

チーズホエーを利用した発酵飲料の開発（平成21年度）

研究開発課 川原美香
共同研究企業：(有) ハッピーネスデーリィ

1. 研究の目的と概要

十勝は酪農生産が盛んな地域であり、近年、小規模チーズ工房の起業家が進んで地域オリジナルの食文化を形成しつつある。チーズ工房では製造工程でホエーと呼ばれる副産物が排出されるが、現在ホエーは家畜の飲料に供する以外に用途はなく、その有効利用が望まれている。ホエーは牛乳に含まれている糖質、ミネラルが残っているだけではなく、発酵時に乳酸菌による代謝物も付与されており、諸外国では飲料として活用されている。しかし、日本ではその独特の風味が敬遠され、市場には広く出回っていないのが現状である。そこで、本課題ではチーズホエーを原料として地域オリジナルの酵母により新たなフレーバーを付与するような発酵技術を検討し、新規な発酵飲料の開発を目的としたものである。

2. 試験方法および結果

(1) 天然酵母の単離

チーズホエーは独特の臭いがあり、飲料として活用するには風味改善が不可欠である。そこで、十勝地域の農産物から芳香性のある天然酵母を単離し、その酵母を利用して発酵試験を検討することとした。採取材料は十勝地域で栽培されるブドウ、ルバーブ等から採取及び分離培養し、最終的に12菌株の酵母を選定した。これらの酵母についてスターターに適した要件①フレーバー産生が良好なもの、②ショ糖の発酵性が優れているもの、③継代培養時に安定した増殖が見込めるものを基準に最終的に全ての要件で最も優れていたテンサイ（ビート）由来株を選択した。この株については遺伝子解析および性状試験の結果から、食品に使用実績があり、安全性のレベルが高い *S. cerevisiae* であることを確認し、*S. cerevisiae* TENSAL 株と命名した。

(2) *S. cerevisiae* TENSAL 株の特徴

単離した *S. cerevisiae* TENSAL 株をホエー発酵飲料に利用するための適性を調べた。チーズホエーは主要固形分として5%程度の乳糖が含まれ、乳酸菌発酵処理液であるためにpHが4.5付近と酸性の性状を持つ。安定した発酵管理を行うため、使用菌株は乳糖非発酵で耐酸性の菌が望まれるが、本菌株はいずれの要件も満たしていた。性状試験の結果を図1に示した。

また、使用酵母に最も必要とされるのはフレーバー産生能である。*S. cerevisiae* TENSAL 株を用いて試作したホエー発酵飲料についてGC-MS分析を行い、フレーバー成分の検索を行った。図2にGC-MSクロマトグラムの一例を示した。目的とするホエー飲料のフレーバーに関与が強いと推測される化合物を検索した結果、ホエー飲料のフレーバーに良い影響を与えると考えられる指標にイソアミルアルコールとカプロン酸エチル、ホエーの不愉快臭の指標として考えられるアセトインが特徴成分として検出された。イソアミルアルコールはラム酒やウイスキー様の香りを持つ化合物、カプロン酸エチルは日本酒の芳香臭として知られる化合物である。アセトインは発酵バター臭に関与する成分として知られており、飲料には好ましくない化合物と考えられる。これらの化合物のピーク強度について市販の酵母との比較を行った。比較酵母は標準菌株ATCC2601と醸造協会株で清酒用701号、焼酎1号、ワイン1号を用いた。各酵母で試作したホエー飲料について、GC-MS分析で得られたこれらの指標化合物のピーク強度の比較を図3、表1に示した。また、表1にはアルコール濃度、匂いの良さの官能試験を行った結果も追記した。各酵母を比較した結果、*S. cerevisiae* TENSAL 株はイソアミルアルコール、カプロン酸エチル生成量が高いにもかかわらず、アセトイン量がおさえられており、官能試験の結果も最も評価が高かった。以上の結果から、*S. cerevisiae* TENSAL 株はホエー発酵飲料を製造する際のフレーバー改善に有効な酵母であると判断した。

S. cerevisiae TENSAL 株は（独）産業技術総合研究所 特許生物寄託センターに寄託登録（FERM P-21891）を行った。

| 糖類発酵性試験 | | 耐性試験 | |
|------------------------------|---|----------------|-----|
| Glucose | + | Growth at 37°C | + |
| Galactose | + | Growth at 40°C | (+) |
| Maltose | + | Growth at 45°C | - |
| α -Methyl-D-glucoside | + | Growth (pH2) | - |
| Sucrose | + | Growth (pH3) | + |
| Trehalose | - | Growth (pH4) | + |
| Melibiose | - | 50% Glucose | + |
| Lactose | - | | |
| Raffinose | - | | |

