

平成8年度事業報告
平成9年度事業計画

事業報告・事業計画

目次

1	試験研究		
1-1	研究テーマ一覧	-----	1
1-2	経常研究		
	加工食品部	-----	5
	・農産食品科		
	・畜産食品科		
	・水産食品科		
	発酵食品部	-----	33
	・調味食品科		
	・発酵食品科		
	応用技術部	-----	55
	・食品工学科		
	・生物工学科		
	プロジェクトチーム	-----	77
1-3	共同研究	-----	79
	・産学官共同研究		
	・道立相互共同研究		
	・民間等共同研究		
1-4	特別研究	-----	97
1-5	地域産学官共同研究	-----	107
1-6	受託研究	-----	109
1-7	活性化支援事業に係る研究	-----	115
2	技術普及・指導		
2-1	食品加工相談室	-----	119
2-2	食品工業技術高度化対策指導事業	-----	120
2-3	技術アドバイザー指導事業	-----	121
2-4	移動食品加工研究センター	-----	122
2-5	技術講習会	-----	123
2-6	技術研修生の受入れ	-----	124
2-7	試験測定検査機器及び加工機器の開放	-----	125

2-8	依頼試験分析	-----	126
2-9	食品加工リサーチプラザ	-----	127
2-10	食品加工研究センター通信	-----	128
2-11	技術情報の提供	-----	129
2-12	その他	-----	130
	1	技術審査	
	2	展示会・紹介展	
	3	講習会などへの講師派遣	
	4	学会誌投稿	
	5	学会における発表	
	6	出願中工業所有権	
	7	視察実績	
3	付 録		
付-1	機構図	-----	136

1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...
4	...	...	...
5	...	...	...
6	...	...	...
7	...	...	...
8	...	...	...
9	...	...	...
10	...	...	...
11	...	...	...
12	...	...	...
13	...	...	...
14	...	...	...
15	...	...	...
16	...	...	...
17	...	...	...
18	...	...	...
19	...	...	...
20	...	...	...
21	...	...	...
22	...	...	...
23	...	...	...
24	...	...	...
25	...	...	...
26	...	...	...
27	...	...	...
28	...	...	...
29	...	...	...
30	...	...	...
31	...	...	...
32	...	...	...
33	...	...	...
34	...	...	...
35	...	...	...
36	...	...	...
37	...	...	...
38	...	...	...
39	...	...	...
40	...	...	...
41	...	...	...
42	...	...	...
43	...	...	...
44	...	...	...
45	...	...	...
46	...	...	...
47	...	...	...
48	...	...	...
49	...	...	...
50	...	...	...

試験研究

1 試馬食研究

1-1 試験研究テーマ一覧

1-2 経常研究

実施年度 P

【農産食品科】

1 道産小麦の品質特性と利用拡大に関する試験研究	完 (7~8)	5
2 調理冷凍食品の品質向上に関する試験研究	完 (7~8)	7
3 道産ニンジンの加工利用に関する研究	完 (8)	9
4 ラーメンにおける熟成機構の解明	(7~9)	11
5 ニンジンの加工適正に関する研究	新 (9)	13
6 めん類の高付加価値化に関する研究	新 (9)	14
7 馬鈴薯を利用した複合調理冷凍食品の開発	新 (9)	15

【畜産食品科】

8 低価格畜産物の高付加価値化技術の開発	完 (7~8)	17
9 羊乳利用に関する試験研究	完 (7~8)	19
10 ホエー中の有用成分の利用に関する試験研究	完 (8)	21
11 食品素材由来の抗菌性物質に関する研究	新 (9~10)	23
12 バッチ式フリーザーを用いたアイスクリームの物性改良に関する研究	新 (9)	24

【水産食品科】

13 畜肉製造技術を用いた水産複合食品の開発	完 (8)	25
14 シロサケ未利用部位からの機能性天然調味料の開発	(7~9)	27
15 水産物脂質を利用した機能性複合化食品の開発	(7~9)	29
16 水産食品の酸化的劣化の抑制技術に関する試験研究	(7~9)	31

【調味食品科】

17 調味食品素材の開発に関する試験研究	完 (4~8)	33
18 ライ小麦を原料に用いた新規味噌の開発	完 (7~8)	35
19 近赤外法を利用した食品成分の新規解析法の開発	完 (7~8)	37
20 道産味噌の色調に関する試験研究	(7~9)	39
21 道産ゆり根を用いた発酵調味液の開発	新 (9~11)	41
22 近赤外を利用した調味料の非破壊分析に関する試験研究	新 (9~10)	42

【発酵食品科】

23 乳酸菌を用いた新規発酵食品の開発 ーカルシウム強化サケ発酵ペーストの試作ー	完 (6~8)	43
24 微生物管理技術に関する試験研究 ー食品微生物検査の簡素化ー	完 (6~8)	45
25 酒類製造の省力化に関する研究	完 (6~8)	47

10	—清酒用乾燥酵母の実用化—		
26	果実酒の新しい減酸処理技術に関する研究	完 (6~8)	49
27	発酵食品用有用乳酸菌の育種と乾燥化に関する研究	新 (9~11)	51
28	清酒用乾燥酵母の実用化研究	新 (9~11)	52
29	アトピー症向け食品の開発に関する研究	新 (9~11)	53
30	食品製造工場における衛生管理技術に関する研究	新 (9~11)	54
	【食品工学科】		
31	超臨界流体を用いた抽出分離技術に関する試験研究	完 (6~8)	55
32	食品の品質計測技術に関する試験研究	完 (6~8)	57
33	エクストルーダを用いたデンプンを主成分とする食品の製造技術に関する研究	完 (7~8)	59
34	超高压処理技術を利用した食品加工技術の開発研究	(7~9)	61
35	粉体食品素材の殺菌技術の開発研究	(7~9)	63
36	通電処理技術を用いた食品加工に関する試験研究	新 (9~11)	65
37	電気浸透法の食品工業への応用	新 (9~11)	66
38	海産物ゼラチンの食品加工への利用	新 (9~10)	67
	【生物工学科】		
39	有用酵素の発現調節に関する試験研究	(7~9)	69
40	有用乳酸菌の創製と利用に関する試験研究	(7~9)	71
41	新規レクチンの微生物など有効利用に関する研究	(7~9)	73
42	食品微生物の遺伝子情報解析とそのデータベース化の研究	(7~9)	75
	【プロジェクトチーム】		
43	トウモロコシを用いた新規加工食品の開発	(8~9)	77
	1-3 共同研究		
	・産学官共同研究		
44	北方系機能性植物の食品素材化と新規加工食品の開発	(7~9)	79
45	水産未利用資源を用いた食品素材の開発	(8~10)	81
	—ホタテ軟体部から自己酵素及び市販酵素を用いたエキス生産方法の検討とその官能評価—		
	—機能性成分の評価方法の確立と探索—		
	・道立相互共同研究		
46	食品の微生物制御における遺伝子工学技術の応用に関する研究	(8~10)	85
47	抗菌殺菌作用を有する光半導体皮膜の形成に関する研究	新 (9~11)	87
	・民間等共同研究		
48	野菜の冷凍保存技術の開発	完 (8)	89

49	糖類を用いた食品の品質向上に関する試験研究	完 (8)	91
50	ワインのマロラクティック発酵における乳酸菌の動態の解析	完 (8)	93
51	乾燥乳酸菌・酵母製剤の保存性に関する研究	完 (8)	95
1-4 特別研究			
52	酵素を用いた食品加工技術による新規食品の開発 —豆乳凝固酵素遺伝子の構造解明と大量生産— —豆乳凝固物と乳製品による複合化食品の開発— —豆乳凝固酵素を用いた新規大豆蛋白質利用食品の開発—	完 (7~8)	97
53	ブナザケ特異臭の同定と除去技術開発	(6~9)	103
54	酵素処理等による食肉の品質改善技術の開発	新 (9~11)	105
55	麹菌の宿主・ベクター系による食品加工用酵素の生産技術 の確立	新 (9~10)	106
1-5 地域産学官共同研究			
56	ホタテガイ副産物の有効利用システムの開発 —飼肥料および餌料としての資源化技術に関する研究—	(8~10)	107
1-6 受託研究			
57	北海道地域特有食品の成分値の評価に関する研究	完 (6~8)	109
58	キシロース等五炭糖を多糖化する菌の検索と高効率培養法 の検討	(7~9)	111
59	地域特産食品の成分値の評価に関する研究	新 (9~10)	113
1-7 活性化支援事業に係る研究			
60	ホッケからの機能性調味素材の開発	新 (9)	115

1 研究の目的と概要

北海道産の小麦は、近年の食品に対する安全志向から注目され製パン業界でも道産小麦を利用する気運が高まっている。しかしながら、減反緩和による生産量の減少に加え輸入小麦と比較するとパンへの加工適性がやや劣るために利用が限定されている。そこで本試験では、道産小麦の安定利用と製パン業界の振興を促進することを目的として、製パン試験を行い道産小麦の詳細な原料特性について検討した。

2 試験研究の方法

試験には道産小麦としてハルユタカ、コントロールとしてパン用強力粉の2種類、いずれも市販品を用いた。試験に用いたパンは、山型食パンをストレート法と70%中種法の2通りでそれぞれ製造した。焼成後直ちに重量と体積を求め、室温にて2時間放冷した後ポリ袋に入れ25°Cの恒温器にて保存した。

保存したパンは老化の経時変化を調べるために、24、48、78時間にパン内相部の硬さ（圧縮試験）を測定し、さらにエタノール脱水乾燥と凍結乾燥をそれぞれ行った。乾燥後に粉末試料を調製し、エタノール脱水乾燥試料についてはデンプン糊化度、凍結乾燥試料については可溶性デンプン量の測定を行った。デンプンの糊化度はBAP法にて、可溶性デンプン量はメタノール抽出法にて求めた。なお、同様の試験を放冷直後のパンについても実施した。

3 実験結果

パンの性状について表1に示した。コントロールはいずれの製法でもボリュームが出るのに対して、ハルユタカは中種法であまりボリュームが出なかった。焼減率が他に比べやや低いことから、かまのびが小さかったことがわかる。

次にパンの老化をデンプンの老化度から測定するために、可溶性デンプン量の変化とデンプンの糊化度の変化を調べた。その結果を図1と図2に示した。いずれの試験結果も時間の経過とともに値が減少しており、老化の進行が確認された。可溶性デンプン量では中種法ハルユタカの変化が顕著であり、デンプン糊化度ではハルユタカがストレート法と中種法のいずれにおいても著しく減少した。特に中種法は48時間経過後も急激な減少を続けた。

図3の結果は、直接的な感覚を数値化するために圧縮率からパンの老化度を調べたものである。この試験においても中種法のハルユタカは他のものに比べると大きな値を示したが、ストレート法についてはコントロールに近い値を示した。

中種法のハルユタカがいずれの試験においても厳しい結果を示したことから、パンの製造にハルユタカを用いる場合はストレート法で行うことが望ましいと思われる。今回試験に供したハルユタカは損傷デンプンの量が多い。この損傷デンプンが大きく吸水、膨潤するためにグルテンに負担がかかり、コントロールに比べてタン

パク質含有量が少ないハルユタカは、中種発酵のように長時間の発酵の場合には生地物の物性が劣ってしまうものと考えられる。

表1 パンの性状

		重量 (g)	体積 (ml)	焼減率 (%)	比容積
ストレート法	コントロール	351.2	1778.0	9.2	5.06
	ハルユタカ	352.0	1606.0	9.8	4.56
中種法	コントロール	352.7	1794.0	8.9	5.09
	ハルユタカ	360.9	1578.0	8.2	4.37

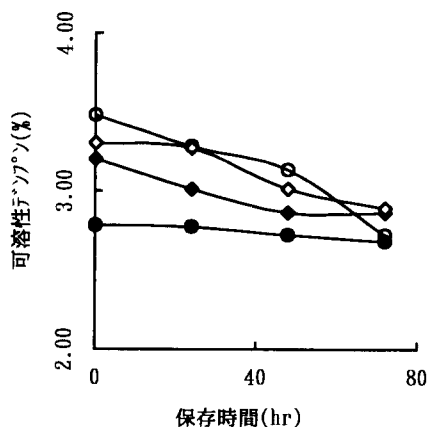


図1 可溶性デンプンの経時変化

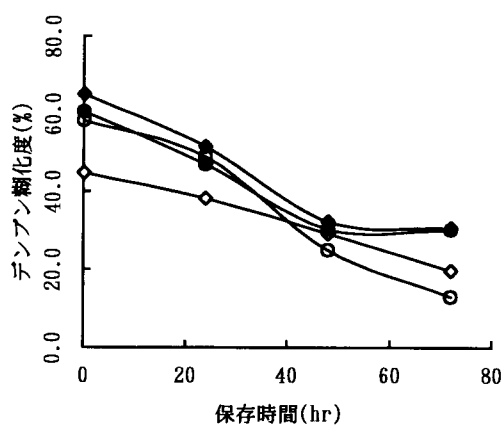


図2 デンプン糊化度の経時変化

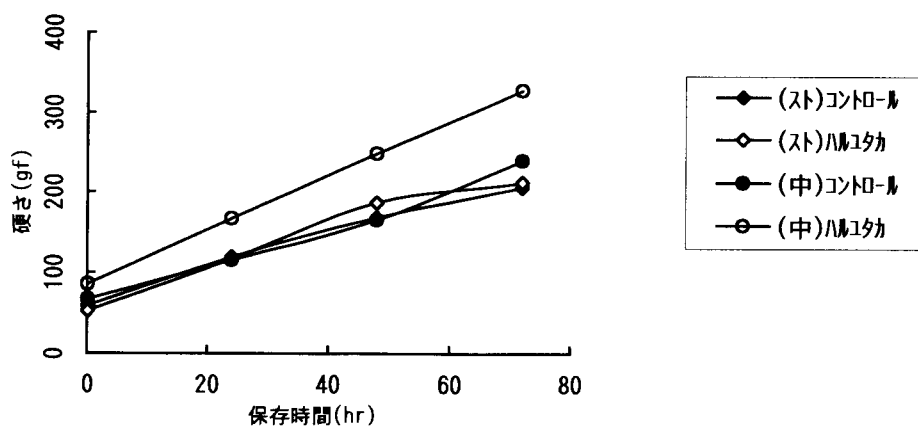


図3 保存中におけるパンの硬さの変化

4 要約

道産小麦のハルユタカを用いてストレート法と70%中種法にて製パン試験を行い、このパンについて72時間の保存試験を行った。ストレート法のパンは比容積、可溶性デンプン量、デンプン糊化度、パンの硬さのいずれにおいても中種法のパンより良好な結果を示した。

