

## ご当地乳酸菌チーズスターターを用いたチーズ製造技術体系

試験研究計画名：国産スターターを用いたブランドチーズ製造技術の開発

地域戦略名：地域ブランドチーズの付加価値向上

研究代表機関名：（研）農研機構畜産研究部門

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

国産チーズ製造では、原料乳の生産地や乳牛の飼養方法などが製品差別化の要素ですが、乳発酵食品である熟成型チーズの製造に必須なチーズスターター（乳酸発酵を行わせるメインスターター；乳酸菌など発酵用微生物の凍結乾燥粉末等）のみならず、チーズの特徴付けに添加される補助スターター（うま味や香り生成に働く乳酸菌など発酵用微生物）の多くは輸入品であり、外国産ナチュラルチーズと明確に差別化できない現状となっています。そこで、国産ナチュラルチーズの品質向上及び生産コスト低減による競争力強化を図るため、ご当地食品から発酵や熟成を促進できる乳酸菌でチーズスターターを開発し、外国産と差別化でき地域ブランド化できるチーズの創出を目指しました。

技術体系の紹介：

### 1. ご当地乳酸菌チーズスターター（Jチーズスターター）

ご当地食品から分離した食経験のある乳酸菌を、発酵能力やチーズの品質にかかわる特性を指標として選抜し、Jチーズスターターを開発しました。Jチーズスターターには、北海道産食品由来の *Lactobacillus paracasei* OUT0010 (OUT0010)、*Lactobacillus curvatus* 33-5 (33-5)、*Lactobacillus rhamnosus* P-17 (P-17) の3菌株、栃木県産食品由来の *L. curvatus* 0Y-57 (0Y-57) の1菌株があり、OUT0010、33-5、p-17 をどさんこ乳酸菌スターター、0Y-57 をとちぎ乳酸菌スターターと呼んでいます。これら4菌株は共通してチーズの製造（30-40℃）・熟成（10℃）温度で生育可能で、乳たんぱく質分解活性が高く、脱脂乳培地での培養で標準菌株と比較して香り成分の生成量に特徴的な違いがあります<sup>1)</sup>。

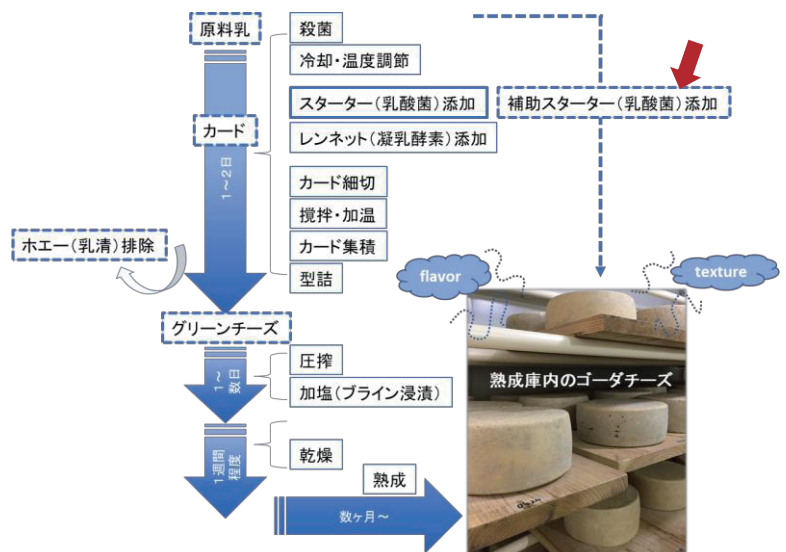


図1 ゴーダチーズの製造工程

→ Jチーズスターター添加のタイミング

<sup>1)</sup>農研機構畜産研究部門刊「Jチーズ乳酸菌カタログ」(<http://www.naro.affrc.go.jp> からダウンロード可能)

### 2. Jチーズスターターを用いたセミハードチーズの製造

Jチーズスターターを既存のセミハードチーズの製造工程で補助スターターと添加しします（図1はゴーダチーズの例）。これにより、ゴーダチーズの場合、従来の市販スターターで3か月を要する熟成が2カ月に短縮できます。加えて、うま味、香り、弾力性などにJチーズスターターの特徴が反映され、「うま味増強、熟成促進」を特徴として差別化できる地域ブランドチーズの創出に活用できます。以下に北海道と栃木県での実施例を紹介します。

