

低臭納豆「金のつぶ・におわなっとう」

竹村 浩

納豆にはビタミンK2, イソフラボン, 大豆タンパク等々, いわゆる健康機能をもっている成分が多く含まれる。そのため, 納豆は健康食品的な色合いが強い食品となりつつある。当社で実施した消費者調査においても, 納豆購入理由の第一位は「健康に良いから」である。かつて納豆は, 関東, 東北地方を中心に食されている地方色のある食品であり, 近畿地方を中心とした西日本では余り食されていない。しかし, 納豆は健康食品の代表格として近年の健康ブームに乗り市場を拡大しており, 現在では全国的に食されるようになってきている。とは言うものの, 現在でも西日本における納豆消費量は東日本に比べて多くはない。西日本で納豆消費が増えない理由は, もともと食べる習慣がないということもあるが, 納豆のネバネバおよび独特の臭いが敬遠されているためと一般に考えられている。

本稿では, この納豆独特の臭いを抑えた納豆, 「金のつぶ・におわなっとう」について紹介する。

低臭納豆開発の方向性

納豆臭の原因物質としては, アセトイン, ジアセチル, 短鎖分岐脂肪酸, ピラジン類, アンモニアなどが知られており, おそらくこれらの成分が混合されて納豆臭が作り出されると理解されている。¹⁻⁶⁾ これらの化合物のなかで最も納豆の臭いに影響を与えていると思われる短鎖分岐脂肪酸 (特にイソ酪酸, イソ吉草酸, 2-メチル酪酸, 以後bcfaと略す) の低含有納豆開発を試みた。

bcfa 低生産納豆菌の開発

納豆菌は分類学上は *Bacillus subtilis* に属す。 *B. subtilis* における知見から⁷⁾ bcfa は分岐脂肪酸の合成系を介し, バリン, ロイシン, イソロイシンから合成されるものと考えられる (図1)。また, 分岐鎖 α ケト酸脱水素酵素欠損変異は bcfa を生育に要求する, すなわち生産できないことが知られている (図1)。⁸⁾ 一方, *B. subtilis* では, 最初のステップである分岐アミノ酸の酸化的脱アミノ反応にはロイシン脱水素酵素 (LDH) および分岐アミノ酸アミノトランスフェラーゼが関与していると報告されていたが, 種々検討の結果, 納豆菌では LDH が bcfa 合成において本反応を触媒する主要な酵素であることが判明した (図1)。

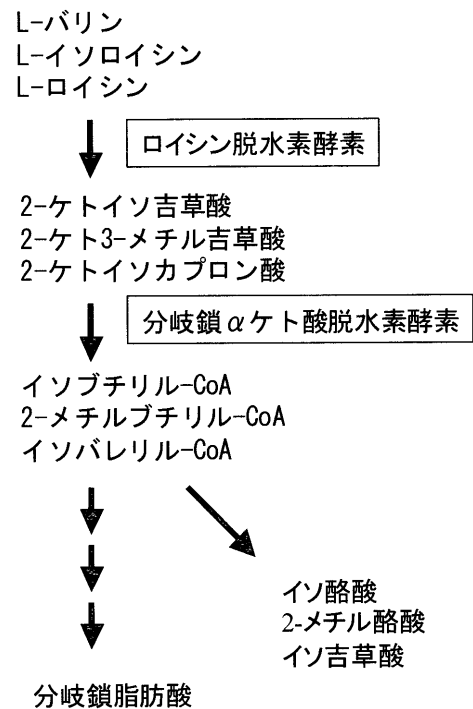


図1. 短鎖分岐脂肪酸の合成経路

次に, 相同組換え⁹⁾ および納豆菌ファ-ジ ϕ BN100 を用いた形質導入¹⁰⁾ により, 自社保有納豆菌 O-2 株の LDH 遺伝子欠失変異株 B2 を取得した。 B2 株は, LDH 遺伝子ほぼ中央部の 237 bp を欠失しており LDH 活性を欠失している。しかし, 分離時に用いたベクター由来の外來遺伝子は含まないので遺伝子組換え菌ではない。 B2 株を用いて製造した納豆の bcfa 含量は, 親株の 70.7 mg/100 g 納豆に対し, 0.7 mg/100 g 納豆であった (表1)。

表1. 納豆中の短鎖分岐脂肪酸含量

| 菌株 | 短鎖分岐脂肪酸 (mg/100g) | | |
|------|-------------------|-------|-------|
| | イソ酪酸 | イソ吉草酸 | 合計 |
| O-2 | 40.0 | 30.7 | 70.7 |
| B2 | 0.3 | 0.4 | 0.7 |
| N46 | 検出されず | 検出されず | 検出されず |
| N64 | 2.0 | 2.0 | 4.0 |
| N103 | 0.6 | 0.4 | 1.0 |

