アロニアに見出したメタボ予防機能と健康素材の開発

未利用資源を活用したメタボリックシンドローム予防食品の開発
太田　智樹

○アロニア搾汁後の残渣中に脂質代謝を改善する機能性と関与成分を発見しました。
○動物実験により脂質代謝の改善機能とそのメカニズムを明らかにしました。
○これらの成果を活用した健康素材が商品化されました。

背景と目的

北海道の特産果実であるハスカップやアロニアなどの搾汁後の残渣にはメタボリックシンドローム（以下、メタボと略す）予防に有用な機能性成分が豊富に含まれ、機能性素材としての活用が期待されます。

そこで、これらの農産未利用資源を活用し、健康食品市場の中でも特に需要が高まっているメタボ予防食品を開発することを目的として、その機能性と関与成分を明らかにするとともに、健康素材としてその製造技術を開発しました。さらに、メタボ予防機能の科学的根拠を確立するため、北海道大学との共同研究を実施し、動物実験によるメタボ予防効果や機能成分の作用メカニズムについても明らかにしました。

成　果

(1)実験方法

ハスカップおよびアロニア果実の搾汁後の残渣（図１）について、培養動物細胞（３T3L1）を用いた試験によりメタボ予防に有用な機能性を評価、検討しました。また、動物実験での評価については4週齢のマウスを使用し、エタノール抽出物を1および2%添加混合した高脂肪食を自由摂取により一ヶ月間飼育後、血中の中性脂肪やLDLコレステロールなどを測定し、メタボ予防機能について検討しました。機能成分の作用メカニズムについてはリアルタイムPCR法により検討しました。

(2)培養動物細胞３T3L1による機能性評価と機能性関与成分

培養動物細胞３T3L1を用いた評価により、アロニア搾汁残渣のエタノール抽出物中に脂肪を分解する機能性を見出しました。また、その機能性に関与する成分はトリテルペン酸であることを明らかにしました。

図１　アロニア果実とその搾汁残渣

(3)動物実験によるメタボ予防機能の検証

脂肪分解活性を有するアロニア搾汁残渣抽出物について、動物実験によりその効果を検証した結果、血中の中性脂肪やLDLコレステロールの低減作用を有することを明らかにしました（図２、３）。さらにこの機能性を遺伝子レベルで解析し、その作用機序を明らかにしました。この成果は、健康食品素材として開発、商品化されました。

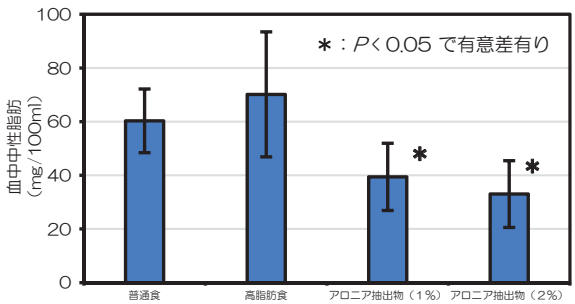


図２　動物実験によるアロニア抽出物のメタボ予防機能の検証（１）血中中性脂肪濃度に及ぼす影響

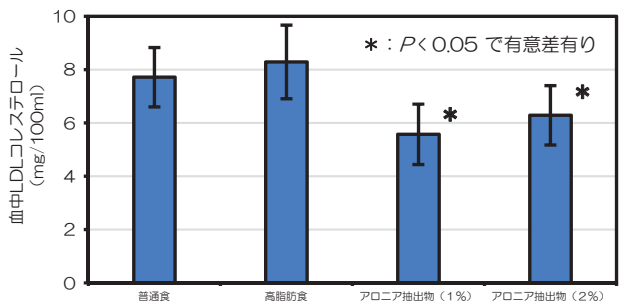


図３　動物実験によるアロニア抽出物のメタボ予防機能の検証（２）血中LDLコレステロール濃度に及ぼす影響

平成22年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成23年　International Conference and Exhibition on Nutraceuticals and Functional Foods 2011（国際機能性食品学会）にてポスター発表

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２６

道産小豆素材が有する新たな保健機能

道産小豆素材が有する新規保健機能の探索
濱岡　直裕

○機能性評価手法を活用し、小豆素材が有する新たな保健機能の探索を行いました。
○小豆分解物が糖尿病や肥満予防機能の新たな食品素材となることが期待できました。
○得られた成果は、技術支援や新たな研究テーマの設定に活用します。

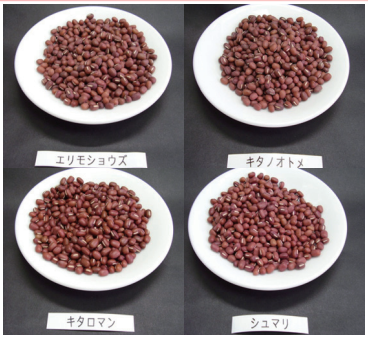
背景と目的

近年、生活習慣病患者および予備軍の増加は社会的な問題となっており、食品の持つ保健機能性による効果に注目が集まっています。道内には農水産資源が豊富に存在しており、これらの機能性成分を明らかにし、その活用策を検討することが課題となっています。その中で小豆は食物繊維やポリフェノールを豊富に含む機能性に優れた素材であり、さらに新たな機能性を発掘することで用途及び需要の拡大が期待できます。そこで本研究では、動物細胞や酵素等を用いる機能性評価手法を活用し、小豆素材が有する新たな保健機能の探索を行いました。

成　果

(1)注目する北海道産小豆

道産小豆品種のエリモショウズ、キタノオトメ、キタロマンおよびシュマリ（右の写真参照）を試料に用い、種皮を含めた豆全体と、種皮を除いた子葉部のみをそれぞれ酵素ペプシンにより分解しました。

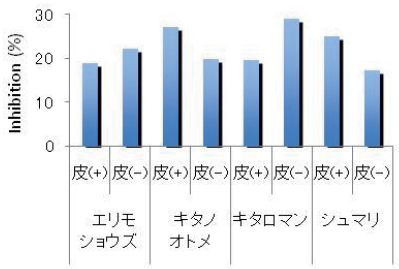


(2)小豆子葉部酵素分解物による２つの保健機能性

小豆子葉部の酵素分解物には、糖の吸収を抑制し、高血糖を改善するαグルコシダーゼ阻害活性が認められました（図1）。種皮を含めた豆全体試料だけでなく、種皮を除いた子葉部試料にも活性が認められたことから、子葉部にαグルコシダーゼ阻害活性を示す物質の存在が示唆されました。

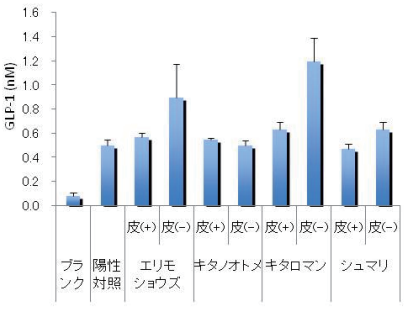
また、血糖の上昇を抑制するGLP-1分泌活性も認められました（図2）。特にエリモショウズ、キタロマンでは、子葉部に強い活性が認められ、子葉部にGLP-1分泌活性を示す物質の存在が示唆されました。

これまでの研究では種皮ポリフェノールに関する知見が多い中で、本研究では小豆子葉部の保健機能に関する新たな知見が得られました。このことから、小豆分解物が糖尿病や肥満予防機能の新たな食品素材となることが期待できました。



皮(＋)：豆全体
皮(－)：子葉部
をそれぞれ示す

図1　αグルコシダーゼ阻害活性



皮(＋)：豆全体
皮(－)：子葉部
をそれぞれ示す

図2　GLP-1産生細胞株からのGLP-1分泌活性

研究協力機関：北海道大学農学部、農研機構食品総合研究所
平成24年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表
平成24年　日本食品化学会第18回学術大会　発表
平成25年　日本食品科学工学会誌　公表「小豆子葉部のα-グルコシダーゼ活性およびGLP-1分泌に与える影響」（日本食品科学工学会誌, 60, 43-47, 2013）

研究担当部
食品開発部　発酵食品グループ
０１１－３８７－４１２２

野菜を原料とする低ＧＩ焼き菓子の開発

野菜を原料とする低GI菓子製造技術の開発
佐藤　理奈

○　GI（グリセミックインデックス）の低下に関与する総食物繊維量、難消化性でん粉量を指標として道内産の野菜の焼き菓子適性について検討を行い、GI値の低い菓子原料に適した素材を明らかにしました。
○　これらの原料を用いて試作した小豆粉野菜クッキーは、動物実験において市販の低GI 大豆クッキーと同様に食後血糖値上昇抑制効果が得られ、低GI食品へ利用できる可能性がありました。

研究開発

背景と目的

GIは、食後の血糖値の上昇度合いを表す指標で、値の低い食品（低GI食品）は食後の血糖値の上昇が穏やかになるとされています。近年、低GI食品は糖尿病や肥満の予防が期待できる食品として、注目されています。

本研究では、GI値の低い焼き菓子の製造技術の開発を目的として、食物繊維の豊富な野菜原料とGI値の高い小麦粉の代替品の選定を行いました。また、野菜と小麦粉代替品から菓子の配合比を検討するとともに、試作品をラットに投与して食後血糖値上昇抑制効果を検討しました。

成　果

（１）道内産野菜8種の食物繊維量を測定し、ブロッコリーに食物繊維が最も多く含まれていることがわかりました。

また、小麦粉の代替品として、小豆粉、大豆粉について食物繊維量、難消化性でん粉量、ヒトの消化を模した酵素添加試験による遊離グルコース量を測定しました。

その結果、小豆粉は食物繊維量と難消化でん粉量が高く、遊離グルコースの割合が小麦粉よりも低いことから、小麦粉の代替品に適していると考えられました。

したがって、菓子原料として、ブロッコリーと小豆粉を選定することにしました。

（２）小豆粉とブロッコリーを原料とした小豆野菜クッキーの配合比を検討後、試作品を8～9週齢のラットに経口投与し、食後2時間までの血糖値を測定しました。

その結果、ラットに投与後15分から30分まで、グルコース群と比較して小豆粉野菜クッキー群の血糖値は有意に低いことがわかりました。また、GI値の算出と同様に、食後血糖値曲線下面積比を算出した結果、小豆野菜クッキーは低GI食品に相当する55以下となり、市販品（低GI大豆クッキー）と同様に血糖値上昇抑制効果があることが明らかになりました（図）。

GI値について

GI値は、ヒトを対象とした試験で、食後2時間までの血糖値を測定し、得られた血糖値曲線下面積の比から算出します（Jenkins, 1981）。

$$GI値=\frac{食品摂取後の血糖値曲線下面積}{ブドウ糖摂取後の血糖値曲線下面積}\times 100$$

ブドウ糖摂取時を100とし、55以下の食品が低GI食品。

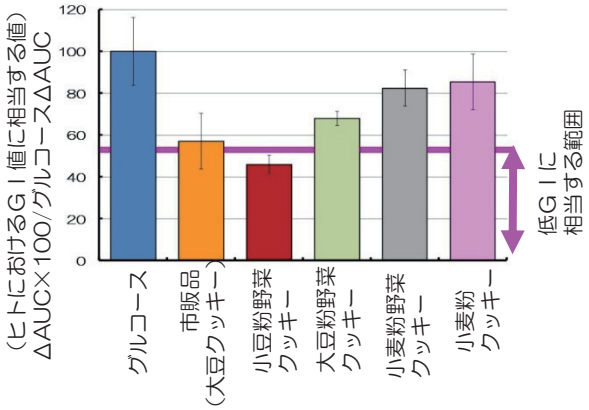


図　ラットに市販品およびクッキー試作品を投与したときの血糖値曲線下面積（AUC）比

平成23年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成24年　日本食品科学工学会59回大会にて口頭発表

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２５

道産米粉の特性解析と米粉100%麺の開発

北海道産米粉の特性解析及び高齢者用食品、冷凍食品等に活用可能な新規食品素材の開発
米粉を活用した麺類への新規利用技術開発

山木　一史

○道産米粉の用途別の適性評価基準を作成しました。
○加熱処理した米粉を活用して、米粉100%の麺を製造する技術を開発しました。

背景と目的

食料自給率の向上と米の新たな需要開拓が期待される中、米粉が注目を集めています。しかしながら、話題性のみが先行し、道内では菓子以外では安定した需要の確保に繋がっていません。今後、米粉の利用拡大を進めるには、米粉が持つ特性を明らかにし、それらに基づく製品作りを推進することが重要です。

本研究では、様々な北海道産の米粉の特性評価を行うとともに、これまで利用が難しかった麺類への活用について取り組みました。

成　果

(1)米粉の用途別適性評価基準の作成

様々な条件で調製した米粉の特性値と加工適性の関係から、米粉用途の適性評価基準表を作成しました。パンとケーキへの利用の場合は、損傷デンプン量と吸水力、さらに米粉の粒径を調べることでその適性が判断できます。また、麺については、アミロース量、吸水力と加熱時の粘度が、ゲルについては、アミロース量、吸水力、加熱時の粘度に加えてタンパク質の量を調べることで、適性が判断できます。

表　米粉の用途別適性評価基準

	タンパク質	アミロース量	損傷デンプン量	吸水力	粒径	浸透速度	最高粘度
パン（比容積）			◎	◎	○	◎	
めん（物性）		○		○			○
ケーキ（比容積）			◎	◎	○	◎	
ゲル（付着性）	○	○		○			○

※ 相関係数（R）による判定．◎はR≧0.8、○は0.8>R>0.5、を表す．
いずれも有意差（P<0.01）あり．
※ 黒は正の相関、赤は負の相関を示す．

(2) 米粉を活用した麺類の開発

水浸漬処理後の精米を130℃の熱風下で粉砕乾燥により米粉を調製したところ、粘度の値が著しく増大することが確認され、この130℃処理した米粉が物性改良効果を有することを確認しました。

40℃処理の米粉と130℃処理の米粉をブレンドし、製麺試験を行ったところ、130℃処理の米粉を30%以上配合することにより、圧延式においても米粉100%での製麺が可能となりました。

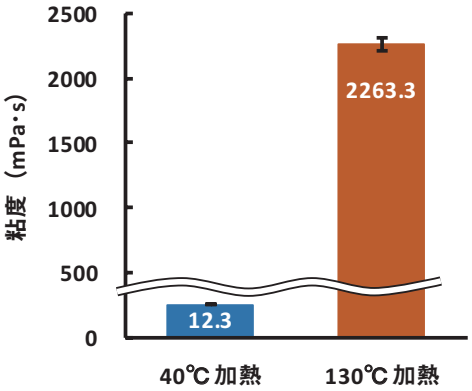


図1　加熱処理した米粉の粘度（きらら397）

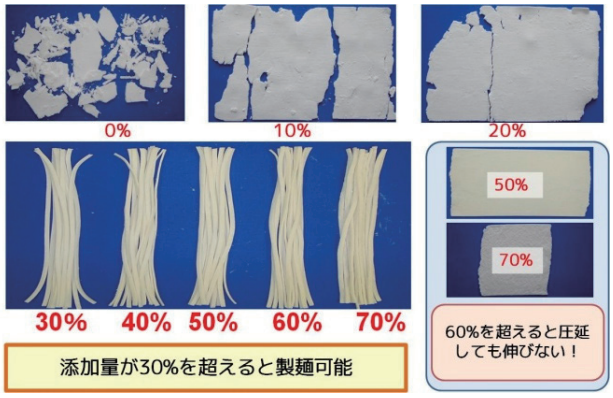


図2　加熱処理米粉を用いた米粉麺　（圧延式製法）

平成24年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成25年　冷凍食品技術研究会にて口頭発表
平成25年　アグリ技術シーズセミナーにて口頭発表
平成27年　食品加工研究センター研究報告　第11号　p.29～39

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
011－387－4127

てん菜の新たな魅力を掘り起こす「てん菜チップス」の開発

てん菜チップスの製造方法の開発
中野　敦博

- てん菜を原料としたスナック菓子の製造方法を開発しました。
- 加熱処理（ブランチングと真空フライ）の工程で、てん菜のえぐ味が低下することを明らかにしました。
- 得られた成果は、てん菜チップス商品の製造方法に活用されています。

研究開発

背景と目的

てん菜は、北海道の畑作経営を維持するための主要な作物であり、てん菜糖業は地域経済の重要な役割を担っています。しかし、てん菜は独特のえぐ味があることで、北海道を代表する畑作物でありながら、製糖以外の用途はほとんど研究されておらず、てん菜を用いた加工食品は開発されていませんでした。
本研究は、てん菜のえぐ味（シュウ酸等）を低減化する加工方法（加熱処理、真空フライ処理）を検討し、てん菜の新たな用途開発を行いました。

成　果

てん菜のシュウ酸（えぐ味の成分）は、図1の製造工程の「ブランチング（蒸煮）」と、真空フライの2つの加熱処理で、18%まで低下し（表1）、歩留りは約20%であることが分かりました（表2）。
この知見を活用して、真空フライ製法による「てん菜チップス」の製造方法を開発し、商品化に貢献しました（図2）。

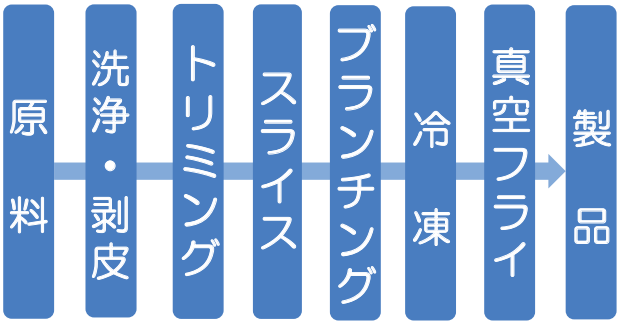


図1 てん菜チップスの製造方法

表1 製造工程における有機酸の推移

	硝酸	シュウ酸	クエン酸	リンゴ酸
生	1.00	1.00	1.00	1.00
蒸煮後	0.80	0.68	1.17	0.75
真空フライ後	0.15	0.18	0.44	0.30

数値は、生原料のピーク面積を1とした相対値

表2 てん菜チップスの歩留り

原料根重	スライス	真空フライ	最終
大（400g以上）	79.0	23.5	18.6
小（400g未満）	73.3	27.4	20.1

図2 てん菜チップスの外観

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
011−387−4120

道産野菜の新たな加工利用

酵素処理野菜を原料としたお酒の開発
富永　一哉

○酵素反応による液化と発酵技術を組合わせると、風味の良いお酒を造ることができました。
○発酵過程では、乳酸菌と酵母による２段階の発酵が有効であることが分かりました。
○この成果は、農産加工品の高品質化や、農産加工残渣の有効利用に役立つと期待されます。

背景と目的

近年、お酒の消費に変化が見られ、多様な原料、例えばトマトや芋類を用いた醸造酒が造られ、一定の需要が見られる様になってきました。そこで、道産野菜として生産量が多いコーン、ニンジン、カボチャを原料として、お酒を製造する方法を検討しました。糖化や可溶化などの目的で酵素処理を行い、お酒の製造法を検討しました。今までの方法と異なる点は、細胞壁溶解酵素などを含む複合酵素で可溶化を行う点と、乳酸発酵を取り入れて醸造しているところです。

成　果

実験方法と結果

ニンジンのお酒では、香りとアルコールの取得の点で、ＦⅡの酵母が優れていると判断しました。乳酸菌は、香りと味のバランスの点でNo.20802が優れていると判断しました。現在市販されているニンジンは糖度が高いため、破砕及び酵素処理後、僅かな量の加糖をすることにより、素材の風味に富んだ良いお酒を造ることができました。

コーンのお酒では、現在市販されているスイートコーンは果汁が多く、果物並みの搾汁効率が得られました。また、糖度も非常に高く、ほぼ果汁の発酵と同じ様な工程でお酒を造ることが可能でした。酵素は、果汁の清澄の目的を含めて使用しました。試醸したお酒は、マッコリに似た風味を持っていました。

カボチャのお酒では、多く含まれているデンプンを糖化酵素で糖に変えることにより、醸造酒を造ることができます。多様な酵素の組合せを試して、一群の糖化酵素と細胞壁溶解酵素の組み合せにより糖化の効率が上がることが分かりました。試醸したお酒はウリ臭さが無い、さわやかな風味を持っていました。

表1　酵母及び乳酸菌の選択

項目＼酵母記号	EC	FⅡ	Job	K-1	Lfm
総重量	43.53	43.54	43.42	43.47	43.35
最終重量	42.08	42.04	42.02	42.41	41.86
遠心後重量	19.07	18.98	19.37	19.65	19.00
炭酸ガス減量	1.45	1.50	1.40	1.06	1.49
液化率	76.70	76.87	75.50	75.87	76.20
ｱﾙｺｰﾙ濃度（度）	4.05	4.30	4.40	3.75	4.30
pH	3.74	4.02	4.09	3.46	3.98
風味の特性	酸味、旨味 イースティー	酸味、旨味 苦味 香りよい	旨味、苦味 香りよい	酸味、旨味 塩味 イースティー	酸味、旨味 塩味 香りよい

項目＼乳酸菌No.	20502	20802	20901	21301	21401
総重量	43.04	43.02	43.04	43.05	42.93
最終重量	42.79	43.01	43.03	43.03	42.92
遠心後重量	23.92	29.08	29.30	26.03	28.76
液化率	62.90	46.43	45.77	56.67	47.20
pH	3.18	3.94	3.97	3.79	4.12
風味の特性	ﾆﾝｼﾞﾝ香 トマト様香 エステル香 酸味、旨味	ﾆﾝｼﾞﾝ香強い 甘み、旨味 酸味	ﾆﾝｼﾞﾝ香強い 甘み弱い 酸味、旨味	ﾆﾝｼﾞﾝ香強い 紙様香 甘み弱い 酸味、旨味	ﾆﾝｼﾞﾝ香弱い ダイアセチル 甘み弱い、旨味 酸味弱い