1. 研究の目的と概要

北海道における調理冷凍食品の主要品目はコロッケであり調理冷凍食品全体の8割以上を占める。コロッケに代表されるフライ冷凍食品の品質を支配する重要な要素はパン粉の品質である。パン粉は大別して原料パンの焼成方法により通電式（電極式）と焙焼式の2種類に分けられ、それぞれ異なった特徴を有する。なかでも通電式パン粉は焼き色がかず、フライ時の揚げ色の調節が可能であるなど多様なニーズに対応しやすく利用性が高いが、焙焼式に比べて食感の悪さ（硬さ）が問題である。本研究は焼成方法別のパン粉の特性を理化学的に明らかにして食感に関わる要素を検討し、食感の優れた通電式パン粉の製法開発を目的として行った。

2. 試験研究の方法

パンの製造はストレート法で行った。通電式は2次発酵後の生地を9斤（1斤450g）型詰めしてチタン板電極で生地を挟み通電した。焙焼式は、同生地を3斤型詰めし電気オーブンで200℃、50分焼成した。焼成後、室温で1時間放冷した後、13℃湿度90%の恒温恒湿器中で24時間保持し老化した。測定は焼成中のパン生地の温度と電流の変化、焼減率、比容積、焼成直後（放冷後）と老化後のパン内相の水分、硬さ（レオメーター抵抗値）および内相のクロロホルム・メタノール脱水粉末試料よりでんぷん糊化度、膨潤度、可溶性でんぷん量について行った。

3. 実験結果

通電式（定電圧150V）と焙焼式の焼成中の生地温度変化を図1に、パンの諸性質を表1に示した。通電式は焙焼式に比べ生地温度の上昇が速く、焼成に要する時間は短かった。また、水分、比容積が少なく硬かった。でんぷんの糊化度、膨潤度、可溶性でんぷん量は焙焼式が大きく、焙焼式の方がでんぷんのゲル化状態は良好と思われた。負荷電圧を変えて焼成した場合の生地温変化とパンの硬さを図2、図3に示した。負荷電圧を下げても焼成に要する時間が長引くばかりで硬さは改善されなかった。焙焼式の温度変化を参考に焼成初期の昇温を緩慢にするため、焼成中に電圧を変化させて（変電圧）焼成を試みた。この時の生地温変化を図4に示した。変圧2を除くすべてにおいて硬さの改善が認められ、変圧1の硬さが最も小さかった。変圧1における焼成後の硬さを定電圧（150V）および焙焼式と比較した結果を図5に示した。変圧1で焼成した場合、焙焼式には及ばないものの定電圧（150V）での焼成に比べ硬さはかなり改善された。また、比容積、糊化度も定電圧（150V）より増加した。変圧1での焼成は発酵開始後約20分かけて生地温を40℃まで上昇させて発酵を促進し、その後昇圧して30分焼成したもので、発酵によるガス発生で比容積が増大し、また糊化が進んだことにより硬さが減少したものと推察された。変圧2（焼成開始10分後に昇圧）で硬さの改善が見られなかったことから焼成中の発

酵は硬さに大きく影響するものと考えられた。

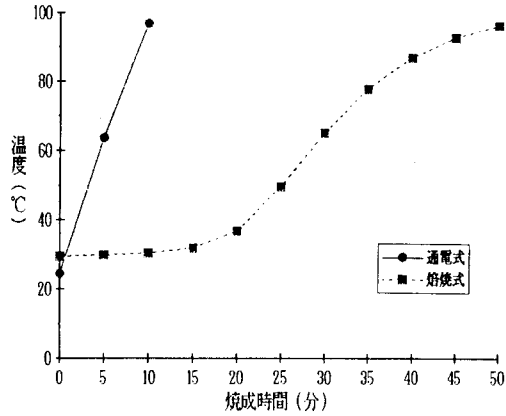


図1 焼成方法別生地温度の変化

表1 焼成方法別のパンの性質

	通電式 (150V)		焙焼式	
	焼成直後	老化後	焼成直後	老化後
水分 (%)	30.2	29.9	45.2	43.8
硬さ (g)	268	1290	166	760
比容積	3.26	3.29	3.46	4.13
糊化度	47.0	29.6	53.3	40.6
膨潤度	4.18	3.63	4.49	3.72
可溶性でんぷん	0.84	0.64	1.43	0.99

・比容積 単位重量当りの体積
 ・可溶性でんぷん ヨウ素反応によるOD660nmの吸光度

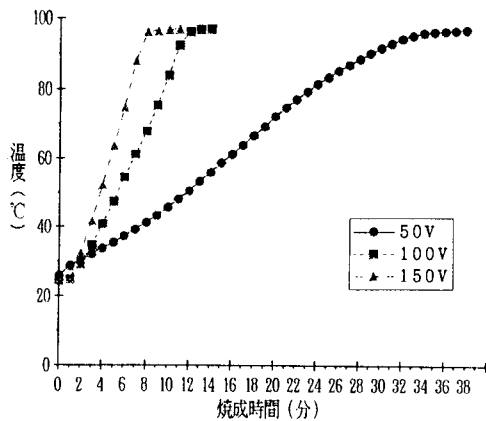


図2 通電焼成における電圧別生地温度変化

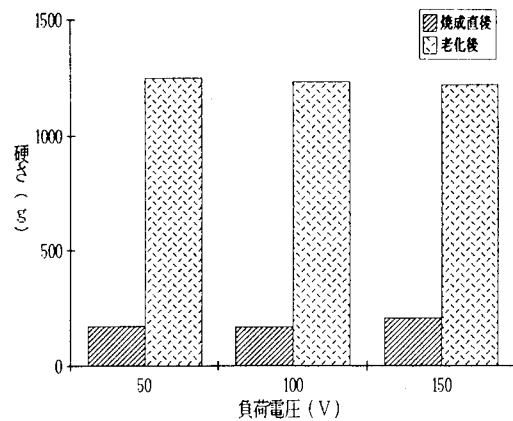


図3 通電焼成における電圧別パンの硬さ

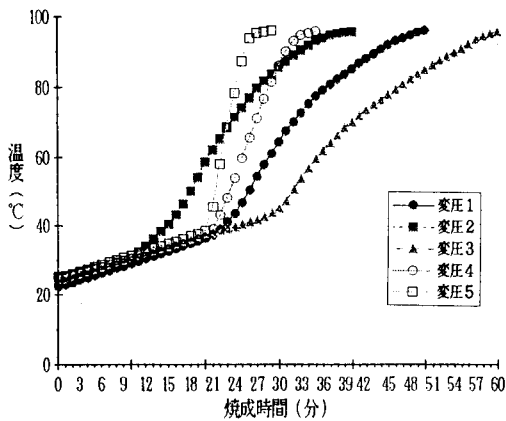


図4 通電焼成 (変電圧) 中の生地温度変化

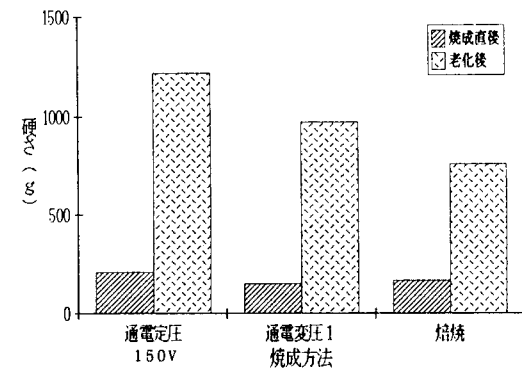


図5 焼成方法別パンの硬さ

4. 要約

通電式パン (150V) は焙焼式に比べ、水分、比容積が小さく硬かった。また、でんぷんのゲル化状態も悪かった。通電式パンの硬さは一定電圧で焼成した場合、電圧を下げて改善されなかったが、焼成中に電圧を変化させ、焼成開始後一定時間 (約20分) は昇温を緩慢にして発酵を促進し、その後昇圧して焼成することにより改善された。

1 研究の目的と概要

ニンジンカロチンの語源にもなっているとおりβカロチンを豊富に含み、その機能性についての関心の高まりから収穫量は順調に伸びている。その一方で、収穫数量に入らない「はねもの」と呼ばれる規格外のニンジンが大量に生産されている。平成5年度の農林統計によれば、収穫数量約188千t、出荷数量約175千tであり、その差を「はねもの」と考えると、道内で廃棄される「はねもの」ニンジンは約13千t生じることとなる。各指導現場の農業改良普及センターによれば「はねもの」ニンジンは生産量の20~50%といわれており、実数はさらに多いと考えられる。そこで、「はねもの」ニンジンを有効に利用するため加工利用技術の開発が必要となっている。本研究では、道産ニンジンの加工適性を解明し、試作加工を行い、規格外ニンジンの有効利用を図る。

2 試験研究の方法

試験に使用したニンジンは北海道で主に栽培されている向陽2号、千浜、加工用に開発中の品種(P S)を供試した。供試したニンジンは水洗後、剥皮し、適当な大きさに切り、沸騰水浴中でブランチングした。ブランチング後、サワーボーイで磨砕し、磨砕物をジュース製造用のろ過袋に入れ、油圧式圧搾機で搾汁してジュースを得た。製造したニンジンジュースについて、カロチン含量を調べ、加工前のニンジンのカロチン含量と比較し抽出率を調べた。カロチンの抽出は、生のニンジンは細かく切ったニンジンにピロガロール、アセトン、ヘキサンを加えてホモジナイズした後、吸引ろ過し、残渣中に色素がなくなるまでアセトン、ヘキサンの抽出し、脱水後、溶媒を減圧留去した後、ヘキサンで定容した。ジュースは色素をヘキサンに転溶し、定容した。カロチンの分析は高速液体クロマトグラフィーを使い、βカロチンとαカロチンを分別して定量した。

3 実験結果

ニンジンジュースを上記の方法で試作した。歩留まりはいずれも40%~50%であり、ニンジン自体の水分含量から考えると残渣中にかなりの水分を含んでいることになり、搾汁率の向上についても検討することも必要であると考えられる。生のニンジンとニンジンジュースのカロチン含有量を図に示す。ニンジンには100gあたり8~11mgのβカロチンが含まれていた。また、αカロチンも3~5mg含まれていた。しかし、ジュースにはβカロチンは3~4mg、αカロチンも1~2mgしか含まれていなく、ジュースへのカロチンの抽出率は30~40%とかなり低かった。カロチンは脂溶性であるため、ジュースへの抽出率が悪いと推測されるが、半分以上が残渣中に残存している。このため、カロチンのジュースへの抽出率の向上や残渣の加工利用方法について検討を重ねることが必要と考えられる。

