

パンの酪酸臭発生に関わる要因の解明

製パンにおける酪酸臭発生要因の解明
東 孝憲・河野 慎一

- 市販パン用小麦粉の偏性嫌気性芽胞形成菌数を測定し、その分布を明らかにしました。
- 生地中の偏性嫌気性芽胞形成菌数と発酵条件がパンの酪酸臭の発生に影響を及ぼすことを明らかにしました。

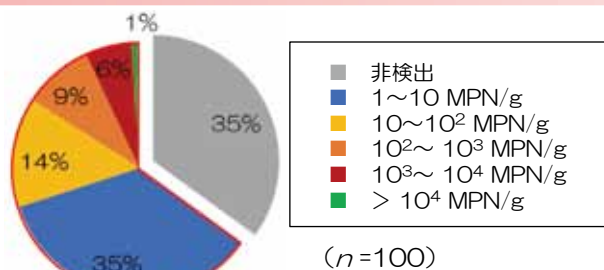
背景と目的

食品製造企業では異臭の発生防止への取組が喫緊の課題となっています。パンの異臭は、カビや酵母由来のジェオスミンや酢酸エチルによる事例が多数を占めます。一方、チーズや袋詰の農産物加工品では、偏性嫌気性芽胞形成菌が産生する酪酸による異臭発生事例が数多く報告されています。パンの発酵工程においても、生地内部が嫌気状態となるため、偏性嫌気性芽胞形成菌が酪酸を産生します。そこで本研究では、製パンにおける酪酸臭発生と偏性嫌気性芽胞形成菌の関連性について検討しました。

成果

(1)市販パン用小麦粉の偏性嫌気性芽胞形成菌数測定

市販パン用小麦粉100点の偏性嫌気性芽胞形成菌数を測定した結果、全体の65%の検体から偏性嫌気性芽胞形成菌が検出されました(図1)。平均値、最大値および最小値は、各々7.2、 2.5×10^4 および 1.8 MPN/g であり、 10^4 MPN/g 以上は全体の1%でした。



(2)パン生地の発酵工程における偏性嫌気性芽胞形成菌の挙動の把握と酪酸産生の検証

市販パン用小麦粉から分離した偏性嫌気性芽胞形成菌を用いて、非接種区、 10^2 接種区および 10^4 接種区の中種生地を3条件で発酵し、菌数を測定した結果、 $27^\circ\text{C} \cdot 18\text{h}$ の 10^2 接種区および 10^4 接種区で偏性嫌気性芽胞形成菌の増殖が認められました(図2)。

焼成した生地の酪酸量を測定した結果、 $27^\circ\text{C} \cdot 18\text{h}$ の 10^4 接種区から酪酸が顕著に検出されました(データ非掲載)。また、三点識別法によりおいを評価した結果、 $27^\circ\text{C} \cdot 18\text{h}$ の 10^4 接種区は、非接種区と1%水準で有意に異なり(データ非掲載)、酪酸特有のチーズ様のおいの発生を確認しました。以上より、生地中の偏性嫌気性芽胞形成菌数と発酵条件がパンの酪酸臭の発生に影響を及ぼすことを明らかにしました。

図1 市販パン用小麦粉の偏性嫌気性芽胞形成菌数の分布

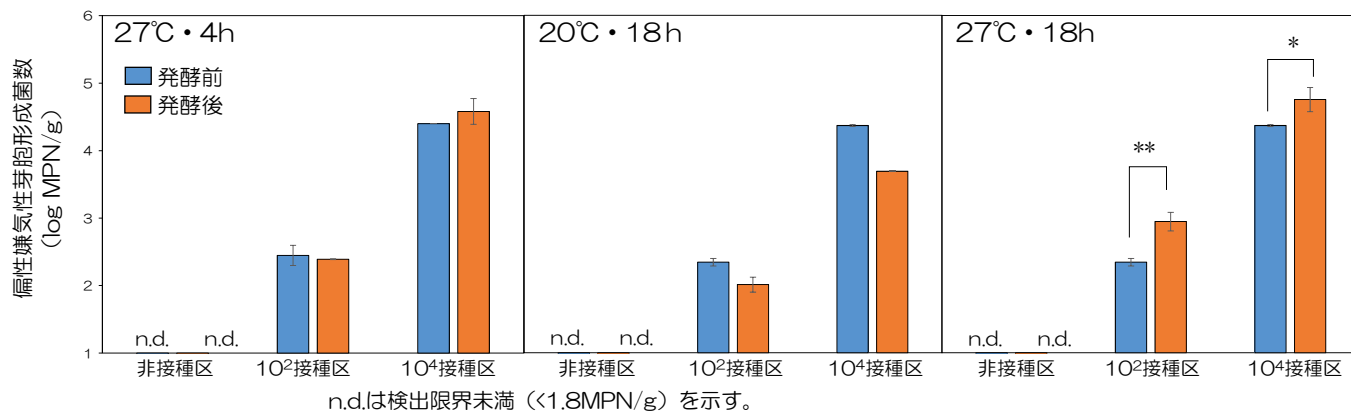


図2 各種発酵条件における偏性嫌気性芽胞形成菌数の推移

過熱水蒸気処理による 中華麺の保存性および品質の向上

過熱水蒸気処理を活用した中華麺の保存性向上技術の開発
山木 一史

- 短時間の過熱水蒸気処理により、麺の品質（色・かたさ・ゆでのび）の改良効果を付与することが判明しました。
- 短時間の過熱水蒸気処理により、細菌の増殖が抑制され、保存性が向上します。

背景と目的

生中華麺は北海道における麺類の主力製品ですが、今後は道外への市場拡大が必要となることから、道内企業から賞味期間の延長や品質向上に関する技術開発が要望されています。これまで、麺類における過熱水蒸気処理は、原材料の表面殺菌および殺菌原料を用いた加工品の品質向上について取り組まれています。加工品である麺類に直接処理する取り組みはありません。

本研究では、生中華麺の道外への移出・消費拡大を目的として、過熱水蒸気処理による保存性および品質への効果について検討しました。

成果

(1) 品質を改良する効果

過熱水蒸気処理（温度：120～150℃、時間：10～60秒）を行った生中華麺について、官能評価を実施したところ、いずれの処理区でも無処理のものよりも評価が高くなりました。項目別に見ると、色調、かたさ、ゆでのびについては特に評価が高くなりました。

ゆで麺の物性試験においても、無処理の麺よりも物性値が大きくなることから、過熱水蒸気処理が、麺の色やかたさ、ゆでのびに対する改良効果を付与することがわかりました。（図1）

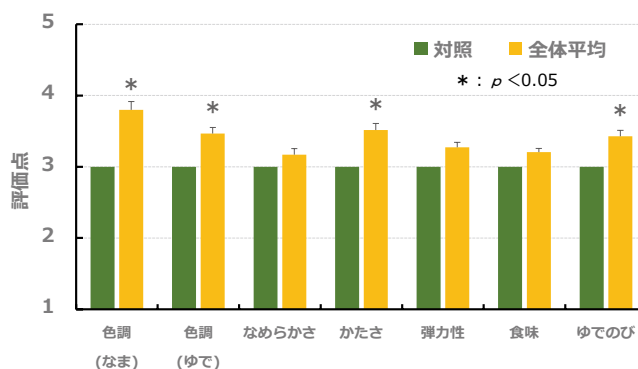


図1 過熱水蒸気処理麺の官能評価結果

全体平均：全処理区の評価点を平均化したもの

(2) 保存性を向上させる効果

官能評価の高かった処理区（120℃30秒、130℃30秒、140℃10秒）について保存試験を実施したところ、120℃30秒と130℃30秒処理区は保存期間中に細菌数が増加しませんでした。また、120℃と130℃処理区はアルコールを添加した麺と比べて細菌数が増加していないことから、120～130℃で30秒程度の過熱水蒸気処理は、アルコール添加とほぼ同等の保存性向上効果を付与することがわかりました。（図2）