試作したニンジンのお酒

平成25年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表

研究担当部
食品開発部　発酵食品グループ
011－387－4118

冷凍フライ食品の食感向上に向けて

冷凍フライ食品の食感制御要因の解明
梅田　智里・中野　敦博

○冷凍フライ食品の食感向上について、パン粉の製法別に、食感保持能に影響するパン粉の構造と吸湿性の差異を検討しました。
○直捏法で製造したパン粉は、中種法に比べて、油ちょう後の吸湿性が低く、高い食感保持能を有することがわかりました。
○その要因として、直捏法ではパン粉の表面構造が粗く、吸湿性が低いことによると考えられました。
○得られた成果は、冷凍食品製造企業に情報提供しています。

研究開発

背景と目的

フライ食品の食感は、調理後に水分が具材から衣に移行するため、時間経過に伴って低下します。調理から喫食までに時間のかかる業務用調理フライ食品の開発においては、食感保持能の改善が課題となります。そこで本研究では、フライ食品の衣材であるパン粉の製法に着目し、直捏法と中種法の食感保持能について比較検討を行いました。

成　果

(1)製品を用いた調湿パン粉の物性評価

各種メーカーのパン粉（事例1；6種、事例2；12種）を油ちょうし、調湿（相対湿度80%）した後に物性評価を行った結果、直捏法のパン粉は、中種法のパン粉よりも食感保持能（破断荷重の微分曲線の変化回数）が高いことがわかりました（図1）。

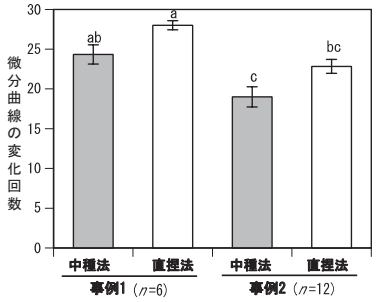


図1 パン粉の物性評価

(2)パンおよびパン粉の構造

中種法と比較して、直捏法のパンは膨らみ（比容積）が小さく、パン粉の嵩（かさ）密度は大きいことが明らかになりました（表1）。

表1 パンの比容積およびパン粉の嵩密度

水準	比容積（mL/g） 平均	標準誤差		かため嵩密度（g/cm³） 平均	標準誤差	
中種法	7.0	± 0.2	**	0.126	± 0.004	**
直捏法	6.4	± 0.3		0.131	± 0.004	

**は、5%水準で有意であることを示す（n=3、t検定）。

(3)油ちょう後のパン粉の表面構造

油ちょう（180℃・2分）したパン粉の表面は、中種法は小さな隔壁が収縮した構造であり、直捏法は粗く平滑な構造でした（図2）。

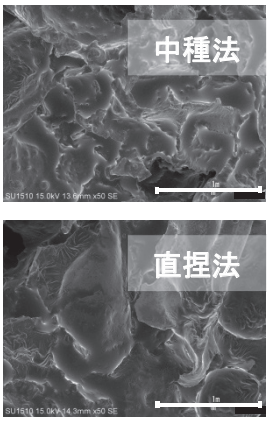


図2 油ちょう後のパン粉表面の走査型電子顕微鏡の像

(4)油ちょう後のパン粉の吸湿量

油ちょうしたパン粉を1晩乾燥した後、相対湿度80%の雰囲気中で調湿し、調湿前後の重量を測定した結果、直捏法の重量増加率は、中種法よりも低くいことを明らかにしました。このことから、直捏法のパン粉は、油ちょう後の吸湿性が低いと考えられました（図3）。

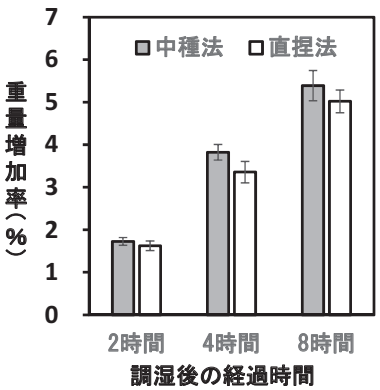


図3 油ちょう後のパン粉の吸湿量

平成29年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
011−387−4120

道産ジャガイモによるポテトグラニュールの開発

調理・加工適性に優れた道産ばれいしょ乾燥素材の開発
中野　敦博

○国内では製造されていないスナック菓子用途の乾燥ポテト素材（ポテトグラニュール）の製造方法を検討しました。
○小規模レベル（原料20kg）の試作試験を行い、ポテトグラニュールの製造方法を構築しました。
○得られた成果は、実用化研究への展開を検討しています。

背景と目的

乾燥ポテト素材は、冷凍食品やスナック菓子等の原材料に多く利用されていますが、そのほとんどが輸入品です。特に現状の乾燥ポテト素材の国内製品は、スナック菓子の生地に添加した際にベトつきが著しく生じるため、そのような用途に利用できない状況にあります。また、スナック菓子向けの乾燥ポテト素材「ポテトグラニュール」は、国内では製造実績がなく、技術情報が不足しています。

そこで本研究では、道産ばれいしょの需要拡大に向けて、菓子生地への利用に適したポテト乾燥素材「ポテトグラニュール」の製造方法を検討しました。

成　果

ポテトグラニュール試作品を、図1の製造方法で作製しました。スナック菓子用途の乾燥ポテト素材は、ヨウ素呈色度が低いもの（水和した際にベトつかないもの）が適しているため、製造工程を検討した結果、図1の戻し粉の必要量は破砕後のマッシュの品温によって異なり、品温15℃の場合は原料固形分の50%相当以上、真空冷却により１℃に冷却した場合は10%相当以上であることを明らかにしました（図2、表1）。

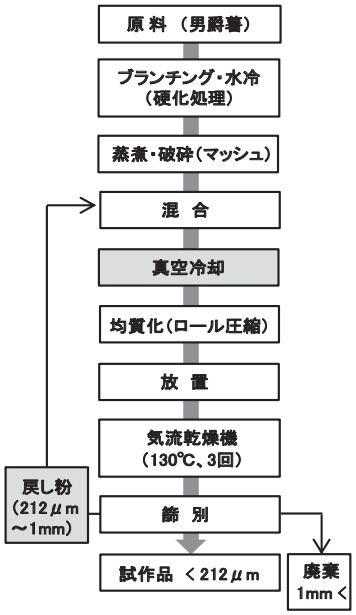
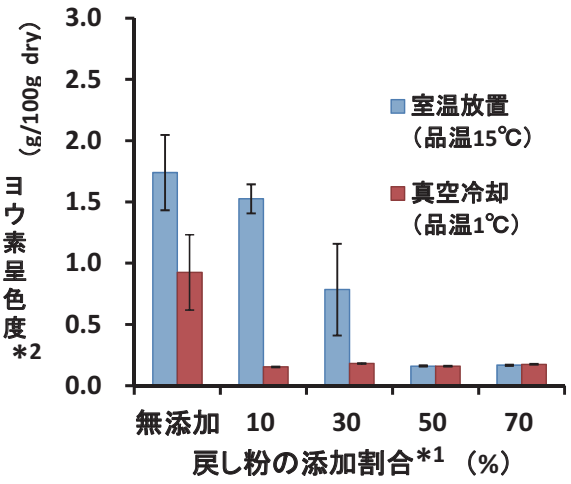


図1 ポテトグラニュールの製造方法



*1: 原料固形分に対する重量%。
*2: ヨウ素呈色度は、均質化後のマッシュを測定した。

図2　ヨウ素呈色度に及ぼす乾燥前理の影響

表1　ポテトグラニュール試作品の分析結果

	品　種	原料歩留 (%)	水　分 (%)	平均粒径 (μm、湿式)	ヨウ素呈色度 (g/100g dry)	細胞破損度 (%)
試作品	男爵薯　(2015年産)*	6.0	13.4	144	0.4	1.6
目　標	オランダ製ポテトグラニュール	－	8.0	127	0.3	1.1

*: 試作品の値は、4点の平均値。前処理方法は、戻し粉50%（原料固形分に対する割合）、真空冷却（品温1～5℃）。

平成25年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
011－387－4120

道産小麦によるパンの香気成分の研究

道産小麦を用いたパンの風味に寄与する香気成分の特性解析

中野　敦博 ・ 河野　慎一

〇道産小麦を用いたパンの風味に寄与する香気成分を解析し、「春よ恋」や「ゆめちから」など品種別に特徴的な香気成分を明らかにしました。
〇直捏法や中種法などパン生地の発酵方法を変えてパンを試作した結果、発酵方法別に特徴的な香気成分を見出しました。
〇研究成果は、製粉企業や製パン企業に情報提供し、道産小麦の香気成分の特徴を活かした新製法や新製品の開発に活用し、道産パンの高品質化を目指します。

背景と目的

道産パン用途小麦の一層の需要を掘り起こすためには、道産小麦で製造したパンの風味形成に関する科学的な裏付けを積み上げ、品種や製パン方法が風味に及ぼす影響を明らかにする必要があります。

そこで本研究では、パンの風味形成に寄与する成分を特定し、小麦の品種やパン生地の発酵方法が風味に及ぼす影響を解析しました。

成　果

(1)パンの官能評価

H27年産・市販小麦粉を用いてパンを直捏法で試作し、風味の強さについて官能評価を行った結果、「春よ恋」では風味が強く、「ゆめちから」で風味が弱いことが示されました（図1）。

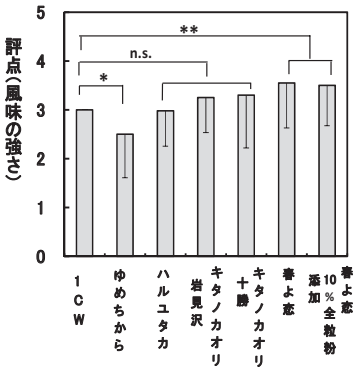


図1 パンの官能評価（品種別）

評点（風味の強さ）は、対照の1CWを3点とし、5点満点で評価。パネル10名。*p<0.05、**p<0.01（Steel検定）。

(2)香気成分の解析（品種の比較）

香気成分の分析結果の全データの内、多重比較で差異のあった13成分について、主成分分析を行いました。「春よ恋」、「1CW（対照）」、「ゆめちから」のプロットの位置から、成分2（縦軸）が官能評価の風味の強さに対応していると考えられました（図2A）。

「春よ恋」では、メイラード反応生成物のピラジンカルボキシドの生成が高く、「ゆめちから」ではヘキサナールの生成が高いことがわかりました（データ不掲載）。

(3) 香気成分の解析（製法の比較）

「春よ恋」の香気成分のプロットを製法別に比較した結果、直捏法のプロットに対して、中種法は右上（成分1:高、成分2:高）に位置し、低温長時間発酵は左（成分1:低）に位置していることがわかりました（図2B）。

直捏法と比較して、中種法では、ピラジンカルボキシアミドとフェネチルアルコールの生成が高く、低温長時間発酵では、フェネチルアルコール生成が低く、オクタン酸エチルの生成が高いことがわかりました（グラフなし）。

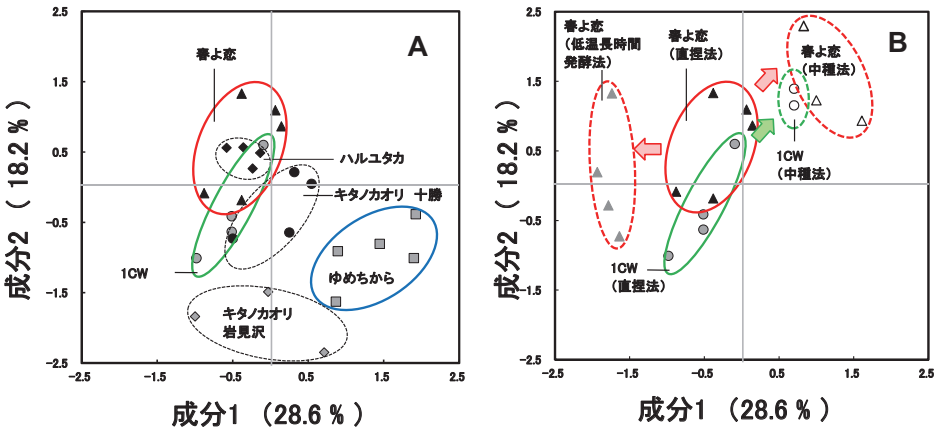


図2 主成分スコアプロット

平成29年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成29年　（公財）飯島藤十郎記念食品科学振興財団・第29回学術講演会にて口頭発表

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
011－387－4120

発酵種を用いて風味に特徴を有するパン類を製造する

微生物利用によるパンの風味向上に関する技術開発
中川　良二

〇発酵種を用いて酸味など風味の高いパン類を製造する技術を開発しました。
〇酸味の量と質をコントロールできるサワー種が作製できます。
〇本技術で利用する乳酸菌は分譲できます。

背景と目的

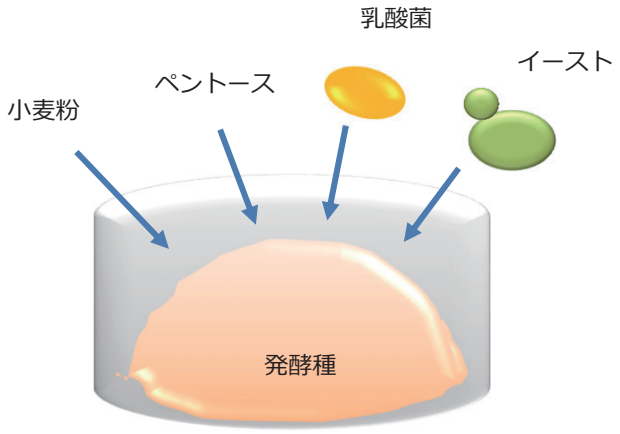
イーストと乳酸菌を共発酵させて製造される発酵種はサワー種と呼ばれ、これを用いるパン（サワーブレッド）は、共発酵によって生成される有機酸、特に酢酸による酸味や風味を有します。

一方、発酵安定性の高いイーストの普及や冷凍生地の発展、製パン作業の効率化とともに、パンの風味不足が問題視されるようになり、サワー種の複雑な風味や好ましい食感などが見直されつつあります。

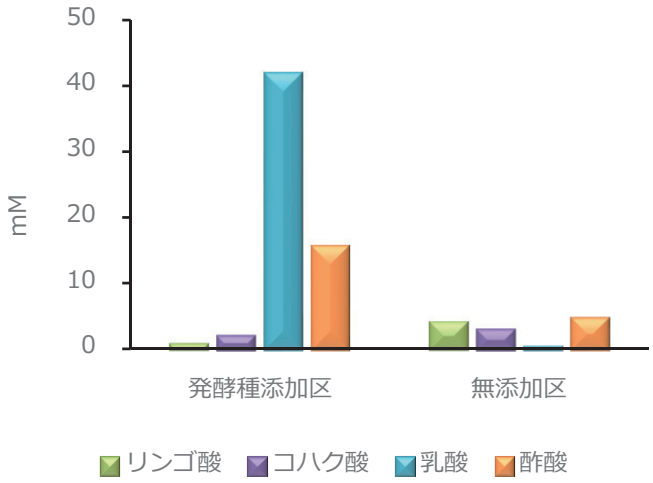
そこで、本研究では、当センター保有株からパンの風味向上に寄与する乳酸菌を選択し、酸味の量と質を調節できる、乳酸菌を用いたパン類の製造技術を開発しました。

成　果

小麦粉などの原料に、乳酸菌が利用できるアラビノースなどのペントース（糖類の一種）を加え、更に乳酸菌とイーストを添加して、共発酵させることでサワー種を作ります。このサワー種を用いることで、有機酸やアミノ酸など、風味に関わる成分の多いパン類をつくることができる技術です。



サワー種の作製方法



発酵種を用いたパンの有機酸量

・ペントースは五炭糖ともいい、5個の炭素原子を含む単糖のことです。
・アラビノースはとうもろこし、甜菜などの植物のヘミセルロース構成成分として豊富に存在しています。
　食品中には遊離の状態で味噌，醤油などの発酵食品に含まれています。
・イーストは通常のパン用酵母になります。

本技術は、平成29年に特許を出願しています。（特願2017-54021）

研究担当部
食品開発部　発酵食品グループ
０１１－３８７－４１２２

「スノーマーチ」を原料とした冷凍食品の開発を目指して

「スノーマーチ」の貯蔵中の特性変化と冷凍フライドポテト適性

梅田　智里・中野　敦博

○「スノーマーチ」を原料とした冷凍フライドポテトと冷凍ペーストの試作を検討し、貯蔵時期別の試作品の品質変化を明らかにしました。
○ジェイエイめむろフーズ（株）では、「スノーマーチ」を原料とした冷凍フライドポテトと冷凍ペーストの商品化を目指して、共同研究に取り組んでいます。

背景と目的

北海道では馬鈴薯の安定供給の維持に向けて、「スノーマーチ」のような病害虫抵抗性を有する品種の普及に取り組んでいます。しかし、国内では馬鈴薯の生食用消費量は減少しており、加工品の開発など新たな需要を開拓することが必要です。

そこで本研究では、「スノーマーチ」を原料とした冷凍フライドポテトおよび冷凍サラダベースの開発に向けて、貯蔵時期の異なった原料で試作した試作品の品質を比較検討しました。

成　果

(1)冷凍フライドポテトの開発

原料の貯蔵が長くなるにつれ、冷凍フライドポテトの揚げ色のa*値は高くなり、褐変が強くなりました。（以後の共同研究で、揚げ色を改善する製造方法を検討しています。）

官能評価の結果、「スノーマーチ」のフライドポテトは甘味がある、ホクホク感があるとして、評点が高くなりました。

表1　冷凍フライドポテトの試作結果

貯蔵期（測定月）	品種	揚げ色 L*	揚げ色 a*	揚げ色 b*	官能評価（食味）
初期（11-12月）	スノーマーチ	60.8 ± 6.4	−1.1 ± 0.9	13.5 ± 2.3	3.7 ± 1.1
	マチルダ	56.0 ± 0.9	1.2 ± 1.4	19.4 ± 0.2	3.2 ± 1.2
	ホッカイコガネ	64.5 ± 1.4	−0.9 ± 1.8	17.4 ± 2.8	
中期（1-2月）	スノーマーチ	63.3 ± 2.2	1.9 ± 0.8	8.1 ± 2.4	4.0 ± 1.2
	マチルダ	60.0 ± 0.5	0.8 ± 0.6	5.7 ± 1.3	3.3 ± 0.9
	ホッカイコガネ	65.3 ± 1.1	1.9 ± 0.4	9.8 ± 0.5	
後期（5-6月）	スノーマーチ	65.0 ± 2.7	2.4 ± 1.4	8.2 ± 1.8	4.1 ± 1.0
	マチルダ	63.8 ± 1.7	2.5 ± 1.4	8.1 ± 1.6	3.3 ± 1.0
	ホッカイコガネ	67.3 ± 1.9	1.8 ± 2.2	10.0 ± 1.5	

- 各貯蔵期の原料を用いて試作した冷凍フライドポテトを、180℃・3分間フライ調理し、分析評価に供した。
- 官能評価は、「ホッカイコガネ」の評点を3点として、5点満点で評点づけを行った。

(2)冷凍ペーストの開発

可溶性澱粉量（いものホクホク感の低下指標）は、貯蔵の経過に伴って増加しましたが、食味に影響しない程度でした。「スノーマーチ」の冷凍ペーストの官能評価の評点は、現行商品の「マチルダ」と同等であり、白色で粉質感のある食感でした。

表2　冷凍ペーストの試作結果

貯蔵期（測定月）	品種	可溶性澱粉量（mg/g FW）	官能評価（食味）
初期（11-12月）	スノーマーチ	1.5	3.6 ± 0.8
	マチルダ	2.2	3.5 ± 1.2
	さやか	0.8	
中期（1-2月）	スノーマーチ	2.4	3.3 ± 0.8
	マチルダ	3.6	3.1 ± 0.7
	さやか	4.0	
後期（5-6月）	スノーマーチ	2.2	4.0 ± 0.7
	マチルダ	4.1	3.2 ± 0.6
	さやか	3.9	

「さやか」の評点を3点として、5点満点で評点づけを行った。

冷凍ペースト（商品名：冷凍サラダベース）

蒸煮した馬鈴しょを、粗く砕き、冷凍したもの。レンジ解凍が可能であり、ポテトサラダやコロッケ等多様な調理メニューに利用できる利便性の高い商品。

平成29年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
011−387−4120

道産菓子の美味しさを海外へ

菓子原材料の加工適性評価と菓子の賞味期限延長に関する技術開発

太田　智樹

○品質の高い菓子製造に向け、その原料となる青果の選別指標を検討しました。
○菓子向けにトマト、イチゴ、サクランボの選別指標となる分析項目を明らかにしました。
○輸出に向け、小豆を活用した菓子製品の賞味期限の延長方法を検討し、その殺菌条件を明らかにしました。
○得られた成果は、道内菓子製造企業へ情報提供し、道産菓子製品の海外輸出への取り組みに活用します。

研究開発

背景と目的

道内の菓子製造企業では、製品の差別化や高品質化を図り、より市場競争力を高めるため、道産原材料を活用した製品開発に積極的に取り組んでいます。さらに、道外はもちろん、台湾など東アジアへの輸出を目指し、製品の賞味期限の延長についても取り組んでいます。しかし、菓子の原材料について、品種や収穫時期によって加工適性が異なることが知られているものの、それらに関する知見が乏しく、業界では原材料の選果・選別に苦慮しています。

そこで、移輸出拡大に向けた取り組みとして、道産菓子の品質向上と賞味期限延長を図ることを目的とし、菓子原料として加工適性の高い青果の選別指標と菓子の賞味期限延長に関する技術開発を行いました。