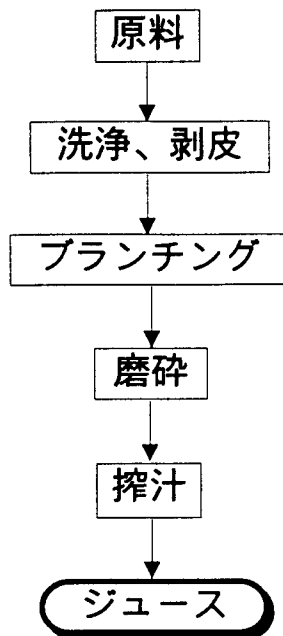


図 ニンジンジュースの製造工程

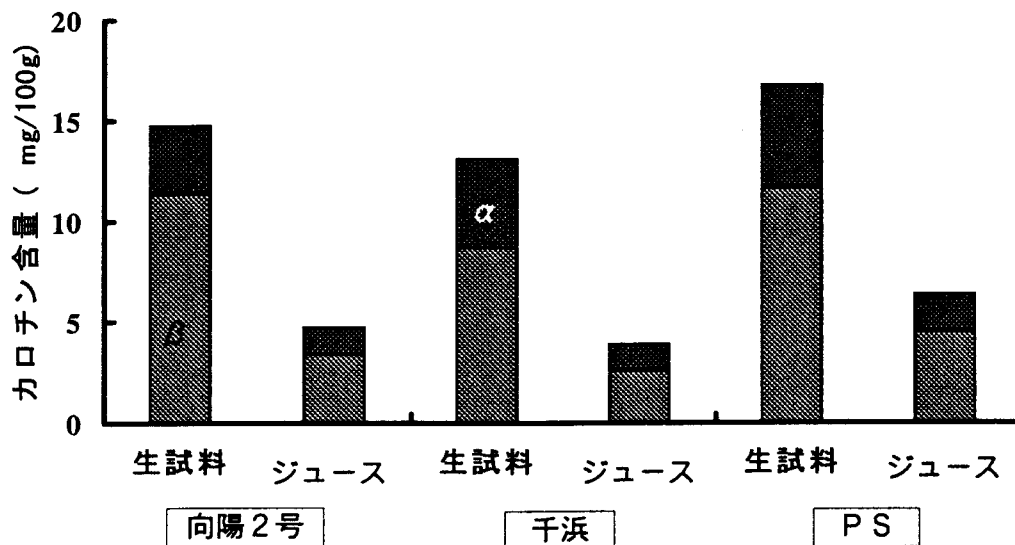


図 カロチンのジュースへの抽出率

4 要約

北海道で作られているニンジンを使い、ニンジンジュースの加工を行い、カロチンの抽出率について検討した。カロチンのジュースへの抽出率は30~40%で、半分以上は残渣に残っていた。本研究でカロチンのジュースへの抽出率の向上や原料からの搾汁率の向上、残渣の有効利用など多くの課題があげられた。

(次年度のニンジンの加工適性に関する研究で継続して取り組む)

1 研究の目的と概要

麺類には製品の品質に大きく関わる熟成と呼ばれる過程がある。この熟成には種類があり、製造工程順に生地熟成、麺帯熟成、さらに製品の熟成に分類される。生地や麺帯における熟成は主として水和や緩和といった物理的变化が主な要因である。これに対して製品の熟成は化学的变化に起因する食味、食感の改良現象として捉えられている。

北海道を代表する食品であるサッポロラーメンは製品後の熟成、すなわち麺線熟成が必須となっている。ラーメンはアルカリ性を示す化学物質であるかんすいを原料に用いることで、貯蔵中に様々な化学変化が生じるものと考えられている。

そこで、本研究はラーメンの麺線熟成過程の諸変化を科学的に捉え、そのプロセスを明確にすることによりラーメンの品質向上を図ることを目的とする。

2 試験研究の方法

試験は市販の中華麺用粉を用いて、加水量38%で試作したラーメンを用いた。麺線熟成におけるかんすいの影響を調べるために食塩のみのもの、食塩とかんすいの両方を用いたもの、かんすいのみのもののそれぞれを小麦粉に対して1%になるよう調製したものを製造した。製造後ポリ袋に入れ室温にて熟成させた。

熟成させたラーメンの経時変化を調べるために、製造直後、1、3、5、7、24、48時間後に色調と物性試験さらに臨界乾燥した試料について走査型電子顕微鏡にて構造観察を行った。色調は色彩色差計を用いて、物性試験は生麺について引っ張り試験と切断試験をレオメーターを用いて行った。

3 実験結果

図1と2に色調の変化を示す。色調はL*値(明度)とb*値(黄色味)に顕著な変化が観られた。いずれも製造後から5時間位まで急激に変化した。食塩のみのものに比べてかんすいを含むものは、L*値が低く、b*値が大きいことより、ラーメンの黄色発色はかんすいによるものということがわかる。これはかんすいのみもののb*値がもっとも大きいことから示される。また、かんすいを含むものは24時間以降ホシ(スペック)が目立った。

麺線のあしとこしの強さを調べるために物性試験を行った。引っ張り強度は麺線のシマリ具合(図3)、伸張度は伸び具合(図4)、切断強度は歯応えを表す(図5)。いずれの試験でも7時間後までは大きな変化が認められるが、その後は緩やかな変化を示した。試験の結果からは食塩とかんすいの両方を用いたものももっとも強固な構造を取ることがわかる。逆に食塩のみものは軟らかすぎるという結果を示した。特に図4において初期段階の挙動が食塩のみものとかんすいを含むもので全く異なっており、かんすいには麺線を硬化させる作用があることがわかる。

これらのことから、かんすいには食塩の収斂作用よりも強い他の作用つまり、アルカリによる成分の変成があると判断される。

走査型電子顕微鏡による構造観察では、はっきりとした変化は認められなかった。

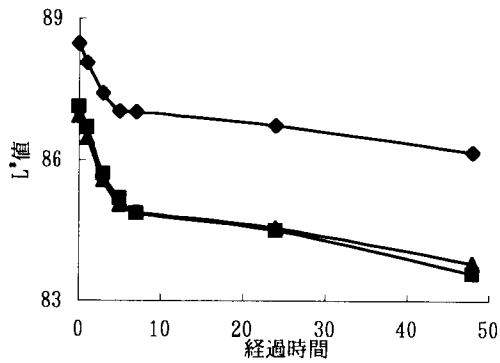


図1 L*値の経時変化

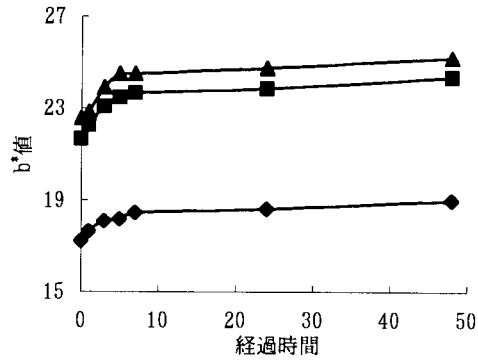


図2 b*値の経時変化

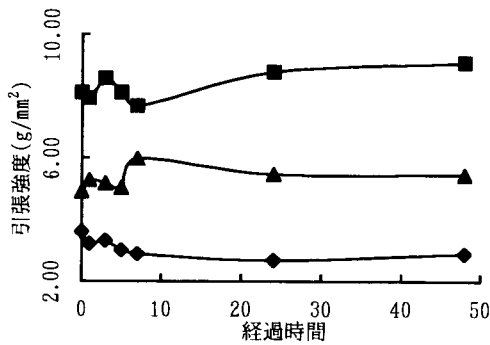


図3 引っ張り強度の経時変化

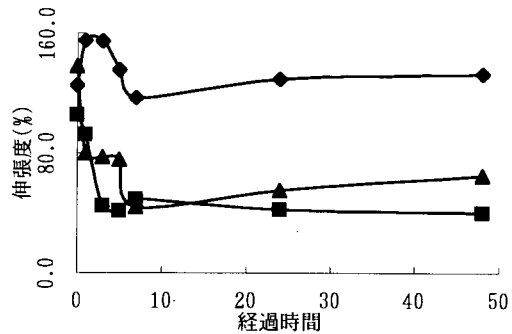


図4 伸張度の経時変化

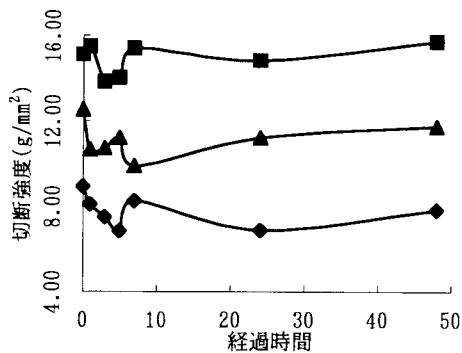
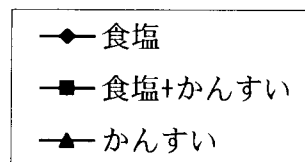


図5 切断強度の経時変化



4 平成9年度計画

かんすいによるアルカリ変性が確認されたので、アルカリ条件下における麵線中の化学反応、酵素反応などの検討を行う。また、好アルカリ性微生物による麵線熟成への影響についても検討を行う。さらに、最適熟成条件の検討も行う。

1. 研究の目的と概要

北海道には全国の約4割に相当する乳牛が飼養されている。これら乳牛は一定期間搾乳した後淘汰されるが、これから発生する乳用廃用牛肉は肉質が硬く、肉および脂肪の色調も劣り、非常に安価に取引されている。これら廃用牛肉は主に加工用原料肉として使用されているが貿易自由化の影響で輸入肉と真っ向から競合し、ますます安価に取引される傾向にある。このことから新鮮安価で豊富に存在する道内産の資源を加工して、付加価値の高い製品を製造する技術の開発が待望されている。

今年度はこの肉質を改善するため、これに醤油製造の際発生する醤油粕を作用させ、これに由来するプロテアーゼによる肉質軟化効果について検討を行った。

2. 試験研究の方法

試験用乳用廃用牛肉のサンプルは8歳齢前後、枝肉重量270～280kg程度で屠殺後6日目(測定0日目)の半腱様筋(M. semitendinosus)を使用した。プロテアーゼ効果を期待する調味料(福山醸造株式会社提供)についてはみりん粕、生味噌、醤油もろみ(2ヶ月、4ヶ月)についても検討を行ったが、醤油粕の効果が最も強く本試験ではこれを採用した。サンプル処理は同一個体牛から採取した半腱様筋より筋繊維に平行方向に2×2×5cmの角柱状に切り出したサンプルを、試験区は醤油粕を水で4倍希釈し2%食塩を追添して漬け込み、対照区は4%の食塩水に漬け込み、共に品質の経時変化を観察した。

測定評価項目は、硬さの指標として加熱後の切断応力をレオメーター(サン科学社)により、結合組織の加熱変性の指標としてコラーゲンの加熱溶解性をHILLの方法により測定した。また軟化のメカニズムを解明するため、日立走査型電子顕微鏡S-2400を使用し、細胞消化走査電顕法により食肉の硬さに大きく関与する結合組織(筋周膜、筋内膜)の微細構造の経時変化を観察した。

3. 実験結果

肉の硬さの指標としての切断応力(加熱)の変化を図1に示した。対照区は7日目に最低値を示し、その後次第に上昇した。7日目以降の応力上昇の原因は、物性が変化し柔軟性が増したため見かけ上、上昇したもので今後測定方法の検討が必要である。試験区は同様に7日目に最低値を示し、その後やや平行に推移した。漬け込み7日目の軟化の割合は、スタート時を100とした時対照区は76.3%、試験区は58.9%で醤油粕が軟化に有効と判断される。また、肉の硬さの重要な要因となる結合組織の加熱影響度を示す加熱溶解性の変化を図2に示した。試験区の結合組織の加熱溶解性は7日目までに急速に上昇し、その後やや平行に推移した。図1、図2共参考値として、一般にビーフステーキとして消費されるホルスタイン去勢肥育牛

のサーロインの数値を示したが、加熱溶解性については試験区がこれを上回る値を示した。図3に細胞消化走査電顕法による筋内膜の微細構造の変化を示した。筋内膜は蜂の巣状の六角構造を有し、廃用牛(A)は肥育牛(F)と比較して膜構造はしっかりとて堅牢そうに見える。醤油粕浸漬肉の膜構造は、1週目で張りを失いフラットな構造(B)となり、その後時間の経過と共に次第に崩壊してゆく過程が観察され、同時に観察した対照区(写真不掲載)よりも試験区の構造破壊がはるかに大きかった。また、筋周膜でも同様の膜構造の崩壊が観察され(写真不掲載)醤油粕に含有するプロテアーゼがこれら膜構造を破壊して軟化しているものと推定される。

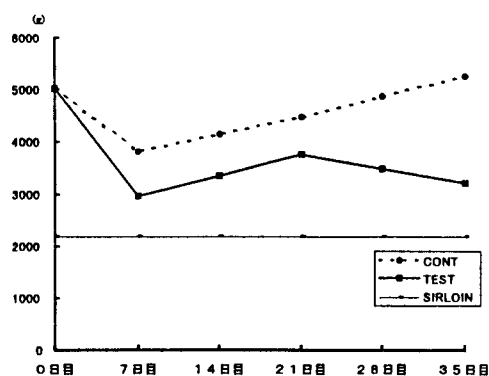


図1 切断応力(加熱肉)