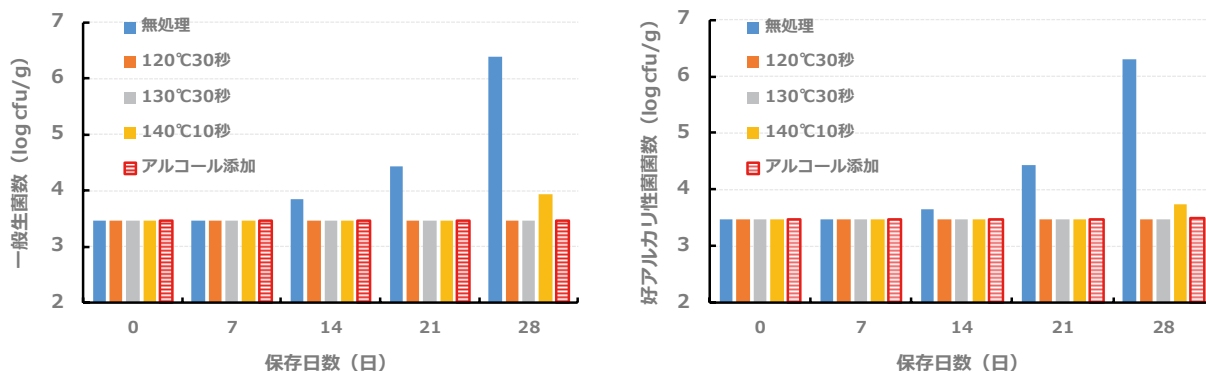


図2 保存中における中華麺の細菌数の推移

左：一般細菌数 右：好アルカリ性細菌数

平成31年 食品加工研究センター研究成果発表会 口頭発表
令和元年 冷凍食品技術研究会 口頭発表
令和元年 産業技術連携推進会議北海道地域部会合同分科会 口頭発表
令和元年 食品加工研究センター研究報告 第14号

研究担当部

応用技術部 応用技術グループ
011-387-4126

道産加工用トマトの品質と未熟果の活用

機械収穫を想定して栽培された加工用トマト未熟果の活用
山田 加一朗

- 道産の加工用トマト「なつのしゅん」の未熟果（青果）は、リコペン、グルタミン酸が少なく、酸度が高いことが分かりました。
- 未熟果（青果）の活用方法として、歯ごたえや酸味を生かしたレリッシュ（ピクルス加工品）とホットソース（調味料）を試作しました。

背景と目的

日本で栽培されるトマトは、生食用と加工用に大別され、加工用トマトは、生食用トマトとは異なり、果皮が硬く、リコペンが多いのが特徴です。近年は、需要が供給を上回る状況が続いていますが、生産者の高齢化や人手不足で生産量は減少傾向にあり、そのため栽培における省力化・機械化が検討されています。そこで、本研究では、機械収穫を想定して栽培された加工用トマト「なつのしゅん」の品質について調べ、また、機械による一斉収穫で混獲される未熟果を活用する検討を行いました。

成果

(1) 加工用トマト「なつのしゅん」の品質

平成29年産加工用トマト「なつのしゅん」の成熟果（赤熟果）および未熟果（青果）の成分分析を行いました（表1）。「なつのしゅん」の赤熟果のリコペン量は、既存品種「すずこま」、「にたきこま」に比べ遜色なく、JASに定められた原料基準値を満たし、トマト加工品の原料として利用可能でした。青果は、赤熟果に比べ、リコペン、グルタミン酸は少なく、酸度が高く、糖度は同程度でした。官能評価でも、分析結果と同様に赤熟果に比べ、酸味が強く、うま味と赤色が少ないとの評価で、その他に苦味や青くさを指摘する評価もありました（図1）。

表1 平成29年度産加工用トマトの品質成分

品種	産地	熟度	リコペン (mg/100 g)	酸度 (%)	糖度 (Brix %)	グルタミン酸 (mg/100 g)
すずこま	岩見沢	赤熟果	7.1	0.41	4.8	275.4
にたきこま	岩見沢	赤熟果	7.7	0.53	5.1	246.2
なつのしゅん	岩見沢	赤熟果	8.9	0.44	4.4	260.1
なつのしゅん	岩見沢	青果	-	0.49	4.3	10.8

試料は10個体、1個体当たり3反復で分析した。

- : 検出限界以下

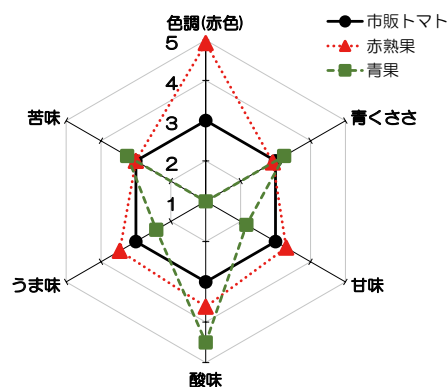
図1 「なつのしゅん」の官能評価 (n=13)
市販トマトを基準3として1:弱い〜5:強い
の5点法で評価

図2 未熟果の加工品製造工程

写真1 未熟果（青果）の加工試作品
(左：レリッシュ、右：ホットソース)

研究担当部

食品開発部 食品開発グループ
011-387-4119

馬鈴しょの加工特性を踏まえた 冷凍フライドポテトの共同開発

芽室産馬鈴しょの特性に応じた業務用冷凍食品の開発
梅田 智里・中野 敦博

- 「マチルダ」および「ホッカイコガネ」など馬鈴しょの加工特性を明らかにしました。
- 実生産規模で冷凍フライドポテトの製造条件を構築しました。
- この成果を活用した冷凍フライドポテトが製品化されました。

背景と目的

家庭調理・飲食店向けの馬鈴しょの需要は、2005年には79.1万トンありましたが、2015年には63.3万トンとなるなど減少傾向にあります（農水省調べ）。北海道は国内最大の馬鈴しょ産地として、業務・加工向けの需要の維持・拡大に取り組む必要があります。

道総研とジェイエイめむろフーズ(株)は、地域で栽培されている馬鈴しょの加工特性を評価するとともに、その特性を踏まえて冷凍フライドポテトの揚げ色を改善する製造技術を検討しました。

成果

(1)「マチルダ」および「ホッカイコガネ」の加工特性

芽室地域の「マチルダ」および「ホッカイコガネ」の還元糖は貯蔵開始直後の11月では低く、12月に増加し、加工適性の目安とされる固形分あたり2%を上回りました。フライドポテトの揚げ色(a*値)は、12月以降に濃くなり、その後の数値は増加傾向でした(図1)。

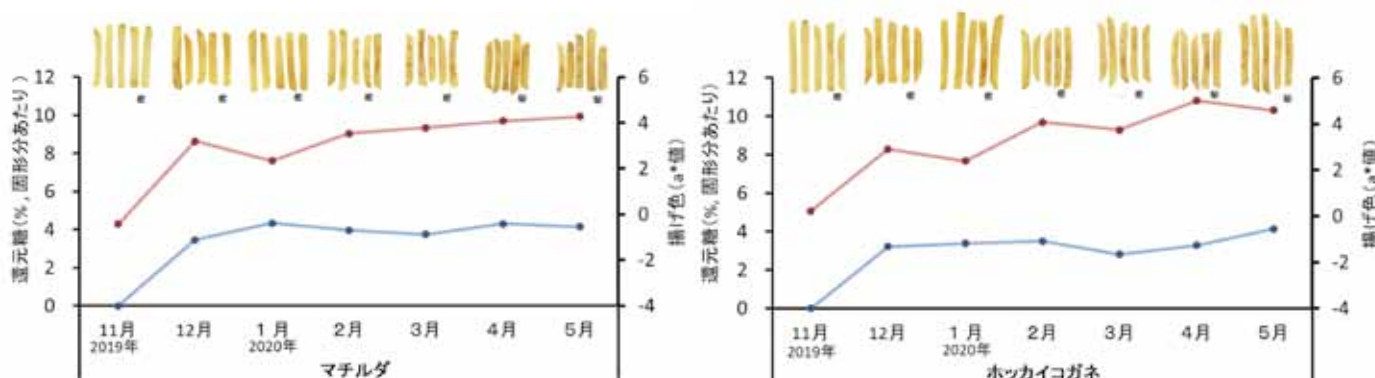


図1 還元糖量の月別推移

—還元糖、—揚げ色(a*値)

(2)冷凍フライドポテトの製造条件の構築

(1)の加工特性の評価結果を踏まえて、冷凍フライドポテト製造におけるプランチングや水分調整などの諸条件を検討し、揚げ色を改善する実生産規模の製造条件を構築しました。改善前のポテト片に見られたまだら状の褐色部(揚げ色の濃い部分)は、製造条件の改善後には低減し、外観品質が向上しました(図2)。

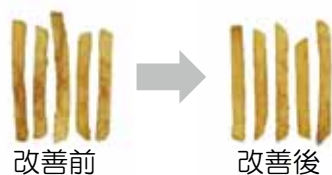


図2 揚げ色の改善例

本共同研究の成果は、共同研究機関のジェイエイめむろフーズ(株)において活用され、冷凍フライドポテトが製品化されました(図3)。



図3 ジェイエイめむろフーズ工場外観
および冷凍フライドポテト製品

研究担当部

食品開発部 食品開発グループ
011-387-4120

大きなイモの塊を残したコロッケの製品化

業務用冷凍ポテトコロッケの中具用馬鈴しょの粗くだき製法の開発
中野 敦博

- 冷凍コロッケの新製品開発に向けて、コロッケに含まれるイモの塊の大きさや形状について、定量的に解析しました。
○本成果をもとに、大きなイモの塊を残した冷凍コロッケが製品化されました。