(1) 北海道の実施例 -- どさんこ乳酸菌スターター使用のゴーダチーズ --

2kgの原料乳を用いて、Jチーズスターター（原料乳1kgあたり10<sup>8</sup>菌数）を補助スターターとして用い、2ヶ月間熟成して試験製造したミニゴーダチーズでは、従来品と比較して、熟成1ヶ月で旨味を呈するアミノ酸であるグルタミン酸含量に、増加傾向または有意な増加が認められました。また、熟成2ヶ月の33-5添加区では、従来品や他の補助スターター添加区と比較して、酸味やうま味旨味を呈するアミノ酸であるアスパラギン酸が有意に多く、苦味を呈するチロシンやアルギニンが有意に少ないことが確認されました(表1)。また、香り成分についても、従来品とは異なる効果が認められました(表2)。

表1 Jチーズスターター（どさんこ乳酸菌スターター）を添加して製造したミニゴーダチーズの遊離アミノ酸量(mg/可食部100g)

| アミノ酸    | 熟成期間 | 対照区                       |                            | OUT0010添加区                |                            | 33-5添加区 |  | P-17添加区 |  |
|---------|------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------|--|---------|--|
| アスパラギン酸 | 0    | 4.4 ± 0.9                 | 4.1 ± 1.1                  | 5.2 ± 1.6                 | 6.3 ± 1.6                  |         |  |         |  |
|         | 1    | 15.3 ± 0.8                | 17.7 ± 1.8                 | 18.2 ± 4.2                | 17.3 ± 2.2                 |         |  |         |  |
|         | 2    | 24.2 ± 2.3 <sup>a</sup>   | 29.8 ± 2.0 <sup>a</sup>    | 50.1 ± 7.6 <sup>b</sup>   | 29.6 ± 1.9 <sup>a</sup>    |         |  |         |  |
| グルタミン酸  | 0    | 12.2 ± 1.9                | 17.3 ± 0.7                 | 15.5 ± 4.3                | 16.4 ± 4.3                 |         |  |         |  |
|         | 1    | 153.5 ± 11.9 <sup>a</sup> | 190.1 ± 27.7 <sup>ab</sup> | 212.9 ± 21.7 <sup>b</sup> | 169.5 ± 25.5 <sup>ab</sup> |         |  |         |  |
|         | 2    | 309.4 ± 35.6              | 389.5 ± 54.6               | 319.1 ± 38.3              | 349.7 ± 43.6               |         |  |         |  |
| アルギニン   | 0    | 2.3 ± 0.7                 | 2.4 ± 0.7                  | 2.0 ± 0.4                 | 2.8 ± 0.4                  |         |  |         |  |
|         | 1    | 22.1 ± 1.1 <sup>a</sup>   | 24.7 ± 2.8 <sup>a</sup>    | 9.2 ± 3.0 <sup>b</sup>    | 21.9 ± 3.3 <sup>a</sup>    |         |  |         |  |
|         | 2    | 28.0 ± 2.3 <sup>a</sup>   | 31.4 ± 4.6 <sup>a</sup>    | 3.9 ± 1.5 <sup>b</sup>    | 28.0 ± 3.0 <sup>a</sup>    |         |  |         |  |
| チロシン    | 0    | 2.1 ± 0.4                 | 2.6 ± 1.1                  | 2.2 ± 2.2                 | 3.0 ± 2.4                  |         |  |         |  |
|         | 1    | 31.0 ± 5.3                | 30.7 ± 11.8                | 12.1 ± 5.5                | 30.4 ± 8.7                 |         |  |         |  |
|         | 2    | 51.6 ± 10.5 <sup>a</sup>  | 49.7 ± 15.5 <sup>a</sup>   | 13.6 ± 9.2 <sup>b</sup>   | 51.2 ± 11.0 <sup>a</sup>   |         |  |         |  |

OUT0010、P-17スターター使用チーズは、うま味アミノ酸のグルタミン酸が多く、33-5スターター使用チーズは、苦味があり結晶化しやすいチロシンが少ないことから、チーズの味やなめらかさの改良が期待できます