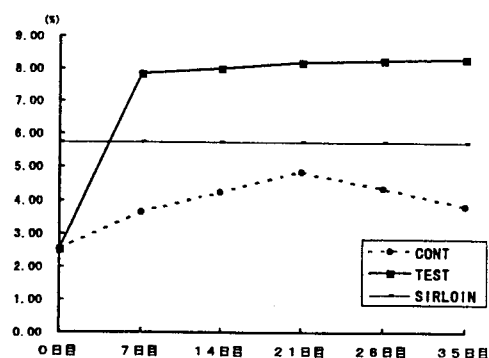


図2 結合組織の加熱溶解性

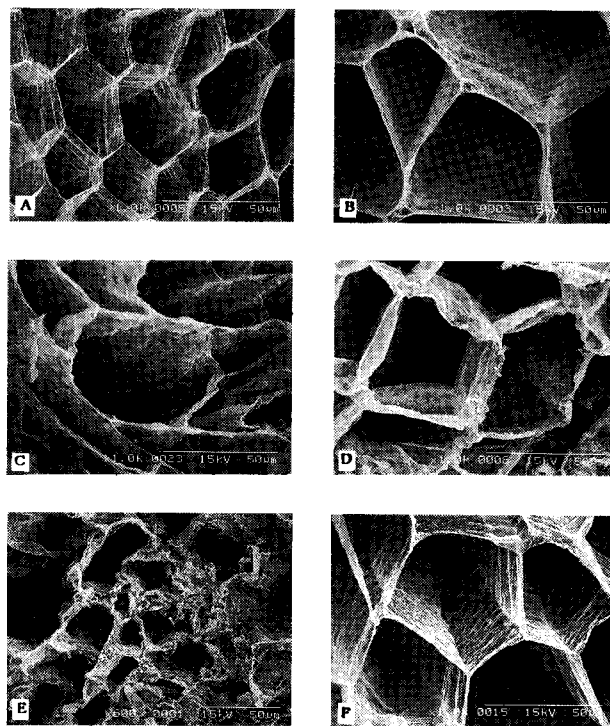


図3 乳用廃用牛半腱様筋筋内膜の醤油粕処理による構造変化
 A: 乳用廃用牛、半腱様筋の筋内膜、無処理 B: 醤油粕処理7日目
 C: 醤油粕処理21日目 D: 醤油粕処理35日目 E: 醤油粕処理49日目
 F: 乳用去勢肥育牛、腓腸長筋の筋内膜、無処理

4. 要約

乳用廃用牛肉に醤油粕を作用させて、その軟化効果について検討した。醤油粕処理により、切断応力は7日目で最低値を示し、結合組織の加熱溶解性も7日目までに急速に上昇し、対照区と有意差が認められたことから醤油粕処理は肉質の軟化に有効である。また、処理期間は物性等から判断して7日間が適正であった。処理肉の結合組織の微細構造の変化を電子顕微鏡により、経時的に観察したところ筋内膜、筋周膜共時間の経過と共に崩壊してゆく過程が観察された。このことから、醤油粕由来プロテアーゼによる膜構造の崩壊が、肉質軟化に大きく貢献していることが推察された。

加工食品部畜産食品科 川上誠 井上貞仁 渡邊治

1. 研究の目的と概要

ヨーロッパを中心とした海外では、羊乳によるナチュラルチーズ、乳飲料などの製造が盛んにおこなわれています。ところが、乳製品加工の歴史の浅い我が国では、羊乳を使用した加工食品製造は行われていませんでした。このため、乳及び乳製品の成分格等に関する厚生省令も、チーズなど一部の乳製品に羊乳の使用を予定するのみで、アイスクリームなどへの使用は予定されていませんでした。しかし、道北の美深町で乳用種の羊が導入され、乳量も安定供給されつつあり、羊乳を用いた加工品の開発が期待されています。そこで、羊乳製品を北海道の地場産品の1つとするため、アイスクリーム、ヨーグルト、チーズの試作を行いました。

2. 試験研究の方法

美深産の3種類の羊乳（ロマノフ、フライスランド、ポールドーセット）を用いて、成分分析を行いました。分析方法は牛乳の成分分析と同じ方法で行いました。

羊乳製品はロマノフ種の羊乳と羊乳からクリームセパレーターで分離した生クリーム、脱脂乳を用いて製造しました。アイスクリームはアイスミックスを調合し、ミルクホモゲナイザーで均一化後、殺菌し、アイスクリーマーにかけて製造しました。ヨーグルトは42℃で発酵させました。チーズは酸度規定法にしたがい、1Kgの半硬質系ゴーダタイプに成形し、15℃で熟成させました。

原料などの粘度はB型粘度計を用いて測定しました。アイスクリームの保型性試験は製造後-25℃で硬化させた直径5cm、高さ5cmのアイスクリームを網目5mmの金網上に置き、30℃における重量減により比較しました。チーズのタンパク質分解度は水溶性の窒素量から算出しました。チーズ中のチラミンは蛍光検出器を用いてHPLCで測定しました。

3. 実験結果

①羊乳の成分分析

3種類の羊乳（フライスランド、ロマノフ、ポールドーセット）および牛乳の成分分析結果を表1に示します。羊乳の一般成分のうち脂肪分は季節により大きく変動(4.8~9.3%)する結果が得られました。このため羊乳から乳製品を製造する場合、脂肪分の調製が不可欠と考えられます。成分を牛乳と比較しますと、タンパク質、脂肪が牛乳の約2倍であり、高タンパク質、高脂肪であることがわかります。また、カルシウムも牛乳の約2倍の200mg/100ml含まれていました。羊乳は、わずかに金属的な味がしますが、独特のうま味とコクがありました。

②羊乳製品の試作

羊乳のもつ特有の風味と高いタンパク質、脂肪分を活かしてアイスクリームの試

作を行いました。羊乳アイスは牛乳による対照品と比較しても、粘度、保形性などの物性に大きな差は認められませんでした。また、官能検査の結果も良好でした。羊乳アイスの脂肪分を段階的に減少させると、脂肪分 4% 未満で羊乳特有のうま味が消失することがわかりました。このことから、脂肪分を 4% 以上に保つことが羊乳アイス製造に有効と考えられます。

ヨーグルトについては、対照品に比べカード張力が良好なものの、組織が粗く、風味も苦味、えぐ味を示しました。しかし、アイスクリームミックスに 20% 添加しフローズンヨーグルトとすることで、風味が改善され、組織も良好となりました。

試作チーズタンパク質分解度の変化を図 1 に示します。熟成 4 ヶ月でタンパク質分解度 0.26 とよく熟成が進行していますが、両者に成分的に大きな違いは見られませんでした。羊乳チーズは独特の強い香気を示し、テクスチャーも良好でした。熟成 6 ヶ月目のチーズ中のチラミン生成量を表 2 に示す。羊乳チーズはチラミン 8.4 $\mu\text{g}/\text{g}$ と対照品に比べ少なく良好な結果でした。さらに、歩留まりも対照品の 1.8 ~ 2.3 倍と良好であり、羊乳はチーズ製造の原料として有力と考えられます。

表 1 羊乳の一般成分

	(%)				
	水分	タンパク質	脂肪	乳糖	灰分
羊乳	82.0	5.9	6.4	4.6	1.1
ロマノフ	82.8	6.1	6.2	4.6	1.1
フライラント	82.8	5.8	6.1	4.4	0.9
ホルトセツ	81.4	5.7	7.0	4.7	1.2
牛乳	88.6	2.9	3.2	4.5	0.7

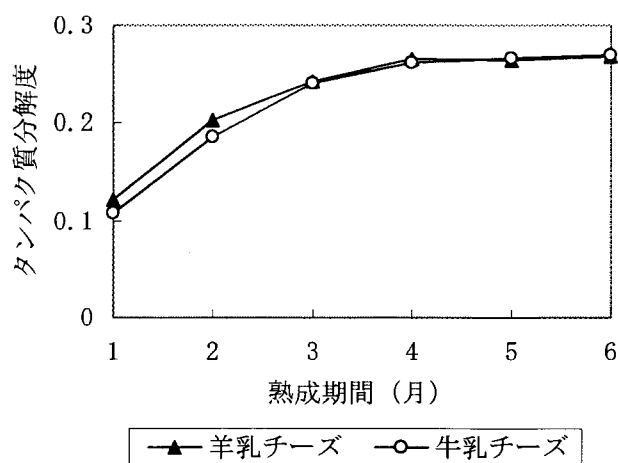


図 1 チーズのタンパク質分解度

表 2 試作チーズのチラミン ($\mu\text{g}/\text{g}$)

羊乳チーズ	8.4
牛乳チーズ	12.9

熟成 6 ヶ月

4. 要約

羊乳は栄養価が高く、ミネラルも豊富で、独特の風味をもっています。この風味を活かしたアイスクリームを製造するには、脂肪分 4% 以上にすると良い結果でした。ヨーグルトはフローズンヨーグルトにすることで良好な組織と風味が得られます。チーズは独特の香気を示し、チラミンの生成も少なく、歩留まりの良い特徴ある製品となります。

発酵食品部発酵食品科 田村吉史 吉川修司 浅野行蔵
加工食品部畜産食品科 川上 誠

1. 研究の目的と概要

チーズ製造では牛乳の約 10%がチーズとなり、90%がチーズホエーとして廃棄されている。チーズホエーはそのほとんどが水分であるが、タンパク質、乳糖、ビタミン、ミネラルなど栄養価の高い成分もかなり含んでいる。これをただ廃棄してしまうことは非常にもったいないことである。また、BOD 値が高いため、廃棄すると環境汚染が懸念される。大手乳業メーカーでは浄化处理や、大きな設備を用いて乾燥化し、他製品の副原料化を計っている。北海道内には小さなチーズメーカーがたくさんあり、いずれの施設もホエー利用や処理は行わず下水に廃棄しているのが現状である。本研究では、廃棄されているチーズホエーをアルコール発酵させ、次いで、酢酸発酵させることにより食酢の製造を検討した。

2. 試験研究の方法

使用した酵母は、*Kluyveromyces marxianus* 及び *Saccharomyces cerevisiae* の 2 菌株、酢酸菌は *Acetobacter aceti* subsp. *aceti*、*Acetobacter pasteurianus*、*Gluconobacter oxydans* subsp. *sphaericus* 及び *Gluconobacter oxydans* subsp. *suboxydans* の 4 菌株を用いた。

原料となるチーズホエーは、当センターでゴーダチーズを製造した際に排出したホエーを用いた。エバポールを用いて低温条件で約 3 倍に濃縮し、アルコール発酵に供し、ついで低温殺菌後、酢酸発酵を行った。アルコール発酵は 3L のジャーフェーマンターにより 30℃で行った。酢酸発酵は、バツフル付三角フラスコを用い、30℃、200rpmで行った。アルコールは GLC、酢酸は HPLC によって定量した。

3. 実験結果

Kluyveromyces を用いた乳糖の直接アルコール発酵の場合と、酵素処理によりグルコースとガラクトースに分解した後、*Saccharomyces* で発酵させた場合を検討した。いずれの場合も最大アルコール量に差はなく、一工程省略できる *Kluyveromyces* による発酵が有利であった。このときアルコール濃度は約 8%となる。このアルコールホエーを低温殺菌した後、酢酸発酵に供した。

酢酸発酵は、一般的な酢酸菌による発酵のほかにグルコン酸を含む食酢を検討するため、*Gluconobacter* も用いた。濃縮したホエーにアルコールを添加し酢酸菌の生育を確認したところ、一応に菌の生育は悪かった。そこで、ホエー濃度を低下させ生育可能な濃度を検討した。*Gluconobacter* はいずれの濃度でも生育せず、*Acetobacter* も 50%以下が望ましい結果となった。また、アルコール濃度は 4%程度が望ましく 8%以上では生育しなかった。ホエーにアルコールを 4%添加し、酢酸

発酵したときのエタノール量の変化を図1に示した。バッフル付フラスコで攪拌しながら培養するためアルコールの蒸発が起こり菌を添加しない区でもアルコール分は減少して行く。50%ホエーとした試験区では、2日目に急激なエタノールの減少が起きており、酢酸発酵が進んでいることが示唆された。

これらのことから、8%アルコールホエーを2倍に希釈し、酢酸発酵を行わせ、途中で4%分のアルコールを添加し発酵を継続させる方法を用い、ホエービネガーを作成した。図2にホエーアルコールからホエービネガーに変化する時のアルコール分の減少と酢酸分の増加を示した。3日目にアルコール量が増加しているのは、同じ日にアルコールを添加しているからである。図2に示されたようにアルコール分が急激に減少するとき酢酸分が増加している。アルコールの添加時期を調整していけば、最短3日で酢酸発酵を終了できたと推測される。

作成したホエービネガーは、ホエー特有の若干緑がかった黄色を呈し、ほのかに牛乳の香りを持つ、乳酸を含むまろやかな酸味の食酢である。動物性原料であることから、マリネやマヨネーズなどに向くのではないだろうか。

4. まとめ

チーズホエーはタンパク質、乳糖、ビタミン、ミネラルなど栄養価の高い成分が含まれている。これを原料とし、食酢の製造を試みた。3倍に濃縮したホエーを原料とし、アルコール発酵により約8%のアルコールホエーを得、これを2倍に希釈して酢酸発酵を行い、発酵過程で4%分のアルコールを添加し、最終酢酸濃度約5%のホエービネガーとすることが出来た。

