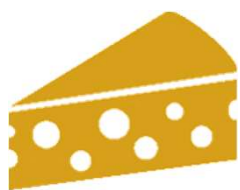




道総研



発 表 要 旨

令和2年 食品加工研究センター 研究成果発表会

はじめに

当センターでは、例年、4月に札幌市内において「食品加工研究センター研究成果発表会」を開催し、食関連企業の皆様はもとより、大学等の研究機関、関係する団体、官公庁、支援機関など多くの方々に研究の成果を発信・共有してきたところであります。今年度の研究成果発表会については、今春のコロナ禍の状況を踏まえ、4月開催を延期し、秋の開催を検討してきましたが、感染拡大防止の観点から開催は中止し、研究要旨をホームページ上で公表することといたしました。

今回の成果発表要旨では、国産チーズ用スターター乳酸菌の活用、チルド食品のロングライフ化に向けた加熱殺菌条件の確立、バイオフィルムに着目した洗浄技術といった7件の研究成果を紹介します。食関連産業の競争力強化に貢献する実用化・事業化に向けた研究成果でありますので、是非、ご活用いただければ幸いです。

さて、令和2年度は、北海道立総合研究機構の第三期中期計画の始まりの年であり、当センターとしては、これまでの2期10年の実績を踏まえて、社会経済情勢の変化や技術の進展に対応しながら、成長力を持った力強い食関連産業の振興に取り組んでいきます。具体的には、北海道の品質の高い豊富な農林水産物を生かし、市場ニーズを踏まえた加工食品の新たな価値の創出、有用微生物の利用と発酵醸造技術や加工食品の安全性確保と品質・鮮度保持に関する研究開発を引き続き推進して参ります。

一方、新型コロナウイルス感染症の影響については、外出・旅行の自粛、飲食店の営業自粛などにより、北海道の食関連産業にも幅広く悪影響を及ぼしており、一刻も早く感染症が終息し、経済活動が正常化されることを祈念してやみません。

このように困難な状況下ではありますが、今後とも食関連業界・団体をはじめ、大学や国などの研究機関、道・市町村や支援機関などの関係機関との連携を深めながら、着実に研究開発を推進し、道内産業、地域社会の発展に貢献できる研究成果を挙げていきたいと考えておりますので、食関連産業の関係者をはじめ、道民の皆様の幅広いご理解とご協力を賜りますようお願いいたします。

令和2年9月

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
産業技術環境研究本部 食品加工研究センター
所長 中津智史

目 次

口頭発表

- 1 国産チーズスターター用乳酸菌の分離と活用・・・・・・・・・・・・・・・・ 1～2
- 2 チルド食品を膨張変敗させるクロストリジウムの制御・・・・・・・・・・・・ 3～4
- 3 小麦なまぐさ黒穂病発病粒における異臭原因物質と生育に伴う変化・・・・ 5～6

ポスター発表

- 4 加工用トマトの品質および未熟果の活用方法・・・・・・・・・・・・・・・・ 7～8
- 5 北海道発ヨーグルト用乳酸菌の効率的な評価選抜スキームの検討・・・・・・ 9～10
- 6 過酢酸製剤の殺芽胞効果に耐性を示すセレウス菌芽胞の構造特性・・・・・・ 11～12
- 7 食品工場におけるバイオフィルムに着目した洗浄方法・・・・・・・・・・・・ 13～14

国産チーズスターター用乳酸菌の分離と活用

応用技術部応用技術G 八十川大輔

成果の概要

- チーズの熟成促進効果を有する乳酸菌を、道内発酵食品から分離し特許を出願しました。
- この乳酸菌には、チーズの熟成促進と消費者嗜好を高める効果があることを確認しました。
- この乳酸菌の乾燥スターターは、冷凍で10ヶ月保存が可能でした。

背景、目的

- 北海道が策定した「北海道酪農・肉用牛生産近代化計画」では、「牛乳・乳製品や畜産物の需要拡大」が推進方策として掲げられ、道産ナチュラルチーズ製造の取組の促進や、牛乳・乳製品の有用性の啓発が例示されています。
- 地域の独自性を有し、輸入品との差別化が可能であり、更に品質向上が図れるチーズの製造目指し、新規乳酸菌の分離およびスターター化に取り組みました。

成果

(1) 北海道での乳酸菌株の探索・選抜

道内の5研究機関で、地域の漬物などの発酵食品から乳酸菌を分離しました。乳たんぱく分解力、香気成分生成能など、熟成チーズへの適性を比較検討し、10株を選抜し、その中から、うま味成分および香りの生成に優れた3株（以降「選抜乳酸菌」という。）について、特許を出願しました（2019年10月29日）。



図1 特許菌株の普及カタログ（抜粋）

(2) 選抜乳酸菌の効果と乾燥スターター開発

3株の選抜乳酸菌のうち、ゴーダチーズに適した2株を用いてゴーダチーズの実規模試作を行いました。通常の作り方で製造したゴーダチーズは、熟成に伴い乳酸菌数が1/100程度に減少していましたが、選抜乳酸菌を添加したチーズでは乳酸菌の減少は大きいもので1/10程度と、より緩やかでした（図2）。

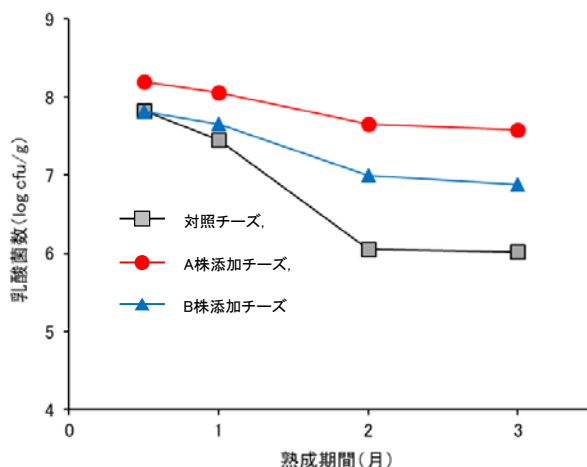


図2 チーズ熟成中の乳酸菌数変化 (10°C)