表2 Jチーズスターター（どさんこ乳酸菌スターター）を添加して製造したミニゴーダチーズの香り成分

|            | 熟成期間(月) | アセトアルデヒド*   | ジメチルスルフィド*  | ジアセチル        | ブタン-2-オン    | アセトイン       | 酢酸ブチル     | テトラメチルピラジン   |
|------------|---------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-----------|--------------|
| 従来品        | 1       | 3358 ± 190  | 2031 ± 1902 | 8073 ± 3756  | 6118 ± 2358 | 1456 ± 1304 | 296 ± 91  | 12752 ± 2429 |
| P-17添加区    | 1       | 3930 ± 1245 | 1489 ± 1412 | 7110 ± 5581  | 6298 ± 693  | 1043 ± 1123 | 229 ± 82  | 10927 ± 1016 |
| 33-5添加区    | 1       | 4350 ± 321  | 1801 ± 529  | 6924 ± 7266  | 7519 ± 1147 | 1173 ± 1416 | 208 ± 156 | 12248 ± 887  |
| OUT0010添加区 | 1       | 3923 ± 473  | 1161 ± 1033 | 8350 ± 4383  | 7125 ± 1719 | 787 ± 573   | 244 ± 78  | 12850 ± 2201 |
| 従来品        | 2       | 6196 ± 1544 | 575 ± 458   | 8689 ± 5154  | 3739 ± 802  | 3344 ± 2979 | 671 ± 213 | 7828 ± 1265  |
| P-17添加区    | 2       | 7104 ± 915  | 873 ± 538   | 9093 ± 5001  | 5445 ± 534  | 3180 ± 2888 | 458 ± 136 | 10351 ± 1419 |
| 33-5添加区    | 2       | 6838 ± 1610 | 1151 ± 506  | 8406 ± 3281  | 6514 ± 1526 | 2989 ± 2434 | 310 ± 75  | 11238 ± 2664 |
| OUT0010添加区 | 2       | 6753 ± 1117 | 968 ± 599   | 10530 ± 4409 | 5513 ± 1457 | 3028 ± 2414 | 535 ± 98  | 10635 ± 2260 |

数値はフラッシュGCノーズ（α-モス社）計測ピーク面積（平均値±標準偏差）

どさんこ乳酸菌スターター使用チーズでは、ナッツの香り（テトラメチルピラジン）が高く、OUT0010スターター使用チーズはバターの香り（ジアセチル）も高いなど、従来品とは異なる特徴があります

(2) 栃木県の実施例 -- 地場産漬物のとちぎ乳酸菌が活きた薫るチーズ --

Jチーズ乳酸菌0Y-57を補助スターターとして用い、50kgの原料乳（ブラウンスイス種）で実規模製造したゴーダチーズでは、従来品に比べて、熟成1ヶ月後から総遊離アミノ酸量が増加し、熟成2ヶ月後には、約1.7倍になり、また熟成中に蓄積する苦味アミノ酸の1つであるチロシンの増加が抑制されました(表3)。

また消費者型官能評価において、「チーズの弾力」が従来品より高くなる特徴が見出されています。香り分析の結果、0Y-57を添加したチーズは、チーズらしい香りの成分であるブタン-2-オンが顕著に増加しています(表4)。

表3 Jチーズスターター（とちぎ乳酸菌スターター）を添加して製造したミニゴーダチーズの遊離アミノ酸

|               | 総遊離アミノ酸含量 (μmol/g) |       |
|---------------|--------------------|-------|
|               | 熟成1か月              | 熟成2か月 |
| 0Y-57添加チーズ    | 23.5               | 25.4  |
| 従来品(0Y-57無添加) | 10.4               | 14.9  |

|               | 遊離チロシン含量 (μmol/g) |       |
|---------------|-------------------|-------|
|               | 熟成1か月             | 熟成2か月 |
| 0Y-57添加チーズ    | 0.03              | 0.03  |
| 従来品(0Y-57無添加) | 0.24              | 0.29  |

表4 0Y-57添加ゴーダチーズの熟成2カ月時の香り成分量

|         | ジアセチル      | ブタン-2-オン     | アセトイン     | テトラメチルピラジン |
|---------|------------|--------------|-----------|------------|
| 0Y-57添加 | 11202±2320 | 97457±22438* | 6432±1371 | 8346±132   |
| 無添加     | 12043±2740 | 1191±2063    | 3883±1199 | 5887±1030  |

数値はGCノーズ計測ピーク面積、\*：有意差有り(P<0.05)

(3) 消費者型官能評価 (図3)

OUT0010、33-5、および0Y-57を補助スターターとして用い、北海道と栃木県のチーズ工房で製造したゴーダチーズと従来品について、消費者型官能評価を実施したところ、ゴーダチーズは熟成によって消費者嗜好が有意に向上すること、Jチーズスターターを補助スターターとして使用したチーズでは、2ヶ月熟成チーズでも3ヶ月熟成と遜色のない嗜好性を有することが確認されています。