成　果

(1)産地や採取時期の異なる青果の加工適性評価

産地や採取時期の異なる青果の加工適性評価では、道内で新鮮な原料が入手可能な品種、産地および時期の異なるトマト、サクランボ、イチゴを評価対象として、化学分析と官能評価のデータを解析することにより原料選別指標となる分析項目を検討しました。

トマトは総合評価と分析項目のpHとの相関が高いことから原料選別に有用な指標と考えられ、pH4．3前後の値が品質の高い菓子原料の選別基準になることが示唆されました（表１）。サクランボは、甘さで分析項目の糖度、糖酸比およびL*値と有意な高い相関性を示し、また、イチゴでは甘さおよび風味が、糖度と糖酸比との相関性が高く、糖度で8～9(Brix％)、糖酸比で9～11(Brix％／酸度％)が品質の高い加工原料の選別基準になることが示唆されました。

表1　トマトの官能評価と分析項目との相関関係

			官能評価					
			総合評価	みずみずしさ	すっぱさ	甘さ	風味	色調
官能評価	総合評価							
	みずみずしさ		−0.8745					
	すっぱさ		−0.8051	0.7986				
	甘さ		**0.9382**	−0.7993	**−0.9266**			
	風味		**0.9860**	**−0.9199**	−0.7580	**0.8922**		
	色調		0.1591	−0.1009	−0.5988	0.3742	0.0326	
分析項目	水分		0.0563	0.1911	−0.3006	0.2028	−0.0998	0.8704
	粘度		−0.3897	0.0984	0.6492	−0.6398	−0.2453	−0.7547
	pH		**0.8360**	−0.8425	−0.6771	0.6906	0.8344	0.2809
	酸度		−0.1625	0.0316	0.5189	−0.3402	−0.0229	**−0.9787**
	糖度		−0.0035	−0.2707	0.2256	−0.1482	0.1553	−0.8267
	糖酸比		0.4915	−0.7637	−0.8191	0.5803	0.5053	0.5343
	グルタミン酸		0.3139	−0.7023	−0.3254	0.1621	0.4178	−0.0324
	色調	L*	0.0200	0.4531	0.2992	−0.0007	−0.0675	−0.1560
		a*	−0.3097	0.7094	0.5721	−0.3187	−0.3785	−0.2671
		b*	−0.0274	0.4977	0.3171	−0.0307	−0.1183	−0.1368

*太字とアンダーラインで表した数値は有意な相関係数を示している。

(2)小豆を活用した菓子類の賞味期限延長方法の検討

協力企業から提供された小豆菓子製品から分離した菌株は、*B. megaterium* 株（No.61）と*P. taichungensis*株（No.39）の2菌株であり、これらの菌株を加熱熱殺菌条件の設定に向けた殺菌対象菌として選定しました（表2）。

No.61株芽胞を接種した試作品を加熱殺菌し、10℃で保存した結果、経時的に試作品中の生菌数は増加しましたが、12分加熱と比較して20分および30分加熱した試作品では生菌数の増加に遅れが見られました（表3）。以上の結果から、小豆菓子製品のチルドでの賞味期限を延長するためには、内容物に対して90℃で20分以上の加熱殺菌条件とすることが望ましいと考えられました。

表2　分離した菌種の性状

供試菌株		発育下限温度（℃）	発育下限pH	発育上限Brix
Bacillus megaterium	No.17	8 (+++)	≦4.4 (+++)	≧46.4 (+++)
	No.19	8 (+++)	≦4.4 (+++)	≧46.4 (+++)
	No.61	8 (+++)	≦4.4 (+++)	≧46.4 (+++)
Bacillus sp.	No.23	8 (+++)	≦4.4 (+++)	≧46.4 (+++)
Paenibacillus humicus	No.58	6 (+++)	≦4.4 (+++)	36.0 (++-)
	No.65	6 (+++)	≦4.4 (+++)	36.0 (++-)
Paenibacillus taichungensis	No.39	≦4 (+++)	≦4.4 (+++)	≧46.4 (++-)

表3　保存試験中の菌数の変化

加熱条件	生菌数（log CFU/g）		
	2週間後	4週間後	6週間後
90℃・12分	5.3	5.6	6.3
90℃，・20分	4.7	5.3	6.1
90℃，・30分	3.4	4.8	6.2

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２６

菓子製造に向けた道産トマトジュースの製造条件

高品質菓子製品用トマト加工素材（トマトジュース）製造工程の改善
太田　智樹

○品質に優れた道産トマトを活用した菓子製造に向け、その加工素材となるトマトジュースの製造工程の改善について検討しました。
○トマトジュースの品質としては、95℃で40分の予熱条件が最も良いことがわかりましたが、スイーツに活用する場合には、予熱処理をしないトマトジュースが品質的に優れることが明らかになりました。
○得られた成果は、道内菓子製造企業へ情報提供し、高品質な道産菓子製品の製造への取り組みに活用します。

研究開発

背景と目的

道内の菓子製造企業では、製品の差別化や高品質化により市場競争力を高めるため、品質に優れた道産一次産品を活用した製品開発に積極的に取り組んでいます。しかし、道産一次産品を活用した高品質な菓子を製造するためには、原料品質を損なわない前処理や加工方法が必要ですが、適切な方法はほとんど明らかにされておらず、また関連する科学的な知見も多くありません。

そこで、この研究では道産トマトの菓子への活用例を取り上げ、菓子の中で特にゼリー用途に最適な品質のトマトジュースの製造に向け、製造工程中最も品質に影響する予熱工程における加熱条件について検討しました。

成　果

(1)実験方法

道内で栽培される高級トマトジュース用品種である「ファンゴッホ」を用い、通常のトマトジュースの製造工程の予熱条件を予熱処理なし、65～95℃でそれぞれ10、20および40分での条件を設定して製造試作しました。試作したトマトジュースとそれらから製造したゼリーについて、化学分析および官能評価を実施して最適な予熱条件を比較、検討しました。

(2)トマト加工素材（トマトジュース）製造の予熱工程における予熱条件の検討

各予熱条件で試作したトマトジュースを官能評価した結果、総合評価の平均値として95℃・40分が最も高く、次いで予熱処理なし、75℃・20分の順で、85℃・40分が最も低い評価となりました（図１）。トマトジュースの品質としては95℃・40分の予熱条件が最も良いことが明らかとなりました。

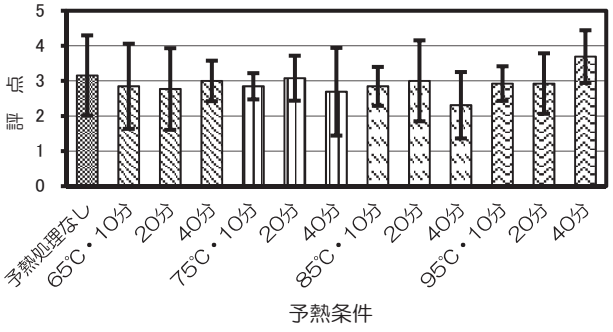


図１　試作したトマトジュースの官能評価（総合評価）

(3)菓子製品（トマトゼリー）試作によるトマトジュースの評価

トマトジュースの官能評価（総合評価）で上位5点の加熱条件で製造したトマトジュースを用いてゼリーを試作し、官能評価を実施しました。その結果、試作したゼリーの総合評価は予熱処理なしが最も高く、次いで85℃・20分、95℃・40分の順で、65℃・40分が最も評価が低くなりました(図２)。トマトジュースで最も評価の高かった95℃・40分の加熱条件は、ゼリーの場合では逆に評価が低くなり、トマトゼリーでは予熱処理をしないトマトジュースが求められることが明らかとなりました。

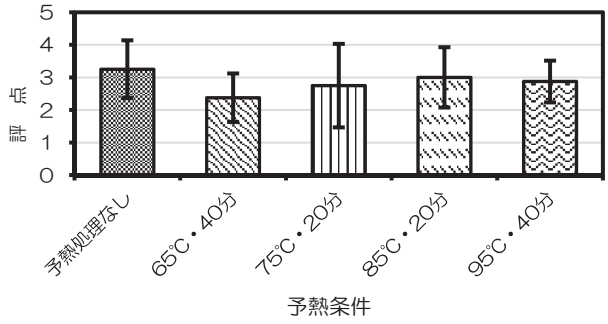


図２　試作したトマトゼリーの官能評価（総合評価）

平成３０年　食品加工研究センター研究報告　第１３号　p.４３～４９

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２６

浅漬け・カット野菜の新たな殺菌技術開発

２段階殺菌を用いた浅漬けの賞味期限の延長

東　孝憲

○殺菌効果と品質維持を両立する新たな2段階殺菌技術を開発しました。
○浅漬け製造企業で実証試験を行い、２段階殺菌が賞味期限延長に有効な技術であることを明らかにしました。
○得られた成果は、浅漬け・カット野菜製造企業に技術移転し、安全性向上や高品質化に活用します。

背景と目的

平成24年に北海道で発生した浅漬けを原因食品とする腸管出血性大腸菌O157の食中毒事件以後、浅漬け・カット野菜製造企業から、効果的な殺菌方法に関する相談が増加しています。

従来の方法では、効果を高めると野菜にもダメージを与え、結果として変色やしおれなどの品質低下を起こしてしまうことから、有効な殺菌を行うことが困難でした。そこで本研究では、野菜の殺菌効果と品質維持を両立する殺菌技術の開発を目的として、2段階殺菌の検討を行いました。

成　果

(1) ２段階殺菌の条件設定

大腸菌を接種したカットキャベツを対象に、２段階殺菌の条件を検討しました。その結果、0.2%ホタテ貝殻カルシウムで10℃、5分間処理した後、0.5%酢酸+0.3%ポリグリセリン脂肪酸エステル（PG）で、10℃、10分間処理することにより、色調や食感などの品質低下なく、次亜塩素酸ナトリウム殺菌を上回る効果が認められました（表）。

表　次亜塩素酸ナトリウム殺菌と２段階殺菌との殺菌効果の比較

試験区	１段階目の処理			２段階目の処理			大腸菌数
	薬剤	温度（℃）	時間（分）	薬剤	温度（℃）	時間（分）	（log CFU/g）
無処理	なし	－	－	なし	－	－	6.0 ± 0.2
次亜塩素酸ナトリウム殺菌	なし	－	－	100ppm次亜塩素酸ナトリウム	－	－	4.8 ± 0.3
２段階殺菌	**0.2%ホタテ貝殻カルシウム**	**10**	**5**	**0.5%酢酸＋0.3%PG**	**10**	**10**	**3.2 ± 0.1**

(2) ２段階殺菌の有効性検証

浅漬け製造企業で２段階殺菌した白菜の浅漬けを試作し、従来殺菌区と保存中の一般生菌数の推移を比較することにより、浅漬けの賞味期限延長における２段階殺菌の有効性を検証しました。

その結果、２段階殺菌区は、従来殺菌区よりも一般生菌数が低く推移し、保存15日目においても膨張が認められないことから、賞味期限延長に有効な殺菌技術であることを明らかにしました（図）。

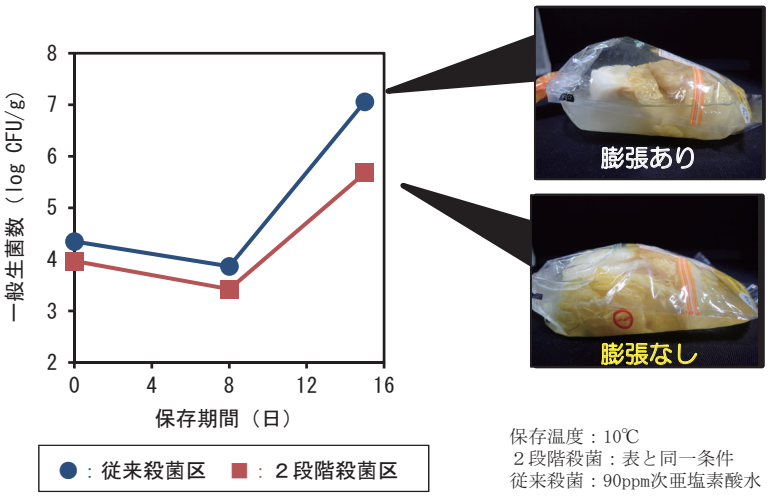


図　２段階殺菌した白菜浅漬けの10℃保存中における一般生菌数の推移

平成28年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成28年　日本食品科学工学会北海道支部大会にて口頭発表
平成29年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成29年　食品加工研究センター研究報告　第12号　p.11～18

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２６

非加熱殺菌の効果を高める付着細菌除去技術の開発

非加熱殺菌技術の高度化に向けた付着細菌除去技術の開発

東　孝憲

○カット野菜など加熱工程のない食材の菌数低減につながる前処理方法を検討しました。
○高pHの次亜塩素酸ナトリウムで前処理することにより、野菜表面に付着した細菌が除去され、殺菌後の菌数が減少することを明らかにしました。
○得られた成果は、野菜加工企業などに情報提供し、製品の菌数低減や安全性向上に貢献します。

研究開発

背景と目的

近年、飲食店や給食施設、弁当・惣菜製造施設では調理現場が省力化され、カット野菜の需要が増加しています。野菜表面に付着した細菌は、バイオフィルム※を形成し、殺菌に対する抵抗性が増すことが知られています。そこで本研究では、カット野菜など加熱工程がない食材の保存性向上を目指し、野菜表面の付着細菌を除去し、非加熱殺菌の効果を高める技術開発を行いました。

※バイオフィルム：野菜表面などに付着した細菌とその細菌が産生する多糖を中心とした粘質物で形成される構造物。これにより、殺菌効果が低下し、食品表面から細菌を除去することも困難になることから、食品衛生上大きな問題となっている。

成　果

(1) 付着細菌の除去技術の検討

キュウリ由来のバイオフィルム形成菌を対象に、20種類の食品添加物のバイオフィルム除去効果を評価した結果、次亜塩素酸ナトリウムがバイオフィルム除去効果を示すことを明らかにしました。また、次亜塩素酸ナトリウムのバイオフィルム除去効果は、アルカリ側で高く、pH12で顕著であることを明らかにしました（図１）。

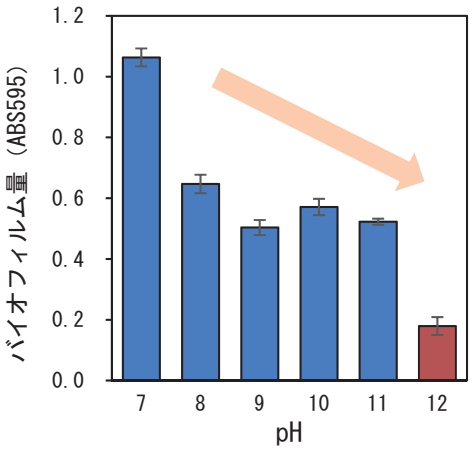


図１　次亜塩素酸ナトリウムのpHがバイオフィルム量に及ぼす影響

(2) カット野菜における効果の検証

従来工程で試作したカットキュウリと従来工程に高pHの次亜塩素酸ナトリウムによる前処理を加えた新たな製造工程（図２）で試作したカットキュウリの一般生菌数を比較し、効果検証を行いました。

その結果、新工程で試作したカットキュウリの一般生菌数は、従来工程の1/6に減少し（図３）、付着細菌を除去する前処理を製造工程に導入することで、カット野菜など加熱工程のない食材の菌数低減につながることを明らかにしました。

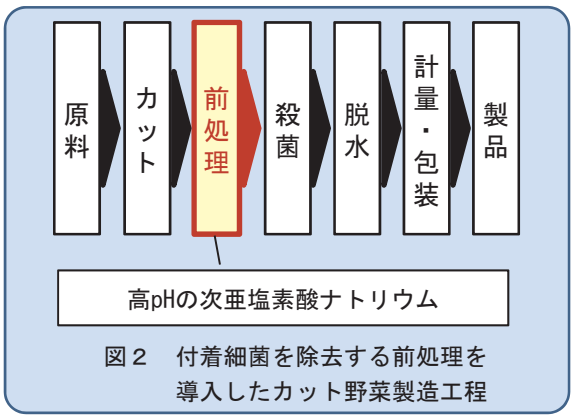


図２　付着細菌を除去する前処理を導入したカット野菜製造工程

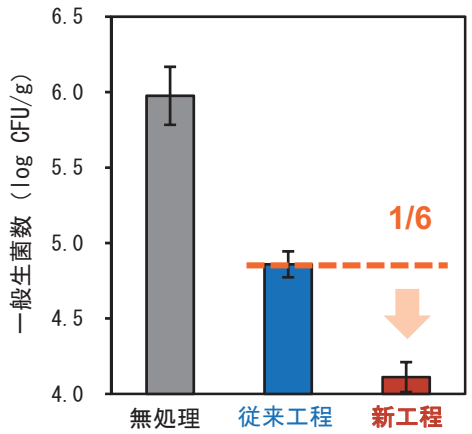


図３　カットキュウリの一般生菌数

平成30年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成30年　食品加工研究センター研究報告　第13号　p.35～42

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２６

産地で推しているジャガイモの加工用途を開発しました！

「スノーマーチ」を用いたチルドポテト（半調理品）の開発

梅田　智里・中野　敦博

○JAきたみらいで作付拡大を進めている「スノーマーチ」について、新たな加工用途を検討しました。
○「スノーマーチ」の加工用途としてチルドポテト（半調理品）に着目し、商品化に向けて、製品の離水を低減する原料品質および加工条件を明らかにしました。
○研究成果の普及を通じて、「スノーマーチ」のチルドポテトが商品化されました。

背景と目的

「スノーマーチ」は、道総研北見農業試験場で育成した病害虫抵抗性を有するジャガイモです。JAきたみらいは、「スノーマーチ」の作付拡大を進めながら、規格外品の加工用途を検討していました。

一方、チルドポテト製造企業の北海道新進アグリフーズ（株）では、加工適性を有する原料を求めていました。チルドポテト（半調理品）は、冷蔵での賞味期限が長く、調理の省力化や皮などの廃棄物の削減の面でメリットがあることから、業務用を中心に需要が増えています。「スノーマーチ」は、芽の窪みが浅いため、加工歩留りが高く、生産性が高い原料であることが知られていましたが、製品の「離水」が多いことが懸念されていました。

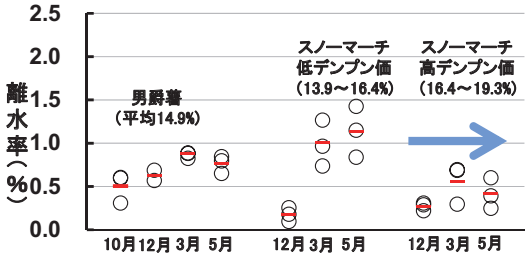
チルドポテトの「離水」とは、製品袋中に発生する馬鈴しょから分離した水のことで、離水が多い製品（離水率2～4%以上）では固形部が少ないとしてクレームが発生します。

そこで本研究では、「スノーマーチ」のチルドポテト製品を開発するため、離水に及ぼす原料品質および加工条件の影響を検討し、離水を低減する諸条件を明らかにしました。

成　果

(1)離水に及ぼす原料品質の影響

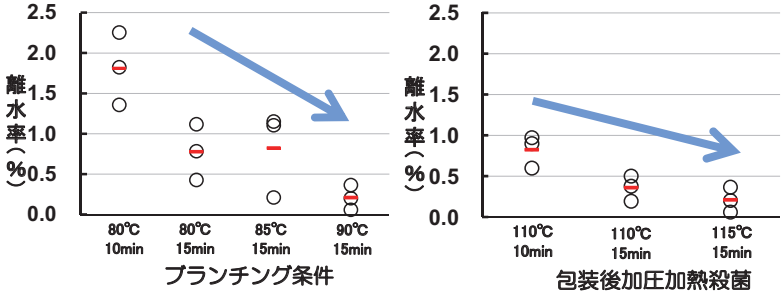
「スノーマーチ」のデンプン価が高いものや、貯蔵期間が短いものほど、チルドポテトの離水は低下しました。



原料の貯蔵期間

(2)離水に及ぼす加工条件の影響

ブランチング条件は高温長時間（90℃・15分）、加熱殺菌条件も高温長時間（115℃・15分）で、離水は低下しました。



ＪＡきたみらい

「スノーマーチ」のチルドポテトに関する技術情報　→　商品化に貢献

平成27年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成29年　平成28年度日本応用糖質科学会北海道支部・技術奨励賞受賞

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
０１１－３８７－４１２０

水産物由来セラミドを利用した機能性素材の開発を目指して

水産セラミドを利用した化粧品素材の開発
佐々木　茂文

○ヒトデ、ナマコ内臓からグルコシルセラミドの効率的な抽出・濃縮方法を明らかにしました。
○抽出したグルコシルセラミドの微細乳化物の製造方法を確立し、微細乳化物は乳化および酸化安定性が高いことを確認しました。
○これらの成果は、機能性食品や化粧品製造企業に情報提供し、水産物由来の機能性素材の開発に活用します。

背景と目的

グルコシルセラミド（スフィンゴ糖脂質）は皮膚の保湿・美白効果や抗腫瘍活性、免疫賦活機能など様々な機能性があり、食品や化粧品の機能性素材として注目されている成分です。グルコシルセラミドは主に米糠やトウモロコシ、キノコなどから抽出されたものが利用されていますが、水産物にも含まれていることが明らかになっています。

本研究では新規な多機能食品素材の開発と水産未利用資源の有効活用を推進することを目的に、グルコシルセラミドを未利用水産資源から抽出・精製する方法を検討し、ヒトデ由来グルコシルセラミドの微細乳化物の開発に取り組みました。

成　果

（1）未利用水産物に含まれるグルコシルセラミド

タコ、ホタテ、シロサケ、ウニの未利用組織（内臓、肝臓、生殖巣など）にグルコシルセラミドは検出されませんでしたが、ヒトデとナマコ内臓に比較的多く含まれていることが明らかになりました。