チーズ中では、まずチーズ製造用に市販されているスターター乳酸菌が増殖してpHを下げ、牛乳が固まる反応を促進します。選抜乳酸菌は少し遅れて熟成中のチーズ中で増殖し、熟成3ヶ月目にはチーズの中で主要な乳酸菌になっていました（図3）。

選抜乳酸菌A株添加チーズのグルタミン酸量は、熟成3ヶ月目で対照区（無添加）の約1.3倍となり、うま味成分の増強効果を確認しました（図4）。

3株の選抜乳酸菌の乾燥スターターを調製し、冷凍保存試験を行いました。いずれの菌株も14か月以上所定の生菌数を維持し、乾燥スターターとして活用可能であることを確認しました（データ省略）。

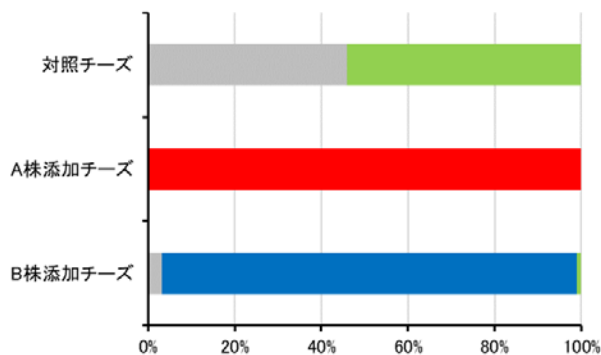


図3 実規模試作チーズ10℃熟成の乳酸菌叢（3ヶ月目）

■ スターター乳酸菌 ■ 乳酸菌A株 ■ 乳酸菌B株
■ その他乳酸菌

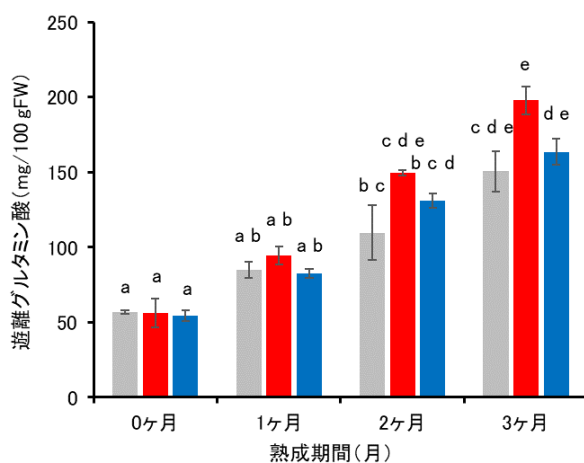


図4 独自スターター添加チーズ熟成中の遊離グルタミン酸変化

エラーバーは標準偏差。
異符号間にはTukeyの多重比較検定により5%水準で有意差があることを示す。

成果の普及、活用方法

本研究で得られた乳酸菌株は、熟成チーズの熟成期間短縮、うま味の増強、風味の付与などを旨とする道内チーズ工房に普及し、実用化を図ります。また、現在は生菌体の提供が可能ですが、今後利便性の高い乾燥スターターの製造販売を計画しています。

事業名：公募型研究（革新的技術開発・緊急展開事業 平成29年度～令和元年度）

研究課題名：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

共同研究機関：(公財)とかち財団、(公財)オホーツク財団、(公財)函館地域産業振興財団、(国)帯広畜産大学、雪印種苗(株)ほか

チルド食品を膨張変敗させるクロストリジウムの制御

応用技術部応用技術G 小林哲也

成果の概要

- チルド食品の膨張変敗を引き起こすクロストリジウムの諸性状を明らかにしました。
- 指標菌として選定した*Clostridium pasteurianum* 類縁菌芽胞を接種した種々の野菜ペーストにおいて、ガス発生と加熱処理条件の関係を明らかにし、それらを膨張変敗させるクロストリジウムを制御するための加熱殺菌条件を提示しました。
- 本研究で得られた成果は、クロストリジウムによる膨張変敗が懸念されるチルド食品の加熱殺菌条件の設定に活用できます。

背景、目的

- 袋物惣菜は大きな市場を形成しており、2019年には売上高8,110億円に達しています。
- 真空包装する袋物惣菜の微生物制御に着目すると、製品内部が嫌気状態となるため、クロストリジウムの増殖が問題となります。
- 本研究では、袋物惣菜などのチルド食品を膨張変敗させるクロストリジウムを制御するための加熱処理条件を明らかにすることを目的としました。

成果

(1) 野菜ペーストを膨張変敗させるクロストリジウムの諸性状

食品製造環境等から58株の偏性嫌気性芽胞形成菌を分離し、*C. acidisoli*や*C. butyricum*、*C. pasteurianum*などの類縁菌22株が10°Cでも発育することを確認しました。これらの菌株が食品中に混入すると冷蔵保存中に膨張変敗が発生する恐れがあります(図1)。