図 1. *S. cerevisiae* TENSAI 株の性状試験結果

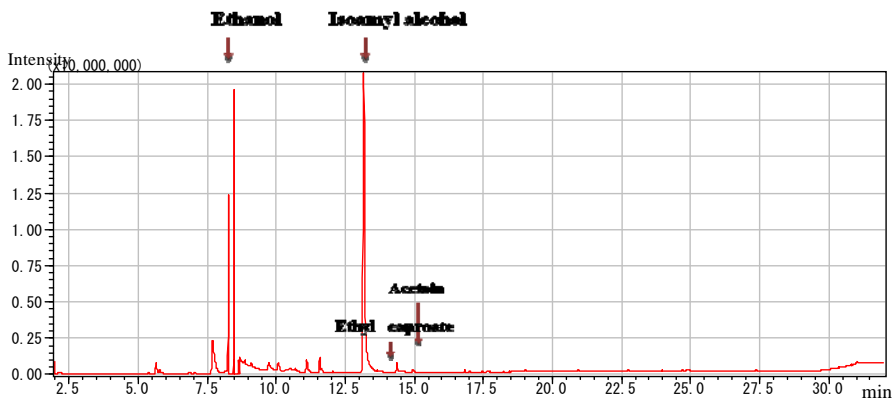


図 2. ホエー発酵飲料試作品の GC-MS クロマトグラム

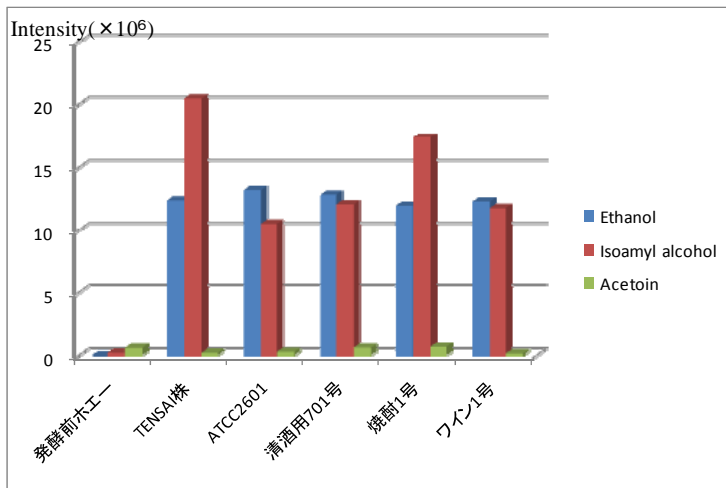


図 3. 使用酵母によるフレーバー生成強度の比較

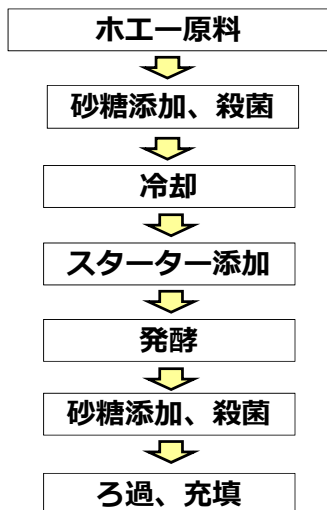
表 1. 使用酵母によるホエー発酵飲料試作品の比較結果

| | アルコール濃度 (%) | 揮発成分(GC-MS intensity) | | | | 芳香性強度の 官能評価順位 |
|----------|-------------|-----------------------|-------------|----------|--------|------------------|
| | | 酢酸エチル | イソamilアルコール | カブロン酸エチル | アセトイン | |
| コントロール | 0.00 | 48000 | 220600 | 172800 | 600700 | 6 |
| ATCC2601 | 0.13 | 504000 | 10504000 | 182200 | 285900 | 5 |
| TENSAI株 | 0.49 | 2352000 | 20451000 | 211000 | 213200 | 1 |
| 清酒用701号 | 0.26 | 1056000 | 12022000 | 176200 | 613200 | 4 |
| 焼酎1号 | 0.51 | 1128000 | 17389000 | 174500 | 688700 | 2 |
| ワイン1号 | 0.30 | 1510000 | 11728000 | 204600 | 156500 | 3 |

(3) ホエー発酵飲料の製造条件の検討

S. cerevisiae TENSAI 株を用いて、ホエー発酵飲料の製造条件を検討した。ホエー発酵飲料の製造工程を図4に示した。各製造段階で以下の項目について検討した。製造条件の詳細については非公開とする。

図4. ホエー発酵飲料の製造工程



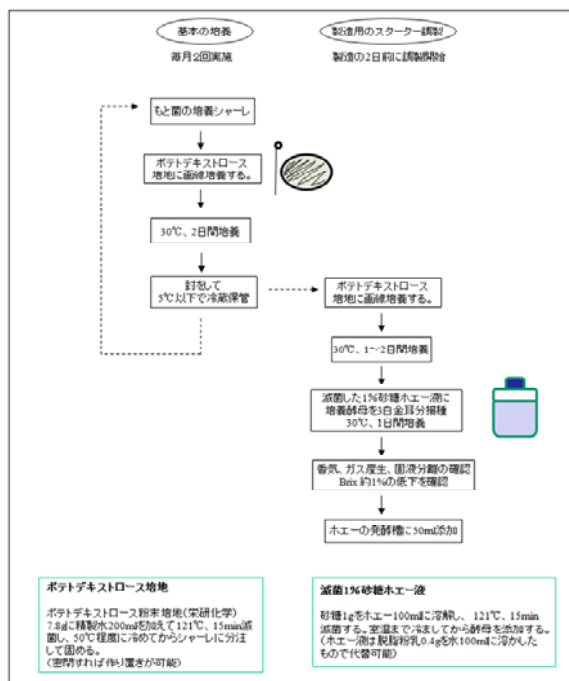
検討項目

- ・エタノール生成を制御する砂糖添加量の検討
- ・乳酸菌を殺菌する条件
- ・発酵最適温度の検討
- ・スターター添加量の検討
- ・発酵時間の検討
- ・発酵方法の検討
- ・発酵管理手法の検討
- ・製品の配合条件の検討
- ・酵母の接種条件の検討
- ・ろ過サイズの検討
- ・製品の品質評価

(4) 酵母管理マニュアルの作成

発酵に用いる酵母は自主管理できるように管理マニュアルを図5のように作成し、酵母の取り扱う環境整備を行った。

図5. 酵母の管理マニュアル



3. まとめ

本試験でチーズホエーの発酵に適したフレーバー産生能が高い *S. cerevisiae* TENSAI 株を分離し、寄託登録を行った。本菌株を用いてチーズホエーを発酵する製造条件を確立し、風味改善されたホエー発酵飲料の開発を行った。本試験で用いた菌株と製法について特許を取得（特許第 4630389 号）した。