背景と目的

冷凍ポテトコロッケは、持ち帰り用の惣菜など中食の需要拡大を背景に、コンビニエンスストアや量販店向けなどの業務用の製造販売が伸びています。

共同研究者・サンマルコ食品（株）では、業務用ニーズに対応した新製品として、家庭でつくったような、「大きなイモの塊を残した冷凍ポテトコロッケ」の開発を検討していました。手作りであれば大きなイモの塊を残すことは簡単ですが、食品工場で大量生産するとなると、イモの塊が成形工程等で砕けてしまい、小さな塊しか残らないことが技術的課題でした。

そこで本研究では、コロッケに含まれるイモの塊の大きさや形状について定量的に解析し、大きなイモの塊を残した冷凍コロッケの製品化に取り組みました。

成果

コロッケ（図1）からイモの塊を取り出し、イモの塊の投影像（図2）を取得し、画像解析しました。

投影像の粒子径（投影面積円相当径）を比較した結果、大きなイモの塊を残す処理を行った試作品AとBには、比較品には含まれない39.8mm以上の大きな塊が含まれていることを明らかにしました（図3、★）。

主成分分析を行った結果、試作品Aは、イモの塊の平均面積や平均周長などの寄与が大きく、試作品Bでは、90%径やアスペクト比の寄与が大きいなど、各試験水準におけるイモの塊について、大きさや形状に関する特性値が関連づけられました（図4、5）。



図1 試作品の例

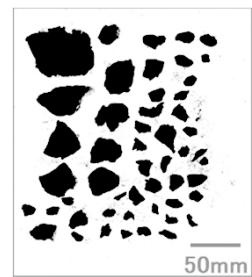


図2 イモの塊の投影像

イモの塊をコロッケから一つ一つ取り出し、事務用スキャナーを用いて投影像を取得しました。この図は、投影図を2値化処理したものです。

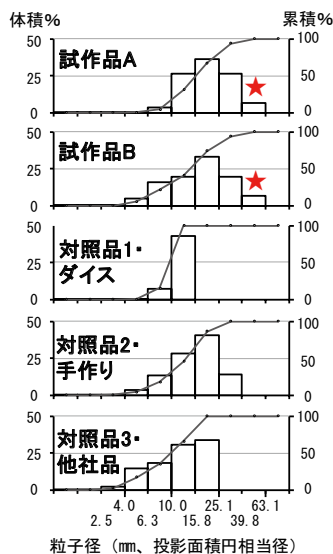


図3 イモの塊の粒子径分布

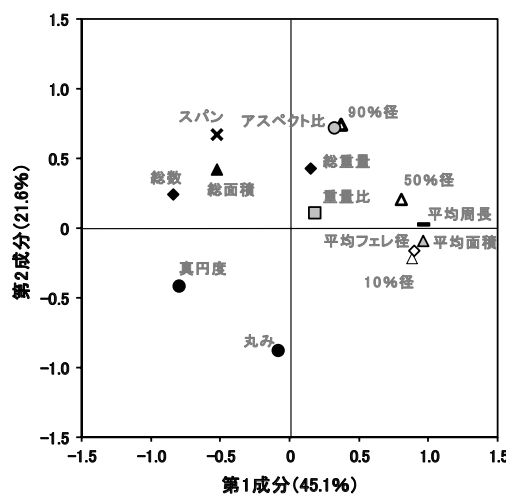


図4 イモの塊の特性値の成分負荷プロット

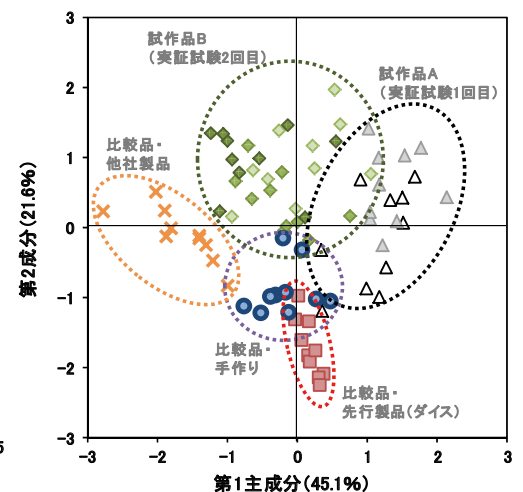


図5 イモの塊の特性値の主成分プロット

これらの解析結果をもとに、冷凍コロッケ製造における前処理や加熱、具材混合の工程の条件を調整し、大きなイモの塊を残した冷凍コロッケの製法を構築しました。

本成果は、共同研究者・サンマルコ食品（株）において活用され、大きなイモの塊を残した冷凍コロッケが製品化されました。

研究担当部

食品開発部 食品開発グループ
011-387-4120

小麦の異臭となる原因物質を探る

小麦なまぐさ黒穂病の効果的防除技術の開発
河野 慎一

- 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解りました。
○本成果は「小麦なまぐさ黒穂病Q&A第2版」に掲載し、同病の対策に活用します。

背景と目的

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、発病粒が発する生臭い異臭（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少ない状況です。

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）を特定すると共に、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、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

(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1）、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2）。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（常用対数）との間に相関があることが確認出来ました（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。



A市 ゆめちから A市 きたほなみ A市 つるぎち

図1 サンプルの様子

※各区において、左から乳熟期頃、収穫期頃、および収穫期頃から1週間後の様子を示します。

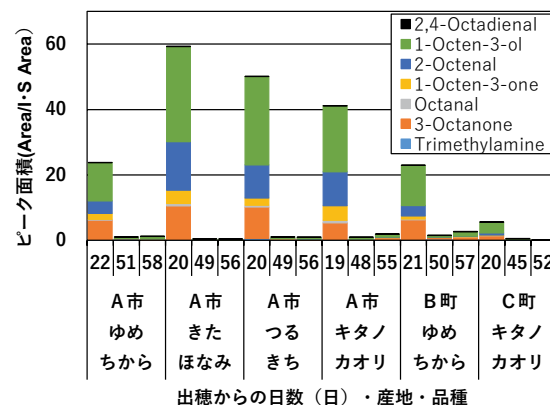


図2 小麦の登熟に伴う原因物質の推移

*本研究は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受けて実施しました。

令和元年 日本食品科学工学会 口頭発表

令和2年 食品加工研究センター研究成果発表会（web）にて要旨を公開

研究担当部

応用技術部 応用技術グループ
011-387-4126

道産ニジマスの食味・品質評価

道産内水面養殖ニジマスの刺身商材としての品質・食味特性の解明と評価技術の開発
古田 智絵

- 道産内水面養殖ニジマスの品質・食味特性の解明に取り組みました。
○ニジマス刺身の評価方法を確立し、道産ニジマスの優位点は、「歯ごたえの強さ」と「ドロップの少なさ」であることを明らかにしました。

背景と目的

近年、国産養殖ニジマスの需要が高まっており、北海道においても内水面養殖技術の開発など、需要拡大を目指した取り組みが進められています。養殖業者からは、道産内水面養殖ニジマスのブランド化に向けて、品質・食味特性の解明や品質評価技術が求められています。本研究では、官能評価および理化学分析により、道産内水面養殖ニジマスの客観的な品質評価方法を検討し、品質・食味特性の解明に取り組みました。

成 果

(1)官能評価による道産ニジマス（刺身）の食味特性の解明

官能評価の結果、市販の海外産ニジマスに比べて道産ニジマスは、歯ごたえが強く、ドロップが少ないことが明らかになりました（図）。また、これらはニジマスの総合評価に大きく影響する要因であると考えられました。

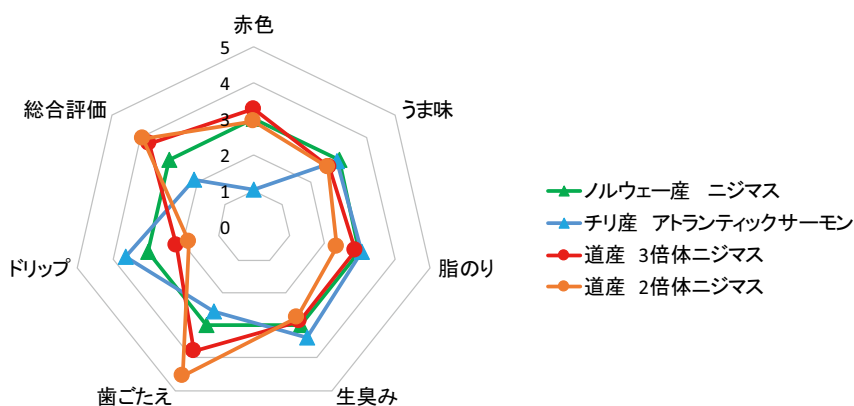


図 道産および海外産ニジマス刺身の官能評価

ノルウェー産ニジマスを3点として弱く感じるを1点、強く感じるを5点とした

(2)ニジマスの官能評価に影響を与える要因の解明

官能評価と理化学分析値の関連性を解析しました（表）。有意な相関が確認された項目間について、関連性を検討した結果、赤色、脂のり、歯ごたえ、ドロップは、それぞれアスタキサンチン、脂質、最大荷重、保水性の理化学分析値を用いることで、ニジマス刺身の客観的な品質評価に活用できると考えられました。