C. pasteurianum 類縁菌は、他の菌株よりも芽胞の耐熱性が顕著に高く、種々の野菜ペースト中でガスを産生する特性を有していたため、本菌を制御することでクロストリジウムによるチルド食品の膨張変敗を防止できることが考えられました。

本菌芽胞の耐熱性を評価したところ、z値は10.2°Cであることや、加熱pHの影響を強く受けることが分かりました(図2)。

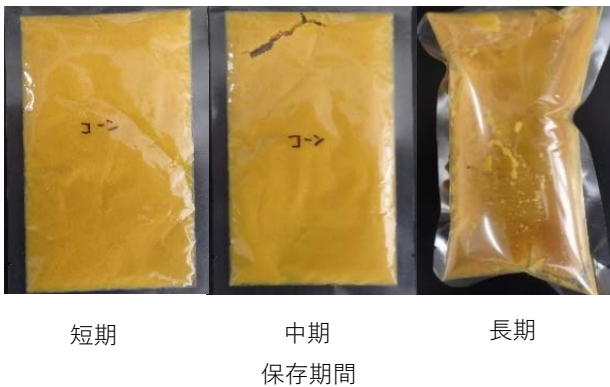


図1 *C. pasteurianum* 類縁菌を接種したコーンペーストを10°Cで保存したときの経過

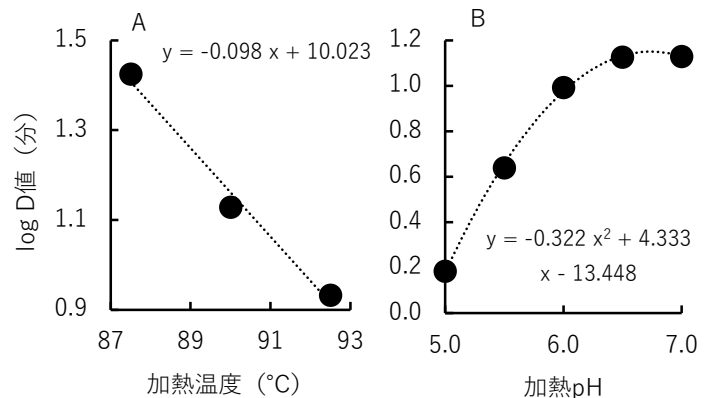


図2 *C. pasteurianum*類縁菌芽胞の耐熱性における加熱温度 (A) および加熱pH依存性 (B)
加熱媒体には1/15M リン酸緩衝液を用いた。(A)はpH 7.0における耐熱性、(B)は90°C加熱における耐熱性を示す。

(2) 野菜ペーストを膨張変敗させるクロストリジウムの制御に必要な加熱処理条件

*C. pasteurianum*類縁菌芽胞を接種したパウチ詰野菜ペーストを90°Cで所定時間加熱してから10°Cで保存し、ガス発生の有無を目視観察しました。

ガス発生が目視確認できるまでの期間は、加熱処理条件や野菜ペーストの種類で変化しました(図3)。また、ガス発生期間と加熱処理条件($F_{90^{\circ}\text{C}}$)の関係は一次関数で近似でき、加熱処理条件からガス発生期間を推定できることが示唆されました。

※ $F_{90^{\circ}\text{C}}$: 90°Cで何分相当加熱されたのかを示す換算値。算出には温度履歴とz値が必要であり、今回は $z=10^{\circ}\text{C}$ としました。

得られた近似式をもとに、一定期間ガス発生を防止するために必要な加熱処理条件($F_{90^{\circ}\text{C}}$)を算出して、pHとの関係を図示したところ、必要な加熱処理条件($F_{90^{\circ}\text{C}}$)は指数的に変化することが示唆されました(図4)。

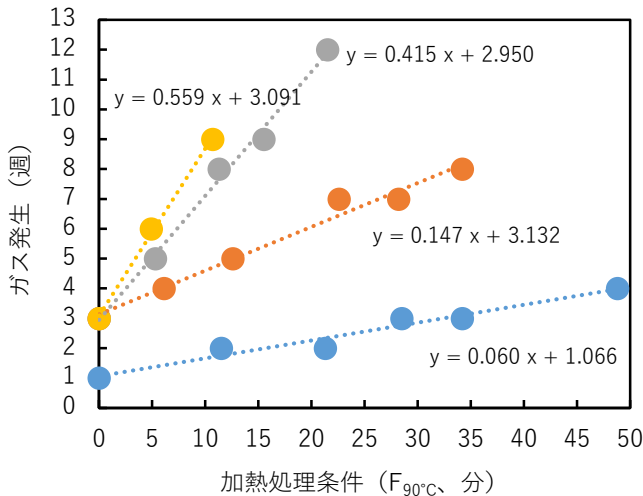


図3 *C. pasteurianum*類縁菌芽胞を接種した野菜ペーストにおける加熱殺菌条件とガス発生期間の関係

●: コーン (pH 6.4)、●: カボチャ (pH 5.6)
●: ジャガイモ (pH 5.5)、●: タマネギ (pH 5.3)
芽胞は3 log spores/gとなるように接種した。
ガス発生(週)は、試作した34袋のうち1袋でもガス発生が観察された週とした。

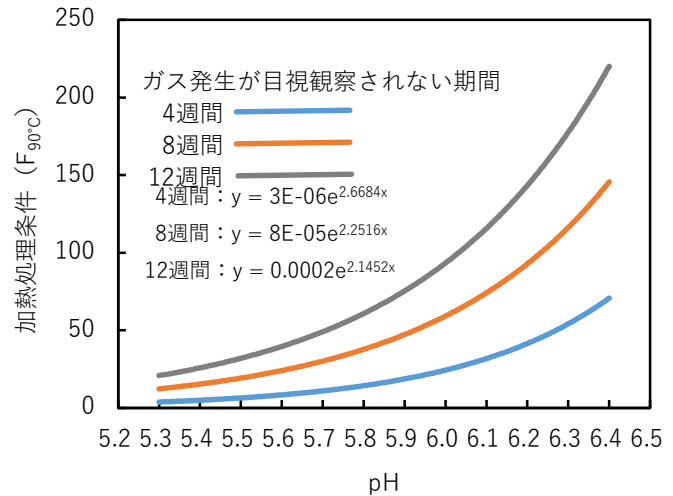


図4 ガス発生が所定期間目視観察されないために必要な加熱殺菌条件とpHの関係

翌週には少なくとも1袋はガス発生が目視確認されると仮定して算出

これらの結果を活用すると、チルド食品において一定期間ガス発生を防止するために必要な加熱処理条件($F_{90^{\circ}\text{C}}$)を算出できます。ガス発生を9週間防止したい場合は、図3の各近似式から10週間目にガス発生する加熱処理条件($F_{90^{\circ}\text{C}}$)を求めます。次に、各pHにおける加熱処理条件をプロットし指数近似します。得られた近似式に目的とするチルド食品のpHを代入するとガス発生を9週間防止するために必要な加熱処理条件($F_{90^{\circ}\text{C}}$)が得られます。

成果の普及、活用方法

本成果は、クロストリジウムによる膨張変敗が懸念されるチルド食品に活用できます。活用にあたっては、製品のpHや水分活性、温度管理(10°C以下での保存)に留意する必要があります。

事業名: 経常研究(平成30年~令和元年)