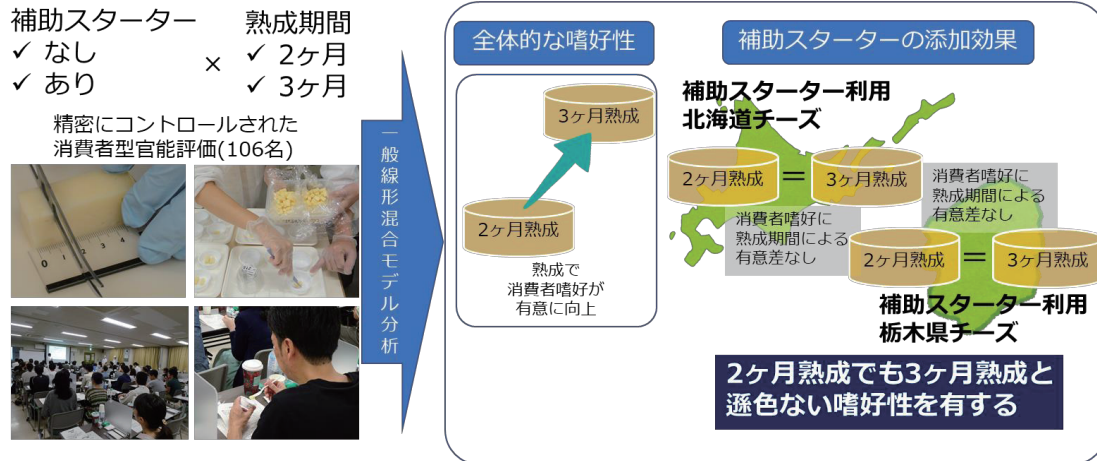


図3 Jチーズスターター使用チーズを添加して製造したゴーダチーズの消費者型官能評価試験

技術体系の経済性は：

経営改善効果

技術体系の導入により、ゴーダチーズの熟成期間を従来の2/3(3か月→2か月)に短縮しても、従来品と遜色ない品質が期待されます。図4には、導入前(想定A)および導入後(想定B)のゴーダチーズ製造/出荷の想定スケジュールを示しました。ここでは、経営体の熟成庫の容量が一定で、毎週一定量の原料乳(500kg)から50kgのチーズ製造を行う想定です。想定Aでは、1月1週目に製造したチーズは3ヶ月熟成を経て4月1週目に出荷します。出荷によって空いた熟成庫のスペースに新たに製造したチーズを入れることを繰り返し、年間1,800kgの出荷となります。Jチーズスターター導入後の想定Bでは、1月1週目に製造したチーズは2ヶ月の熟成を経て3月1週目から出荷し、チーズを想定Aと同じペースで製造すると、年間2,000kgの出荷が可能となり10%程度の売上増が見込めます。

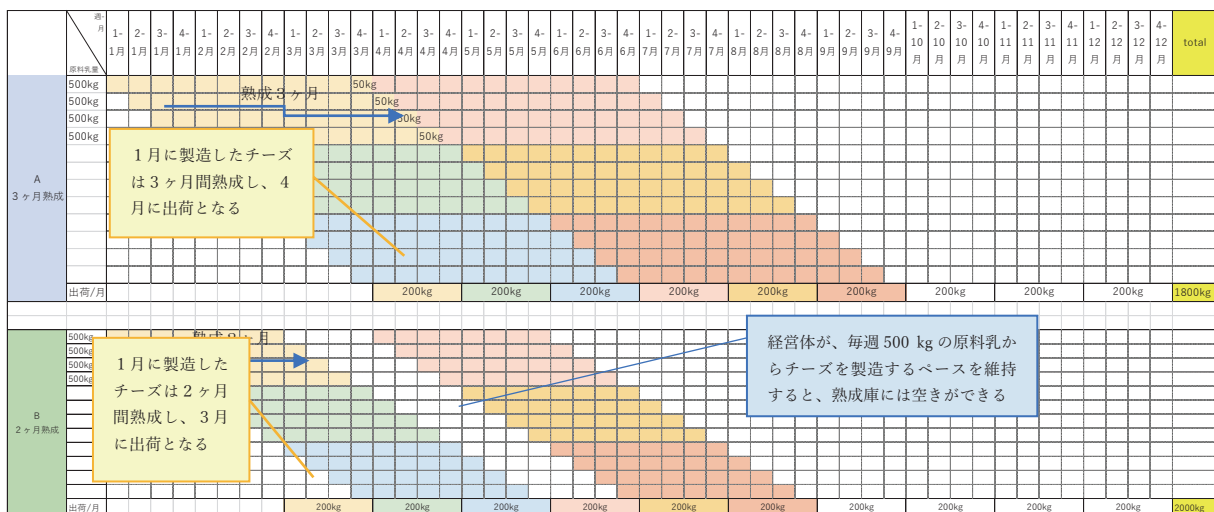


図4 Jチーズスターターをゴーダチーズ製造に補助スターターとして用いた場合の製造スケジュール

経営体が現状の製造ペースを維持する前提での想定 B では熟成庫に空きができますが、経営体が熟成庫の空きが無いように増産したい場合には、原料乳、設備、労力等の増加を伴いますが、現有の熟成庫容量のまま 1.5 倍量 (2,700 kg) までの増産をシミュレーションできます。J チーズスターターの価格をメインスターターの価格と同じと仮定し、スターター経費を 1 回あたり 2 倍に見積もって、想定 A のスケジュールで製造した場合、年間営業利益は表 5 に示した通り、収益率 5% の向上が見込まれます。