表 官能評価と理化学分析との相関係数

	官能評価による食味評価						
	赤色	うま味	脂のり	生臭み	歯ごたえ	ドロップ	総合評価
アスタキサンチン	0.888*	-0.127	0.060	-0.644	0.244	-0.441	0.559
a*	0.200	0.740	0.638	0.138	-0.563	0.427	-0.296
総遊離アミノ酸	-0.796	0.653	0.178	0.699	-0.543	0.703	-0.743
グルタミン酸	-0.957*	0.718	0.622	0.988*	-0.844*	0.935*	-0.976*
脂質	-0.703	0.935*	0.874*	0.907*	-0.993*	0.991*	-0.962*
1-Penten-3-ol	0.203	0.733	0.457	0.068	-0.463	0.369	-0.245
最大荷重	0.802	-0.912*	-0.777	-0.943*	0.959*	-0.997*	0.988*
保水性	0.571	-0.985*	-0.858*	-0.807	0.969*	-0.948*	0.895*

（表中の*は、有意な相関（ $p < 0.05$ ）が認められたことを示す）
（赤字は、ニジマス刺身の客観的な品質評価に活用できる項目を示す）

研究担当部

食品開発部 食品開発グループ
011-387-4119

小型マイワシ・サバ類を活用した加工品の開発

道東産マイワシ・サバ類の消費拡大を目指した高度加工技術の開発

古田 智絵

- マイワシ・サバ類の小型魚を活用した食べやすい加工品の開発に取り組みました。
- 魚体を丸ごとペーストにした素材を用いて、バーニャカウダソースなどへの加工方法を開発しました。
- 加圧加熱（レトルト）処理によって、骨まで丸ごと食べられる加工品の製造条件を明らかにしました。

背景と目的

近年、道東ではマイワシ・サバ類の漁獲量が増加していますが、小型魚の大部分はフィッシュミールに加工されており、漁業者からは付加価値の高い食品向けへの消費拡大が求められています。「骨を除く煩わしさ」、「調理加工に手間がかかる」などの理由から、消費者の魚離れが進んでおり、食べやすく加工された半調理・調理済みの水産食品が求められています。そこで本研究では、骨を気にせずに食べられる加工方法を検討し、小型のマイワシ・サバ類を活用した食べやすい水産加工品の開発に取り組みました。

成果

(1) 魚体を丸ごと使用した加工品の開発

骨や内臓を含めて魚をまるごとペースト化し、それを素材とした野菜につけて食べるバーニャカウダソースや幅広い年齢層の消費が期待できるせんべいを試作しました（図1）。

酵素処理レシチンを添加することにより、内臓などに由来する特有の苦味やにおいを抑え、食べやすい仕上がりとなりました。



(2) 骨まで食べられるレトルト食品の開発

レトルト殺菌装置で魚を加圧加熱処理することにより、常温流通可能で骨が喫食可能な柔らかさとなる加熱条件を魚種ごとに明らかにしました。また、身崩れなどの外観の劣化は、レトルト処理前の乾燥処理により、風味の劣化は抗酸化素材への浸漬などによって、それぞれ改善することができました（図2）。

図1 サバ・マイワシを丸ごと使用した加工品の開発



図2 サバ・マイワシ加工品のレトルト処理後の外観

研究担当部

食品開発部 食品開発グループ

011-387-4119

白カビを利用した発酵ソーセージの製造技術

有用微生物を利用した発酵食肉製品の開発
八十川 大輔

- 企業との共同研究で白カビを利用した発酵ソーセージの製造方法を構築しました。
- 熟成中の水分、温度等の条件は白カビの増殖に大きな影響を与えました。
- 白カビにより、アルコールなどを主とする香気成分が増加することが判明しました。

背景と目的

札幌バルナバフーズ株式会社（共同研究機関）と食品加工研究センターはこれまでも独自乳酸菌を活用した発酵生ハム、発酵ソーセージの開発などの共同研究を行い、全国に先駆けて製品化に結びつけてきました。

このような発酵生ハムなどの製造現場ではしばしばカビの発生が問題となっています。ヨーロッパでは食品に利用可能な白カビなどの真菌を積極的に利用することで製品表面の微生物を制御し、良好な風味を付与し品質を向上させる製造技術が使われています。本研究では、白カビなどの食経験のある真菌を活用した発酵ソーセージ製造技術を開発し、製品化を目指すこととしました。

成果

カビおよび酵母（真菌）を添加して羊腸ソーセージ（直径約15mm）と豚腸ソーセージ（同約35mm）を試作しました。真菌には、食塩15%（w/v）および亜硝酸ナトリウム400ppmに耐性があり、食経験がある白カビ *Penicillium chrysogenum*、白色酵母 *Debaryomyces hansenii* を用いました。真菌を添加した後乾燥を行い、非加熱食肉製品における水分活性の規格（0.87未満）を満たす製造条件を見出しました（図1）。真菌がソーセージ表面において増殖する様子が目視で確認出来ました（図2）。乾燥期間は直径の大きさにより異なり羊腸ソーセージが7日、豚腸ソーセージが12日でした。

また香り成分を調べたところ、真菌の添加によりパン生地発酵臭として知られる3-メチルブタノールなどのアルコールおよびアルデヒドの成分が大幅に増加し、良好な風味の改良に寄与することを見いだしました（図3）。

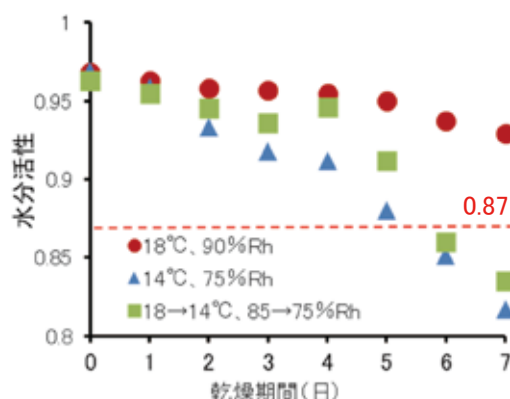


図1 羊腸ソーセージの発酵乾燥条件の違いによる水分活性の変化

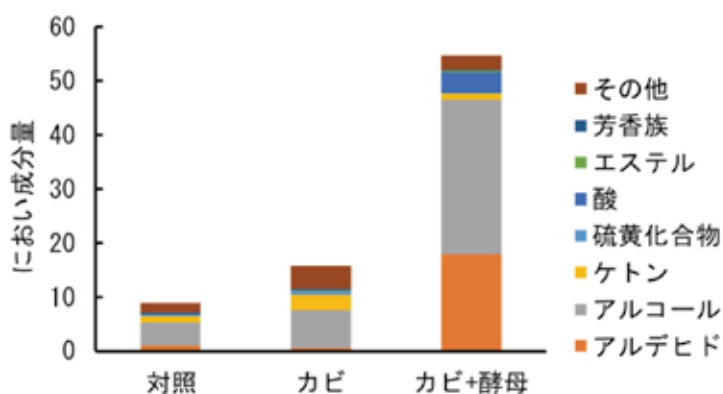


図3 試作ソーセージの香り成分比較



図2 羊腸ソーセージの外観(発酵3日目)

研究担当部

応用技術部 応用技術グループ
011-387-4124

*本成果は、札幌バルナバフーズ株式会社との一般共同研究（平成28～30年度）により得られました

道産乳用種牛肉の特徴に及ぼす保存期間の影響

道産赤身型牛肉の評価方法の開発
能登 裕子・奥村 幸広

- 保存期間が乳用種牛肉の理化学特性および官能評価に及ぼす影響を明らかにしました。
○得られた成果は、乳用種牛肉の特徴を反映した規格範囲等を定める研究や、加工品の開発に活用します。

背景と目的

道産乳用種牛肉は、輸入牛肉より脂肪含量が多く、うま味成分であるイノシン酸含量が多いという特徴があり、乳用種牛肉を好む消費者層の存在が明らかとなっています。今後、乳用種牛肉の価値向上を図るためには、乳用種牛肉の特徴を適切に表し、輸入牛肉と差別化する指標が必要ですが、保存・流通中に牛肉の特徴がどのように変化するかは明らかになっていません。そこで本研究では、保存・流通中における品質変化を理化学分析と官能評価により検討しました。