研究課題名: チルド食品のロングライフ化に向けた偏性嫌気性芽胞形成菌の加熱殺菌条件の確立

小麦なまぐさ黒穂病発病粒における 異臭原因物質の特定と生育に伴う変化

応用技術部応用技術G 河野慎一

成果の概要

- 小麦の病気である「小麦なまぐさ黒穂病」による、異臭の原因となる物質を特定しました。
- 異臭の原因となる物質は、小麦の登熟に伴い減少することがわかりました。

背景、目的

- 平成18(2006)年に北海道の一部地域で小麦なまぐさ黒穂病の発生が確認されました。
- この病気の最大の特徴は、発病粒が発するなまぐさい異臭(以下、なまぐさ臭)にあります。しかしながら、なまぐさ臭に関する知見は少なく、道内における試験研究事例も極めて乏しい状況です。
- そこで、本試験ではなまぐさ臭の原因となる物質(以下、原因物質)を特定するとともに、小麦の登熟に伴う原因物質の変化について調査を行いました。

成果

(1) なまぐさ臭の原因物質の探索

なまぐさ黒穂病に罹病した発病粒について、におい嗅ぎ装置付きGC-MSを用いて測定を行い(図1)、原因物質を特定しました(表1)。原因物質はトリメチルアミンや3-オクタノン等合計7物質であり、これらが様々な割合で混ざることにより、なまぐさ臭が生じていると推定されました。

表1 なまぐさ臭の原因物質

物質名	化合物ライブラリの記述子
Trimethylamine	魚様、刺激臭
3-Octanone	ハーブ様、樹脂、バター
Octanal	青草様、フルーティ等
1-Octen-3-one	マッシュルーム、金属様等
Oct-(2E)-enal	青草様、ナッツ様等
1-Octen-3-ol	マッシュルーム、土の様な等
Octa-(2E,4E)-dienal	青草様、海藻、スパイシー



図1 におい嗅ぎの様子

(2) 小麦の生育に伴う原因物質の変化

試験ほ場にて試料を採取(6試験区・3時期)し(図2)、原因物質を測定しました。登熟に伴い原因物質は減少し、出穂から約50日(収穫期頃)付近で、原因物質は著しく減少しました(図3)。また、同時に官能試験*を行い、登熟に伴いにおいの強さが減少することが確認出来ました。更に、においの強さと原因物質の対数間に相関があることを確認しました(データ未掲載)。

※悪臭防止法で採用している臭気指数(においの強さを示す指標)を測定しました



図2 サンプルの様子

※各試験区において、左から乳熟期頃、収穫期頃、および収穫期頃から1週間後の様子を示す

成果の普及、活用方法

本成果は小麦なまぐさ黒穂病に関する情報をとりまとめた「小麦なまぐさ黒穂病Q & A第2版」に掲載し、北海道における小麦なまぐさ黒穂病対策に活用します。また、当該におい原因物質の特定・解析技術は、食品の香り成分探索など各種試験研究に活用出来ます。

事業名：公募型研究(革新的技術開発・緊急展開事業 平成29年度～令和元年度)
 研究課題名：小麦なまぐさ黒穂病の効果的防除技術の開発
 共同研究機関名：中央農試、上川農試、北海道農業研究センター、北海道農政部ほか

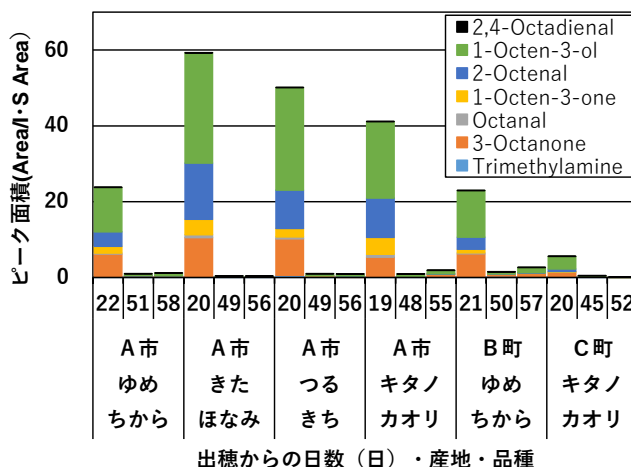


図3 小麦の登熟に伴う原因物質の推移

加工用トマトの品質および未熟果の活用方法

食品開発部食品開発G 山田加一朗

成果の概要

- 加工用トマトでは熟度の進行に伴い、リコペンとグルタミン酸含量は増加し、酸度は低下、糖度は同程度であり、この傾向の年次間差は認められませんでした。
- 未熟果(青果、橙果)の特徴を生かした加工品として、レリッシュ（ピクルス加工品）とホットソース（調味料）の活用方法を提案しました。

背景、目的

- 野菜の需要が多様化する中、業務・加工用の野菜需要が拡大しており、道総研では加工用トマトに着目し、省力化を目指した機械化栽培技術体系を検討しています。
- しかし、収穫される加工用トマトの品質の特徴や熟度の進行に伴う成分変動についてデータが不足しています。
- そこで、加工用トマトの成分分析、熟度進行に伴う成分変化と年次間差、未熟果の活用方法について検討しました。

成果

(1) 加工用トマト「なつのしゅん」の品質

未熟果は、年次によらず、赤熟果に比べリコペンとグルタミン酸が低く、酸度が高く、糖度は同程度でした（表1）。

未熟果のうち青果は市販生食用の赤熟果に対してうま味と甘味が弱く、酸味、苦味、青くさが強いことが特徴であることが分かりました。

表1 加工用トマト「なつのしゅん」の品質成分

熟度	リコペン (mg/100g)	酸度 (%)	糖度 (Brix%)	グルタミン酸 (mg/100g)
青果	0.0 ± 0.0	0.57 ± 0.02	5.0 ± 0.2	16.9 ± 1.8
橙果	6.2 ± 0.8	0.55 ± 0.01	5.2 ± 0.1	155.8 ± 19.7
赤熟果	12.9 ± 1.0	0.46 ± 0.02	5.0 ± 0.0	190.9 ± 20.1

分析値は、平均値 ± 標準偏差

(2) 未熟果の活用方法

加工用トマトの酸味と果実の硬さを活かした加工品として、レリッシュとホットソースの加工を検討しました。青果の特徴である強い青くささと苦味は加熱により低減され、風味が改善しました(図1)。また、加工した試作品(図2、3)は、85°C 30分の加熱殺菌により、室温、遮光下で4週間の保存が可能でした。