（2）ヒトデおよびナマコ内臓からのグルコシルセラミドの抽出・濃縮方法

ヒトデとナマコ内臓からエタノール抽出、グリセロ脂質分解・除去、アセトン沈殿などによるグルコシルセラミドの抽出・濃縮方法を確立しました（図１）。

（3）水産物由来グルコシルセラミドの微細乳化物の調製方法

水産物から抽出濃縮したグルコシルセラミドを高圧乳化装置で処理して、乳化および酸化安定性に優れた微細な乳化物（乳化粒子径：100nm）の調製条件を明らかにしました（図２）。

図１　グルコシルセラミドの抽出方法

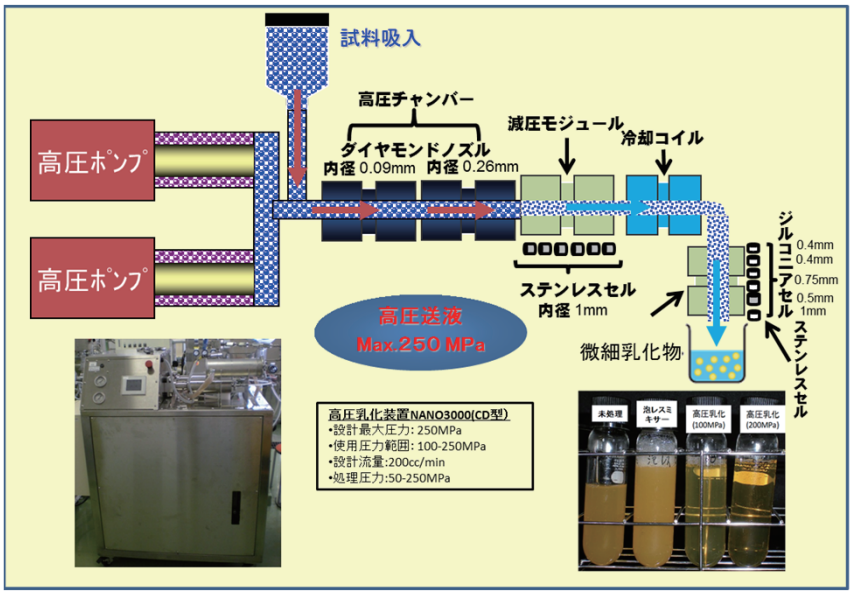


図２　高圧乳化装置によるグルコシルセラミドの微細物乳化物の調製方法

平成２４年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成２４年　FOOMA　JAPANにて口頭およびポスターにて発表
平成２４年　日本水産学会にて口頭発表

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
０１１－３８７－４１２０

低利用魚卵を原料とした発酵乾製品の開発

低利用魚卵等を活用した風味豊かな水産食品の開発
能登　裕子

○スケソウダラ卵やホタテガイ卵巣を用いて、発酵による風味を付与しカラスミ状の食感をもつ食品を開発しました。
○得られた成果は、道内水産企業へ情報提供し、低利用な魚卵を用いた製品開発に活用します。

背景と目的

道内水産食品企業では、用途開発の進んでいないスケソウダラの過熟卵（水子）やホタテガイの生殖巣（卵巣、精巣）の活用が強く望まれています。これら低利用の魚卵などは、栄養成分や旨味成分を豊富に含んでいますが、独特の好ましくない風味をもつため、有効利用の妨げとなっています。

そこで、微生物による発酵技術を活用し、低利用魚卵等の風味を改善する技術を検討して、水産物の発酵乾製品の開発に取り組みました。

成　果

微生物による発酵技術を活用して魚卵等の風味と食感を改善した発酵乾製品の製造方法を確立しました。(図１)。

原料を耐塩性乳酸菌と酵母を添加した10%食塩水に5℃で7時間塩漬した後、25℃で3日間発酵熟成し、さらに低温除湿乾燥で原料の水分活性が0.87未満になるまで乾燥する工程です。

この方法で製造した試作品は、香気成分結果から風味が良好（エステルが多く、有機酸が少ない）であり（図２）、官能評価においても市販のカラスミと風味が同等であるという良好な評価が得られました（表１）。

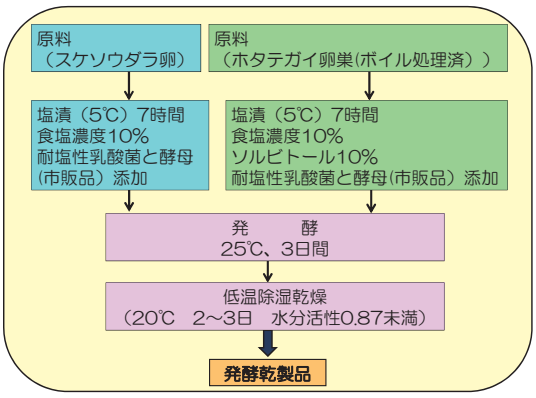
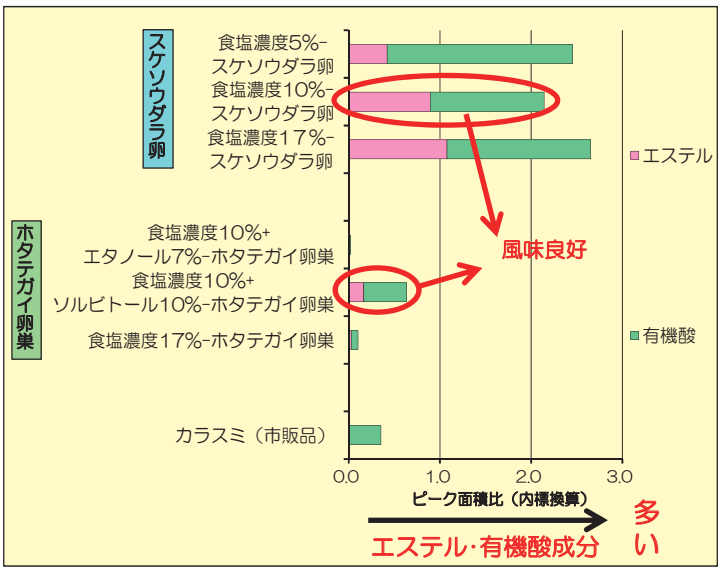


図１　発酵乾製品の製造工程

表１　試作品と市販品の官能評価

サンプル名	官能評価 香り	味	食感	嗜好
食塩濃度10%-スケソウダラ卵	2.9	2.9	3.4	3.0
食塩濃度10%-ホタテガイ卵巣	2.7	2.4	2.5	2.7
カラスミ(市販品)	2.5	2.4	2.5	2.3

5点法で実施（1：とても良い~5：非常に悪い）



エステル：発酵食品において良好な香りを呈する場合が多く、生臭みの緩和に寄与する可能性がある。
有機酸：過度な酸臭や酸味の発生は、品質に悪影響を与える。

図２　GC-MSによる試作品の香気成分測定結果

平成25年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
０１１－３８７－４１１８

ホタテガイ卵巣からの機能性色素素材の開発

食品加工副産物を利用した機能性天然色素素材の開発
田中　彰

○ホタテガイ卵巣から食品製造に利用可能な色素素材の製造技術を確立しました。
○得られた色素素材の健康機能性や品質特性を明らかにしました。
○得られた成果は道内食品製造企業へ情報提供し、機能性や色調を活かした食品開発に活用します。

研究開発

背景と目的

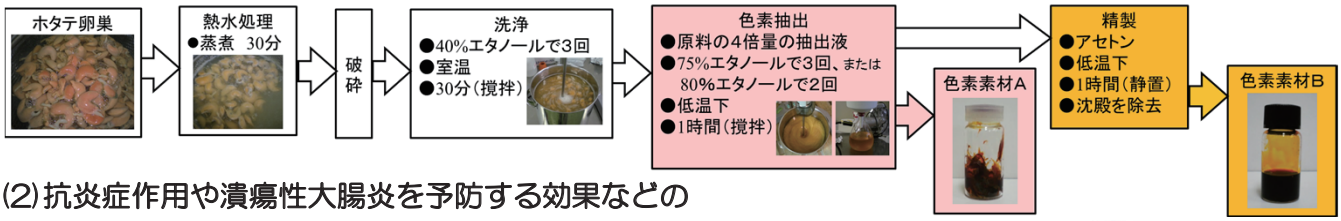
カロテノイドやアントシアニンは自然界に存在する色素で、抗酸化性や抗腫瘍性、紫外線障害の予防など健康や美容に関連する機能性を持つことが知られており、食品の着色だけではなく、健康食品や化粧品などの機能性素材として広く利用されています。北海道の主要水産物であるホタテガイの卵巣組織にはカロテノイド色素が含まれており、有効活用するための技術開発が求められています。

本研究では、ホタテガイ卵巣から食品製造に利用可能な色素素材を製造する技術を開発し、また、得られた色素素材の健康機能（抗腫瘍、抗炎症、抗肥満作用）や品質特性（溶解性、耐光性、耐熱性）を明らかにして機能性素材として食品へ活用することを目的としました。

成　果

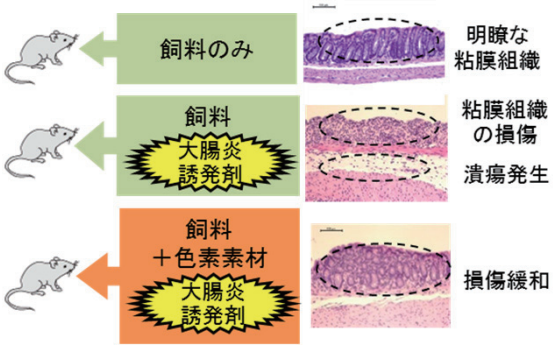
(1)カロテノイド色素を濃縮した色素素材の製造技術を開発しました。

ホタテ卵巣からエタノールとアセトンを用いて、カロテノイド色素を抽出濃縮する技術を開発し、カロテノイド含有量の異なる２つの色素素材が得られました。



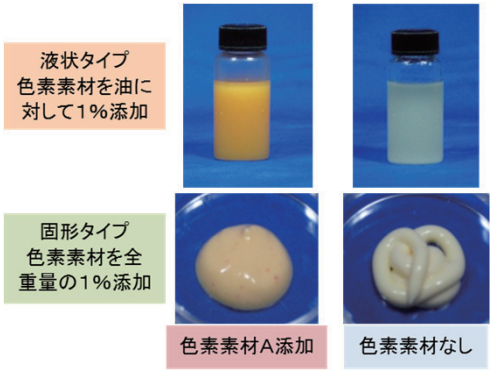
(2)抗炎症作用や潰瘍性大腸炎を予防する効果などの健康機能を有しています。

ホタテ卵巣色素素材は、培養動物細胞試験において腫瘍細胞の増殖や炎症性サイトカインの過剰産生を抑制しており、抗腫瘍作用と抗炎症作用が認められました。さらに、動物（マウス）を使った試験において、ホタテ卵巣色素素材を与えたマウスは大腸炎を誘発させても粘膜組織の損傷が小さく、大腸炎の緩和効果が認められました。



(3)色調を活かして食品製造に利用することができます。

ホタテ卵巣色素素材はエタノール（80%以上）や植物油に高い溶解性を示し、また、植物油に添加した時、光照射や加熱による退色も少なく、耐光性や耐熱性が高いことが示されました。色素素材を使って試作したドレッシングは色素素材の色を呈し、保存中（光照射下）による退色も外観では認められず、油脂類やアルコールに添加する形態で食品に利用する方法が可能でした。



＊共同研究機関　北海道大学大学院水産科学研究院

平成25年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表
平成25年　FOOMA JAPAN 2013 アカデミックプラザにて発表
平成27年　食品加工研究センター研究報告　第11号　p．21～28

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
０１１－３８７－４１１９

水産物油脂の機能性食品への利用を目指して

水産脂質の微細乳化物の食品への応用
佐々木　茂文

○水産物由来脂質の微細乳化物の調製方法を確立しました。
○調製した微細乳化物は乳化および酸化安定性、腸管吸収性が高い傾向が認められました。
○水産脂質の微細乳化物は機能性食品素材としての活用が期待されます。

背景と目的

水産物には、EPAやDHA、アスタキサンチンやフコキサンチンなどの高い機能性を持つ脂溶成分を含むものが多く存在しています。未利用の水産資源（頭部や内臓類、ヒトデなど）には、これら機能性脂質群が多く含まれており、その有効活用が求められています。

ドレッシングや牛乳などは本来混じり合わない油（脂溶性成分）が水（水溶性成分）の中に均一に分散した乳化物ですが、乳化粒子を微細化することによって、物性の改変、酸化安定性の改善、体内吸収機能の向上など、多くの機能性が高まることが報告されています。

そこで本研究では、水産未利用資源や食品加工副産物に含まれる水産系脂質群（中性脂質、糖脂質、リン脂質など）を原料とし、乳化および酸化安定性に優れた微細乳化物の調製方法を検討しました。

成　果

（1）水産系脂質の微細乳化物の調製条件

イワシ油、水産物由来乳化活性脂質からなる混合物を高圧乳化装置で処理することにより、粒子径0.1μm前後の微細乳化物を安定的に調製できる処理条件を明らかにしました（図１）。

（2）微細乳化物の保存性

高圧乳化装置で調製した微細乳化物の乳化安定性は極めて高く、37℃で1ヶ月保存、遠心分離処理、加熱処理でも乳化粒子径分布に変化は認められませんでした。乳化物の酸化安定性は、乳化活性脂質または乳化粒子径により異なり、ヒトデ糖脂質≧サケ精巣リン脂質≫シュガーエステル の順に高く、乳化粒子径0.1μmが１μmよりも高いことが明らかになりました（図２）。

（3）微細乳化物の腸管吸収性

乳化物の脂質の腸管吸収性をモルモットの反転腸管サックによって評価したところ、乳化粒子径の小さい乳化物の脂質の腸管吸収性が高い傾向を示すことが認められました。

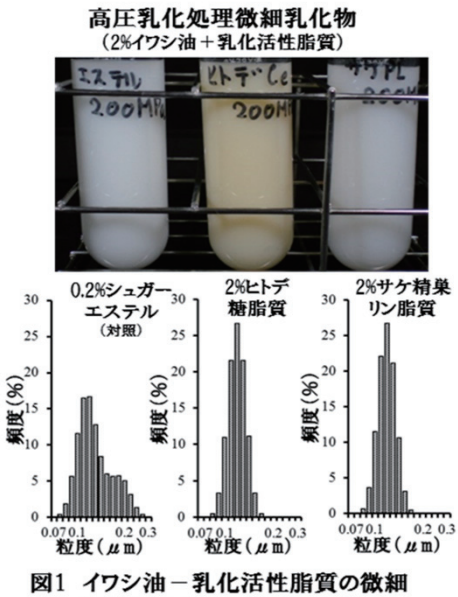


図1　イワシ油－乳化活性脂質の微細乳化物および乳化粒子径分布

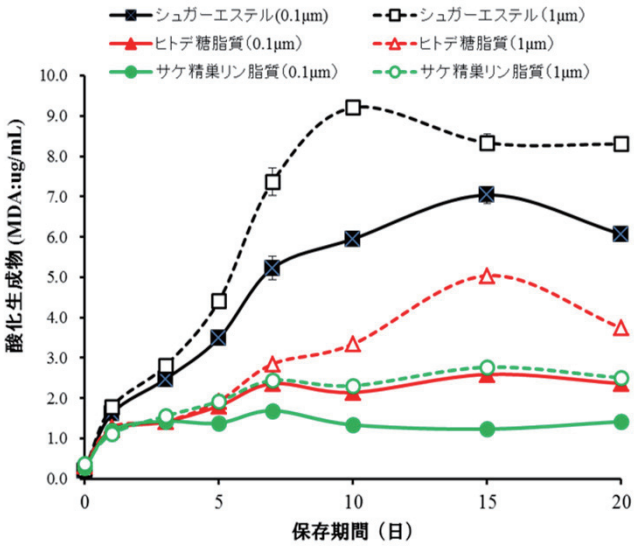


図2　微細乳化物の酸化安定性

平成26年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
011－387－4120

ホタテ卵巣節の製造技術の開発

北海道内の低・未利用水産資源の節類加工による高度利用の検討
佐藤　理奈

○　未利用資源であるホタテ卵巣を原料として、過熱水蒸気による焼成を活用したホタテ卵巣節の製造技術を開発しました。

背景と目的

北海道の水産資源を活用した新たな節類の開発に向けて、道内で水揚げされている魚貝類9種類（ホタテ卵巣、サクラマス、フクラギ、サンマ、ニシン、ホッケなど）から節を試作し、成分や風味について評価しました。そのなかでも風味が良好で、節の適性も高かったホタテ卵巣に着目し、これを原料としたホタテ卵巣節の製造技術を開発しました。

成　果

（1）ホタテ卵巣は、遊離アミノ酸量が多く脂質の量が少ないため、節の原料として適していました。
そこで、ホタテの卵巣を用いた節様の加工品（ホタテ卵巣節）の製造方法として、加熱条件（煮熟または過熱水蒸気焼成）、焙乾とあん蒸工程の回数、乾燥度合い、歩留まり、総遊離アミノ酸量や焙乾後の節の風味について検討し、過熱水蒸気焼成（210℃、4分）後、焙乾とあん蒸を3回繰り返す工程が最適な製造方法であることが明らかになりました（図）

（2）試作したホタテ卵巣節は、かつお節など市販品の代表的なうま味成分であるイノシン酸が少なく、甘みを示すアミノ酸であるグリシン、うま味を示すグルタミン酸が多く含まれていました（表）。
したがって、ホタテ卵巣節はホタテ特有の甘みが強く、うま味にも優れた呈味性を有する節であることがわかりました。

図　ホタテ卵巣節の製造方法

表　試作品と市販品（カツオ節、サケ節、サバ節、煮干し）の総遊離アミノ酸量、アミノ酸量およびイノシン酸量

mg/100g 乾重量	試作品	市販品			
	過熱水蒸気焼成ホタテ卵巣節	カツオ節	サケ節	サバ節	煮干し
総遊離アミノ酸※	4104	3460	3102	2010	1467
グリシン	1633	28	71	23	27
タウリン	919	359	150	332	595
グルタミン酸	245	33	56	32	41
アラニン	182	92	125	67	68
アルギニン	203	20	50	13	12
イノシン酸	101	444	219	564	712

※　総遊離アミノ酸量は、表記アミノ酸を含む24種のアミノ酸と2種のジペプチドの合計として表した。

平成30年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表
平成30年　食品加工研究センター研究報告　第13号　p.81～84

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
011－387－4125

一夜干しのにおいを低減

魚介類の加工・保存に伴う「におい」発生要因の解明と抑制技術の開発
吉川　修司

〇一夜干しのにおいが脂質の酸化により発生することを明らかにしました。
〇一夜干しのにおいを大豆ホエイ、小豆煮汁を利用して低減する方法を開発しました。
〇成果は、道内水産加工企業で、においを低減した一夜干しの製品化に活用されました。

背景と目的

近年、我が国で魚離れが進行している理由の１つとして、魚のにおいが嫌いであることがあげられています。一方、消費者は、魚食の健康機能と栄養性に関心が高く、魚臭の少ない水産食品を求めています。

北海道の地域経済を支える水産食品製造業を今後も維持・発展させていくには、首都圏や海外の消費者ニーズに応える「美味しく、食べやすい」商品を提供していくことが重要であり、加工企業からも、それを可能とする技術開発が求められています。

そこで、魚離れの主要因である「におい」の発生要因を解明し、においを抑制する技術を開発しました。

成　果

(1) 大豆ホエイ、小豆煮汁で一夜干しのにおいを低減する方法を確立

市販のマサバ、ソウハチの一夜干しのにおいを当センターの機器により分析した結果、においの原因が脂質酸化によることが示唆されました。さらに、マサバ、ソウハチの一夜干しを試作し、工程毎に脂質酸化物の増減などを解析した結果を踏まえ、製造工程の塩水処理工程で、小豆煮汁、または大豆ホエイによる抗酸化処理を導入することとしました（図１）。抗酸化処理の導入により、官能評価のみならず、一夜干しのにおい成分が減少することを確認しました（図２）。

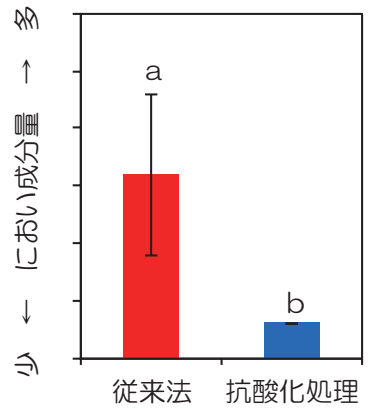
＜一夜干し製造工程＞
原料解凍 → 塩水浸漬（抗酸化処理）→乾燥→真空包装→冷凍保管

副産物を有効活用

抗酸化素材	小豆煮汁	大豆ホエイ
由来	製あん	豆腐製造
現状	大量廃棄	

大豆ホエイ：豆乳にニガリをうち、豆腐が固まった際の上澄み

図１　抗酸化処理による一夜干しのにおい低減方法



においい成分は1-オクテン-3-オール。
同じ字で繋がっていない水準に有意差あり。

図２　大豆ホエイ処理による一夜干しのにおい成分低減効果

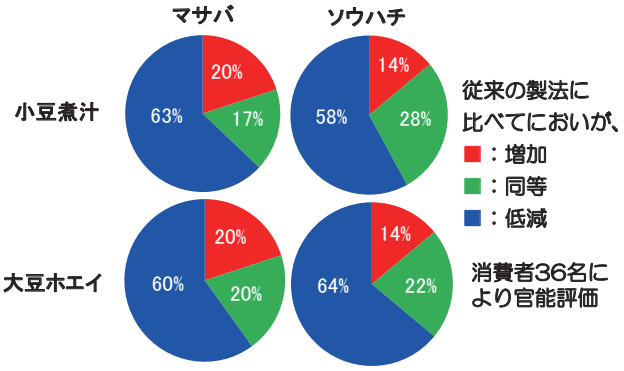


図３　小豆煮汁・大豆ホエイにより抗酸化処理をした一夜干しの官能評価結果

(2) 抗酸化処理を行った一夜干しのにおい評価

においを低減した一夜干し製造方法を道内４企業で試作実証試験し、技術導入が設備投資不要かつ容易に導入できることを確認しました。消費者の官能試験の結果、パネルの約６割から従来品よりもにおいが低減したと評価されました（図３）。本技術は「とうふホエイさけ」（株式会社ふじと屋：札幌市）の製品化に活かされ、第26回北海道加工食品コンクールで北海道知事賞を受賞しました。