成果

- (1) 道産乳用種牛肉のロースとウチモモをと畜後0℃で10～70日保存し、赤身部位の理化学分析と官能評価を行いました。脂肪含量はロースで7.7～9.4%、ウチモモで4.1～6.6%の範囲にあり、保存中には変化しませんでした。このことから、乳用種牛肉の脂肪含量の値は、保存中の試料の採取時期によらず、品質の指標として利用可能と考えられました。
- (2) 硬さを表す指標であるせん断力価は、保存期間が長くなるにつれ、ロースでは3.1kgfから2.7kgfに、ウチモモでは5.6kgfから4.2kgfにそれぞれ低下しました。官能評価では、保存30日および50日の牛肉は、10日よりもやわらかいと評価され、50日は10日よりも食感が好ましいと評価されました(図1)。せん断力価の分析値と官能評価の結果に関連性があることから、乳用種牛肉のせん断力価は、食感を表す指標として利用可能と考えられました。
- (3) 乳用種牛肉のイノシン酸含量は、保存10日に対して70日で10分の1に減少し、グルタミン酸含量は3.2倍に増加しました(図2)。官能評価では、保存10日と30日または50日の間に、うま味の強さに差はありませんでした(図1)。イノシン酸含量は保存中の変動が大きく、官能評価と合致しないことから、うま味の強さを表す指標には不適であると考えられました。一方、グルタミン酸およびイノシン酸含量から算出されるうま味強度*は、保存中に低下しますが、30日までは変動が小さく、50日でも0.2程度の減少でした(図2)。うま味の強さの指標としては、官能評価の結果と同様の傾向を示すうま味強度を利用するのが妥当と考えられました。

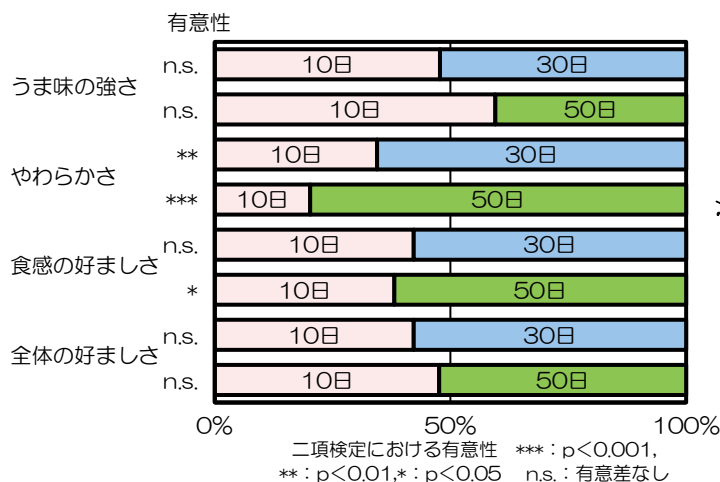


図1 二点法によるロースの官能評価結果
(保存期間10日と30日、50日の選択率で表示)

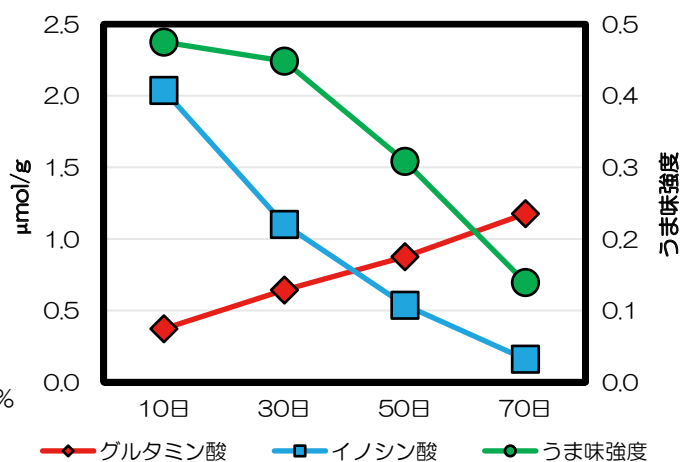


図2 保存中のグルタミン酸、イノシン酸、うま味強度(ロース)

$$*うま味強度 = u + 1218uv$$

u: グルタミン酸 (%) v: イノシン酸 (%)

*共同研究機関: 畜産試験場

平成31年 食品加工研究センター研究成果発表会 ポスター発表
令和元年 食品加工研究センター研究報告 第14号

研究担当部

食品開発部 食品開発グループ
011-387-4118

道内で分離した乳酸菌を用いた 発酵乳製品の香り増強方法

独自分離乳酸菌を使用した乳製品の香り調節技術の開発
濱岡 直裕

- 食品加工研究センター保有の乳酸菌から香り物質を産生する菌株を選抜しました。
- 北海道オリジナル乳酸菌で香り高い発酵乳製品の製造技術を確認しました。
- 得られた成果は、香りに特徴のある乳製品の製品化に向け、技術普及を進めます。

研究
開発

背景と目的

当センターでは、北海道内から乳酸菌を分離し、その特性を生かした乳製品製造技術の開発を進めています。乳酸菌は、発酵乳製品に独特な香りをもたらしますが、それはジアセチルやアセトアルデヒドなどの香気物質によるものです。近年は嗜好の変化もあり、発酵バターなど香りに特徴のある乳製品が、既存の製品と差別化できる商品として注目されています。本研究では、道内で分離した乳酸菌の中から、ジアセチルを産生する能力が高い菌株を選抜し、この乳酸菌を添加することによって、既存の製品より香り高いクリームチーズや発酵バターの製造に活用する技術を開発しました。

成果

(1) 選抜乳酸菌を添加した発酵乳製品の試作

当センターの保有乳酸菌について、ジアセチルを産生する能力を評価した結果、乳酸菌 *Lactobacillus paracasei* #003株、*Lactobacillus paracasei* #279株を選抜しました。この菌株をスキムミルク液（10%（w/v））で増殖させたスターターを調製し、市販スターターと共に原料に添加して、クリームチーズや発酵バターを試作したところ、発酵乳製品に含まれるジアセチル量に明確な差が認められました。図1にクリームチーズに含まれるジアセチル量を示しました。

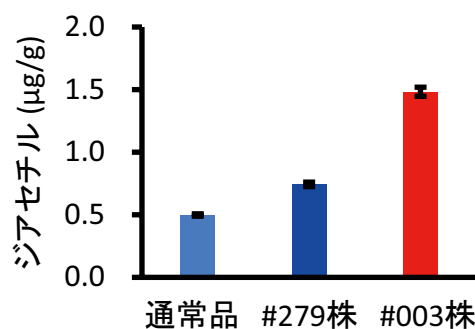


図1 選抜乳酸菌添加したクリームチーズのジアセチル含量

(2) 試作発酵乳製品の官能評価

一般人パネル（当センター研究員）16名による官能評価では、選抜乳酸菌を添加したクリームチーズや発酵バターは、添加しない通常品に比べて、有意に香りの強さを感じ、おおむね良好な結果となりました。図2にクリームチーズの官能評価の結果を示しました。

評価の良いコメントもあったことから、この技術は、香り高い発酵乳製品製造への適用が可能と考えられました。

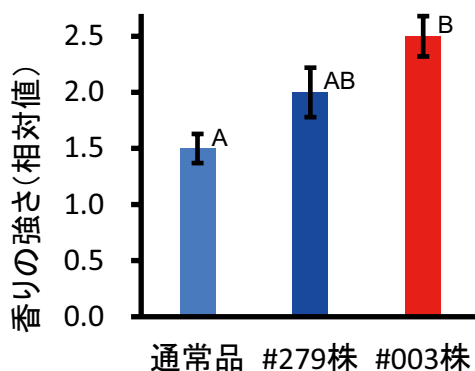


図2 選抜乳酸菌添加したクリームチーズの香り官能評価
(A、Bは、異なるアルファベットが付されたデータ間に有意差があることを示す)

平成31年 食品加工研究センター研究成果発表会 口頭発表
令和元年 日本食品科学工学会第66回大会 発表「北海道内で分離した乳酸菌を用いた
発酵乳製品の香り増強方法」

研究担当部

食品開発部 発酵食品グループ
011-387-4122

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

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
濱岡 直裕

- 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。

背景と目的

道内の乳製品企業から、北海道由来の乳酸菌による差別性の高いヨーグルト開発に対する強いニーズが寄せられています。道内からヨーグルト製造に適した乳酸菌を得るためには、能力の高い乳酸菌を効率的に分離・選抜する手法の開発が必要です。近年の研究で、ヨーグルト製造の主要な乳酸菌であるサーモフィラス菌について、プロテアーゼ遺伝子 *prtS* を保有する菌株にヨーグルト適性が高いことが報告されています。そこで、本研究では、ヨーグルト適性に関与する遺伝子をマーカー（指標）として、生乳から有用乳酸菌を効率的に評価・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一次選抜法の開発