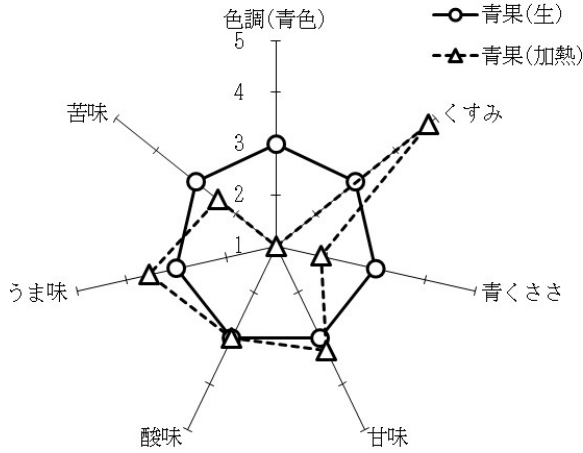


図1 加熱果実の官能評価結果 (パネルn=11)
基準を3として1:弱い~5:強い5点法で
評価基準:青果(生)



レリッシュ (青果) ホットソース (青果) ホットソース (橙果)

図2 試作品の外観

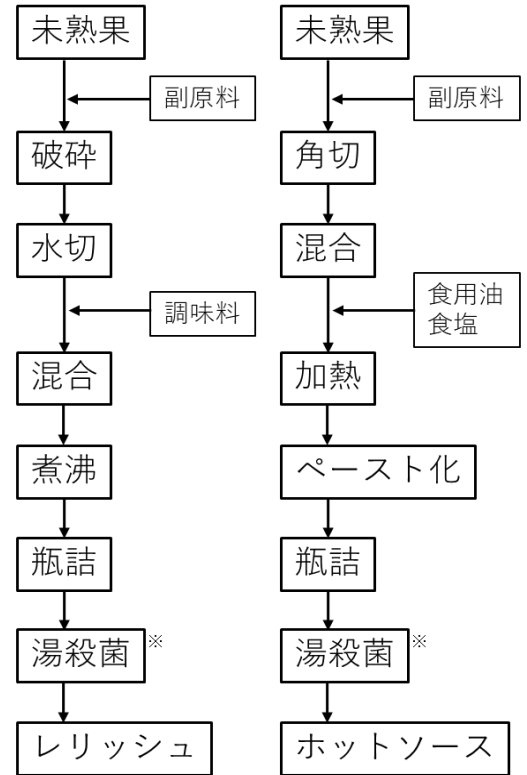


図3 製造方法

※85°C30分保持

成果の普及、活用方法

本研究成果は、加工用トマト生産者団体等及び食品加工業者へ加工用トマトの品質把握及び未熟果の活用法として、普及します。

※ 未熟果にはトマチン(有害成分)が含まれており、熟度の進行に従って減少することが報告されています。

未熟果を利用するにはトマチンの含量に留意した製品開発が必要と考えられます。

事業名：外部資金研究(革新的技術開発・緊急展開事業 平成29年度~令和元年度)
研究課題名：栽培・作業・情報技術の融合と高利益作物の導入による大規模水田営農基盤の強化

共同研究機関：中央農業試験場、花・野菜技術センター

北海道発ヨーグルト用乳酸菌の 効率的な評価選抜スキームの検討

食品開発部発酵食品G 濱岡直裕

成果の概要

- ヨーグルト製造の主要乳酸菌であるサーモフィラス菌について、種特異的な塩基配列をマーカーとした乳酸菌の一次選抜法を開発しました。
- 生乳を凝固させる能力との関連が示唆されるプロテアーゼ遺伝子 *prtS* をマーカーとして、ヨーグルト製造に適性のある乳酸菌を評価選抜する二次選抜法を開発しました。

背景、目的

- 北海道由来の乳酸菌を利用したヨーグルト開発に対するニーズが寄せられています。
- 短期間に能力の高い乳酸菌を、効率的に選抜・取得する手法の開発が必要です。
- 本研究では、ヨーグルト適性に関与する乳酸菌の遺伝子をマーカーとして、生乳から有用菌株を効率的に評価・選抜するスキームの構築を検討しました。

成果

(1) サーマフィラス特異的配列による選抜

サーモフィラス菌を有する生乳試料を一次選抜する手法を開発しました（図1）。生乳試料から高速遠心分離によって濃縮試料を調製し、サーモフィラス特異的配列プライマーを用いてPCR増幅産物を確認することで、道内から収集した108の生乳試料から、サーモフィラス菌の存在を示唆する30の生乳試料が得られました。