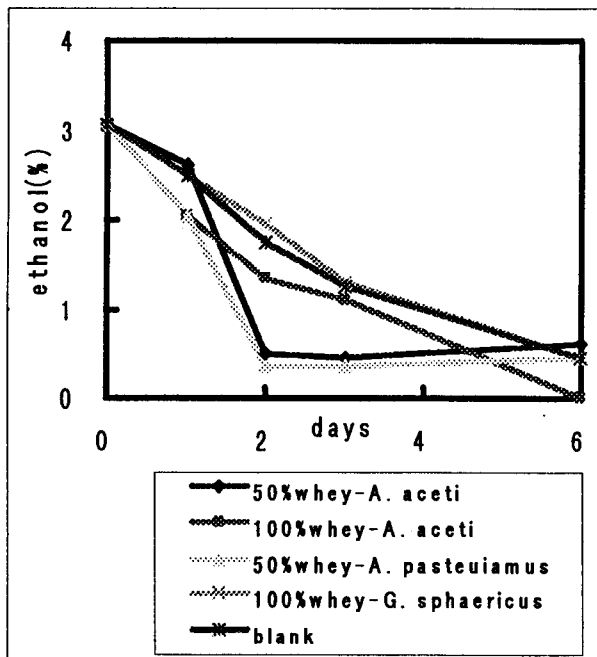


図1 各種菌によるエタノールの減少

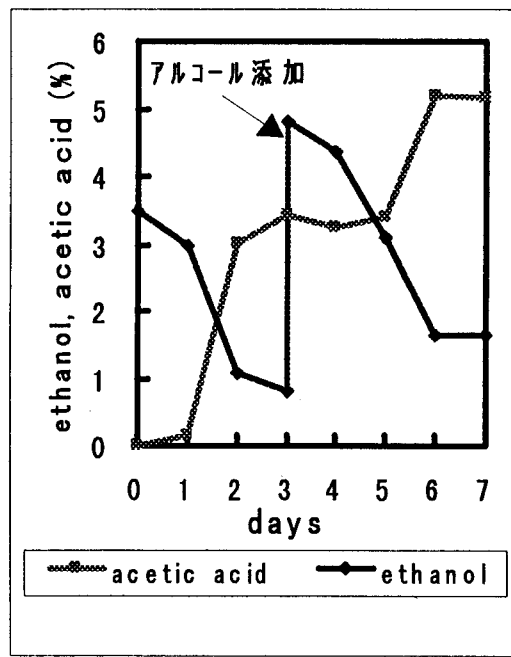


図2 酢酸発酵時のアルコールと酢酸の変化

1. 研究の目的と概要

イカおよびホタテは北海道の主要水産物であり、利用用途は多岐にわたり多くの製品が生産されている。しかし、加工過程で生じるイカ脚部およびホタテ生殖腺等の副産物は一部珍味用加工原料として処理されているのみで、大部分は有効に利用されていないため、これらの加工利用技術の開発が待望されている。

イカの表皮には色素細胞が存在し、そのまま加工すると色素が溶出して製品の色調を損なうので、剥皮が不可欠であるが一般的な剥皮方法（加熱法、酵素処理法等）で行うと肉質、加工適性を劣化させるため剥皮方法の検討が必要である。また、イカ脚部やホタテ生殖腺はスケソウタラすり身と成分組成やゲル形成能が異なり、保水性や結着性が劣るため加工方法の改善が必要である。この研究では主にイカ脚部に注目して剥皮法とその加工技術について検討する。

2. 試験研究の方法

1) 剥皮の検討

ムラサキイカの剥皮は2種類の酵素を用いて行った。すなわち半解凍状態の原料1 Kgに1 L水を加え、55℃と40℃にした後、ビオプラゼ（ナガセ工業）0.4gを添加し30分間攪拌して剥皮を行った。また、半解凍状態の原料500gに水1.5 L加え、45℃にした後、アルカラゼ0.6L（ノボルテイスカパインダストリー）2.25mlを添加し攪拌しながら行った。

2) 加工方法の検討

ムラサキイカの加工は畜肉ソーセージの加工方法に準じて行った。半解凍状態の原料を流水で洗浄し、直径5mmのミートチョッパーでミンチ上にした後、表1の配合割合で混合してサイレントカッターで練り、羊腸に充填して加熱した。

3) 試作品の一般成分分析と保蔵性試験

試作品の一般成分（水分、灰分、粗タンパク質、粗脂肪）は常法に従って行い、炭水化物は分析した一般成分の結果を基に算出した。

保蔵試験は試作品を含気包装して5℃と10℃で保存し、製品のpHおよび生菌数を5日毎に測定した。

3. 実験結果

1) ムラサキイカ脚部の剥皮

ビオプラゼを添加して55℃で攪拌したところ30分間で完全に剥皮することができたが、40℃で攪拌すると30分間では剥皮がほとんど行われず、50分後でも剥皮することができなかった。

アルカラゼでは45℃、5分間攪拌し、水洗することによって剥皮することができた。しかしながらどちらの酵素を使用した場合でも40℃以上の温度にムラサキイカ脚部をさらすことによってタンパク質の熱変性が生じ、脚部の結着性が著しく低下した。このことから半凍結状態で剥皮する方法を検討することが必要であることが明らかになった。また、剥皮処理をした脚部はイカの持つ風味が完全に消失するため、風味を消失させない方法の開発が必要であると考えられた。

2) 加工方法

半解凍状態で流水洗浄した原料を直径5mmのミートチョッパーに通し、サイレントカッターで練ることによって腕組織のほとんどがペースト状になったが、吸盤組織が細切されず異物として誤認される状態であり、吸盤組織の除去あるいは微細化の検討が必要であった。

3) 一般成分

試作品は水分71%であり、次いでタンパク質が16.5%であった。脂質含量は6%であり、豚脂の添加量を変えることによって容易に変えることができると考えられた。

表1 試作品の一般食品成分

水分	70.9%
灰分	2.6%
タンパク質	16.5%
脂質	6.0%
炭水化物(算出)	4.0%

4) 保蔵性

試作品を含気包装し、5℃と10℃で暗所に保存してpHと一般生菌数を5日毎に測定した結果を表2に示す。温度5℃で保存したものは測定した15日までpH

表2 試作品のpHと生菌数の変化

保蔵日数	5℃		10℃	
	pH	生菌数	pH	生菌数
0	6.9	1.0X10 ¹	6.9	1.0X10 ¹
5	6.7	検出せず	6.7	3.3X10 ⁴
10	6.7	1.5X10 ³	6.6	1.2X10 ⁷
15	6.8	1.0X10 ⁸	—	—

変化は認められなかったが、一般生菌数は保蔵開始後5日目までは10¹以下であったが、その後徐々に増加して10日目で10³になって不可食になり、15日目には10⁸に達した。温度10℃の保存ではpHが徐々に低下して保蔵10日間で6.9から6.6に変化した。一般生菌数は5日目に10⁴になり、10日目には10⁷に達した。

4. 要約

イカ脚部を畜肉製造方法を利用して試作品を製造し、加工工程における問題点と保蔵性について検討した。イカ脚部の剥皮と吸盤組織の除去あるいは微細化の検討が必要であったが、加工適正は十分に有しており、有効利用が期待できた。

1. 研究の目的と概要

水産物を原料とする調味料は東南アジア諸国で広く用いられ、日本国内においても“しょつつる”、“いしり”などが一部の地域で製造されてきた。最近、魚醤油をベースにしたタイやベトナムのエスニック料理が世界的なブームとなり、魚醤油の需要が増大してきている。また、魚醤油に多く含まれるペプチドには高血圧抑制効果や抗酸化作用などの健康性機能が潜在すると考えられ、新たな付加価値化が期待されている。

本研究では北海道の未利用水産資源であるシロサケ内臓組織を高度利用するために魚醤油製造を試み、その機能性を解析して新たな付加価値を有する魚醤油を製造することを目的とした。昨年度、魚醤油の熟成に関与する自己消化作用、即ち自己のタンパク質分解活性の至適条件について検討した結果、pH8、50℃でその活性が最も高まることを明らかにした。また、健康性機能に関してアンジオテンシンI変換酵素阻害活性(高血圧抑制作用)を指標として検討したところ、内臓だけの自己消化物が最も高い活性を示し、機能性ペプチドの存在が示唆された。

本年度は上記の至適条件でシロサケ内臓から魚醤油を試作し、食塩添加による自己消化活性への影響や熟成時の呈味性の変化を把握し、効率的な製造法を検討することを目的とした。

2. 試験研究の方法

浦河沿岸域で漁獲されたシロサケの内臓を氷冷下で搬入し、-80℃で凍結保存したものをを用いた。室温で解凍した内臓組織を細切し、約5g採取して、蒸留水25mlを加え、ポリトロンを用いて10,000rpm、1分間ホモジナイズし、試料を調製した。自己消化活性における食塩濃度の影響は50mMTris-HCl緩衝液(pH8)中に食塩を所定の濃度に調整した。調製した試料0.5mlに各食塩濃度の緩衝液1.5ml加え、50℃で1時間反応後、5%TCA2ml加えて反応を停止し、3,000rpmで5分間遠心分離して得られた上清に含まれる遊離アミノ酸をニンヒドリン(エキソペプチターゼ作用)で、ペプチド量(エンドペプチターゼ作用)はローリー法で測定することにより求めた。熟成試験についてはpH8、50℃で食塩を加えずに7時間自己消化した後、15%濃度になるように食塩を添加して1ヶ月間熟成試験を行い、経時的に遊離アミノ酸を測定した。遊離アミノ酸はPTC誘導体化アミノ酸法により分析した。

3. 実験結果

伝統的な魚醤油の製法では飽和に近い食塩を添加し、長期間の熟成を行う。高濃度の食塩の存在により自己消化活性が抑制され、熟成進行が緩慢になるものと考えられる。そこでシロサケ内臓組織の自己消化作用における食塩濃度の影響について検討を行った。その結果、エキソ、エンドペプチター

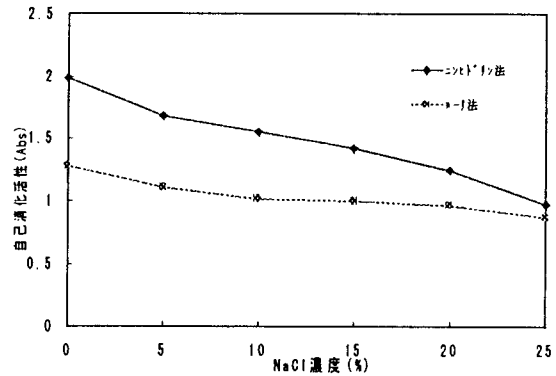


図1. 自己消化活性に及ぼすNaClの影響 (pH8, 50°C)

ゼとともに食塩濃度が高まるほどその活性は低下した。特に遊離アミノ酸量を高めるエキソペプチターゼ作用は25%の食塩を添加した場合、無添加時と比較してその活性は約50%低下した (図1)。この結果から熟成試験は腐敗を防止し、熟成をなるべく進行させるために食塩濃度を15%に設定して行った。熟成試験は食塩を加えずに至適条件下で7時間予備分解し

表1. 魚醤油熟成過程における遊離アミノ酸組成の変化 (mg/100g)

	熟成期間				
	0	7時間*	7日間	15日間	30日間
アスパラギン酸	8.1	48.5	314.5	299.3	301.4
グルタミン酸	2.9	76.3	565.3	547.4	595.8
セリン	12.4	70.6	332.2	122.6	368.5
グリシン	51.1	83.3	661.0	489.1	785.4
ヒスチジン	13.7	136.1	136.7	545.3	132.0
アルギニン	164.4	54.2	346.9	353.2	366.9
トレオニン	16.4	63.6	324.7	323.2	344.9
アラニン	14.4	73.5	233.1	234.8	255.9
プロリン	1.4	50.9	305.7	310.5	322.2
チロシン	19.9	218.8	234.9	222.6	258.8
バリン	16.6	54.7	438.4	443.4	453.0
メチオニン	12.1	147.7	200.2	199.2	190.2
システイン	0.7	12.8	23.3	18.9	15.3
イソロイシン	8.3	95.0	286.8	292.7	297.6
ロイシン	17.3	181.5	545.1	543.2	553.2
フェニルアラニン	13.9	103.0	263.7	259.6	264.1
リジン	12.0	105.1	544.3	547.8	580.7
合計	385.6	1,575.6	5,757.8	5,753.0	6,086.1

* pH8、50°Cで食塩を加えずに分解した時間
15%の食塩を添加した後、50°Cで熟成した。

た後、15%濃度になるように食塩を加えて30日間熟成を行った。表1に熟成期間におけるアミノ酸組成の変化を示した。シロサケ内臓試料の遊離アミノ酸含量は385.6mg/100gであったが予備分解7時間で1,575.6mg/100gと約4倍に増加した。食塩添加7日後では5,757.8mg/100gに達し、熟成前の試料の約15倍に増加した。その後30日間の熟成ではわずかに増加したものの大きな変化は認められなかった。以上の結果から、本方法により約1週間で濃厚な魚醤油が製造可能と考えられた。また、アミノ酸組成も熟成期間を通してうま味成分であるグルタミン酸、グリシンが多く、官能的にも良好な呈味性を示した。

4. 平成9年度計画

本年度は魚臭さや味の硬さ等を醤油酵母や有機酸添加によるブレンドで改善を図る。また、機能性についてはACE阻害ペプチドの分画や活性について検討を加える。

加工食品部水産食品科 佐々木茂文

1. 研究の目的と概要

水産物脂質には抗血栓作用や抗アレルギー作用など様々な生理機能を持つイコサペンタエン酸(EPA)やドコサヘキサエン酸(DHA)が含まれ、その機能を付与した食品の開発が盛んに行われている。水産物脂質を原料特性の大きく異なる農畜産物に複合化することによってEPAやDHAの持つ生理機能を付与できるとともに食感などの新たな物理的特性を得られることが期待される。