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。

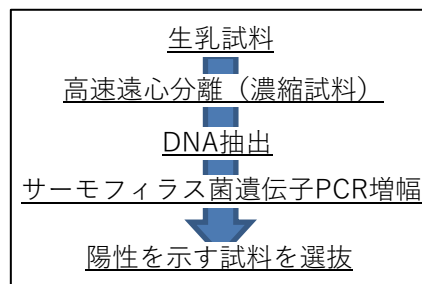


図1 一次選抜法

(2) プロテアーゼ遺伝子 *prtS* 配列に基づく二次選抜法の開発

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、上記で一次選抜した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。

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として活用できます。今後、これら選抜された試料から、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。

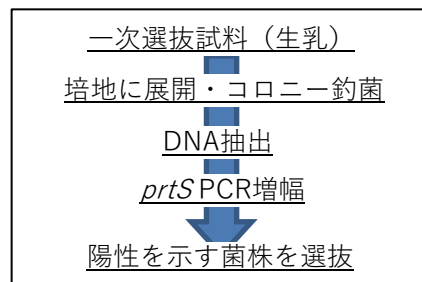


図2 二次選抜法

北海道の白ワイン醸造用酵母

道内分離酵母からの香気成分生成能に特徴を持つ白ワイン醸造用酵母の選抜
橋渡 携

- 北海道産の醸造用ブドウより有用微生物である酵母2,401株を分離しました。
- 分離酵母のワイン醸造適性と香気成分生成能を調べました。
- 白ワインの香りに特徴を与える9株の醸造用酵母を選抜しました。

背景と目的

近年北海道は醸造用ブドウ栽培の好適地と認識され、ワイナリーが急増しています。ワインツーリズムなど観光と連携した取り組みも進み、平成30年（2018年）には、ワインの地理的表示「北海道」が施行されました。

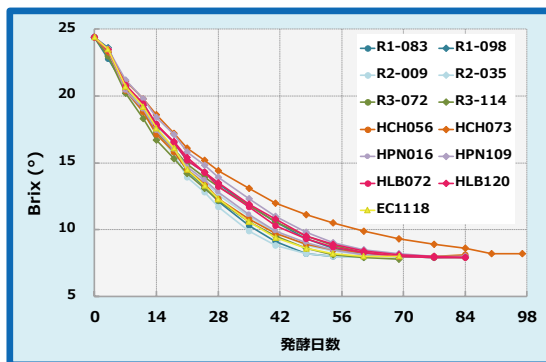
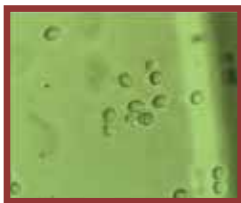
道内のワイン醸造企業は、地域独自のワイン醸造用酵母への関心が高く、特に香気成分生成能などに特徴を持った、より付加価値の高い醸造用酵母を求めています。

本研究では、道産醸造用ブドウより分離した酵母の中から、ワイン醸造適性を持ち、なおかつワインの香りに特徴を与える酵母株を選抜し、当該酵母株を活用したワイン製造技術を確立することを目指しました。

成果

- (1) 主に、北海道内のワイナリーより提供された醸造用ブドウより有用微生物である酵母を2,401株分離しました。遺伝子解析による菌種の同定により、そのうち1,933株が *Saccharomyces cerevisiae* であり、ワインの醸造に適した菌種であることが判りました。
- (2) 分離株のワイン醸造適性を調べるため、エタノール耐性試験、糖資化性試験、亜硫酸耐性試験を行い、また、分離株の香気成分生成能を調べるため、関連する酵素の一つであるβ-グルコシダーゼ活性を測定しました。各試験での評価を踏えて、41株を選抜しました。
- (3) 選抜41株について、ワイン醸造能の評価試験および香気成分生成能の評価試験を実施し、3種の白ワイン用ブドウ品種（リースリング、シャルドネ、ケルナー）に適すると予想される酵母株を3~4株（全9株）選抜しました。各ブドウ果汁による小仕込み醸造試験を行い、道内ワイン醸造関係者による官能評価の結果、実用株として十分利用できる酵母株があるという評価が得られました。

*S.cerevisiae*の
顕微鏡写真像



ワイン醸造能の評価試験（Brixの変化）

選抜9株の評価シート

菌株	生理特性試験		発酵試験		香気発酵試験			小仕込み試験		
	基本性能	香気生成能 (β-グルコシダーゼ活性)	白	赤	RS	CH	KR	RS	CH	KR
A	○	○	○				△ester, lina			★
B	◎	○	○	○	○△			●		
C	○	◎	○				○		★	
D	◎	◎		○		○△ester	○△ester		●	●
E	◎	○			○	○		★		
F	○	◎		○		○△lina	△		★	
G	△	×	△	○	○	○		●		
H	◎	○	○		ester	△ester	ester	★		
I	◎	◎		○						★

◎：非常に良い ○：良い △：普通 ×：良くない ●：供試株 ★：優良株 ester：エステル lina：リナロール

*研究協力機関：道産ワイン懇談会

平成31年 食品加工研究センター研究成果発表会 □頭発表

令和元年 日本食品科学工学会シンポジウム 講演

令和2年 移動食品加工研究センターin岩見沢 発表

令和2年 北海道ワインアカデミー 講演

研究担当部

食品開発部 発酵食品グループ

011-387-4124

乳化技術によるカロテノイドの品質安定化

乳化技術によるカロテノイドの品質安定化に関する研究
小泉 次郎

- 平均粒子径が数～数10 nmの微細な乳化物を、大型機械を用いない簡易な方法で調製することができました。
- カロテノイドを微細な乳化物とすることで分解が抑制されました。

背景と目的

カロテノイドは野菜、海藻などに含まれる黄色から赤色の脂溶性色素で、 β -カロテン、ルテイン、アスタキサンチンなどが知られています。カロテノイドは健康機能性成分としての利用が期待されていますが、加工工程や保存中における熱・光・酸素等の影響で、分解しやすいという問題があります。一方、乳化状態が酸化安定性に影響を与えることが報告されており、食品中の乳化物を微細化することにより乳化状態を改良し、安定性を向上させることでカロテノイドの分解を抑制できる可能性があります。

そこで、本研究では乳化技術を用いたカロテノイドの分解を抑制する技術の開発に取り組みました。

成 果

(1) 微細な乳化物の調製

乳化物の配合と乳化方法を検討し、加熱や加圧を伴わない簡易な手法を用いて、平均粒子径が数～数10 nmで、透明度の高い微細な乳化物を調製することができました（図1）。また、その乳化物の保存試験を行った結果、37℃で3ヶ月以上分離せず、乳化状態が長期間安定的に維持されました。

(2) カロテノイドの安定性試験

調製した乳化物のカロテノイドの分解について、一般的な乳化手法で調製した高圧乳化物（対照）と比較したところ、対照より試作品の方がカロテノイドの分解が抑制されました（図2）。

以上から、微細な乳化物とすることでカロテノイドの分解が抑制され、品質が安定化することが示唆されました。今後、食品への応用に向け、食品への添加試験や、長期の保管試験を行います。



図1. 乳化物の外観
(左：対照（高圧乳化物）、右：試作品)

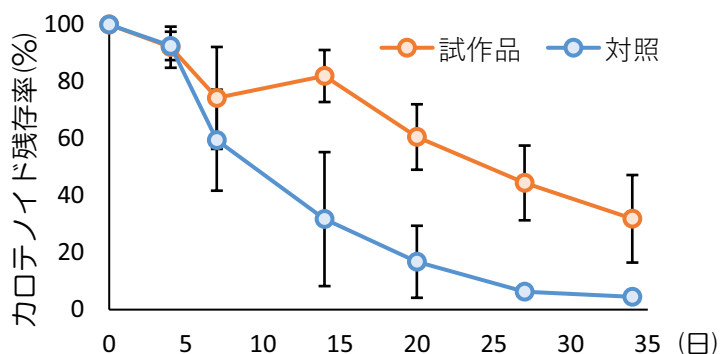


図2. カロテノイド分解試験
(光照射下、37℃)

研究担当部

食品開発部 食品開発グループ
011-387-4118

食品工場におけるバイオフィームに着目した洗浄技術

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
三上 加奈子

- 素材表面に形成するバイオフィーム量は、素材の種類により異なることを明らかにしました。
○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。

背景と目的

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への関心が高まっています。一方、微生物が形成するバイオフィーム※は、洗浄殺菌に抵抗性を持ち、通常の洗浄や殺菌では除去しにくいことから、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。そこで本研究は、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。

※バイオフィーム：微生物とその産出する粘質物で形成される構造物で、「歯垢」や「排水溝のヌメリ」が代表例である。製造設備に付着しやすく、洗浄や消毒による除去に強い抵抗性を持っている。