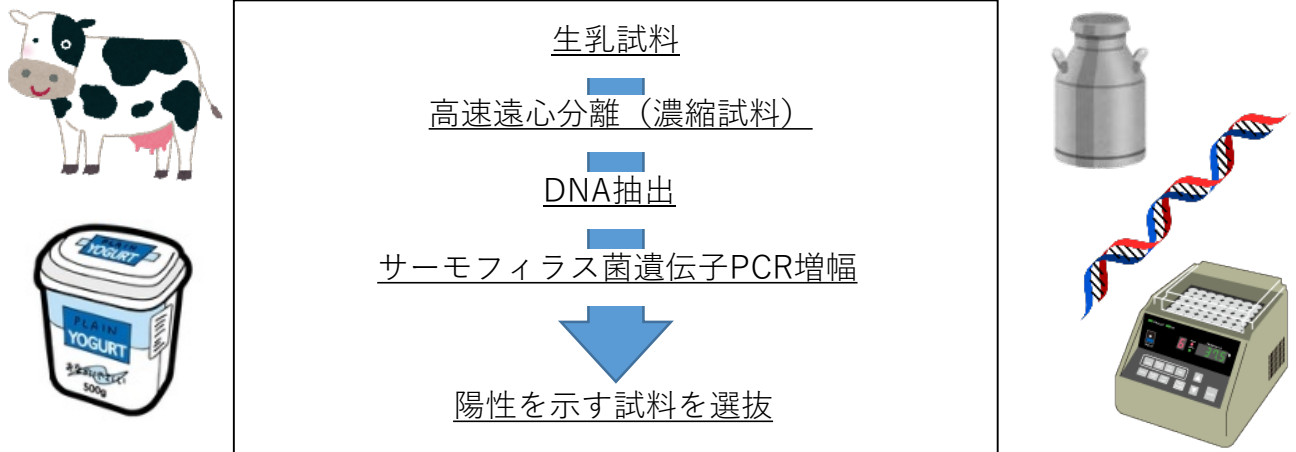
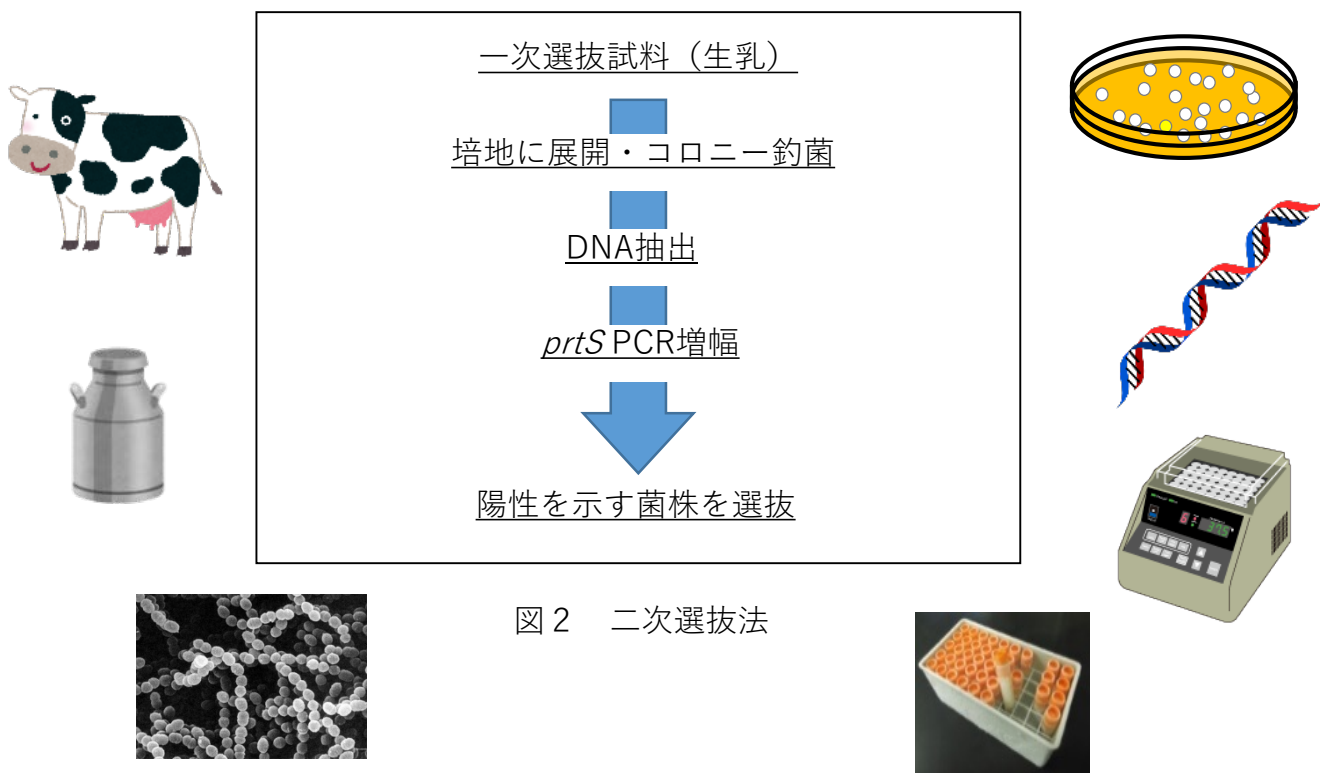


図1 一次選抜法

(2) プロテアーゼ遺伝子 *prtS* 配列に基づく評価・選抜

上記で得られた生乳試料から、ヨーグルト製造に適性が見込まれる乳酸菌を分離するため、プロテアーゼ遺伝子 *prtS* をマーカーとした二次選抜法を開発しました(図2)。本法により、(1)で一次選抜した30の生乳試料から、*prtS* 保有を示唆する20株が分離できました。



成果の普及、活用方法

本成果は、ヨーグルト製造に適性が見込まれる乳酸菌を選抜する際の、有望菌株を有する試料のスクリーニング法として活用できます。今後、この方法で選抜された生乳試料から、発酵能の強い菌株を効率的に取得する方法が必要であり、令和2年度からの試験研究で取り組みます。

事業名：経常研究 (平成30年～令和元年)

研究課題名：北海道発ヨーグルト用乳酸菌の効率的な評価選抜スキームの構築とその検証

過酢酸製剤の殺芽胞効果に耐性を示す セレウス菌芽胞の構造特性

応用技術部応用技術G 小林哲也

成果の概要

- セレウス菌芽胞に対する過酢酸製剤の殺芽胞効果は一律ではなく、菌株によって大きく異なることを明らかにしました。
- セレウス菌芽胞に対する過酢酸製剤の殺芽胞効果の違いには、芽胞の表面疎水性やコルテックス層の厚みなどが関連していることが推察されました。
- 本研究で得られた知見は、過酢酸製剤を用いたセレウス菌芽胞の新たな制御方法の開発に活用できます。

背景、目的

- 過酢酸製剤は、2016年に食品の表面殺菌用途として食品添加物に認可されました。
- 細菌芽胞に対しても殺菌効果を示しますが、その効果に十分な知見があるとは言えません。
- 本研究では、セレウス菌芽胞に対する過酢酸製剤の殺芽胞効果を明らかにすることを目的としました。

成果

(1) 過酢酸製剤の殺芽胞効果は菌株により大きく異なる

セレウス菌2菌株 (*Bacillus cereus* NBRC15305、*Bacillus cereus* MAFF118598) の芽胞を過酢酸製剤で処理し、経時的に生残芽胞数を測定しました。

NBRC15305株を80ppmの過酢酸製剤で25、30、35、40および45°Cで30分間処理したときには、芽胞数はそれぞれ0.6、0.8、1.1、2.4 および4.1 log 減少しました (図1A)。なお、対照 (滅菌蒸留水処理) ではいずれの温度でも芽胞数は減少しませんでした。また、160、320 および640ppmの過酢酸製剤で30°Cで30分間処理したときには、芽胞数はそれぞれ1.2、2.1 および4.1 log 減少しました (図1B)。一方、MAFF118598株を同様に処理したときには、芽胞数はほとんど減少せず (図1CおよびD)、セレウス菌芽胞の過酢酸感受性は菌株によって大きく異なることが示唆されました。