昨年度はイワシ油、イカ肝臓脂質、植物油、豚脂を添加した豚肉ソーセージを作製し、37℃、暗所で保存して経時的にヘッドスペースの酸素吸収量と過氧化物価(POV)の変化を測定し、酸素吸収では食用油ではほとんど起こらないが、豚脂、イワシ油、イカ油を添加したものでは試験開始直後から始まり、特にイワシ油とイカ油では急速に酸素吸収が起こること、POVは豚脂および食用油はほとんど増加しないが、イワシ油とイカ油では試験開始から増加し、豚脂や植物油と比較して著しく酸化の進行が速いことを明らかにした。本年度は農産物タンパク質(豆乳)が乳化状態で著しく酸化的安定性あり、魚臭などのマスキング効果が期待できることから大豆タンパク質に注目し、乳化活性および乳化安定性、乳化状態での水産物脂質の酸化的安定性について畜産物タンパク質(鶏卵)と比較しながら検討した。

2. 試験研究の方法

大豆タンパク質は大豆500gを水3 lの水に1晩浸漬し、水切り後で摩砕して沸騰してから5分間加熱してガーゼで圧搾して豆乳を得た。また、市販の鶏卵から卵黄と卵白をそれぞれ分離した。豆乳、卵黄、卵白のタンパク質濃度はBCA(bicinchoninic acid)タンパク質濃度測定キット(PIERCE)を用いて行った。

各種タンパク質に所定の油を添加してホモジナイザーで1,000rpm、2分間攪拌して乳化物を調製した。乳化活性は乳化物10gを目盛り付きの10ml容ガラス遠沈管に入れ、2,000rpm、5分間遠心分離を行った後、油層の割合を測定して求めた。また、乳化安定性は乳化物10gを10ml容ガラス遠沈管に入れ、80℃で30分間加熱後、2,000rpmで5分間遠心分離を行い、油層の割合を測定して求めた。

3. 実験結果

豆乳、卵黄、卵白のタンパク質濃度はそれぞれ50mg/ml、170mg/ml、166mg/mlであり、豆乳のタンパク質量は卵黄、卵白と比較して3分の1以下であった。

それぞれのタンパク質の乳化活性と乳化安定性を調べた結果を図1、図2に示す。豆乳の乳化活性はタンパク質量17.5mg/mlまでは100%を示したが、それ以下になると

著しく活性が低下して
 13mg/mlでは18%まで低下
 した。乳化安定性では乳
 化活性と同様な傾向を示
 しタンパク質量18mg/ml
 までは100%を示したが、
 それ以下になると著しく
 低下して18%まで低下し
 た。豆乳の調製工程の中
 で加熱工程があり、乳化
 物調製前にタンパク質の
 熱変性が起こるために乳
 化物調製後の加熱処理

ではタンパク質の熱変
 性による乳化状態の変
 化が起こらないために
 乳化活性と同様な結果
 になったことが推測さ
 れた。卵黄の乳化活性
 および乳化安定性はタ
 ンパク質量85mg/mlま
 では100%を示したが、
 それ以下になると著しく

低下し、51mg/mlでは31%、27%になった。卵白の乳化活性はタンパク質量83mg、66mg/mlでは87%、89%であったが、50mg/mlでは6.8%まで低下した。乳化安定性は66mg/mlまでは100%を示したが、50mg/mlでは17%まで低下した。これらの結果から豆乳は卵黄や卵白と比較して単位タンパク質あたりの乳化活性及び乳化安定性が著しく高く、水産物脂質と複合化した乳化物を作製するのに特に適していることが明らかになった。

4. 平成9年度計画

豆乳は卵黄や卵白と比較して単位タンパク質あたりの乳化活性及び乳化安定性が著しく高いことが明らかになったので、本年度は大豆タンパク質の持つ乳化特性を活用した食品の試作を行い、試作品の酸化的安定性、品質評価を行う。

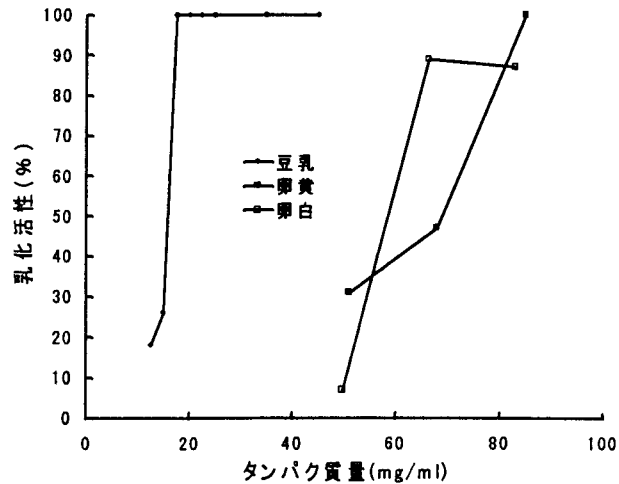


図1 農畜産物タンパク質の乳化活性

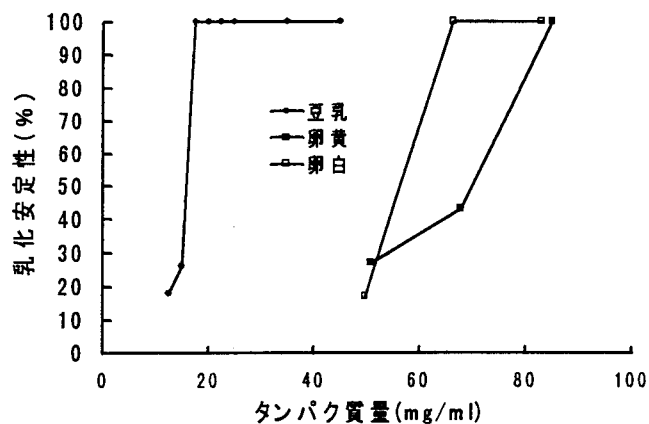


図2 農畜産タンパク質の乳化安定性

加工食品部水産食品科・マサチューセッツ大学*

佐々木茂文、太田智樹、Eric A. Decker*

1. 研究の目的と概要

食品中の油の酸化は品質低下の大きな原因の一つであり、特にEPAやDHAに代表されるような水産物の油は酸化の進行が著しく速く、効果的な酸化防止技術の確立が切望されている。昨年、シロサケ精巢から抽出した水溶性成分に強い抗酸化活性が存在することを明らかにした。この水溶性成分には分析したスペルミンやブトレンシンなど以外に強い抗酸化成分が含まれることが推測された。そこでシロサケ精巢の水溶性成分に含まれる強い抗酸化成分の同定および特性の解明を行った。また、水産乾製品と魚卵製品に添加したときの酸化抑制効果について検討した。

2. 試験研究の方法

昨年と同様な方法で水溶性成分を調製し、限外濾過を行って低分子量画分(LMW)を得た。フェニルチオイソシアナート(PTC)誘導体を調製して液体クロマトグラフィーに供してアミノ酸組成を求めた。アミノ酸組成の結果に基づいて主要なアミノ酸の抗酸化活性を標品を用いて測定した。

シロサケ精巢のLMWを加熱処理および保蔵による抗酸化活性の変化について検討した。また、身欠きニシンでの効果を調べるためにニシンのミンチ肉にLMWを10%添加乾燥し、10°Cで保存してチオバルビツール酸(TBA)法で酸化度合いを測定した。

3. 実験結果

LMWのアミノ酸組成分析の結果を表1に示す。アミノ酸量は100mlに全アミノ酸で376mg、遊離アミノ酸で245mg含まれていた。主要なアミノ酸はアルギニンが最も多く、次いでグリシン、グルタミン酸及びチロシンであった。

主要なアミノ酸であるグルタミン酸、グリシン、ヒスチジン、トレオニン、チロシン、バリンの抗酸化活性を測定した結果を図1に示す。鉄-アスコルビン酸で酸化を促進した系ではヒスチジン、グリシンの抗酸化活性が高く、2,2'-アゾビス(2-アミノプロパン)ジヒドロクロライド(AAPH)で酸化を促進した系ではチロシンの抗酸化活性が高かった。これらの結果からLMWの抗酸化活性は金属キレート作用を持つヒスチジン、グリシンの作用とラジカル消去能を持つチロシンの作用が大きいことが明らかになった。

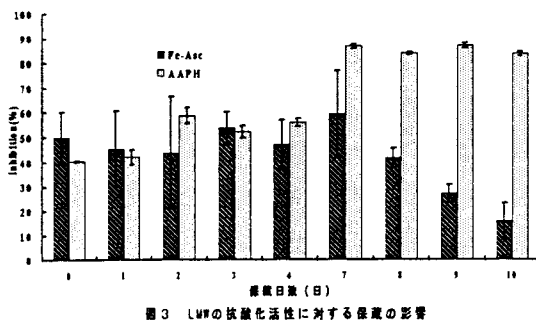
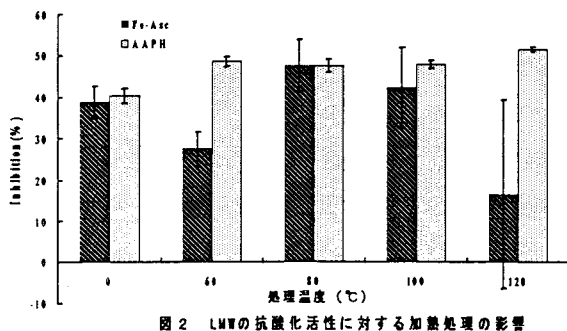
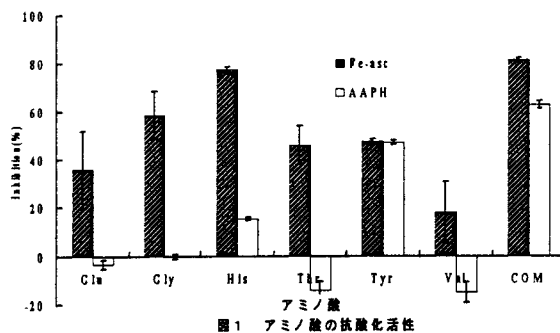
LMWの加熱処理および保蔵による抗酸化活性の変化について検討した結果を図2, 3に示す。それぞれの温度で15分間処理すると金属キレート作用は60°Cで処理する

と活性がわずかに高くなるが、他の温度では大きな変化が見られなかった。ラジカル消去能は加熱処理をすることによって活性が約20%上昇した。また、5℃で保存すると試験開始後4日目までは大きな変化が認められなかったが、7日目以降に金属キレート作用は段階的に低下したが、ラジカル消去能は試験開始直後より約30%上昇した。このことから食品加工で重要な加熱工程においてもLMWの持つ活性はほとんど変化せず、5℃で保存で7日間は大きな変化がなく、ラジカル消去能は7日目以後に活性が増加することから食品への応用は可能であると考えられた。

表1 LMWのアミノ酸組成(mg/100ml)

	全	遊離
アスパラギン酸	2.6	1.0
グルタミン酸	25.3	6.7
セリン	8.6	3.8
グリシン	85.9	43.8
ヒスチジン	17.9	13.7
アルギニン酸	177.7	126.6
トレオニン	13.6	11.5
アラニン	7.2	5.9
プロリン	3.3	3.8
チロシン	18.6	12.9
バリン	3.3	4.6
メチオニン	1.8	2.4
シトシン	1.0	0.5
イソロイシン	2.1	2.2
ロイシン	2.8	2.7
フェニルアラニン	1.1	1.3
リジン	3.3	1.3
全体	376.1	244.7

ニシンのミンチ肉にLMWを10%添加乾燥し、10℃で保存してTBA法で酸化度合いを測定したところ無添加のものと比較してほとんど変化なく、LMWの抗酸化効果は認められなかった。身欠きニシンの場合、水分含量低いため水溶性の抗酸化成分が金属キレート作用やラジカル消去能が作用できないものと推測された。



4. 平成9年度計画

シロサケ精巢に含まれる水溶性成分の抗酸化活性をもつ成分の同定と特性の解明を引き続き行う。また、抗酸化活性に対する食塩の影響について検討する。さらに魚卵製品に添加してLMWの抗酸化活性の効果を解明する。

—ヤーコン塊根汁液を用いた食酢の試作—

発酵食品部調味食品科 本堂正明 宇野豊子 奥村幸広 山木携

1. 研究の目的と概要

根菜ヤーコンは、整腸作用を有するフラクトオリゴ糖(以後、FOSと略記)を多量に含有している。そのため、健康保持や疾病予防に効果のある新規の健康野菜として注目されている。しかし、塊根の貯蔵性が非常に悪く、長期の保存がきかないため、生食用としての流通期間には限界がある。また貯蔵中に、FOSが分解されて減少するなどの欠点を有している。そこで、品質劣化を防ぎ、消費を拡大するためには、加工用として効果的に塊根の利用をはかることが急務である。しかし、飲料・エキス・シロップ・ドリンク剤・調味液など、汁液を使用する場合には、濁り・青臭み・着色や加熱臭など、問題が多い。これまで、活性炭処理や微生物処理などにより、脱色・清澄化・脱臭・酸味付与あるいは香味醸成などを行い、好結果が得られたことを報告した。今年度は、その一環として、酢酸による機能性や保存性が期待できるヤーコンビネガーの開発を目的に試験を行った。酢酸発酵に及ぼすアルコール発酵処理(補糖と培養日数)・初発 pH・初発エタノール濃度・菌株・種菌添加量とエタノール添加などの影響を検討した。