バイオフィームイメージ図

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の違いを調べました。試験に用いた素材は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）。

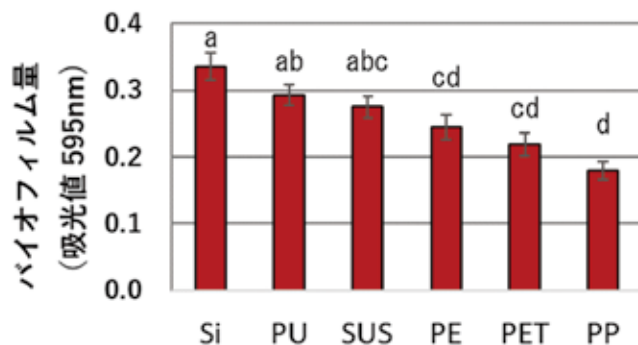


図1 各種素材に付着したバイオフィーム量

(2) バイオフィーム除去効果

各種素材毎に、洗浄液によるバイオフィーム除去効果の違い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。試験に用いた洗浄液は、食品工場で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性洗剤で高く、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が、中性洗剤に比べて高いことが明らかになりました（表1、ステンレスは除く）。

材料略表記：Si（シリコン）、PU（ポリウレタン）
SUS（ステンレス）、PE（ポリエチレン）
PET（ポリエチレンテレフタレート）
PP（ポリプロピレン）

エラーバーは標準誤差を示す。異なるアルファベット間に有意差があることを示す（ $p < 0.05$, Tukey, $n = 12$ ）

表1 各種材料に対する洗浄液のバイオフィーム除去効果

洗浄液 \ 素材	Si	PU	SUS	PE	PET	PP
中性	○	△	△	×	×	×
バイオフィーム	◎	○	△	○	○	○
アルカリ性	—	—	◎	◎	◎	◎

<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

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

過酢酸製剤に耐性を示すセレウス菌芽胞の構造特性

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
小林 哲也

- 過酢酸製剤の殺芽胞効果は菌株によって大きく異なることを明らかにしました。
- 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ることを明らかにしました。
- 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。

背景と目的

過酢酸製剤は2016年に食品の表面殺菌用途として認可された新しい食品添加物です。使用にあたっては対象食品と濃度が定められており、鶏肉には過酢酸として2000ppm以下、牛肉および豚肉には1800ppm以下、野菜および果実には80ppm以下で使用する必要があります。過酢酸は低濃度でも細菌芽胞に対して殺菌効果を示すことが報告されていますが、実施例は少なく、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とともに、その効果に影響すると考えられる芽胞の構造特性を明らかにしました。

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った

セレウス菌NBRC15305の芽胞を80ppmの過酢酸製剤で25～45℃で30分間処理したときには、芽胞数は0.6～4.1 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、160～640ppmの過酢酸製剤で30℃で30分間処理したときには、芽胞数は1.2～4.1 log 減少しました（図1B）。一方、セレウス菌MAFF118598の芽胞を同様に処理したときには、芽胞数はほとんど減少しませんでした（図1CおよびD）。

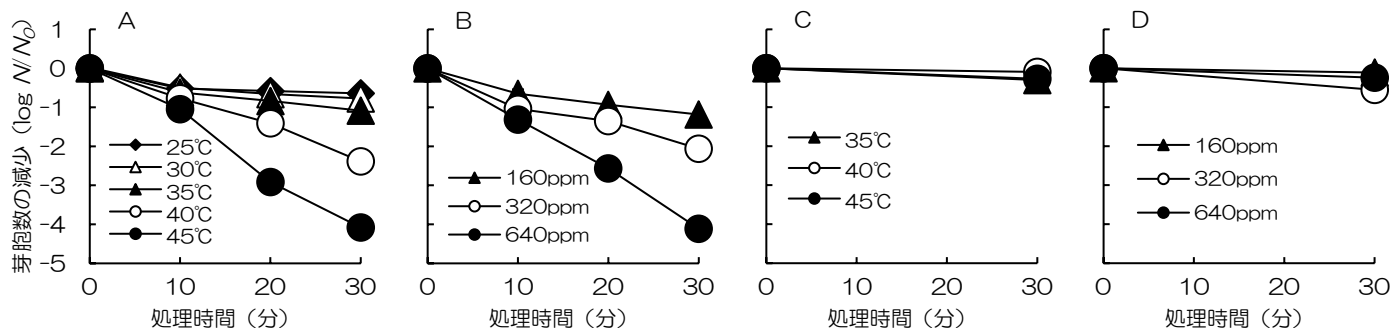


図1 過酢酸製剤で処理したセレウス菌NBRC15305芽胞（A、B）およびセレウス菌MAFF118598芽胞（C、D）の死滅挙動
芽胞数は表面塗抹培養法（標準寒天培地、30℃、1日）で測定した。 N_0 ：処理前の芽胞数、 N ：処理後の芽胞数を示す。

(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

表1 セレウス菌芽胞の構造特性

菌株	表面疎水性	芽胞の長径	コルテックス層
NBRC15305	65%	1.0μm	118nm
MAFF118598	94%	1.8μm	174nm

表面疎水性：MATH法で測定

芽胞の長径：白色矢印間（図2A）の長さを測定

コルテックス層：黒色矢印間（図2B）の長さを測定

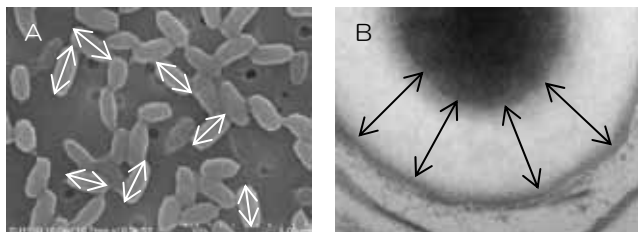


図2 セレウス菌芽胞のSEM観察画像例（A）およびTEM観察画像例（B）

SEM観察：1万倍、TEM観察：20万倍

画像解析ソフトを用い、それぞれ5.00μm/250pixels、100nm/600pixelsとして測定。

MAFF118598の芽胞は、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した（表1）。

菌株による過酢酸製剤感受性の差は、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。

*本研究の一部は一般財団法人東洋水産財団2019年度学術奨励金にて実施しました。

*共同研究機関 北海道大学大学院水産科学研究院

令和2年 食品加工研究センター発表会（web）にて要旨を公開

研究担当部

応用技術部 応用技術グループ

011-387-4127

チルド食品を膨張変敗させるクロストリジウムの制御

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
小林 哲也

- 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性状を明らかにしました。
- Clostridium pasteurianum*類縁菌を指標に加熱処理条件とガス発生との関係を明らかにしました。
- 得られた知見は、チルド食品の加熱処理条件の設定に活用できます。

背景と目的

樹脂製パウチに内容物を密封し、加熱殺菌することで1ヶ月程度の保存性を実現している袋物惣菜は、惣菜市場の中でも成長が著しく、売上高は1,996億円（2012）から8,110億円（2019）に増加しました。袋物惣菜の微生物制御に着目すると、包装内部が嫌気状態となるため、加熱殺菌後も製品内に生残しているクロストリジウムの芽胞が発芽、増殖することが懸念されます。

本研究では、*Clostridium pasteurianum*類縁菌を指標として、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殺菌条件を提示しました。

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分離した*C. acidisoli*や*C. butyricum*、*C. pasteurianum*などの類縁菌22株が10℃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。



図1 パウチ詰コーンペーストの膨張変敗
正常品（左）、膨張変敗品（右）

(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*類縁菌の芽胞を接種して10℃で保存したパウチ詰野菜ペーストについて、ガス発生が目視確認できるまでの期間は、加熱処理条件（ $F_{90^\circ\text{C}}$ ）との一次式で近似でき、ガス発生期間を推定できることが示唆されました（表1）。

$F_{90^\circ\text{C}}$ ：90℃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、指数的に変化することが示唆されました（図2）。

これらの結果を活用すると、クロストリジウムによるガス発生を一定期間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。図2より各pHにおいて4, 8, 12週間ガス発生を防止するための加熱処理時間を求めることが出来ます。また、グラフに無い期間を求める場合は、表1の近似式から各pHにおける加熱処理条件（ $F_{90^\circ\text{C}}$ ）を指数近似します。得られた近似式からガス発生を防止するために必要な加熱処理条件（ $F_{90^\circ\text{C}}$ ）を求めます。

表1 各野菜ペースト中でのガス発生期間を予測する近似式

試料	pH	近似式	決定係数
スイートコーン	6.4	$y=0.060x+1.066$	0.955
カボチャ	5.6	$y=0.147x+3.132$	0.979
ジャガイモ	5.5	$y=0.415x+2.950$	0.994
タマネギ	5.3	$y=0.559x+3.091$	0.998