平成30年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成30年　北海道食文化研究会第8回セミナーにて発表
平成30年　第13回酪農学園大学公開シンポジウム（東京）にて発表
平成30年　食品加工研究センター研究報告　第13号　p.1～9

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
011－387－4119

乳酸菌を使っ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

〇企業との共同研究で発酵ソーセージ中での乳酸菌の挙動を分析しました。
〇発酵熟成中にソーセージ中の微生物はほぼ全て乳酸菌になっていました。
〇2種類の微生物を利用した安全で風味の良い発酵ソーセージであることが確認されました。

背景と目的

札幌バルナバフーズ株式会社（共同研究機関）と当センターは独自の乳酸菌を利用した発酵食肉製品開発に取り組み、新規の乳酸菌発酵生ハムの開発に成功しました。さらに平成22年度の共同研究において、発酵ソーセージへの利用が可能と考えられる乳酸菌を新たに選抜しました。

本研究では、平成22年に選抜した乳酸菌を発酵スターターとして活用し、実際の製造レベルに即したスケールアップ試験を実施しました。また、その間の製品中の細菌叢を把握し、添加したスターターの効果を確認することを目指しました。また、発酵熟成中に生成した総遊離アミノ酸およびグルタミン酸についても測定し、うま味成分の増加についても検討することとしました。

成　果

（1）発酵ソーセージ乾燥中の微生物の挙動

菌数が1gあたり10^6となるように乳酸菌*Lactobacillus sakei* およびブドウ球菌*Staphylococcus xylosus*を加えて40mm径および80mm径の発酵ソーセージを試作し10 ℃で乾燥発酵させました（写真）。その結果、ソーセージ中の菌数は1gあたり10^8後半まで増加し順調に発酵しました（図）。

発酵のために添加した微生物はそれ以外の微生物の繁殖を抑制して、検出される微生物はほぼ100%添加した微生物となり、発酵熟成に寄与していると考えられました（表）。

写真　40mm径の発酵ソーセージ

（2）乾燥発酵したソーセージのうま味成分

乾燥発酵が終了した発酵ソーセージ（40mm径は4週間、80mm径は3週間）の総遊離アミノ酸およびグルタミン酸を測定したところ、乾燥発酵中に原料肉のタンパク質が分解・濃縮され、総遊離アミノ酸として約14 mg/g（FW）、うま味成分のグルタミン酸は約1.0 mg/g含まれていました。

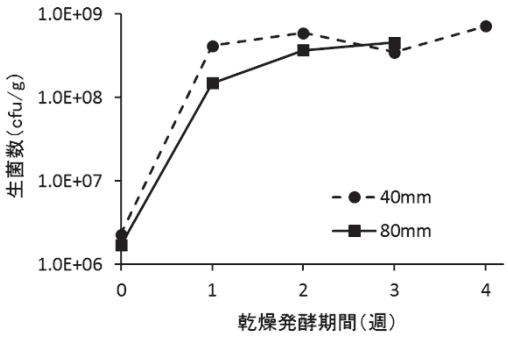


図　乾燥発酵中の発酵ソーセージの菌数変化

表　試作ソーセージ乾燥・発酵中の菌叢解析

	直後	1週間目	2週間目	3週間目	4週間目
40mm径	100% *Staphylococcus* 属 (23/23)	100% *L. sakei* (16/16)	100% *L. sakei* (15/15)	100% *L. sakei* (15/15)	100% *L. sakei* (15/15)
80mm径	100% *Staphylococcus* 属 (23/23)	100% *L. sakei* (16/16)	100% *L. sakei* (16/16)	100% *L. sakei* (16/16)	–

平成23年度　札幌バルナバフーズ株式会社との一般共同研究

研究担当部
食品開発部　発酵食品グループ
011－387－4124

赤身型牛肉の風味評価

牛赤身肉の風味評価技術に関する研究
奥村　幸広

〇ホルスタインに代表される赤身型牛肉の風味評価について取り組みました。
〇熟成で風味を変化させた牛肉では、うま味と食感が重要な要因でした。
〇得られた成果は、道産赤身型牛肉の価値向上を目指した研究に活用します。

背景と目的

北海道における牛枝肉の生産量のうち、乳用種がその87%を占めています。肉用乳用種牛である去勢ホルスタインは、道産牛肉の主要な供給源となっており、ホルスタイン牛肉は、「和牛より手軽に購入できる『国産牛肉』のベーシックアイテム」として、市場の地位を確保しています。

ホルスタイン牛肉の特徴は、脂肪交雑が少ない赤身肉であり、近年では、健康志向の消費者層からも注目されています。一方で、牛肉の品質に関する研究は、高価格で取引される和牛に関するものが主流であり、赤身肉の品質に関する研究は少なく、赤身肉の品質を適切に評価する手法は確立されていません。本研究では、赤身肉の特徴を適切に評価する評価手法の構築をめざし、同一個体の牛肉を各種条件で熟成させることで風味の差異を生じさせ、その過程の各種理化学特性の変化から、赤身肉の品質に関連する要因を探索しました。

成　果

(1)実験方法

脂肪交雑の少ない牛赤身肉試料として、屠畜後１週間の道産ホルスタイン去勢牛の半膜様筋（ウチモモ赤身肉）を使用しました。これを表１の条件で熟成させることにより風味の差異を生じさせ、理化学分析（呈味成分、香気成分分析）と官能試験（旨味、香り、食感）を実施しました。

表１　熟成条件

熟成方法	温度	熟成期間
ウェットエイジング（真空包装）	2～5℃	2～4週間（屠畜後）
ドライエイジング	5℃（80%RH）	

(2)熟成試料の理化学分析

熟成期間に応じて、筋肉タンパク質の分解に起因する総遊離アミノ酸量が増加するとともに、旨味成分であるグルタミン酸量が増加しました。同じく旨味成分であるイノシン酸は、熟成に応じて減少しました（表２）。香気成分については、熟成期間を通して顕著な変化はありませんでした（データ未掲載）。

表２　熟成試料の理化学特性

	熟成期間（屠畜後）	2℃	4℃	5℃ WAB(*)	5℃ DAB(*)
総遊離アミノ酸（μmol/g）	1週	11.09			
	2週	15.18	14.42	17.71	21.70
	3週	18.39	16.94	20.96	30.55
	4週	23.09	22.87	23.98	29.71
グルタミン酸（μmol/g）	1週	0.88			
	2週	1.35	1.07	1.45	1.95
	3週	1.54	1.36	1.75	2.38
	4週	1.69	1.74	1.97	2.78
イノシン酸（μmol/g）	1週	1.99			
	2週	0.25	1.78	0.80	0.63
	3週	0.56	0.68	0.52	1.12
	4週	0.86	0.63	0.01	0.03

(*)　WAB：ウェットエイジング、　DAB：ドライエイジング

(3)熟成試料の官能試験

ステーキ調理を想定した官能試験では、旨味が強く、食感が柔らかいものが好ましいと評価され、香りと好ましさには関係性はありませんでした（図１）。

旨味成分と官能得点の関係では、グルタミン酸量が高いほど旨味を強く感じましたが、イノシン酸量と旨味の強さに関係性はありませんでした（図２）。

以上より、牛赤身肉・熟成試料の品質指標として、旨味成分であるグルタミン酸が有効と考えられました。

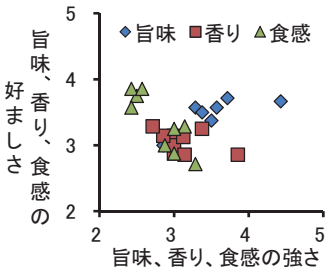


図１　熟成試料の官能評価

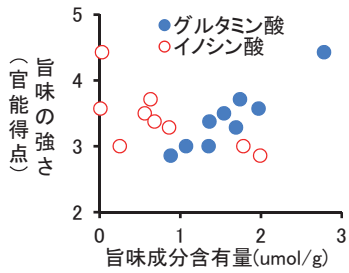


図２　旨味成分含有量と官能得点

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
０１１－３８７－４１１８

生ハムの香りを調整する有用微生物

発酵食肉製品の新たな製造技術開発
小林　哲也

○生ハムモデル中で生成する香り成分は菌種によって異なることを明らかにしました。
○特性が異なる菌種を用いることで生ハムの香り成分を調整できます。

背景と目的

食肉製品には、スターターカルチャーと呼ばれる有用微生物を人為的に接種して発酵を促す製品があります。当センターでも有用微生物を肉塊内部に接種して、短期間で風味豊かな生ハムを製造できる技術を開発し、道内企業が製品化しています。スターターカルチャーの発酵特性については培地類での検討が主であり、肉を基質とした検討例はそれほど多くありませんでした。また、これまでの菌株の選抜は官能評価が主であったため、理化学分析による再評価が求められていました。

本研究では、道内の食肉製品製造環境から分離した非病原性ブドウ球菌の食肉発酵特性を解析し、特性の異なる2株を用いて生ハムを試作しました。

成　果

(1) 生ハムモデル試料中で生成される香り成分

生ハムモデル試料として、ショ糖、食塩、亜硝酸ナトリウムを添加した豚挽肉にブドウ球菌を接種し、真空包装して18.5℃で4週間発酵させました。

Staphylococcus xylosus と推定されるNo.103、No.119およびNo.120を接種して発酵させた試料の香り成分は、ケトン類が大部分を占め、それ以外の成分は相対的に少ない傾向がありました。一方、*Staphylococcus carnosus* と推定されるNo.161およびNo168を接種して発酵させた試料の香り成分は、ケトン類の生成は相対的に少なく、アルデヒド類やアルコール類、酸類の生成が相対的に多くなる傾向がありました。

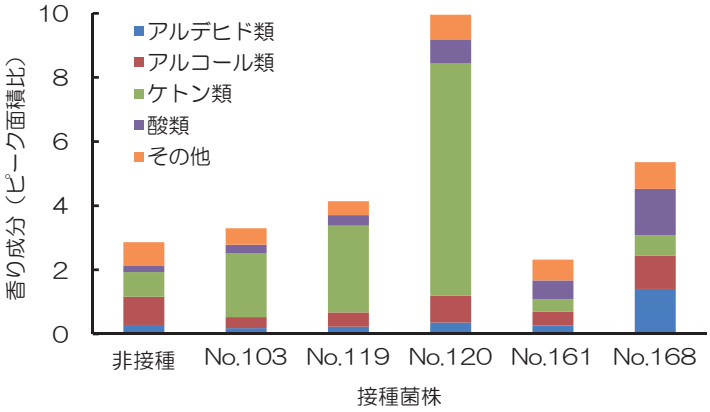


図1　ブドウ球菌で発酵させた生ハムモデル試料の香り成分組成

(2) 試作した生ハムの香り成分

S. xylosus No.120と*S. carnosus* No.168を肉塊内部に接種して発酵させた生ハムを試作しました。

香り成分の総量に差はありませんでしたが、アルデヒド類、ケトン類の生成量に差が見られました。すなわち、*S. xylosus* No.120を接種して試作した生ハムではケトン類が相対的に多く、アルデヒド類が相対的に少ないことが、*S. carnosus* No.168を接種して試作した生ハムでは、ケトン類が相対的に少なく、アルデヒド類が相対的に多いことが見られました。

一般に、生成されたケトン類はバターやチーズなど乳を発酵させた香りを、アルデヒド類は焦げた香りやアーモンドの香りを連想させることが知られています。

これらのことから、特性の異なる菌種を用いることで食肉製品の風味を調整できることが示唆されました。

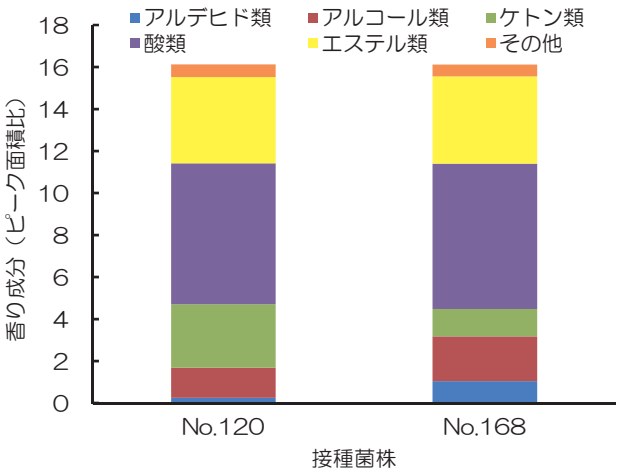


図2　ブドウ球菌を接種して発酵させた生ハムの香り成分組成

ブドウ球菌と乳酸菌を混合したピックル液を一本針で豚ロース肉内部に注入。表面に配合塩を塗った後、塩漬（25日）、乾燥（25日）、熟成（50日）を経て生ハムとした。

平成29年　畜産学会で口頭発表
　　食品加工研究センター研究成果発表会で口頭発表
　　FOOMA JAPAN2017アカデミックプラザで口頭、ポスター発表
平成30年　食品加工研究センター研究報告　第13号　p.25～33

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２７

非加熱食肉製品の塩漬方法における ニードルレスインジェクターの優位性

発酵食肉製品の新たな製造技術開発
小林　哲也

○ニードルレスインジェクターの肉塊への液体注入特性を明らかにしました。
○生ハム製造における液体注入に要する作業時間を従来方法から半減できます。

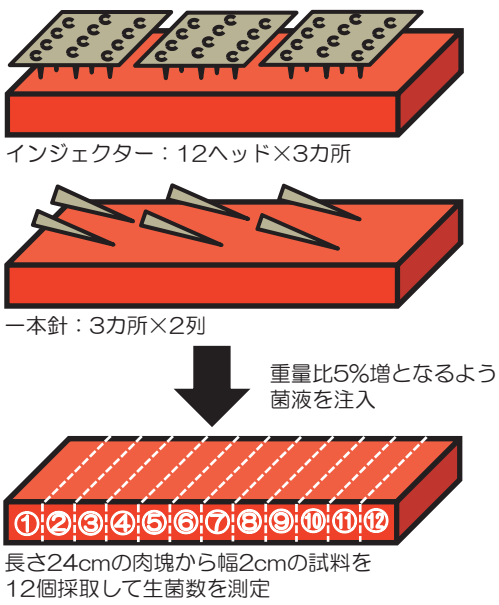
背景と目的

非加熱食肉製品（生ハム等）の塩漬は、乾塩法（塩類を表面に塗って肉塊から水分を抜く方法）、塩水法（塩類溶液に肉塊を浸漬して水分を抜く方法）もしくは一本針注入法（注射針のような一本針で肉塊内部に塩類溶液を手作業で注入する方法）で行うことが食品衛生法で定められています。乾塩法や塩水法は、塩類が肉塊の外側からのみ作用するため、目標の水分活性となるまでに時間を要します。一本針注入法は塩類が肉塊の内側から作用するため、比較的速く目標の水分活性に到達しますが、手作業が求められることから、注入作業に長時間を要することや注入ムラが生じることなどのデメリットもあります。

本研究では、ニードルレスインジェクターによる肉塊への液体注入について、その優位性を検証しました。

成　果

(1)肉塊に菌液を注入したときの分布



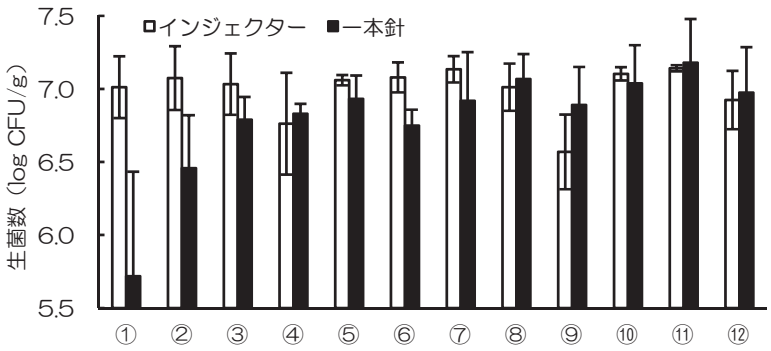


図1　二種類の方法で菌液を注入したときの肉塊中の菌数分布

菌液を注入したときの肉塊中での分布を比較したところ、一本針による手作業注入では、ばらつきが大きい箇所が生じました。一方でニードルレスインジェクターでは、均一に菌液が分布しました。このことは、本装置による液体注入が従来方法よりも注入ムラを少なくできることを示唆しています。

(2)注入特性の比較

従事者1名が、5kg程度の豚ロース肉60本に重量比5%増となるように液体を注入するのに要する作業時間を試算したところ、一本針による手作業での注入では約90分を要するのに対して、ニードルレスインジェクターでの注入では約45分と試算されました。

これらのことから、ニードルレスインジェクターは肉塊等への液体注入作業の品質向上、省力化に貢献することが示唆されました。

表1　ニードルレスインジェクターと一本針法の液体注入の特性比較

液体注入方法	注入条件の調整	肉塊中のばらつき	作業時間
ニードルレスインジェクター	シリンダーの作動条件の調整	均一に分布	約45分
一本針法	手作業による注入時間の調整	不均一な箇所あり	約90分

※作業時間：作業員1名が5kg程度の豚ロース肉60本に重量比5%増となるように液体を注入するのに要する時間として試算

平成29年　食品加工研究センター研究成果発表会で口頭発表
FOOMA JAPAN2017アカデミックプラザで口頭、ポスター発表

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
011－387－4127

センサーでナチュラルチーズの香りを測定する

においい識別装置を用いた道産発酵食品の香り評価技術に関する研究
河野　慎一

○においい識別装置を用いてナチュラルチーズの香りを評価する手法を検討しました。
○熟成工程中の品質管理に応用できることが示されました。
○官能評価と相関が得られる解析方法を見出しました。

研究開発

背景と目的

香りは食の美味しさを決める重要な要因の一つであり、従来より官能評価により評価が行われています。しかし、官能評価は時間と手間がかかるなどの問題があり、簡便な科学的手法の開発が求められています。本試験では、ナチュナルチーズの熟成管理や試作品の特徴把握のための品質評価等に応用することを目的として、においい識別装置（右図）により算出される類似度※を用いて、ナチュラルチーズの香りを評価する新たな手法を検討しました。

※類似度：基準ガスとサンプルガス間の角度θで計算され、θ=0°で類似度100%(同じにおい)、予め設定した角度αよりも大きいと類似度0%となります。任意のサンプルの匂いが基準品の匂いにどの程度に似ているかを示すことが出来ます。

においい識別装置　FF-2A　(株)島津製作所
10本の酸化物半導体センサを使用し、においの量と質を数値化する装置です。
図は(株)島津製作所ホームページより引用

成　果

(1)熟成度合いの判定手法の開発

道内チーズ工房のチェダーチーズ(熟成期間18ヶ月)について、熟成工程中のサンプル(製造から0,3,6,9,12,15ヶ月後)及び製品(同18ヶ月後)をにおい識別装置により測定し、同時に水溶性窒素量割合(ナチュラルチーズの熟成の指標)を測定しました。においい識別装置の測定値から、製品を基準品とした類似度を算出しました。熟成の進行と共に製品に対する類似度が高くなり、熟成中に製品のにおいに近づくことが示されました。また、水溶性窒素量と類似度には、正の相関が認められました(図1)。その他のナチュラルチーズについても同様の傾向が確認できました。以上より、製品を基準品とした類似度は熟成度合いの指標となることが示されました。

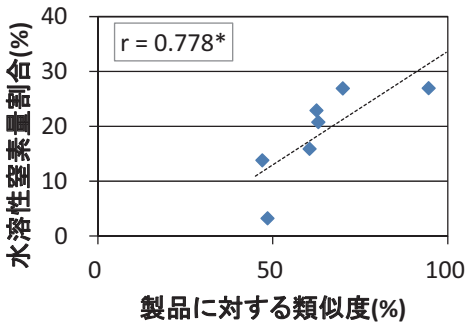


図1　製品に対する類似度と水溶性窒素量割合
(チェダーチーズ)

(2) 品質評価手法の開発

ナチュラルチーズの「ナッツフレーバーの強弱」について、類似度を用いて再現可能か検討しました。類似度算出のための基準品の選定が重要であるため、次のサンプルを基準品の候補としました。すなわち、官能評価におけるナッツフレーバーの見本となる「くるみ(食品等)」、ナッツフレーバーの強いチーズに含まれる「ピラジン類(試薬)」、ナッツフレーバーの強い「チーズ(サンプル)」を候補とし、各基準品に対する類似度と官能評価との相関を確認しました。その結果、最も相関係数が高かったのが、チーズ(サンプル)でした(図2)。においい識別装置によりナチュラルチーズの官能評価を再現することが可能であり、類似度算出のための基準品選定が重要であることがわかりました。

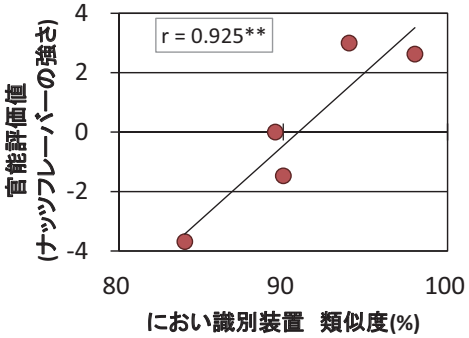


図2　ナッツフレーバーの強いチーズに対する
類似度と官能評価結果

平成24年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２６

北海道内で分離した乳酸菌を利用したナチュラルチーズ製造技術

北海道オリジナルのモッツァレラチーズ製造に関する研究
濱岡　直裕

○当センター保有の乳酸菌をチーズの製造に応用しました。
○北海道オリジナル乳酸菌でのチーズ製造技術を確立することができました。
○得られた成果は、明らかになった製造条件を活かした製品化に向けて活用します。

