除去法の開発

鈴木秀之・林田果乃子

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科

Development of a Method of Eliminating Soy Bean Smell with Lactic Acid Bacteria

Hideyuki SUZUKI and Kanoko HAYASHIDA

Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology, Kyoto 606-8585

ABSTRACT

The causative substance for the soybean smell, n-Hexanol, is a major problem when soy products are used in the food industry. In this study, we showed that a lactic acid bacterium, *Lactobacillus brevis*, can be used to reduce n-hexanal in the medium. *Soy Protein Research, Japan* **12**, 75-77, 2009.

Key words : n-hexanal, aldehyde dehydrogenase, lactic acid bacteria

大豆を材料に豆乳や大豆たん白質を調製する場合、その青臭さが問題となる。この青臭さの主成分は大豆に多量に含まれているリノール酸の酸化により生成するn-ヘキサナールである。大豆に含まれるリノール酸は大豆のリポキシゲナーゼによってリノール酸13-ヒドロペルオキシドとなり、さらにヒドロペルオキシドリアーゼによってn-ヘキサナールへと変換される¹⁾(Fig. 1)。そのため、煮沸によってリポキシゲナーゼを失活させる方法や品種改良によりリポキシゲナーゼを欠損した大豆の育種、栽培が行われている。バクテリアが生産するアルデヒドデヒドロゲナーゼの中には基質特異性が広く、比較的長鎖のアリファティックアルデヒドに作用し、カルボン酸にするものが報告されている。大豆根粒菌である*Bradyrhizobium japonicum*をn-ヘキサナールを含む培地に植菌したところ、菌の

増殖は極めて遅かったものの、培地中のn-ヘキサナール濃度の減少が観察された。この菌の*blh4784*遺伝子を高発現して精製し、ヘキサナールデヒドロゲナーゼ活性を持つことを確認した²⁾。しかし、精製酵素を用いてn-ヘキサナールをn-ヘキサノ酸(カプロン酸)に変換するには、NAD⁺を基質量供給するか、その再生系とカップリングさせる必要があり、実用化が難しい。そこで、豆乳に菌を培養する過程でn-ヘキサナールを消費する方が、適当であると判断した。しかし、*B. japonicum*の生育速度は極めて遅く、また根粒菌を食品原料に生育させることも適当ではない。そこで、食品に添加しても、そのまま食べることのできる微生物に注目して調べたところ、乳酸菌に培地中のn-ヘキサナール量を減少させる菌株が存在することを見出した。

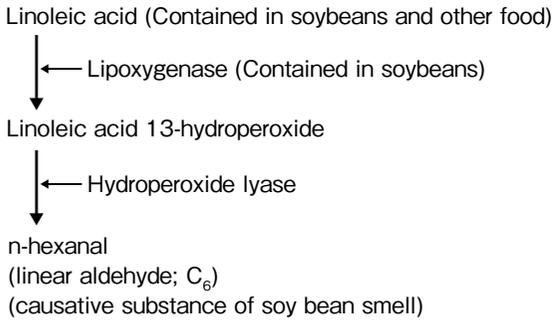


Fig. 1. Mechanism of production of n-hexanal from linoleic acid.

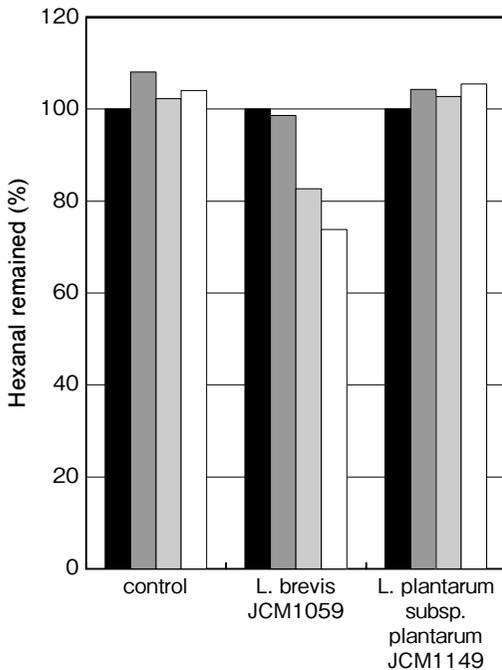


Fig. 2. Decrease of n-hexanal in the medium along with the growth of lactic acid bacteria. The original medium contained 20 mM n-hexanal. The strains were grown at 30°C and the samples were taken at 0, 24, 74, and 410 h (black, dark gray, light gray and white).