芽胞は3 log spores/gとなるように接種した。

y：試作した34袋のうち、1袋でもガス発生が確認された期間、x： $F_{90^\circ\text{C}}$

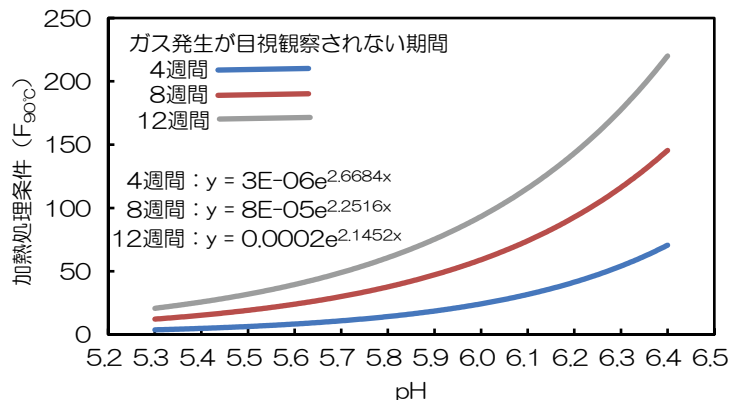


図2 ガス発生が目視観察されないために必要な加熱殺菌条件とpHの関係
翌週には少なくとも1袋はガス発生が目視確認されると仮定して算出

研究担当部

応用技術部 応用技術グループ

011-387-4127

ガス置換雰囲気における芽胞形成菌の発育

ガス置換包装による加熱後芽胞の制御に関する研究
小林 哲也

○25%以上の二酸化炭素を含むガス置換雰囲気では、*Bacillus*属細菌よりも*Paenibacillus*属細菌が発育しやすいことを明らかにしました。

○30℃では、特定の菌種を除き、ガス置換包装による発育抑制効果は見られませんでした。

○得られた知見は、ガス置換包装製品の微生物制御に活用できます。

背景と目的

イギリス食品基準庁は、8℃で10日以上保存するガス置換包装製品には、冷蔵温度でも発育するE型ボツリヌス菌の芽胞を殺滅して安全性を確保するために90℃で10分以上加熱殺菌することを求めています。すなわち、冷蔵温度（10℃以下）でも発育する微生物のうち、90℃で10分以上の加熱殺菌に耐える微生物を制御することがガス置換包装製品の保存性向上において重要と考えられます。一方で、10℃以下でも発育する耐熱性微生物のガス置換雰囲気における発育に関する知見は少なく、ガス組成が異なる種々の雰囲気においてどのような属種の微生物が発育するのかよく分かっていません。

本研究では、食品製造環境等から分離した10℃でも発育する*Bacillus*属細菌および*Paenibacillus*属細菌を対象に、N₂およびCO₂ガス置換雰囲気における発育を評価しました。

成 果

(1) ガス置換雰囲気における*Bacillus*属細菌および*Paenibacillus*属細菌の発育

*Bacillus*属細菌の発育は、*B. simplex*を除き、30℃で培養したときにはCO₂の影響をほとんど受けませんでした。一方で、10℃で培養したときには25%のCO₂ガスで置換した場合に供試菌株の半数程度の発育が抑制され、75%以上のCO₂ガスで置換した場合に全ての菌株の発育が抑制されました。

*Paenibacillus*属の発育は、30℃で培養したときには*Bacillus*属細菌と同様にCO₂の影響をほとんど受けませんでした。また、10℃で培養したときには*Bacillus*属細菌が発育しない高濃度のCO₂ガス置換雰囲気でも発育しました。すなわち、75%のCO₂ガスで置換した場合でも供試菌株のほとんどが発育し、100%のCO₂ガスで置換した場合でも*P. polymyxa* や*P. terrae* は発育しました。

CO₂ガスは、培地に溶解してpHを低下させることから、10℃で培養したときのCO₂ガス置換雰囲気での発育には、各菌株の耐酸性や耐冷性が影響していることが推察されました。

表1 ガス置換雰囲気における*Bacillus*属細菌および*Paenibacillus*属細菌の発育

供試菌株	10℃、4週間培養での発育陽性率 (%)					30℃、1週間培養での発育陽性率 (%)				
	注入ガス組成 (N ₂ /CO ₂)					注入ガス組成 (N ₂ /CO ₂)				
	0/100	25/75	50/50	75/25	100/0	0/100	25/75	50/50	75/25	100/0
	培地pH					培地pH				
	4.7~5.0	5.0~5.3	5.3~5.5	5.5	6.5~7.0	5.0~5.3	5.5	5.5~5.8	5.5~5.8	6.5~7.0
<i>Bacillus</i> 属細菌 (合計36株)	0	0	6	44	83	83	86	86	92	100
<i>B. cereus sensu lato</i> (22株)	0	0	9	50	77	100	100	100	100	100
<i>B. megaterium</i> (4株)	0	0	0	0	75	75	100	100	100	100
<i>B. pumilus</i> (5株)	0	0	0	80	100	100	100	100	100	100
<i>B. simplex</i> (5株)	0	0	0	20	100	0	0	0	40	100
<i>Paenibacillus</i> 属細菌 (11株)	64	91	91	91	100	73	100	100	100	100
<i>P. odorifer</i> (3株)	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100
<i>P. polymyxa</i> (6株)	83	83	83	83	100	100	100	100	100	100
<i>P. terrae</i> (2株)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ガスクロマトグラフで測定したパウチ内のガス組成は注入ガス組成と概ね一致した。また、酸素濃度は1~2%であった。

培地pHはpH試験紙の呈色を目視判定した。

前培養液10μlを標準寒天平板に滴下し、ガス置換包装して培養した。所定期間培養後、コロニー形成が見られた場合を発育陽性とした。

*本研究は公益財団法人大下財団2018年度研究助成で実施しました。

平成31年 食品加工研究センター研究成果発表会 □頭発表

令和元年 日本食品科学工学会 □頭発表

研究担当部

応用技術部 応用技術グループ

011-387-4127

チーズ用乳酸菌スターターの開発

北海道の乳酸菌でチーズをおいしく
八十川 大輔

- 道内外の研究機関、企業、大学、高等専門学校と共同して独自のチーズ用補助乳酸菌スターターを開発しました。
- チーズ用乳酸菌スターターに追加して製造することでうま味が増すことが確認されました。
- 成果について特許出願しました（特願 2019-195961）。

背景と目的

地域の独自性を有し、輸入品との差別化を行うためには、北海道独自の乳酸菌株を使用することも有効な方策の一つですが、現在チーズ用乳酸菌スターターとして市販されているものは海外製の輸入品しかありません。

そこで、品質的にも優れたチーズ製造に資する乳酸菌の開発を目指し、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。地場産食品等からチーズ熟成を促進する能力を有する乳酸菌を選抜し、「旨味増強、熟成促進」を特徴とする北海道産チーズ用乳酸菌スターターを開発することを目的としました。

成果

- (1) 道内の5研究機関で、地域の発酵食品から500株以上の乳酸菌を分離しました。乳タンパク分解力、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株について特許出願しました（図1）。
- (2) 3株の特許菌株のうち、セミハードタイプのチーズに適した2株をそれぞれ添加したゴーダチーズを実規模試作しました。添加した乳酸菌は熟成中のチーズ中で増殖し、主要な乳酸菌になっていました。乳酸菌A株添加区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2）。
- (3) 3株の特許菌株より、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、スターターとして必要な生菌数を維持し、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。



図1 特許出願した分離選抜乳酸菌の1例

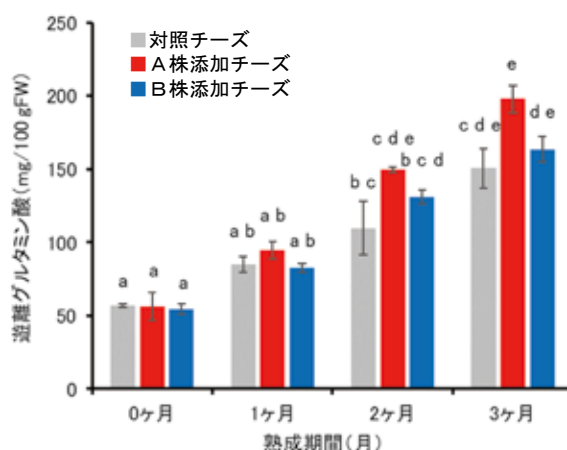


図2 独自スターター添加チーズ熟成中の遊離グルタミン酸変化

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。

※ 本研究は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（経営体強化プロジェクト）」の資金を受け、経営体（J-チーズ創出）コンソーシアムが課題名「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」で実施しました。

研究担当部

令和2年 食品加工研究センター研究成果発表会（web）にて要旨公開
令和2年 食品加工研究センター研究報告 第15号

食品開発部 発酵食品グループ
011-387-4124