背景と目的

チーズ製造には乳酸菌が不可欠であり、この製造に利用できるように調製した乳酸菌をスターターと称しています。道内には中小規模のチーズ製造者が多数あり、盛んにチーズの開発や製造を行っていますが、スターターは輸入品に依存しており、スターターでの製品差別化はほとんど行われていません。そこで本研究では、当センター保有の乳酸菌をチーズの製造に応用し、北海道オリジナルのチーズ製造技術の確立を目的としました。

成　果

(1)モッツァレラチーズ製造に利用する乳酸菌

当センターの保有乳酸菌から、モッツァレラチーズ製造に利用可能な乳酸菌である *S. salivarius* ssp. *thermophilus* #04100株を選び、この菌株でモッツァレラチーズを製造するための培養特性を32、35、38および41 ℃で解析したところ、スキムミルク液のpH低下がやや緩慢であることが認められました。

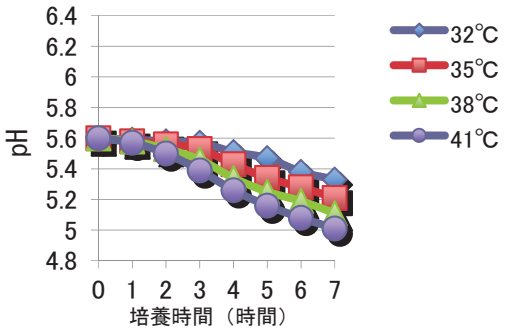


図1　#04100株のpH低下曲線（初発pH5.6のとき）

(2)保有乳酸菌とクエン酸を併用する製造条件

そこで、保有乳酸菌スターター液に加え、クエン酸をpH調整剤として併用しました。初発 pHを5.6に調整した結果、培養4時間でpHは5.2付近（41 ℃）まで低下し（図1）、この方法はチーズ製造に使用できることが明らかになりました。

そこで、クエン酸で乳の初発pHを5.6に調整し、保有乳酸菌を用いてモッツァレラチーズ（牛乳50 kgスケール）を試作しました。事前の試験と同様にpHの低下は緩やかでしたが、カードの延びが確認できるモッツァレラチーズを製造できることが明らかになりました（図2）。

また、官能評価では、色、香り、味や食感とも、おおむね良好な結果で、特に、あっさりしていてミルクの香りがある、などの評価の良いコメントがあったことから、製品化が可能と考えられました。

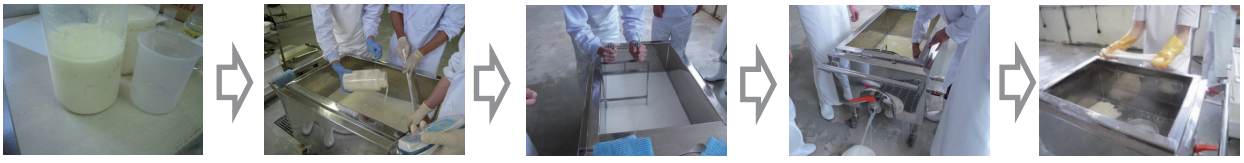


図2　ミニプラントスケールでのチーズ製造時の模様

＊共同研究機関：札幌バルナバフーズ（株）

平成29年　日本食品科学工学会誌　公表「北海道内で分離した乳酸菌*Streptococcus salivarius* ssp.*thermophilus*を利用したモッツァレラチーズ製造技術」（日本食品科学工学会誌, 64, 132-138, 2017）

研究担当部
食品開発部　発酵食品グループ
011－387－4122

道内で分離された乳酸菌をスターターにしたヨーグルト製造技術

オリジナル乳酸菌をスターターに用いた発酵乳製造技術の確立
濱岡　直裕

〇当センター保有の乳酸菌を複数併用し、増殖特性を明らかにしました。
〇民間食品製造者と共同して、ヨーグルトの実生産に向けた製造条件を検討しました。
〇得られた成果は、明らかになった製造条件を活かした製品化に向けて活用します。

背景と目的

ヨーグルトなどの発酵乳製造に用いる乳酸菌はスターターと称されます。これまでに当センターでは、スターターとして活用可能な保有乳酸菌を選抜してきました。

本研究では、種の異なる複数の保有乳酸菌を併用し、生乳を用いて増殖特性を明らかにした上で、民間食品製造者と共同して、ヨーグルトの実生産に向けた製造条件を検討しました。

研究開発

成　果

(1)効率よく乳凝固させるための培養条件

保有乳酸菌のうち、*L.delbrueckii* ssp.*lactis* および、*S. salivarius* ssp. *thermophilus* を使用し、低脂肪乳を用いて検討した結果、事前に乳を 90℃で 50分間加熱することで効率よく乳凝固することがわかりました。

この条件で加熱した乳を用いて発酵させたところ、39～41℃で経時的に酸度が上昇し（図1）、加温12時間以降で全体に凝固することがわかりました。

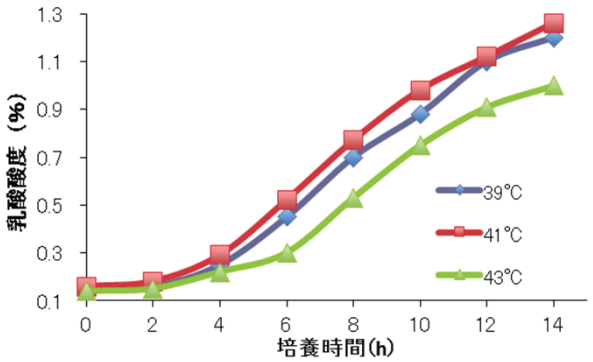


図1　予備加熱(90℃,50分間)した低脂肪乳に2菌株（*Lb.delbrueckii* ssp.*lactis* , *Str.salivarius* ssp. *thermophilus* ）を接種した際の酸度変化

(2)ハードタイプヨーグルト製造のための条件

ハードタイプヨーグルトの製造のため固形分を調整したところ、スキムミルク2～4%添加（乳固形分合計約10.8～12.7%）で良好なカード強度（破断強度が1.0 kPa以上）を得られることがわかりました（図2）。

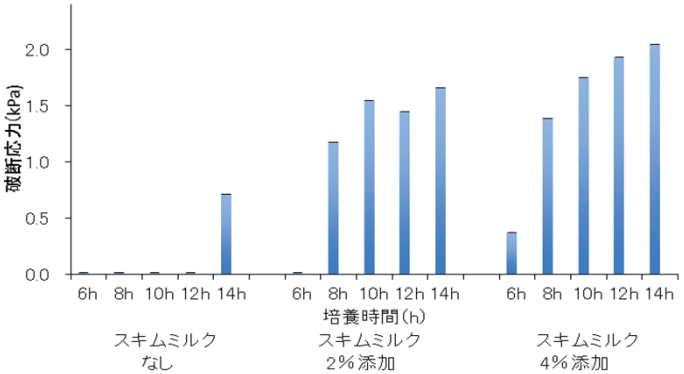


図2　スキムミルクを添加した低脂肪牛乳(予備加熱90℃,50分間)に菌株を接種した際のカードの破断応力変化

(3)実生産ラインでの試作製造

上記の結果から、生産ラインでの製造条件を決定し、100kgの試作製造を実施したところ、酸度、カード強度、官能評価ともに良好であり、この条件で実生産可能であることがわかりました。

＊本研究は、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「マッチングプランナープログラム」の支援によって行われました。
共同研究機関：（株）町村農場
平成29年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表
平成29年　日本食品科学工学会第64回大会　発表「北海道内で分離した乳酸菌による発酵乳製造技術の開発」

研究担当部
食品開発部　発酵食品グループ
011－387－4122

酒かすでチーズに新たな風味を追加！

酒かすブルーチーズの熟成に関する研究
田中　彰

○酒かすを用いて熟成させたチーズは、酒かすの風味が加わっていることが明らかになりました。
○熟成中の成分の変化を明らかにして、最適な熟成期間の設定が可能となりました。
○得られた成果は、協力企業の商品の品質改善に活用するほか、道内チーズ製造者へ情報提供します。

背景と目的

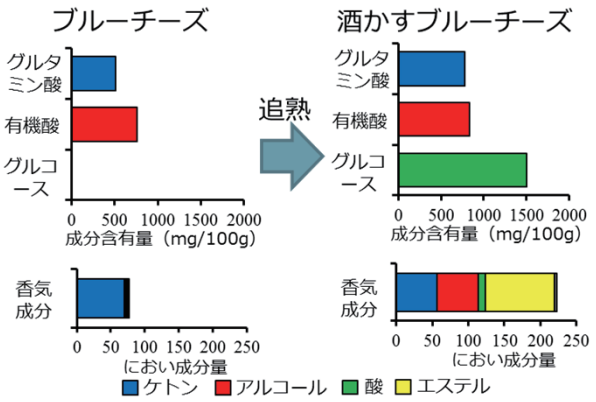
北海道には120以上のチーズ工房があり、各工房で特色あるナチュラルチーズ製造が行われています。近年、チーズに他の食材を組み合わせることで風味に特長を持たせた製品も多く見られ、（有）伊勢ファームが商品化した酒かすブルーチーズもその1つです。

本研究では、酒かすブルーチーズの風味の特長を明らかにするとともに、酒かすの熟成期間の設定や品質を安定化することを目的に、酒かすブルーチーズの呈味成分と香気成分の挙動を解析しました。

成　果

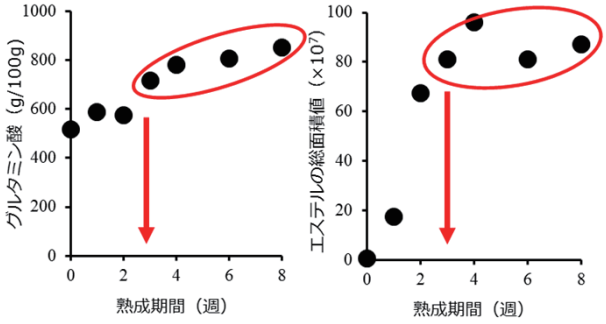
(1) 酒かすの追熟により、味や香りの成分が新たに追加・増加

酒かすをブルーチーズの表面に塗布して熟成させることで、グルタミン酸やグルコース、香気成分といった風味に関連する成分が増加していました。そのうち、グルコースや香気成分の中のエステルなどの成分が、酒かすからチーズに移行していました。また、有機酸の組成が変化したり、アンモニア含有量が減少するといった効果がありました。この結果、酒かすにより熟成させることで、酒かすの風味を活かした、新たな風味を持つブルーチーズを製造できることが分かりました。



(2) 熟成期間中の味や香りの成分変動から適切な熟成期間を設定可能に

酒かすによる熟成期間中において、グルコースやリンゴ酸などの成分は経時的に増加しました。一方、グルタミン酸や香気成分のエステルは、3週間後まで増加し、その後の増加はわずかでした。この結果、熟成期間を3週間とすることで、酒かすの熟成の効果を活かし、品質を一定に保った商品の品質管理が可能になりました。



酒かすによる熟成期間中の味や香りの変化

(3) 成果の活用

本研究の成果は、研究委託元の旭川食品産業支援センターを通じて、（有）伊勢ファームの酒かすブルーチーズの品質管理に活用されています。

★酒かすブルーチーズは、
平成30年度北海道新技術・新製品開発賞 食品部門「大賞」を受賞しました。

＊本研究は、旭川食品産業支援センターからの受託研究として行われました。

平成30年　食品加工研究センター研究報告　第13号　p．51～58

研究担当部
食品開発部　発酵食品グループ
０１１－３８７－４１２４

道産キノコの機能性を活かした健康食品の開発

アンチエイジング機能を有するキノコの高度利用に関する研究
渡邉　治

○ タモギタケやユキノシタなど道産キノコの健康機能性を検討しました。
○ キノコに含まれる健康機能成分の効果的な抽出条件を明らかにしました。
○ 共同研究企業から、タモギタケやユキノシタ抽出エキスを活用した製品を商品化しました。

背景と目的

古くから抗腫瘍性効果が知られているキノコ類については近年様々な保健機能性が注目されており、特に健康食品の素材としての期待度は非常に高い一方、道産キノコの利用は生鮮物の販売に依存しており、過剰供給によるキノコの生産量の頭打ちと価格下落を解消するため、新規需要開拓や付加価値向上が急務となっています。

このため、機能性に優れたキノコを活用し、高付加価値加工品（健康食品）を開発することにより、道産キノコの付加価値向上と消費拡大に繋がる技術開発を目指しました。

成　果

（1）実験方法

供試試料として、マイタケ（*Grifora frondosa*）、タモギタケ（*Pleurotus cornucopiae*）、ユキノシタ（*Flammulina velvtipes*）、コムラサキシメジ（*Lepista sordida*）、ホンシメジ（*Lyophyllum shimeji*）を用い、その凍結乾燥粉末を蒸留水または80%エタノールにて抽出しました。抽出温度は25℃または95℃とし、2時間抽出としました。この抽出液を凍結乾燥し、粉末にしたものを蒸留水に再溶解して濃度調節したものを用いて、抗酸化活性およびフィブリン溶解活性を測定しました。

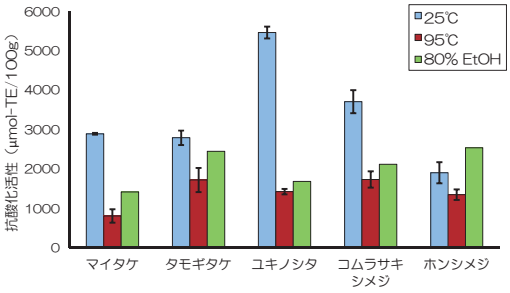


図１　キノコの抗酸化活性

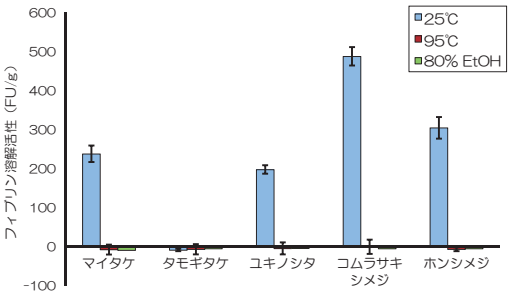


図２　キノコのフィブリン溶解活性

（2）保健機能性の評価と商品化

抗酸化活性（図１）、フィブリン溶解活性（図２）ともに25℃抽出液の活性が強く、抽出温度が機能性に大きな影響を与えていることがわかりました。これらの結果より、抽出温度の差異が保健機能性に与える影響が大きいと推測され、低温抽出と殺菌工程の短時間化などの抽出条件の最適化が機能性サプリメントの製造において重要であることが明らかになりました。これらの抽出条件をもとに、共同研究企業がタモギタケ抽出液を原料に用いたサプリメントやユキノシタ抽出エキスを活用した濃縮飲料を商品化しました（図３）。

図３　キノコ抽出液を活用した商品

平成22年　日本栄養・食糧学会にて発表
平成22年　New Food Industry 52(12)(2010), 11-22
平成22年　Food Chemistry 126(2011), 1521-1526
平成23年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成23年　国際機能性学会ISNFF2011にてポスター発表
平成23年　食品加工研究センター研究報告　第9号　p.13～19

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
011－387－4125

多成分迅速測定によるキノコの抗酸化活性評価手法の開発

多成分同時分析法を用いた農林産物の成分特性解析に関する研究
渡邉　治

○ 多くの成分を一度に短時間で分析できる機器を用いた機能性評価法を検討しました。
○ 抗酸化活性に関与する成分の推定、および抗酸化活性の強さの予測が可能となりました。
○ 他の食素材に応用することで、幅広く道産資源の機能性評価への活用を進めていきます。

背景と目的

従来、食品の機能性を評価するためには、抗酸化活性やACE阻害活性といった機能性を既存の方法で測定した上で、その機能性に関与する個別成分をターゲットとして、その成分分析に適した機器・手法を用いて成分ごとに分析しています。

本研究では、個別成分を各々分析することなく、多くの成分を一度に短時間で測定・分析できる液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析計（LC-MS/MS）を用いて網羅的に成分を測定し、その結果をプロファイリングすることにより、食品に含まれている機能性成分の種類や有無を推定するとともに、従来法と比較して機能性評価の効率化を図ることを目的としました。

成　果

（1）最適な測定条件の確立

キノコの抗酸化活性に関与する成分について、抽出効率と測定感度を向上させる方法を見出しました。また、LC-MS/MSの条件を検討し、網羅的な多成分迅速測定法を確立しました。

表　キノコ抗酸化活性成分のLC-MS/MS測定条件の検討

条件	検討項目	最適化した条件	最適化により得られた効果
試料調製	抽出溶媒 抽出時間 希釈濃度	メタノール 10分 10ppm	ピーク強度（感度）の向上 ピーク分解能（精度）の向上
LC条件	カラム 移動相 流速	分析用ODS 水／アセトニトリル／ギ酸 0.2mL／min	ピーク分解能（精度）の向上 分析時間の短縮
MS条件	測定データ	ノンターゲット Q1 Scan Mode	成分の同定精度の向上

（2）キノコの抗酸化活性の新規評価法の構築

試料の抽出条件から測定、データ解析による機能性の予測と関与成分の推定という一連の機能性評価システムを構築しました。

同一科に属するキノコの抗酸化活性について、LC-MS/MSを用いることにより、その活性の程度や関与する成分を推定できる新たな機能性評価法を構築することができました。この機能性評価法は、従来法と比較して、簡便で精度が高く、さらに関与成分の推定が可能になる点で優位性があります。今後さらに検討を加えることで、他の食材や他の機能性についても関与成分の迅速な解析が可能となる有用な技術になるものと考えられます。

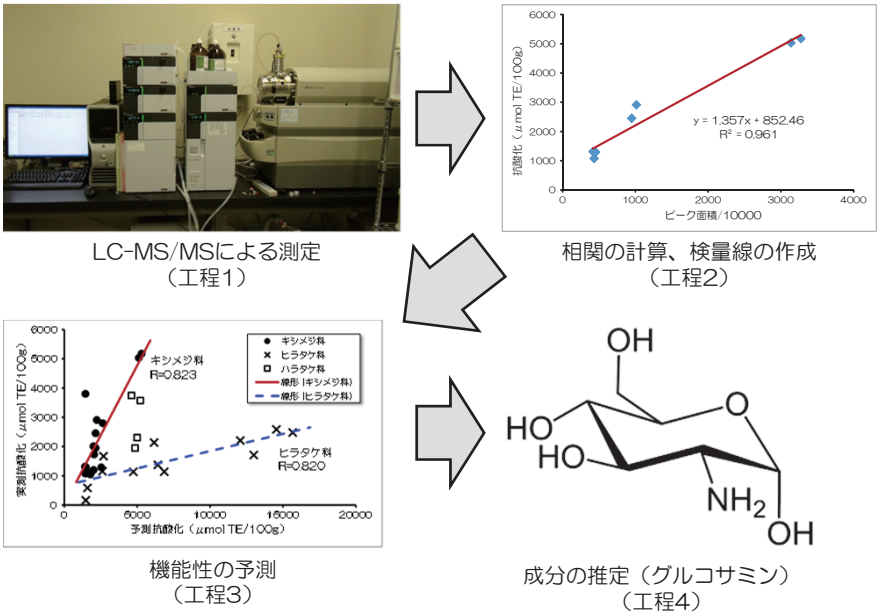


図　LC-MS／MSによる食品の機能性評価手法の検討

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２５

平成25年　食品加工研究センター研究成果報告会にてポスター発表

道産キノコを活用した新たなスイーツの提案

嗜好品素材に適した道産キノコの選抜と加工技術の開発
渡邉　治

○ 道産キノコの持つ保健機能性について明らかにしました。
○ 保健機能性を損なわない加工条件について明らかにしました。
○ 成果は、菓子製造企業へ情報提供し、高付加価値化食品開発の取り組みに活用します。

背景と目的

近年キノコ類の食品用途として、それらに含まれる機能性成分を活用した健康食品が多く開発されているほか、さらに用途拡大を目的としたスイーツへの利用も見られるようになってきています。そこで道総研林産試験場保有株であるトキイロヒラタケ（*Preurotus salmoneostramineus*）、エノキタケ（*Flammulina velutipes*）およびホンシメジ（*Lyophyllum shimeji*）について、その保健機能性、味覚成分、彩りを活かした嗜好品の加工技術を検討し、キノコの新たな利用価値の創出とともに道内食品関連産業の活性化を図ることを目的としました。

成　果

（1）キノコの保健機能性

それぞれのキノコの抗酸化活性（図１）について温度条件の影響を検討しました。供試キノコのうち、エノキタケは特に抗酸化活性が高い結果でしたが、含まれるポリフェノール量（図２）が少ないため、抗酸化活性に対するポリフェノール以外の成分関与が示唆されました。またホンシメジはフィブリン溶解活性が特に高く、加熱による活性の低下も少ないため、加工品による血栓予防効果が期待できる結果でした。

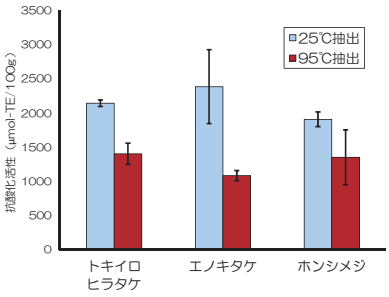


図１　キノコの抗酸化活性

（2）保健機能性を活かす加工方法

凍結乾燥品は粉末化した利用の他、味付けをしてトッピング素材等の用途で利用が考えられました。液状素材については、抽出pHが強酸性で黄色、弱酸性で赤、アルカリ性側で灰色となりました。また抽出温度については25℃抽出においては赤で、温度を上げると黄色を帯びていきました。これらの結果からトキイロヒラタケから鮮やかな赤色の抽出液を得るためには、25℃程度のpH3～6程度の水を用いる必要があることが明らかとなりました。この抽出液はアイスクリームミックスやクッキー、スポンジケーキの生地への添加といった用途が考えられました。