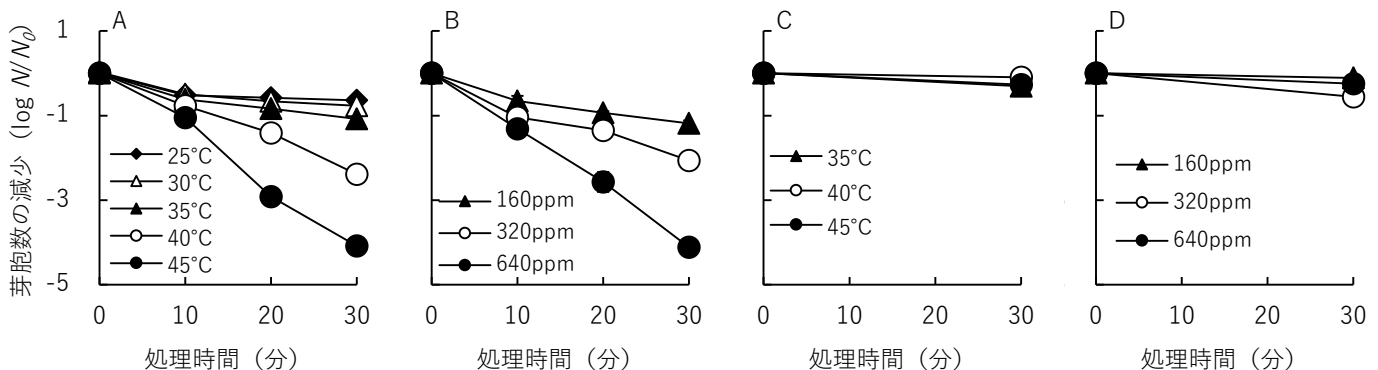


図1 過酢酸製剤で処理した*B. cereus* NBRC15305 (A、B) および*B. cereus* MAFF118598 (C、D) 芽胞の死滅挙動。処理温度の影響 (A、C) は80ppmの過酢酸製剤で評価した。処理濃度の影響 (B、D) は処理温度30°Cで評価した。

芽胞数は表面塗抹培養法 (標準寒天培地、30°C、1日) で測定した。

N_0 : 処理前の芽胞数、 N : 処理後の芽胞数

エラーバーは標準誤差を示す。

(2) 過酢酸製剤感受性に差がある2菌株は芽胞の構造が異なった

過酢酸製剤の殺芽胞効果が菌株によって大きく異なったことは、芽胞の構造に起因するものと考え、いくつかの性状を評価しました。

n-ヘキサデカンを用いたMATH法[※]で芽胞の表面疎水性を測定したところ、NBRC15305株は約65%、MAFF118598株は約94%でした。

※MATH法：Rosenberg, M. (1984) *FEMS Microbiol.*, 22, 289-295

走査型電子顕微鏡で観察した芽胞について、長径（図2矢印間）を測定したところ、NBRC15305株は約1.0 μm 、MAFF118598株は約1.8 μm でした。

透過型電子顕微鏡で観察した芽胞について、コルテックス層[※]の厚み（図3矢印間）を測定したところ、NBRC15305株は約118nm、MAFF118598株は約174nmでした。

※コルテックス層：コート層とコアに挟まれた部分。ペプチドグリカンで構成される。

以上のことから、過酢酸製剤が効きにくい菌株（MAFF118598）の芽胞は、効きやすい菌株（NBRC15305）の芽胞と比較して表面疎水性が高く、コルテックス層が厚い大きな芽胞であったと言えます。

すなわち、過酢酸製剤の殺芽胞効果が菌株によって大きく異なったことは、表面疎水性の違いにより過酢酸と芽胞が接触しにくかったことや、芽胞サイズやコルテックス層の厚みの違いにより過酢酸が芽胞内部まで浸透しにくかったことに起因すると推察されました。

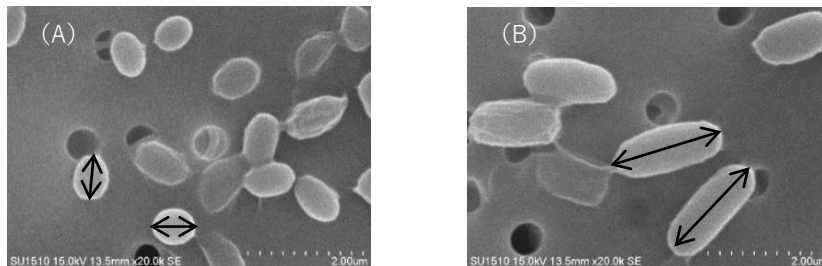


図2 走査型電子顕微鏡による *B. cereus* NBRC15305 (A) および *B. cereus* MAFF118598 (B) 芽胞の観察1万倍観察画像について、画像解析ソフトImageJを用いて5.00 μm /250pixelsとして長径を求めた。

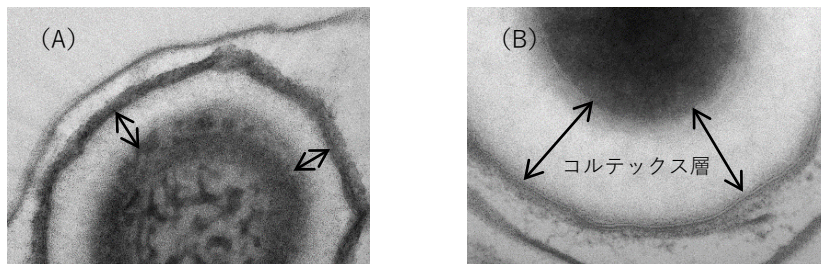


図3 透過型電子顕微鏡による *B. cereus* NBRC15305 (A) および *B. cereus* MAFF118598 (B) 芽胞の観察20万倍観察画像について、画像解析ソフトImageJを用いて100nm/600pixelsとしてコルテックス層の厚みを求めた。