2. 試験研究の方法

- 1)原料及び汁液の調製;置戸町産ヤーコン塊根を用いた。塊根を剥皮、破碎、搾汁して汁液を得、これを加熱処理し、水冷後、使用するまで凍結保存した。
- 2)補糖;補糖には無水グルコースを用いた。汁液 1L に対して 70g 添加した。
- 3)アルコール発酵試験;ワイン用酵母の協会酵母 1号(OC-2)を用いた。1日間及び10日間培養用の未補糖汁液(1L)(B;できるだけFOSを残すため、培養日数を1日間にしたもの、E;汁液中の糖質を完全にエタノールに変換させて、生成エタノールのみで酢酸発酵させるもの)及び1日間及び2日間培養用の補糖汁液(70g+1L)(C;FOSを完全に残すために補糖し、培養日数を1日間にしたもの、D;できるだけFOSを残し、単糖、2糖をすべて消費させるために、2日間にしたもの)の4種類の試料を供試した。これらを80℃・15分加熱殺菌冷却後、殺菌済キッチンポット(3L容)に入れ、汁液 1ml に対して、 1×10^7 個の OC-2 を添加し、25℃で静置培養した。培養後、遠心分離して上澄液を得、次の試験に供した。供試汁液の pH・エタノール含量・各糖質含量を表 1 に示した。
- 4)供試汁液の pH 調整・エタノール濃度調整・加熱殺菌処理;未処理汁液(A)と前述の処理汁液(B~E)の5種類を用いた。培養液の初発エタノール濃度が 5.5%になるようにエタノール溶液を秤取し、各汁液 400ml 中に添加した。次に、1N-HCl 又は 1N-NaOH 溶液で、pH を 5.0 に調整し、蒸留水で 450ml に定容した。これらを、1L 容バツフル付三角フラスコに入れ、湯浴中還流冷却下で、65℃・15分加熱殺菌後、冷却し、次の試験に供した。ただし、初発 pH が 3.0 と 7.5、初発エタノール濃度が 3.4%と 10.0%の場合、B の汁液を用いた。また、初発エタノール濃度 3.4%の試料と E の汁液はエタノール無添加試料とした。
- 5)酢酸発酵試験; *Acetobacter pasteurianus* IFO14814(以後、*A.pasteurianus* と略記)と *A. aceti subs p. aceti* IFO14818T(*A. aceti* と略記)の2種類の酢酸菌を用いた。これらを前培養し、種菌として 50ml ずつ、前述の各処理汁液中に添加した。培養温度、30℃で静置培養した。ただし、種

菌添加量が 25ml と 75ml の場合、B の汁液を用いた。

6) 分析; 各培養液の重量を経時的に測定した。各培養液より、約 8ml、経時的にサンプリングし、pH, brix%, エタノール, 有機酸, 各糖質及び酢酸含量を測定した。

7) 官能審査; 32 日間培養後の各処理汁液の上澄液を用いた。

3. 実験結果

1) 初発 pH・初発エタノール濃度・種菌添加量; 初発 pH が 5.0 では、酢酸が生成されたが、3.0 と 7.5 では生成されなかった。初発エタノール濃度が 10% の場合にも、生成されなかった。一方、3.4% と 5.5% では酢酸が生成されたが、前者の方が、早く生成された。また、種菌添加量 (25, 50, 75ml) では、添加量の多い方が、酢酸生成量が多かったが、50ml と 75ml では顕著な差ではなかった (図 1)。以後、pH5.0, 5.5%, 50ml に設定して酢酸発酵させた。

2) 菌株; *A. pasteurianus* を使用した場合には、酢酸が生成されたが、*A. aceti* による培養では、酢酸が生成されなかった。

3) OC-2 処理 (補糖・培養日数); D の汁液では、酢酸がほとんど生成されなかった。他の処理汁液では酢酸が生成されたが、その中で、B と E を用いた汁液が、比較的早く酢酸を生成し、発酵が順調に行われたものと考えられた (図 2)。一方、これら酢酸発酵の違いを検討することは今後の検討課題である。

4) 官能審査結果; B 及び E より得られた発酵汁液は、異味異臭がほとんどなく、比較的、品質が良好と考えられた。

4. 要約

ヤーコン塊根汁液の酢酸発酵に及ぼす汁液のアルコール発酵処理 (補糖・培養日数)・初発 pH・初発エタノール濃度・種菌添加量とエタノール添加などの影響を検討した。その結果、未補糖の OC-2 処理 (1 日間及び 10 日間培養) 汁液を用いた場合、*A. pasteurianus* 培養で、比較的酢酸発酵が順調に行われ、良好な品質の食酢が得られた。

表 1 各処理汁液の pH, エタノール及び各糖質含量

供試汁液	(g/各処理汁液 100ml)					
	A	A'	B	C	D	E
pH	6.1	6.0	4.9	4.7	4.6	4.8
エタノール	0.0	0.0	3.92	3.71	6.32	6.12
Fru	3.2	3.2	0.4	2.0	0.1	0.0
Glu	1.9	8.1	0.2	1.5	0.0	0.0
Suc	0.8	1.0	0.0	0.3	0.1	0.0
全 FOS	7.2	7.0	3.9	7.2	5.5	0.4
全糖質含量	13.1	19.3	4.5	11.0	5.7	0.4
糖質消費量	—	—	8.6	8.3	13.6	12.7
糖質 (g)/1% エタノール	—	—	2.2	2.2	2.2	2.1

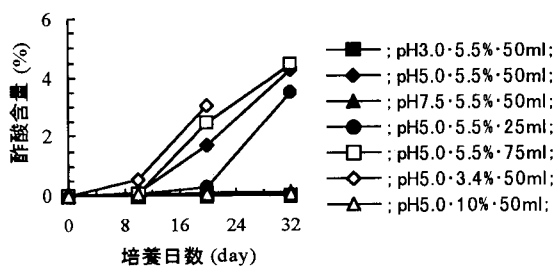


図 1 OC-2 処理 (1d) 汁液を用いた *A. pasteurianus* 培養
— 初発 pH・初発エタノール濃度・種菌添加量
と酢酸含量の経時変化 —

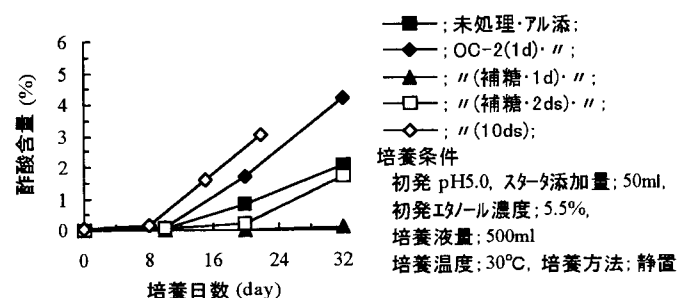


図 2 各処理汁液を用いた *A. pasteurianus* 培養
— 酢酸含量の経時変化 —

1 研究の目的と概要

平成7年度に引き続き、ライ小麦を麴原料とした味噌の開発について試験した。

ライ小麦は多収性で、刈りな栽培に適し、たんぱく質含量が高いなどの特徴を持っている。昨年度は製麴条件を検討し、小仕込み試験を行った。

その結果、麦味噌用種麴によるライ小麦麴はプロテアーゼ活性が高く、製造した味噌は香りも良く、旨味も強かったが、色調が暗く、糖の分解率が比較的低かった。

今年度は淡色系で、アミラーゼ、プロテアーゼ活性とも中程度の種麴を使用し、ライ小麦単独、米+ライ小麦(1+1)混合物及び米の3種類について製麴した。これらの麴を使用して小仕込み試験を行い、それぞれの味噌の特徴を検討した。

2 試験方法

ライ小麦は北農試から提供された「フレスト」種を80%前後に精麦して使用した。

ライ小麦、米は洗浄、一晚浸漬、水切り後、 $0.3\text{kg}/\text{cm}^2$ で30min蒸し、放冷後、種麴を散布、麴蓋に盛って、 30°C 、RH97%の恒温恒湿装置内で製麴した。

(米+ライ小麦)麴は米とライ小麦を混合して蒸し、ライ小麦と同じくヒグチモヤシの麦味噌用九州純白種麴を、米にはヒグチモヤシの米味噌用W-20種麴を使用した。

大豆は中国産中粒の皮付きを、洗浄、一晚浸漬、水切りして、真空加圧蒸練機で $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 、 110°C 、30min煮熟し、放冷後、チョッパーで荒砕きした後、3分して、それぞれの麴と食塩、種水、酵母培養液($1 \times 10^5/\text{g}$ 添加)を混合した。麴歩合12、水分48%、食塩濃度12~13%を目標に(米+ライ小麦)、ライ小麦味噌については各18kg、米味噌は9kgの仕込みを行った。 30°C で1週間、 25°C で50日、さらに 30°C で30日間熟成後、冷蔵保存した。仕込み後20日に一度、切り返しを行った。

pH、酸度、窒素濃度、糖濃度の変化より、熟成度を判定した。熟成した味噌の栄養成分は基準味噌分析法、食物繊維はプロスキー変法、エタノールはF-キットによる酵素法により測定した。また、ライ小麦、熟成味噌についてSDSゲル電気泳動、アミノ酸組成分析を行った。SDSゲル電気泳動はライ小麦は全粒粉碎物を、味噌は凍結乾燥試料をSDS、メカプトエタノールで処理して泳動した。全アミノ酸は気相式塩酸加水分解後、遊離アミノ酸は水抽出後、PTC化してHPLC分析した。

3 実験結果

表1 麴の酵素活性 (u/g)

	ゲルアミラーゼ	α -アミラーゼ	pH3プロテアーゼ	pH6プロテアーゼ
米麴	319	490	2512	2136
米+ライ小麦麴	331	720	2988	4130
ライ小麦麴	304	600	2159	2571

麴の酵素活性は表1の通りで米+ライ小麦麴が最も高い活性を示した。

表2 味噌の栄養成分

(pH、酸度、色度以外はg/100g)

味噌の種類	水分	pH	酸度 I	酸度 II	食塩	T-N	S-N	F-N	T-S	S-S	TDF	色度
米	49.4	4.93	10.6	10.1	11.6	1.64	0.99	0.36	16.2	13.9	-	Y% 18.9, x 0.43, y 0.40
米+ライ小麦	49.7	4.88	9.8	11.2	13.3	1.64	1.03	0.47	14.0	10.2	7.4	Y% 23.1, x 0.42, y 0.39
ライ小麦	48.9	4.90	9.6	11.1	13.6	1.66	1.20	0.52	14.5	12.0	7.4	Y% 22.7, x 0.42, y 0.42

※ T-N:全窒素,S-N:可溶性窒素,F-N:非可溶性窒素,T-S:全糖,S-S:可溶性糖,TDF:総食物繊維

熟成後の味噌の成分を表2に示した。(米+ライ小麦)及びライ小麦味噌は食塩濃度が高く、前半の熟成速度は遅かったが、終了後の味噌のS-N/T-N(窒素溶解率)、F-N/T-N(窒素分解率)、S-S/T-S(直接還元糖生成率)はそれぞれ高い値を示し、熟成が十分に進行したことを示している。エタノール濃度は米味噌2.1%、(米+ライ小麦)味噌1.2%、ライ小麦味噌1.1%であった。

SDS ゲル電気泳動 図1にライ小麦全粒と味噌のSDSゲル電気泳動図を示した。

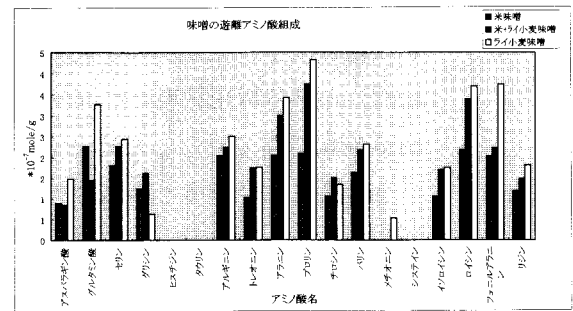
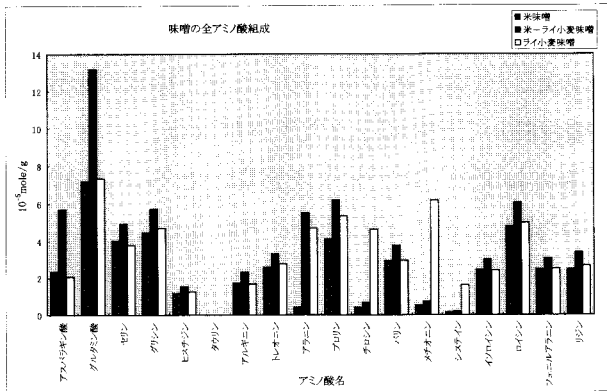
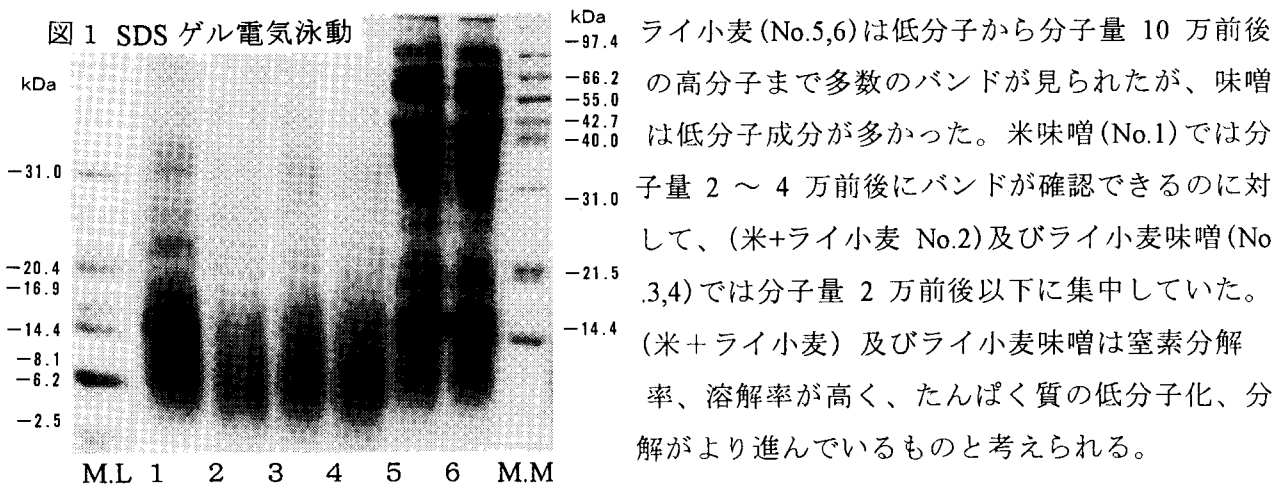