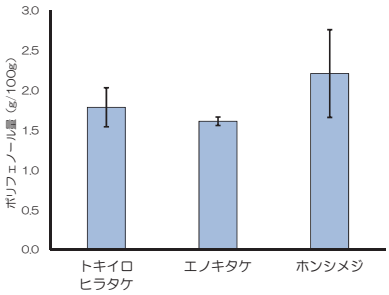


図２　キノコのポリフェノール量

図３　キノコを用いたスイーツ試作品

平成25年　食品加工研究センター研究成果発表会にて発表
平成25年　北方系機能性植物研究会にて発表
平成29年　食品加工研究センター研究報告　第12号　p.19～28

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２５

過熱水蒸気を利用したタモギダケのレトルト食材の開発

タモギタケを用いた過熱水蒸気およびレトルト加熱による高品質化食材の開発

佐藤　理奈・東　孝憲

○　過熱水蒸気処理とレトルト加熱を併用した技術を、タモギタケ水煮加工品の製造工程に利用し、原料の旨味と色調が保持された製品が製造できることを明らかにしました。

背景と目的

過熱水蒸気処理は、農畜水産物の加熱において加熱時間の短縮、エキス成分の損失低減、色調改善などの効果を有することが明らかにされています。

そこで、本研究ではタモギタケ（図1）の特徴である黄色の色調と旨みを活かすために過熱水蒸気処理とレトルト加熱を組み合わせた製造条件を検討し、高品質なタモギタケ水煮加工品を開発しました。

図1　タモギタケ
（*Pleurotus cornucopiae*）

成　果

（1）タモギタケの過熱水蒸気処理条件

色調変化と遊離アミノ酸の損失が少ない過熱水蒸気処理条件を明らかにするために、煮熟処理を対照にタモギタケを過熱水蒸気処理（110～150℃、2～8分）し、色調と総遊離アミノ酸量を測定しました。

その結果、過熱水蒸気処理は煮熟処理よりもタモギタケの色調の変化を抑え（図2、3）、アミノ酸の流出を低く抑えられることが明らかになりました（図4）。

［過熱水蒸気とその特性］

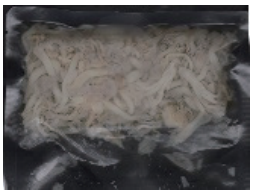
過熱水蒸気とは、水蒸気を大気圧下で100℃ 以上に加熱した高温水蒸気です。

（特性）
①湿熱加熱と乾熱加熱の両方の特徴をもつ
②加熱初期に被加熱物表面の加熱効率に優れる
③空気加熱より乾燥効率がよい
④無酸素加熱が可能

（2）過熱水蒸気処理後のレトルト加熱条件と保存期間

過熱水蒸気処理（130℃、6分）したタモギタケを、レトルト加熱（103または110℃、5分）し、5℃で1～3か月保存後に微生物数（一般生菌、大腸菌群、大腸菌）を測定しました。

その結果、5℃で3ヶ月保存後も、レトルト加熱したタモギタケ水煮加工品の微生物数は、加熱温度にかかわらず検出限界以下となり（結果略）、冷蔵下での保存性が高いことが明らかになりました。



煮熟
（95℃, 6分）

過熱水蒸気処理
（130℃, 6分）

図2　煮熟および過熱水蒸気処理後のタモギタケの外観の一例

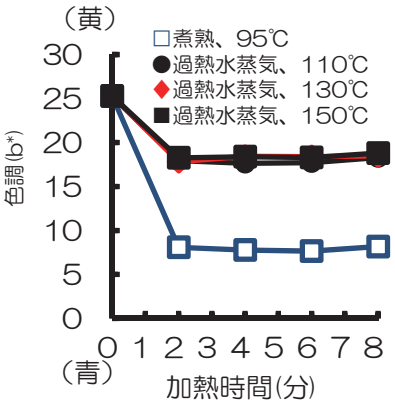


図3　煮熟および過熱水蒸気処理後のタモギタケの色調

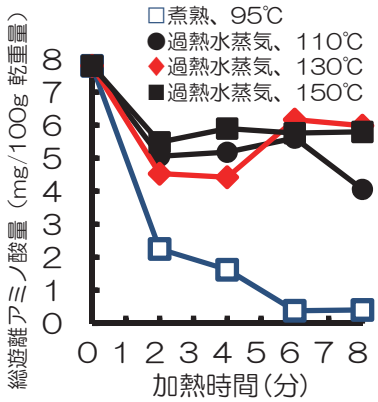


図4　煮熟および過熱水蒸気処理後のタモギタケに含まれる総遊離アミノ酸量

平成２６年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表
※本研究は、公益財団法人北海道中小企業総合支援センターの平成25年度北海道中小企業応援ファンド助成金助成事業の一部として、株式会社スリービーと共同研究契約と締結し、実施しました。

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
０１１－３８７－４１２５

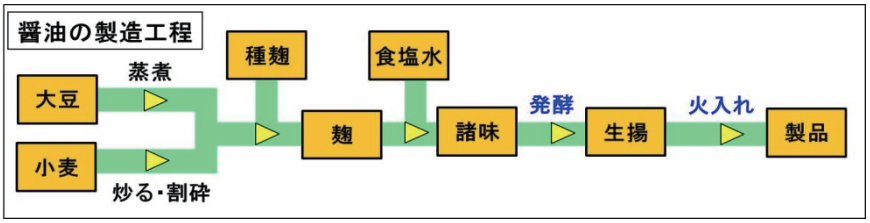
道産醤油の香りが向上

北海道産醤油の高品質化に関する研究
吉川　修司

〇こいくち醤油の香りに影響する成分を特定し、客観的評価を行う判別式を設定しました。
〇好ましい香りと色調の付与に適した火入れ温度と時間を明らかにしました。
〇本成果を企業にフィードバックし、製造工程を改良した醤油は全国品評会で入賞しました。

背景と目的

醤油の品質は味、色、香りなど様々な要素があり、中でも香りは最も重要な要素であるといわれています。近年、国内の醤油業界では、香りを重視した製品開発が増えています。醤油の香り成分はこれまでに300種類前後判明しており、それらは主に製造工程中の発酵と火入れ工程で生じます。発酵によって生じる香りは、微生物（主に酵母）により作られます。このため、企業により使っている微生物や発酵させる設備が異なれば、香りも違ったものになります。一方、火入れ工程によって生じる香りは、火入れの温度と時間に影響されるため、香りに最適な条件が明らかにできれば、設備の違いによらずに香りの高品質化が期待できます。そこで、企業からの要望が高い香りの高品質化を目指し、これまで当センターが蓄積してきた香りの解析技術を活用して、火入れ工程の改良による北海道産醤油の香りの高品質化に取り組みました。



成　果

(1) こいくち醤油の官能評価に影響する因子の推定

全国醤油品評会の出品サンプルの香りを機器分析し、入賞する醤油の香りの傾向を調べました。その結果、香りの評価に影響する10種類の成分を特定しました。さらに、香りの評価を良くする成分と悪くする成分とそれらの寄与度を明らかにし、分析値と影響度から全国醤油品評会での入賞を数値（判別得点）により予測する方法を開発しました。官能試験に頼っていた品質評価が化学分析でも行えるようになりました。

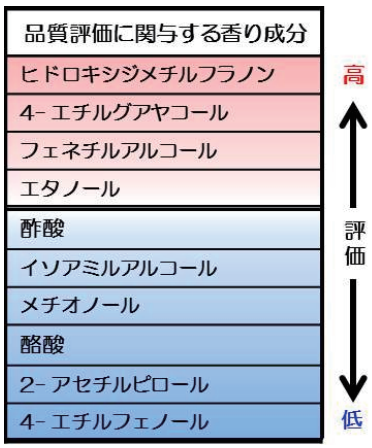


図1　こいくち醤油の香りの評価に影響する成分

(2) 火入れ方法の最適化

火入れにより、醤油は香りが変化すると同時に色調が濃くなっていきます。最適な火入れ条件は、適度な色調の濃さと香りの良さを同時に満たさなければなりません。温度と時間を変えて検討を重ねた結果、最適な火入れ温度は85℃で、加熱時間を1～2時間にすると香りのよい醤油ができることがわかりました（図2の青丸）。

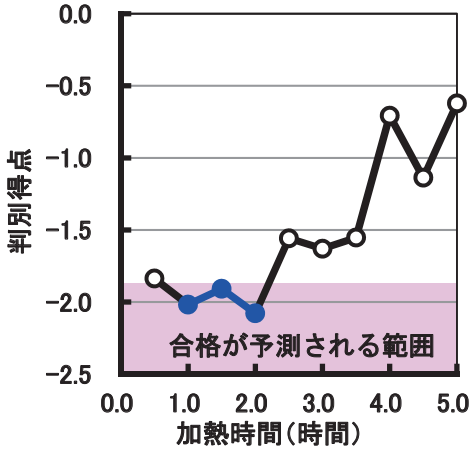


図2　こいくち醤油の火入れ時間の最適化
火入れ温度：85℃

平成26年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
平成26年　全国食品技術研究会にて発表

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
011－387－4119

現場で簡易に使える赤ワイン分析法を目指して

赤ワイン製造における迅速な評価法の探索
奥村　幸広

〇現場で使える、簡便で迅速な分析法を検討しました。
〇赤ワイン成分のうち、迅速分析が可能な分析項目を明らかにしました。
〇得られた成果は、道内ワイナリーへ情報提供し、道産ワインの高品質化の取り組みに活用します。

背景と目的

近年、北海道はワイン醸造用ブドウ栽培の好適地と認識され、自社や近隣地域で栽培した醸造用ブドウを使用するワイナリーが増加するとともに、国内で栽培例の少ない赤ワイン用ブドウ品種の栽培が進むなど、注目を集めています。

赤ワインにとって色調や渋みなどは重要な品質要素です。色素や渋み成分（タンニンなど）などのポリフェノール類は、主に果皮や種子に存在し、「かもし発酵」と呼ばれるアルコール発酵中に、果汁へと移行することで、赤ワイン独特の色調や風味が生まれます。これらの分析には、操作が煩雑で時間がかかる化学分析が必要であり、製造が短期間に集中するワイン製造現場でのモニタリングには適していません。そこで、製造現場でこれら成分のモニタリングに適用可能な、簡便で迅速なワイン成分分析法の開発をめざし、分光学的手法（吸収スペクトル）による赤ワイン成分の推定を試みました。

成　果

(1)実験方法

市販赤ワイン試料57点と、道産ツバイゲルトレーベより試験醸造したアルコール発酵中試料12点について、定法により化学分析を行い、右図の手法によりUV-VISおよびNIRスペクトルを測定しました。化学分析値を目的変数、スペクトルの各波長の吸光度を説明変数として、統計手法を用いて、光学スペクトルから化学分析値の推定を行いました。

(2) 光学的手法による赤ワイン成分の推定

BRIX、アルコール、エキス分では、NIRによって、総ポリフェノールは、UV-VISによって、精度の高い推定が可能でした。特に、エキス分や総ポリフェノールの化学分析は、操作が煩雑で時間がかかるのに対し、NIRやUV-VISでは、試料調製から測定終了まで数分で完了することから、迅速で簡便な代替法として有用であると考えられました。一方、タンニン性ポリフェノールは、NIRとUV−VISのいずれも、十分な推定精度が得られず、化学分析の代替は困難と考えられました（表）。

表　光学スペクトルによる赤ワイン成分の推定

項目	光学分析手法	化学分析の平均値	推定の相関係数(R)	推定精度の指標値(SEC)	推定値の変動係数	評価
BRIX(%)	**NIR**	9.55	0.7853	0.143	1.5%	**適している**
アルコール(%)	**NIR**	10.06	0.9211	0.179	1.8%	**適している**
エキス分(%)	NIR	5.13	0.8359	0.452	8.8%	やや適している
総ポリフェノール(mg/L)	NIR	1301.9	0.8811	135	10.4%	やや適している
	UV-VIS		0.9760	53.5	4.1%	**適している**
タンニン性ポリフェノール(mg/L)	NIR	151.9	0.7034	78.1	51.4%	精度が低く不適
	UV-VIS		0.5490	76.2	46.0%	

平成27年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表
平成27年　北海道醸造技術研究会にて発表

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
011−387−4118

お酢で生野菜の安全性を向上

次亜塩素酸Naを用いない生野菜殺菌方法の開発

八十川　大輔

○殺菌剤を使用しない簡便で迅速な殺菌方法を検討しました。
○酢酸を用いて加温することで生のハクサイ、キュウリの菌数を１／１０００以下にする殺菌条件を見いだしました。
○得られた成果は、道内漬物製造企業へ情報提供し、製品の安全性向上の取り組みに活用します。

背景と目的

浅漬けは、カリカリとした新鮮な食感が重要な商品要素のサラダ感覚の漬物で、漬物市場の中で安定した需要を維持しています。しかし、風味や色調などの商品特性を損なうような十分な殺菌処理を行えないために、賞味期限の短い食品となっています。また、近年の低塩分志向や無添加志向などの影響で、浅漬けの日持ちはより短くなる傾向にあり、腐敗菌によるクレームや食中毒菌の潜在的危害などの問題を解決する衛生的な製造技術の開発が急務となっています。

浅漬けのような十分な加熱殺菌を行えない食品に対して、いくつかの微生物の生育を抑制する要素をハードルのように組み合わせることにより食品の商品価値を損なわずに微生物制御を行う「ハードル理論」が応用されています。本研究課題では複数の微生物制御のための要素を組み合わせた手法により商品特性を損なわずに日持ち向上させる浅漬けの製造技術を開発することを目的としました。

成　果

ハクサイ、キュウリの菌数低減方法

酢酸濃度を0.9%とし、温度を変えて実験をしたところ、45℃15分間の処理でハクサイの生残菌数が処理前の1/1000未満となり、温度によるダメージのない範囲でハードルの相乗的な効果が認められました（図１）。

キュウリは殺菌しにくい生野菜として知られていますが、75℃10秒間のお湯の処理において良好な殺菌効果が得られました（図２）。この加熱条件では酢酸の併用による相乗的な効果は認められませんでした。

協力企業でこれらの殺菌条件で殺菌したハクサイ、キュウリの浅漬けを試験製造したところ10℃2週間保存においても濁りの発生は認められず、消費期限の延長が可能であると考えられました（図３）。

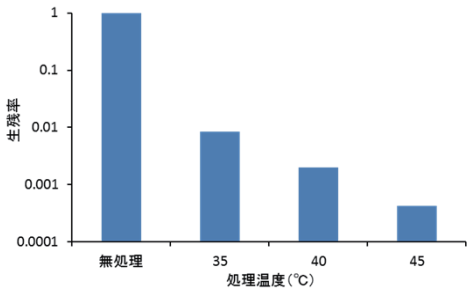


図１　ハクサイに対する酢酸の殺菌力の温度による比較（0.9%、15分間）

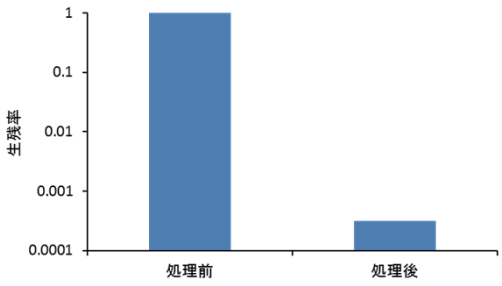


図２　キュウリに対する温水処理殺菌（75℃、10秒間）

図３　75℃、10秒間加熱後10℃2週間保存したキュウリ

平成23年　食品加工研究センター研究成果報告会にて発表
平成26年　北海道大学北海道立総合研究機構研究交流会にて発表

研究担当部
食品開発部　発酵食品グループ
０１１－３８７－４１２４

北海道産原料エキスの高機能化を目指したマイクロ化学プロセス処理

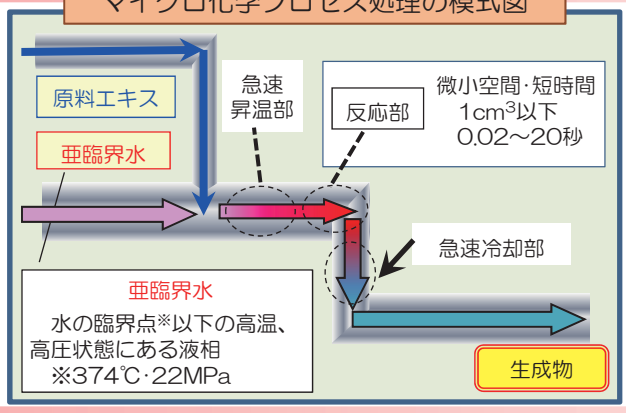
水を利用したマイクロ化学プロセスによる道産資源の高機能化
河野　慎一・柿本　雅史

○道産原料エキスのマイクロ化学プロセス処理を行い、エキスの評価を行いました。
○カニ煮汁や昆布エキスなどは、揮発成分が変化し香ばしくなりました。
○*Bacillus*胞子に対して高い殺菌効果があることを確認しました。

背景と目的

水の臨界点(374℃、22.1MPa)以下の高温・高圧状態にある液相を亜臨界水と言い、この亜臨界水を微小空間(1㎤以下)で反応させるシステムは、水利用マイクロ化学プロセス処理(MP処理)と呼ばれています。この反応によって、エキスを処理することにより、香気付与や清澄化などの高付加価値化が期待できます。北海道の豊富な天然資源・未利用資源の有効利用及び高機能化を目的として、MP処理による新規高付加価値製品の開発を行いました。

マイクロ化学プロセス処理の模式図



成　果

(1)農畜水産物由来エキス原料の反応模索と揮発性成分測定

原料に、カニ煮汁、昆布エキスなどを用いてMP処理を行い、香りの官能評価や清澄化の確認及びガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)を用いた揮発性成分の分析を行いました。

カニ煮汁、ホタテ外套膜煮汁、昆布エキス、ポテトブランチング液は、MP処理により香ばしくなり、清澄化することが確認できました(表1)。MP処理前後において揮発性成分が変化し(図1)、処理温度が高くなるとピラジン類等の含窒素環状化合物や含硫化合物などが多く生成することが確認できました。

表１　試験に用いたエキス材料とMP処理前後の評価

原料	官能評価(香味) 処理前	処理後	透明化	総合判定
カニ煮汁	生臭い	焼きガニ様	○	○
ホタテ外套膜煮汁	生臭い	香ばしい香り	○	○
昆布エキス	昆布らしい香り	焼昆布臭(好ましい)	○	○
エビ煮汁	生臭い	脂質酸化様(不快)	○	×
ポテトブランチング液	蒸かしたポテト様(弱)	香ばしい香り	○	○
鶏ガラスープ	鶏ガラスープの香り	脂質酸化様(不快)	×	×

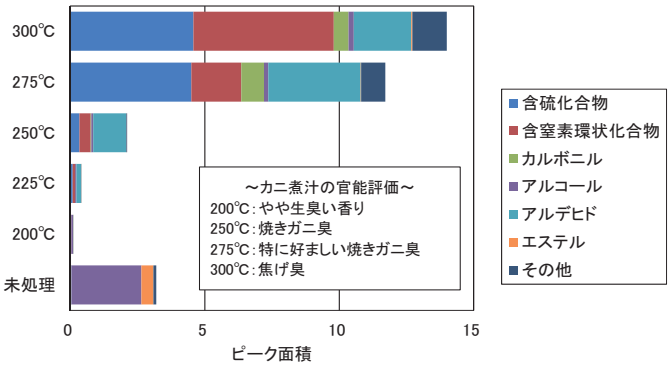


図１　GC-MSによるカニ煮汁の揮発性成分

(2)芽胞菌に対する殺菌効果

Bacillus subtilis の胞子懸濁液についてMP処理(250℃)を、また常温常圧区(装置に菌液を供給したのみの区)及び常温高圧区(装置に25MPaの圧力をかけた区)の処理を行い、生菌数の測定を行いました。

常温常圧区、常温高圧区ではほとんど殺菌効果が無かったのに対し、MP処理区は高い殺菌効果があり(表2)、殺菌工程として利用できることがわかりました。

表２　*Bacillus* 胞子に対する殺菌試験

処理区	生菌数 (cfu/ml)
供試菌液	7.9×10^{7}
常温常圧区	1.8×10^{7}
常温高圧区	1.7×10^{7}
MP処理区	300未満

平成24年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表
共同研究機関：工業試験場、網走水産試験場

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
011－387－4126

発酵食品の安全性向上を目指して

抗菌性ペプチドを生産する乳酸菌の探索と利用

山田　加一朗

○発酵食品に利用できるバクテリオシン生産菌を既存食品から新たに分離同定しました。
○分離同定したバクテリオシン生産菌と、発酵食品に利用される乳酸菌スターターとの併用について確認しました。
○得られた成果は、発酵食品の微生物制御に関する研究情報として活用されます。

研究開発

背景と目的

欧米では非加熱食品において低温(-0.4℃)で生育し、食塩耐性(6%以上)を持つ食中毒菌であるリステリア菌(*Listeria monocytogenes*)の汚染が多数報告されています。日本においても食の欧米化に伴ってリステリア菌汚染のリスクが高まっており、食品企業からこれら有害菌を効果的に制御する技術開発が要望されています。このような中、乳酸菌が生産する抗菌ペプチド「バクテリオシン」が、リステリア菌を含む有害菌に対して優れた殺菌効果を示すことが報告され、非加熱食品でのバクテリオシンを活用した微生物制御技術が注目されています。しかしながら、既存のバクテリオシン生産菌は発酵食品の製造で使われる乳酸菌スターターに対して抗菌活性があるために、実製造では容易に利用できない状態です。