成果の普及、活用方法

本成果は、セレウス菌芽胞の制御技術開発に向けた知見として活用できます。

事業名：公募型研究（東洋水産財団2019年度学術奨励金、令和元年度）

研究課題名：芽胞の損傷を利用したセレウス菌の新たな制御技術に関する研究

共同研究機関：北海道大学大学院水産科学研究院

食品工場におけるバイオフィームに着目した洗浄技術

応用技術部応用技術G 三上加奈子

成果の概要

- 素材表面に形成するバイオフィーム量は付着する素材の種類により異なることを明らかにしました。
- また、バイオフィームの洗浄にはアルカリ性洗剤の使用が効果的であることを明らかにしました。

背景、目的

- 厚生労働省が進めるHACCP義務化を背景に、道内の食品企業では製造工場の衛生管理に関心が高まっています。
- 微生物が形成するバイオフィームは洗浄殺菌に対して抵抗性があることから、衛生管理上問題となる二次汚染原因の一つです。
- しかし、バイオフィームの性状や制御に関する報告は少ないのが現状です。
- 本研究は、バイオフィーム形成菌の各種材料に対するバイオフィームの付着挙動を把握し、効率的な除去方法を明らかにすることを目的に実施しました。

成果

(1) 素材によるバイオフィーム付着性

豆腐工場より分離したバイオフィームを形成する能力の高い菌株を用いて、各種素材に付着するバイオフィーム量を調べました。試験に用いた素材は表1に示した通り、食品工場の製造ラインや器具の材料となる6種です。その結果、指標菌株が形成するバイオフィーム量は付着する素材によって異なり、シリコン (Si)、ポリウレタン (PU)、ステンレス (SUS) はバイオフィームが付着しやすいことが明らかになりました (図1)。

表1 素材の名称、略称、および食品工場における主な使用箇所

素材名	略称	主な使用箇所
シリコン	Si	各種ヘラ
ポリウレタン	PU	コンベアベルト
ステンレス	SUS	加工機械、容器
ポリエチレン	PE	まな板
ポリエチレンテレフタレート	PET	包装資材
ポリプロピレン	PP	ザル、トレー

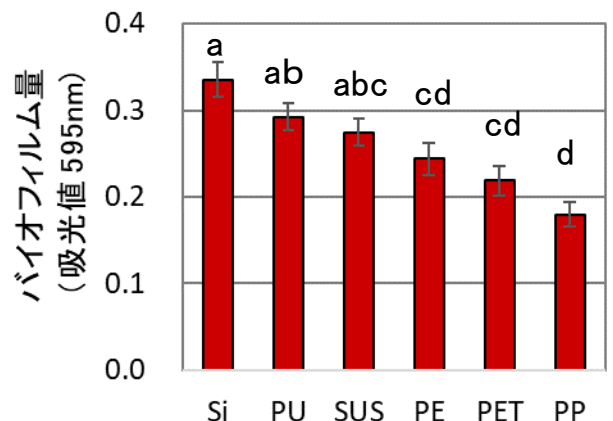


図1 各種素材に付着したバイオフィーム量

- *異なるアルファベット間には有意差あり。(Tukey, $p < 0.05$, $n = 12$)
- *エラーバーは標準誤差を示す。

(2) バイオフィーム除去効果

各種素材に付着したバイオフィームに対する、洗浄液のバイオフィーム除去効果を明らかにするため、3種の市販洗浄液を用いて洗浄試験を行いました。試験に用いた洗剤は、食品工場において一般的に用いられている中性洗剤、バイオフィーム除去を目的とした中性洗剤（以下バイオフィーム洗剤）およびアルカリ性洗剤です。その結果、洗浄液によるバイオフィーム除去効果はアルカリ洗剤で高く、中性洗剤では十分ではないことが明らかとなりました。また、バイオフィーム洗剤のバイオフィーム除去効果はアルカリ性洗剤に比べて低いですが、中性洗剤に比べて高いことが明らかになりました（表2、ステンレスは除く）。

表2 各種材料に対する洗浄液のバイオフィーム除去効果

	Si	PU	SUS	PE	PET	PP
中性洗剤	○	△	△	×	×	×
バイオフィーム洗剤	◎	○	△	○	○	○
アルカリ洗剤	—	—	◎	◎	◎	◎

略号：バイオフィーム除去率

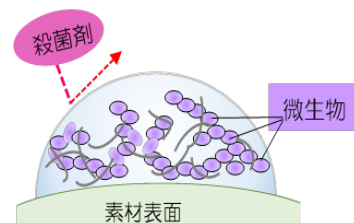
◎：95%以上、○：95～75%、△：75～55%、×：55%未満
 —：素材のアルカリ耐性が低いため、使用できない

<市販業務用洗剤および使用方法>

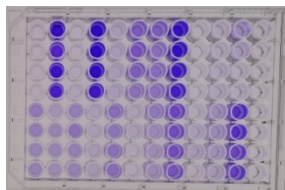
- ・中性洗剤（原液pH 7.3）：500倍希釈
- ・バイオフィーム洗剤（原液pH 6.5）：500倍希釈
- ・アルカリ性洗剤（1%水溶液pH 12.0）：10倍希釈

<用語説明>

【バイオフィーム】微生物とその微生物が産出する粘質物で形成される構造物。「歯垢」や「排水溝のヌメリ」がその一例で、洗浄や消毒に対する抵抗性を持っている。



バイオフィームイメージ図



バイオフィーム量の測定（CV法）

【バイオフィーム量】クリスタルバイオレット法（CV法）にて測定した。紫色が濃いほど、吸光値が高いほどバイオフィームの量が多い。

成果の普及、活用方法

本研究の成果は、カット野菜、漬物などの非加熱食品を製造する工場の器具や製造工程における衛生管理の技術支援に活用します。なお、SiやPUを材料とした器具はアルカリ耐性が弱いことから注意が必要です。

事業名：経常研究（平成30年～令和元年）

研究課題名：非加熱食品の製造工程におけるバイオフィームの評価と洗浄方法の検証

令和2年
食品加工研究センター研究成果発表会
発 表 要 旨

地方独立行政法人北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部
食 品 加 工 研 究 セ ン タ ー

〒069-0836 江別市文京台緑町589番地4
TEL 011-387-4111
FAX 011-387-4664
<http://www.hro.or.jp/list/industrial/research/food/index.html>