HPLC 分析においてピークが重なるため, イソ吉草酸と 2-メチル酪酸の総量をイソ吉草酸量として表した。

著者紹介 (株)ミツカン・チルド事業カンパニー (主席研究員) 〒475-8585 愛知県半田市市中村町2-6
Tel. 0569-24-5159 Fax. 0569-24-5028 E-mail: hitake@mitsukan.co.jp

の結果より、B2株はbcfaをほとんど生産しないことが確認でき、所期の目的であるbcfa低含有納豆の生産が可能になった。

B2株を用いて作った納豆は、親株であるO-2株を用いて作った納豆と同等の外観、糸引き、味、食感などの品質を有していた。一方、香りに関しては、O-2株で作った納豆に比べ納豆独特の臭いが明らかに弱かった。この結果より、B2株を用いて製造した納豆は、納豆としての基本的な品質を保持し、かつ目的の「低臭納豆」というコンセプトを実現していることが確認できた。

さらに突然変異株を分離

B2株が分離できた時点で、技術的には菌は完成したことになる。そして、B2株を用いて製造した納豆に対するマーケティング部門の評価も上々であった。しかし、実際にはB2株は製品に使われることはなかった。その理由は、B2株が遺伝子組換え法で分離した菌株だからである。

前述のとおり納豆は健康食品という色合いが強い食品であり、その消費者層も健康への関心が強く、特に「安全・安心」に関しては厳しい判断基準を持っている。99年春には、遺伝子組換え食品が話題となり、その安全性への不安感から納豆の売れ行きが落ちた。さらに99年秋には納豆の主産地である茨城県で原子力発電所の臨界事故が起こり、やはり納豆の売上に影響が出た。また逆に、01年秋には狂牛病が話題となり牛肉への不安感からその代替品として納豆が買われ、納豆市場が拡大した。

このように、納豆市場は「食の安全・安心」に敏感な市場である。そのため、遺伝子組換え法で分離したB2株の商品への使用は、マーケティング部門の判断で見送られた。しかし、bcfa低含有を特徴とする「低臭納豆」に関しては商品化を進めることとなった。

こうなることは技術サイドでも予想していた。そのためあらかじめ対策は考えてあり、それをマーケティング部門に提案した。B2と同じLDH欠損株を変異法で分離しなおすという提案である。遺伝子組換え法に比べ変異法は従来から食品分野で使用されている育種法であり、顧客の理解が得やすいと考えたからである。また、不要な誤解を避けるため、LDH欠損株の分離に関しては、遺伝子組換え法で実施した部分も変異法で実施した部分も、論文として詳細を公開することとした。¹¹⁾

LDH欠損株のスクリーニングはLDH欠損株のbcfa要求性を指標に実施した。紙面の関係で詳細は割愛するが、最終的に3株(N46, N64, N103)のLDH欠損株

が得られた。これらの株を用いて製造した納豆はいずれもbcfa含量が低く(表1)、官能的にもB2を用いて製造した納豆と同等のものであった。これら3変異株から最終的にN64を選択した。N64は、他の2株に比べると納豆のbcfa含量が若干高めであるが、bcfaの臭いは官能的には分からないレベルであり、かつ、香りを含めた納豆としての総合的な品質が最もすぐれていた。

「金のつぶ・におわなっとう」の商品化

2000年3月、N64を用いた低臭納豆「金のつぶ・におわなっとう」を発売した(図2)。「金のつぶ・におわなっとう」は、納豆の臭いが苦手な方でもおいしく食べられる「初心者向き納豆」としてだけでなく、食後の口臭を気にせず食べられる「便利な納豆」として広く市場に受け入れられ、現在当社の主力商品に育っている。



図2. 低臭納豆「金のつぶ・におわなっとう」

文 献

- 1) 小幡弥太郎・俣野影典：農化，**33**，567 (1959).
- 2) 小幡弥太郎・俣野影典：農化，**33**，569 (1959).
- 3) 菅野彰重ら：日食工誌，**31**，587 (1984).
- 4) 伊藤哲雄ら：農化，**61**，693 (1987).
- 5) Sunagawa, E. et al.: *Agric. Biol. Chem.*, **62**，1440 (1998).
- 6) Tanaka, T. et al.: *Biosci. Biotech. Biochem.*, **62**，1440 (1998).
- 7) 屋 宏典：栄食誌，**49**，259 (1996).
- 8) Willecke, K. and Pardee, A. B.: *J. Biol. Chem.*, **246**，5264 (1971).
- 9) Stahl, M. L. and Ferrari, E.: *J. Bacteriol.*, **158**，411 (1984).
- 10) Nagai, T. and Itoh, Y.: *Appl. Environ. Microbiol.*, **63**，4087 (1997).
- 11) 竹村 浩ら：日食工誌，**47**，773 (2000).