本研究では、乳酸菌スターターとの併用利用が可能で、リステリア菌に対し抗菌活性を示すバクテリオシンを生産する菌を既存食品から新たに分離同定し、その菌の特性を明らかにするとともに乳酸菌スターターとの併用の可否を検討しました。

成　果

(1)バクテリオシン生産菌の探索

既存の食品から抗リステリア活性を持つ乳酸菌2種を分離し、それぞれ*Carnobacterium maltaromaticum*および*Enterococcus durans*と同定しました(表1)。

表1 分離同定したバクテリオシン生産菌と抗菌スペクトル

バクテリオシン生産菌	分離源	抗菌活性の指標菌		
		Pediococcus pentosaceus	*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*	*Listeria monocytogenes*
Carnobacterium maltaromaticum	筋子	−	−	+
Enterococcus durans	生ハム	+	+	+
Lactococcus lactis subsp. *cremoris*	豚肉	−	+	−
Staphylococcus warneri	牛肉	+	−	−
Lactococcus lactis subsp. *lactis*	筋子	+	−	−
Leuconostoc citreum	いくら	+	−	−
Leuconostoc gasicomitatum	いずし	+	−	−
Enterococcus faecalis	漬物	−	+	−

(2)バクテリオシン生産菌の至適増殖条件と乳酸菌スターターとの併用の可否

分離同定したバクテリオシン生産菌の至適な増殖条件（表2）と発酵食肉およびナチュラルチーズで使用される乳酸菌スターターとの併用の可否（表3）を明らかにしました。

表2 バクテリオシン生産菌の至適増殖条件

項目	バクテリオシン生産菌	
	C. malta.	*E. durans*
温度(℃)	10～35	10～45
pH	6.5～9.0	5.5～9.0
食塩濃度(%)	4.0以下	6.5以下
亜硝酸濃度(ppm)	2,000以下	2,000以下

表3 バクテリオシン生産菌と乳酸菌スターターの併用の可否*

乳酸菌スターター	用途	バクテリオシン生産菌	
		C. malta.	*E. durans*
Pediococcus pentosaceus	発酵食肉	×	○
Lactobacillus plantarum	発酵食肉	○	×
Pediococcus cerevisiae	発酵食肉	○	×
Lactococcus lactis	ナチュラルチーズ	△	×

* ○：併用可、×：併用不可、△：条件付きで併用可

平成26年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表
平成27年　食品加工研究センター研究報告　第11号　p11～19

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
011－387－4120

流動層造粒装置による乾燥菌体の製造技術と性能評価

乾燥微生物スターターの実用化技術の開発
能登　裕子

○流動層造粒装置を用いて、乾燥菌体の製造技術を確立しました。
○得られた成果は、道内乾燥菌体製造企業へ情報提供し、乾燥菌体製造の取り組みに活用します。

背景と目的

これまで当センターが分離し、保有している有用微生物（乳酸菌等）について、取り扱いが容易な乾燥菌体で提供することが求められています。

そこで、有用微生物を乾燥菌体の形態で道内食品企業へ提供することを目指し、流動層造粒装置を用いた乾燥菌体の製造方法を検討しました。

成　果

（1）流動層造粒装置による乾燥菌体の最適な製造条件（表１）は、菌の種類によって培養条件、保護材の種類、投入菌量は異なりますが、流動層造粒装置の運転条件は一定でした。

（2）試験製造した乾燥菌体は製品規格（平均径80μm以上、分散度35%未満、生菌数1×10^{9}CFU/g以上）を満たしており、基材（スキムミルク）よりも、粉が舞い上がりにくく扱いやすい乾燥菌体であることが確認できました(表2)。

（3）後期熟成乳酸菌の乾燥菌体は生菌と同等の性能を持ち、製造6ヶ月後でも製造直後の性能が維持されていることが確認できました。

（4）プロピオン酸菌の乾燥菌体は、扱いやすさ、チーズ熟成期間中の菌の増殖、チーズアイの形成、香気成分の生成能は市販品と遜色なく、実製造で使用できることが確認できました(図1,図2)。

表1　最適な製造条件

	プロピオン酸菌	後期熟成乳酸菌
基材	スキムミルク	
給気温度	60℃	
風量	0.4-0.6m^3/min	
暖気運転時間	5min	
保護材濃度※	20%スクロース	20%グルコース
流量	8mL/min	
噴霧/停止 時間	10s/20s	
培養条件※	GYP+ 3%食塩添加培地 35℃23h培養	MRS培地 35℃24h培養
投入菌量※	1.6×10^{10}CFU/mL	4×10^{10}CFU/mL
乾燥時間	10min	

※菌株により保護材濃度、培養条件、投入菌量が異なる

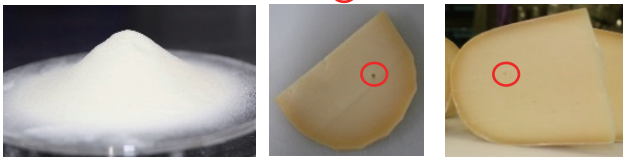


図１ 製造した乾燥菌体

図２　乾燥菌体を使用したチーズアイの様子

表2　流動層造粒した乾燥菌体の粉体特性と製品規格

	製品規格	基材スキムミルク	造粒乾燥菌体 プロピオン酸菌保護材：20%スクロース	造粒乾燥菌体 後期熟成乳酸菌保護材：20%グルコース
平均径（μm）	80.0以上	75.0	98.1	83.3
安息角（度）		41.3	43.0	45.3
崩潰角（度）		25.0	42.3	32.3
差角（度）		16.3	0.7	13.0
圧縮度（%）		26.2	20.1	25.2
分散度（%）	35.0未満	35.0	22.7	18.0
スパチュラ角（度）		51.5	56.3	60.3
均一度		2.7	1.9	2.1
流動性指数※		70.5/かなり良好(C)	74.5/かなり良好(C)	68/普通(D)
噴流性指数※		81/非常に強い(A)	53/傾向がある(C)	65/かなり強い(B)

生菌数:1×10^{9}CFU/g以上

※流動性指数：粉体の流動性を表す指標で数字が大きい程、流動性が良い。
※噴流性指数：粉体の舞い上がりやすさを表す指標で数字が小さいほど、舞い上がりにくくなりハンドリングしやすい。

平成30年　食品加工研究センター研究成果発表会にてポスター発表
平成30年　食品加工研究センター研究報告　第13号　P.65～69

研究担当部
食品開発部　食品開発グループ
０１１－３８７－４１１８

低温性細菌芽胞の制御による加熱時間の短縮

農産物チルド食品のロングライフ化に向けた微生物制御技術に関する研究
冷蔵食品のロングライフ化に向けた耐熱性菌制御技術の開発
小林　哲也

○次亜塩素酸ナトリウム溶液前処理による芽胞の耐熱性低下作用を明らかにしました。
○加熱処理にpH調整を組み合わせることで制御に必要な加熱時間を短縮できます。

背景と目的

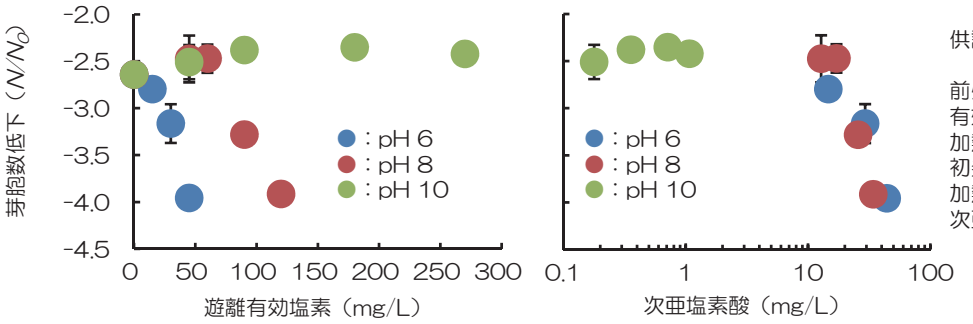
高い耐熱性を有する芽胞は、一般的には80℃程度の加熱でほとんど死滅し ないため、殺菌には100℃を超える高温での加熱が必要です。一方で、食品の風味や食感、色調といった品質は加熱により劣化するのが一般的です。冷蔵食品の多くは、品質に優位性を見出すため、加熱殺菌を必要最小限に留め、10℃以下の保存によって芽胞の発育を抑制しています。しかしながら、10℃以下でも発育できる芽胞も存在し、このような芽胞が生残している製品では保存性に限りがあります。そのため、製品の保存性向上にはより強力な芽胞制御が必要ですが、加熱殺菌だけでは高温、長時間となるため、食品の品質低下は避けられません。すなわち、芽胞のもつ「高い耐熱性」が品質と保存性の両立を難しくさせています。

本研究では次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いた前処理による芽胞の耐熱性低下と有機酸を用いたpH調整による加熱処理時間の短縮を検討しました。

成　果

(1)次亜塩素酸ナトリウム処理による芽胞の耐熱性低下

10℃でも発育できる芽胞を次亜塩素酸ナトリウム溶液で処理した後、有効塩素を失活させてから加熱すると、弱酸性（pH 6）や弱アルカリ性（pH 8）の溶液処理では遊離有効塩素依存的に加熱処理後の生残芽胞数が大きく低下しました。非解離型の次亜塩素酸を横軸としてプロットしたところ、加熱による生残芽胞数の低下は次亜塩素酸濃度に依存的であり、10mg/L以上で効果を発揮することが示唆されました。



供試菌株：*Paenibacillus* sp.
（ホワイトアスパラガス水煮分離株）
前処理条件：15℃、10分間、0.5ml
有効塩素の失活：1%$Na_2S_2O_3$溶液0.5ml添加
加熱処理条件：95℃、15分間、クエン酸緩衝液
初発芽胞数：N
加熱処理後の芽胞数：N_0
次亜塩素酸濃度：溶液pHと次亜塩素酸のpKa（7.6、15℃）から算出

図1　芽胞の耐熱性に対する次亜塩素酸ナトリウム溶液前処理の影響

(2) 有機酸によるpH調整と加熱処理を組み合わせた芽胞の発育制御

10℃でも発育できる芽胞を接種したジャガイモペーストを10℃で4週間保蔵するためには、pH未調整の場合、92.5℃で45分の加熱が必要でしたが、クエン酸もしくは乳酸でpH 5.1～5.4に調整すると、20～30分に加熱時間を短縮できました。

このことから、加熱処理とpH調整を組み合わせることで加熱時間の短縮が可能であることが示唆されました。

表1　10℃でも発育できる芽胞を接種したジャガイモペーストの変敗袋数の推移

pH調整	加熱処理条件	10℃での保存期間（週）			
		1	2	3	4
未調整	92.5℃、30分	0/3	3/3	3/3	3/3
pH 5.7	45分	0/3	0/3	0/3	0/3
クエン酸	92.5℃、20分	0/3	0/3	3/3	3/3
pH 5.4	30分	0/3	0/3	0/3	0/3
クエン酸	92.5℃、10分	0/3	0/3	3/3	3/3
pH 5.1	20分	0/3	0/3	0/3	0/3
乳酸	92.5℃、10分	0/3	3/3	3/3	3/3
pH 5.4	20分	0/3	0/3	0/3	0/3

（変敗袋数/総数）

接種菌株：*Paenibacillus terrae*（ホワイトアスパラガス水煮分離株）
接種濃度：3 log spore/g
変敗判定：4 log CFU/g以上を変敗と判定

平成29年　食品加工研究センター研究報告　第12号　p.43～46
平成30年　食品加工研究センター研究成果発表会にて口頭発表
（株）サイエンスフォーラム主催セミナー低温微生物集中講座にて講演
（公社）日本缶詰びん詰レトルト食品協会第67回技術大会で口頭発表

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
011－387－4127

乳化剤の静菌効果に対する加工デンプンの影響

乳化剤を用いた耐熱性芽胞菌の制御における加工デンプンの影響に関する研究

小林　哲也

○乳化剤の静菌効果に対する各種デンプンの阻害濃度を明らかにしました。
○阻害濃度の大きいデンプンは乳化剤と複合体を形成しにくいことを明らかにしました。

背景と目的

加温販売されるコーンスープやミルクコーヒー等の低酸性飲料では、芽胞による変敗防止のため静菌剤として乳化剤が添加されています。特に、コーンスープや汁粉等の高デンプン飲料には比較的多量の添加が必要です。これはデンプンが乳化剤と複合体を形成し、乳化剤の静菌効果を阻害するためです。現在の高デンプン飲料では、天然デンプンよりも加工デンプンの使用が主流です。しかし、加工デンプンの阻害効果は明らかにされていません。

本研究では、芽胞に対する乳化剤の静菌効果について、加工デンプンの阻害効果を検証しました。

成　果

(1)乳化剤の静菌効果に対するデンプンの阻害効果

コーンスターチやポテトスターチでは、天然デンプンよりも加工デンプンの方が最小阻害濃度が3~8倍ほど高くなりました。一方、ワキシーコーンスターチでは、天然デンプンと加工デンプンで最小阻害濃度に大きな差はありませんでした（表１）。

ワキシータイプのデンプンは、乳化剤と複合体を形成しにくいため、天然デンプンでも阻害効果は小さいことが知られています。一方、天然デンプンと加工デンプンで阻害効果に差が見られたコーンスターチやポテトスターチでは複合体形成に差があることが推察されました（表１）。

表1　ショ糖パルミチン酸エステルの静菌効果に対するデンプンの最小阻害濃度

供試デンプン	最小阻害濃度（ppm）
コーンスターチ（天然）	100
ヒドロキシプロピル化リン酸架橋コーンスターチ	300
ワキシーコーンスターチ（天然）	600
リン酸架橋ワキシーコーンスターチ（低架橋）	600
リン酸架橋ワキシーコーンスターチ（高架橋）	400
アセチル化アジピン酸架橋ワキシーコーンスターチ	500
ポテトスターチ（天然）	75
ヒドロキシプロピル化リン酸架橋ポテトスターチ	600

指標菌：*Geobacillus stearothermophilus* C-953
評価方法：乳化剤（ショ糖パルミチン酸エステル、P-1670、三菱ケミカルフーズ）20ppmと所定濃度のデンプンを含む標準寒天に100個程の芽胞を塗抹し、55℃で48~72時間培養。平均1個以上のコロニーが出現した最小濃度をデンプンの最小阻害濃度とした。

(2)デンプンと乳化剤の複合体形成

天然デンプンと加工デンプンで阻害効果に差があったコーンスターチとポテトスターチは、デンプンと乳化剤の複合体形成にも差があり、いずれも加工デンプンにおいて低い複合体形成率を示しました（図１）。

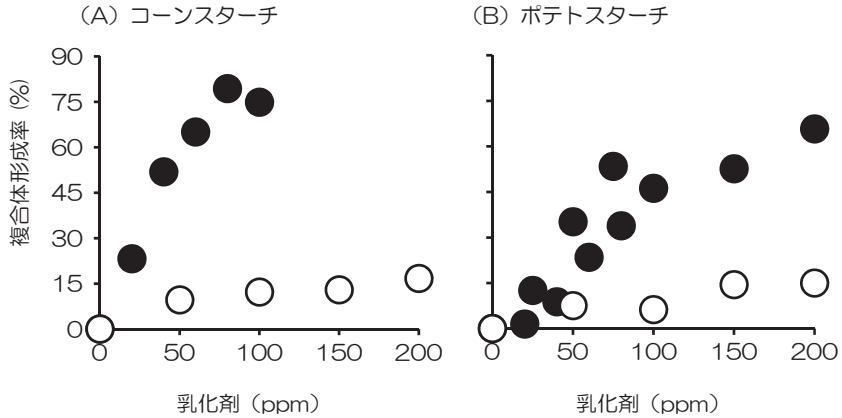


図1　乳化剤の静菌効果に対するデンプンの最小阻害濃度

複合体形成率（%）＝（A-B）/A×100
A：乳化剤非添加の吸光度
B：乳化剤添加の吸光度

天然デンプン（●）
ヒドロキシプロピル化リン酸架橋デンプン（○）

デンプンとショ糖パルミチン酸エステルを混合した溶液を121℃、15分間加熱して複合体を形成させた。遠心分離により複合体を沈殿させて上清に残存するデンプンをヨウ素比色法で測定した。
複合体形成率は上記の式から求めた。

平成27年　食品加工研究センター研究成果発表会で口頭発表

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
011－387－4127

冷蔵食品のロングライフ化に向けた低温性芽胞形成菌の性状把握

冷蔵食品のロングライフ化に向けた耐熱性菌制御技術の開発
チルド食品の保存性向上に向けた低温細菌芽胞の特性解析（他3課題）
小林　哲也

○道内で製造される冷蔵食品等から10℃以下でも発育できる芽胞形成菌を分離しました。
○芽胞形成菌の発育下限温度、発育下限pHを評価して発育傾向を明らかにしました。
○芽胞の耐熱性を評価してD値およびz値の分布を明らかにしました。

背景と目的

加熱処理済みの冷蔵食品の賞味期限延長（ロングライフ化）には、製品に生残している芽胞の制御が必要です。

芽胞の中でも10℃以下でも発育できる芽胞の制御が重要になりますが、本分野における研究蓄積は乏しく、制御条件の設計に必要な発育特性や耐熱性に関する知見が求められています。

本研究では、芽胞の制御条件の確立に向けて、道内で製造された冷蔵食品等からの10℃でも発育できる芽胞形成菌（低温性芽胞形成菌）の分離と分離菌株等の性状解析に取り組みました。

成　果

(1)低温性芽胞形成菌の分離と同定

道内で製造される冷蔵食品や農産加工食品製造環境から分離、同定したところ、セレウス菌（*B. cereus*、*B. thuringiensis*、*B. mycoides*、*B. weihenstephanensis*）や*B. pumilus*、*B. megaterium*、*B. simplex*などの*Bacillus*属や、*P. polymyxa*や*P. odorifer*、*P. taichungensis*、*P. amylolyticus*、*P. terrae*などの*Paenibacillus*属が分布することが明らかになりました。

(2)発育下限温度と発育下限pH

発育下限温度が6℃および4℃以下の菌株は、*Bacillus*属が28/75株（37.3%）、*Paenibacillus*属が42/45株（93.3%）でした。発育下限pHが4.4以下の菌株は、*Bacillus*属が70/75株（93.3%）、*Paenibacillus*属が30/45株（66.7%）でした。

耐冷性は*Paenibacillus*属の方が強い傾向が、耐酸性は*Bacillus*属の方がやや強い傾向が示唆されました。

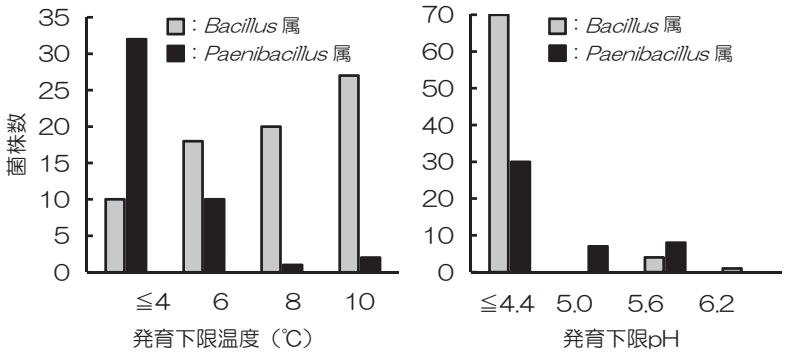


図1　10℃以下でも発育できる芽胞形成菌の発育特性

(3)芽胞の耐熱性

53株の芽胞のうち、41株の92.5℃のD値は10分以下でした。残り12株も97.5℃のD値は10分以下でした。z値は7℃以上8℃未満が34株、6℃以上7℃未満が10株、8℃以上9℃未満が6株、最大でも9.9℃でした。

これらのことから、低温性芽胞形成菌の芽胞を加熱殺菌するには、ボイル加熱では長時間を要するため、100℃以上のレトルト加熱が有効であることが示唆されました。

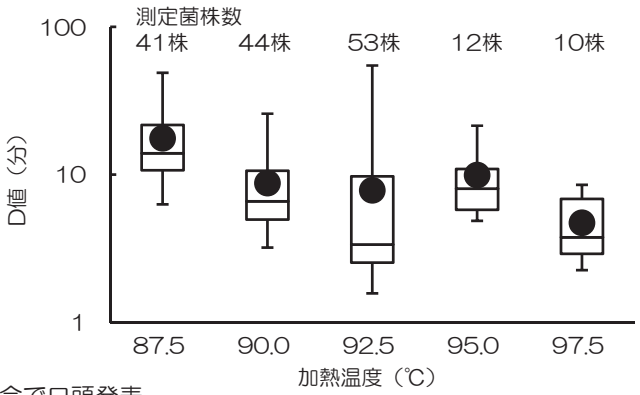


図2　各加熱温度における芽胞のD値の分布
バー下端：最小値、バー上端：最大値、カラム下端：第一四分位、カラム中段：第二四分位、カラム上端：第三四分位、（●）：平均値

平成27年　（公社）日本缶詰びん詰レトルト食品協会第64回技術大会で口頭発表
平成28年　食品加工研究センター研究成果報告会にて口頭発表
（株）サイエンスフォーラム主催セミナー芽胞菌対策研究会にて講演
平成28年　日本防菌防黴学会誌　第44巻　10号　p. 509~514
（公社）日本缶詰びん詰レトルト食品協会第65回技術大会で口頭発表
平成29年　食品加工研究センター研究成果報告会にてポスター発表
（株）サイエンスフォーラム主催セミナー低温微生物集中講座にて講演
平成30年　（株）サイエンスフォーラム主催セミナー低温微生物集中講座にて講演

研究担当部
応用技術部　応用技術グループ
011－387－4127