方 法

使用した乳酸菌株について

乳酸菌である *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* JCM1002, *L. acidophilus* JCM1132, *L. casei* JCM1134, *L. rhamnosus* JCM1136, *L. brevis* JCM1059, *L. plantarum* subsp. *plantarum* JCM1149 の 6 株を理化学研究所バイオリソースセンター微生物材料開発室から取り寄せ用いた。

ヘキサナール濃度測定

ヘキサナールの分析には逆相HPLC (LC-10, 島津製作所) を用いた。カラムはナカライテスク社製 5C₁₈-MS II (4.6×150 mm), 移動層は50%メタノール溶液, 流速0.5 mL/min, 検出波長220 nm, カラムオープン温度30°Cで行った。

乳酸菌の培養法

乳酸菌の培養にはDifco社のde Man-Rogosa-Sharpe (MRS) 培地を用いた。

L. acidophilus, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. casei*, *L. rhamnosus* の 4 株は37°Cで, *L. brevis*, *L. plantarum* subsp. *plantarum* の 2 株は30°Cで, アネロパック・ケンキ (三菱ガス化学製) を入れた角型ジャー内で嫌気培養した。容量が8 mLのバイアルに, 終濃度20 mMになるように調製した培地を7 mLずつ分注した。そこに, 十分生えてきた乳酸菌の前培養液を1 mL加えてバイアルの蓋をしっかりと閉め, パラフィルムをまいてインキュベートした。この時, コントロールには前培養液の代わりに1 mLのMRS培地を加えた。経時的にサンプリングを行い, 菌体を取り除いた上澄み中のヘキサナール量をHPLCにて測定した。

結果と考察

乳酸菌を培養した培地中のn-ヘキサナールの消長

ヨーグルト製造に用いられる6株の乳酸菌をn-ヘキサナールを含む培地に植え, その消長を観察した。

L. delbrueckii subsp. *bulgaricus* と *L. acidophilus* は完全な嫌気状態にしないと生育せず, 取り扱いが難しかった。

複数回の培養で, 常に安定してヘキサナールを減少させたのは, Fig. 2に示すように *L. brevis* であった。一方, *L. plantarum* subsp. *plantarum* は全くヘキサナールを減少させなかった。 *L. brevis* は培地のヘキサナール濃度を5 mMも減少させており, 極めて有望と考えられた。

将来の展望

*L. brevis*を用いた豆乳ヨーグルトを調製し、その風味テストを実施する予定で準備を進めている。しかし、*L. brevis*は発酵力が弱く、単独で豆乳をヨーグルト化

するのは難しいと考えられる。他の乳酸菌の助けが必要で、菌株の組み合わせを検討する必要があるかも知れない。

要 約

大豆から豆乳や大豆たん白質を調製するときに問題となる青臭さの主成分はn-ヘキサナールである。本研究では、乳酸菌*Lactobacillus brevis*が培地中のヘキサナールを分解できることを明らかにした。

文 献

- 1) 鬼頭誠, 高村仁知 (1992): 大豆たん白質製品中のヘキサナール生成とその抑制に関与する因子. 大豆たん白質栄養研究会会誌, **13**, 12-14.
- 2) 鈴木秀之, 富山大輔 (2008): 大豆の青臭さの原因であるn-ヘキサナールを分解できるアルデヒドデヒドロゲナーゼのスクリーニング. 大豆たん白質研究, **11**, 67-70.