経済的な波及効果

2018 年統計では、ハード・セミハードなどの熟成型チーズは、195 箇所のチーズ工房が製造しています (農林水産省)。それらの生産量を 400t と推定し、そのうち 4 分の 1 に本技術体系が導入された場合、年間生産量は 100t が 110t に増えます。単価 (直売) を表 5 の試算にあわせ、kg あたり 7,000 円とすると年間 70,000 千円の経済的波及効果が見込めます。また製造ペースを上げることでその生産量をさらに 1.5 倍まで伸ばすことが期待できます。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

すでにチーズ製造を行っていて新たなブランドチーズを作りたい経営体におすすめします。なお紹介した J チーズスターターは、北海道産食品および栃木県産食品から分離した乳酸菌で開発したため、まずは北海道および栃木県のチーズ工房、普及指導機関、行政機関、道県公設試験場などでの導入利用をおすすめします。また、同様の取り組みを実施したい地域のためにご当地乳酸菌の分離・選抜に焦点をあてて取りまとめた「ご当地乳酸菌チーズスターター開発マニュアル」の公表を予定しています。

技術導入にあたっての留意点：

本技術体系は、J チーズスターターをゴーダチーズなどセミハードチーズの製造時に補助スターターとして使用することで「うま味増強、熟成促進」効果が得られるように最適化しています。したがって、他のチーズ種の製造に用いた場合の効果や適量については未確認であり、引き続き実施例を蓄積します。特許出願した 4 菌株を用いてチーズ製造・市販する場合には、関連特許の実施許諾について農研機構 (以下 URL) に申請して下さい。

手続き：<https://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/patent.html>

問い合わせフォーム：<https://prd.form.naro.go.jp/form/pub/naro01/patent>

研究担当機関名：(研) 農研機構畜産研究部門、(地独) 道総研食加研、(公財) とかち財団、(公財) オホーツク財団、(公財) 函館財団、栃木県畜酪研センター、(国) 帯畜大、小山高専、雪印種苗 (株) ノースプレインファーム (株)、那須ナチュラルチーズ研究会

お問い合わせは：(研) 農研機構畜産研究部門研究推進部

電話 029-838-8292 E-mail [koho-nilgs@naro.affrc.go.jp](mailto:koho-nilgs@naro.affrc.go.jp)

執筆分担 ((研) 農研機構畜産研究部門 小林美穂)

表 5 体系導入による年間の収益 (試算)

|   | 導入前(想定 A)   | 導入後(想定 B)  |
|---|---|--|
| 製造条件  | 毎月製造、3カ月熟成<br>年9カ月分出荷<br>年間製造量 500kg×48回<br>原料乳 24000kg<br>出来高 2400kg<br>熟成完了1800kg | 毎月製造、2カ月熟成<br>年10カ月分出荷<br>年間製造量 500kg×48回<br>原料乳 24000kg<br>出来高 2400kg<br>熟成完了2000kg |
| 売上  | 10,395,000 円<br>直売900kg、卸900kg  | 11,550,000 円<br>直売1000kg、卸1000kg   |
| 経費  | 円   | 円  |
| 乳酸菌   | 96,000<br>メインスターターのみ  | 192,000<br>メイン、補助スターター   |
| 原材料費  | 2,008,800   | 2,008,800  |
| 資材費   | 124,200   | 138,000  |
| 直接労務費   | 1,800,000   | 1,872,000  |
| 間接労務費   | 1,152,000   | 1,152,000  |
| 直接経費  | 564,000   | 584,000  |
| 間接経費  | 576,000   | 576,000  |
| 販売管理費   | 3,326,400   | 3,696,000  |
| 計   | 9,647,400   | 10,218,800   |
| 営業利益  | 747,600 円   | 1,331,200 円  |
| 利益割合  | 7%  | 12%  |
| 販売単価は直売7000円/kg、卸4550円/kg<br>原材料費は生乳24000kg、レンネット、食塩他<br>販売管理費は売上の32% |   |  |