図2 味噌のアミノ酸組成

図2に味噌の全及び遊離アミノ酸組成を示した。全アミノ酸組成は(米+ライ小麦)味噌が高く、旨味成分のグルタミン酸量が多かった。ライ小麦味噌は遊離アミノ酸量が全般的に多く、また、メチオニン含量が高かった。

4 要約

小仕込み試験の結果、醸造されたライ小麦麹味噌はたんぱく質の溶解、分解率が高く、食物繊維が豊富で、官能的にも良好であった。

1. 研究の目的と概要

食品成分の分析に関して注目されている技術に、非破壊計測法を利用した分析技術がある。非破壊法の特徴のひとつはその迅速性であり、大量の試料を処理したり、製造プロセスにおけるオンライン管理において非常に有効な技術である。また、化学分析と異なる点として、大量の化学薬品を必要としない、試料の前処理が容易、同じ試料を反復して使える、などがあげられる。

近赤外法は、この非破壊法の中でも研究の進められている分野のひとつである。本研究では試料として醤油をとりあげ、近赤外法による分析の検討を行った。今年度は、全窒素、BRIX、食塩の検量線を試作した。

2. 試験研究の方法

試料は北海道味噌醤油技術会より提供していただいたJAS格付け検査用の醤油を使用した。分析項目は、全窒素、BRIX、食塩とし、基準となる化学分析値はJAS検査所での分析値を使用した。近赤外分光光度計はNIR Systems社の6500型を使用し、光路長1mmのキュベットセル、試料温度25℃、透過検出でスペクトルを測定した。検量線の作成・評価ソフトウェアは装置付属のNSAS ver3.20(NIR Systems)を使用し、重回帰分析によって検量線を作成した。検量線作成用として58点、作成した検量線の評価用として、これと別に19点の試料を使用した。

3. 実験結果

○全窒素の検量線に対するスペクトル測定試料の固体差の影響

従来までは、JAS検査所において化学分析されたものと同一ロットの試料58点を使用してNIRスペクトルを測定し検量線を試作していた(表1)。実際に化学分析に使用した試料でNIRスペクトルを測定し、検量線を作成した(表2)ところ、同一ロットの試料を使用した場合より、検量線の予測精度(この場合SEP: 予測試料の標準誤差)が向上した。これは、化学分析用試料と、同一ロット試料との間の固体差による影響、あるいは保管状態が各試料間で異なるためにスペクトルが変化したことの影響と考えられる。

○選択波長の選抜と検量線の精度

表1、2では、NSASソフトウェアを使用して自動的に検量線を作成した(波長は、分析値と計算値の相関係数を基準にして選択されている)。それぞれの検量線で選択された波長は、内部相関の高いものが含まれており(表3)、選択波長を増加させてもSEPはそれほど向上しなかった(表1、2)。そこで、内部相関の低い波長をマニュアル選択し、さらに保存温度の影響を受けやすい400~1100nmを除いた波長域で、検量線の修正を試みた結果、SEPの良好な検量線となった。

○BRIX、食塩についても、全窒素と同様の実験操作を行い、予測精度の良好な検量線が得られた。

図1. 検量線作成・評価のスキーム

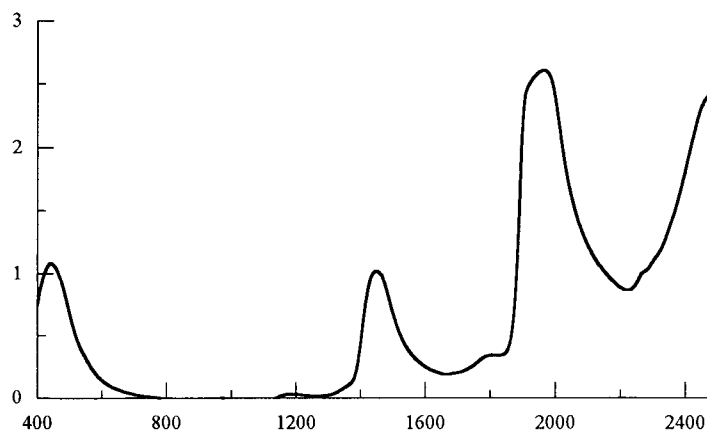
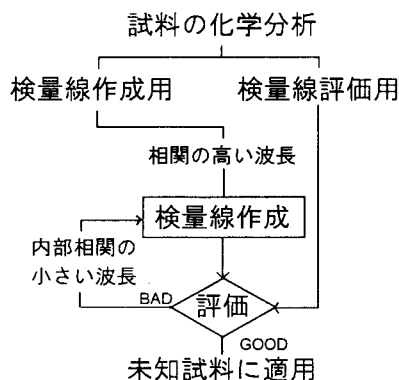


図2. 醤油のNIRスペクトル

表1. 全窒素の検量線(1)

選択波長	重相関係数 R	検量線標準誤差 SEC	予測標準誤差 SEP
λ1	0.887	0.053	0.057
λ1,λ2	0.937	0.041	0.043
λ1,λ2,λ3	0.949	0.037	0.047
λ1,λ2,λ3,λ4	0.969	0.029	0.041

化学分析値VS同一ロットサンプル
λ1:2210nm, λ2:1194nm, λ3:2160nm, λ4:1980nm

表2. 全窒素の検量線(2)

選択波長	重相関係数 R	検量線標準誤差 SEC	予測標準誤差 SEP
λ1	0.900	0.050	0.051
λ1,λ2	0.952	0.035	0.041
λ1,λ2,λ3	0.966	0.030	0.038
λ1,λ2,λ3,λ4	0.970	0.029	0.041

化学分析値VS化学分析用サンプル
λ1:2204nm, λ2:1244nm, λ3:600nm, λ4:2226nm

表3. 選択波長の内部相関(1)

	2204	1244	600	2226
2204	-			
1244	0.027	-		
600	0.022	-0.254	-	
2226	0.974	0.098	0.085	-

表2で選択された波長
太斜体は内部相関が高く不適と考えられる

表4. 選択波長の内部相関(2)

	2204	1244	1814	1461
2204	-			
1244	0.027	-		
1814	-0.363	0.742	-	
1461	-0.781	0.379	0.830	-

表3を内部相関の低い波長に変更、太字は変更点

表5. 全窒素の検量線(3)

選択波長	重相関係数 R	検量線標準誤差 SEC	予測標準誤差 SEP
λ1	0.900	0.050	0.051
λ1,λ2	0.952	0.035	0.041
λ1,λ2,λ3	0.955	0.033	0.036
λ1,λ2,λ3,λ4	0.973	0.027	0.031

表4で選択した波長を使用、太字は変更点
λ1:2204nm, λ2:1244nm, λ3:**1814nm**, λ4:**1461nm**

表6. BRIXおよび食塩の検量線
(内部相関の小さい波長を選択)

	選択波長 nm	重相関係数 R	検量線標準誤差 SEC	予測標準誤差 SEP
BRIX	1482, 1808, 1226, 2228	0.984	0.37	0.55
食塩	1550, 1112, 1894, 1344	0.998	0.13	0.28

4. 要約

JAS格付け検査に使用する分析項目である、全窒素、BRIX、食塩について、近赤外法による検量線を試作した。分析に使用する試料を、実際に化学分析を行った試料と同一のものとし、さらに内部相関の少ない波長をマニュアル選択することによって、良好な検量線が作成できた。

1 研究の目的と概要

味噌は地域性の高い食品であり、北海道で好まれている味噌は主に淡色系の辛口米味噌で、特に味噌の色調に対しては、照りや冴えがありくすみの少ない色調の良い味噌を好む傾向が強い。しかしながら、味噌の色調には種々の要因がそれぞれ複雑に関与しているため、研究が十分になされているとはいえない状況である。

味噌の製造に利用されている有用微生物として乳酸菌があり、塩馴れや未熟臭除去に効果のあることが知られている。この乳酸菌に味噌の着色抑制作用を持つといわれている菌株があるが、道内ではまだあまり利用されていない。

昨年度はこの菌株の着色抑制能に関しての検討を行った。本年度はその結果を踏まえて、従来道内で利用されている乳酸菌株との比較試験を行った。

2 試験研究の方法

試験に用いた菌株は、北海道所有の従来菌株（H株）と着色抑制作用を有する菌株として *Tetragenococcus halophila* P3901（P3株）乳酸菌を用いた。培地には味噌エキス培地（ME培地）を調製して使用した。

ME培地の調製は市販の味噌を1,500mlの湯で攪拌・懸濁し、No.2ろ紙で吸引ろ過後、8,000rpm、30分遠心分離した。得た上清を減圧濃縮して1,200mlに定容し、食塩濃度13.3%までNaClを添加し、1N NaOHにてpH7に調整した後、90mlずつ分注し121°C、10分高压蒸気滅菌した。これとは別にマッキルベン緩衝液（pH6）10mlを同条件で滅菌し、乳酸菌接種時に無菌的に混合してME培地とした（NaCl 12%）。

乳酸菌を接種後30°Cで静置培養し、経日的にサンプリングを行い、生育量、着色度、pH、乳酸生成量、酸化還元電位を測定した。

生育量は660nmでの吸光度を測定し、乳酸菌無添加のコントロール（C）の吸光度との差（ ΔA_{660} ）で示した。着色度は培養液を遠心分離（15,000rpm、10分）した後、上清の550nmの吸光度を測定した。乳酸生成量はF-キット（ベーリンガーマンハイム山之内（株））を用いて測定した。酸化還元電位はpHメーターを電位差計とし、専用の電極を用いて測定し、rHとして示した。

3 実験結果

乳酸菌は両株ともに培養後順調に生育し（図1）、それに伴って乳酸が生成され（図2）、pHが低下した（図3）。生育量及び乳酸生成量はH株の方が若干大きかったが、pHはP3株の方が低かった。

着色度は両菌株ともに着色抑制が認められた（図4）が、その抑制効果はH株の方が生育が良好であったにもかかわらず、P3株の方が抑制効果が大きかった。また、両菌株ともに生育が停止するにつれ、コントロールとの着色度の差が低下していった。

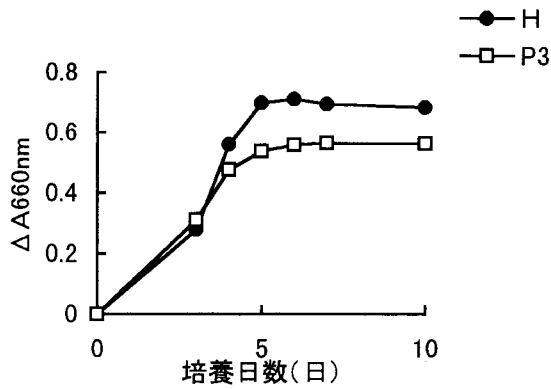


図1 生育量の経日変化

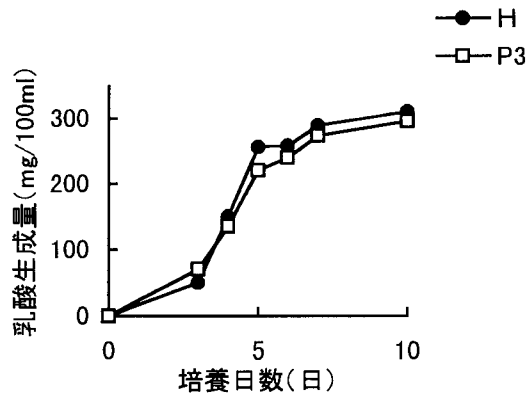


図2 乳酸生成量の経日変化

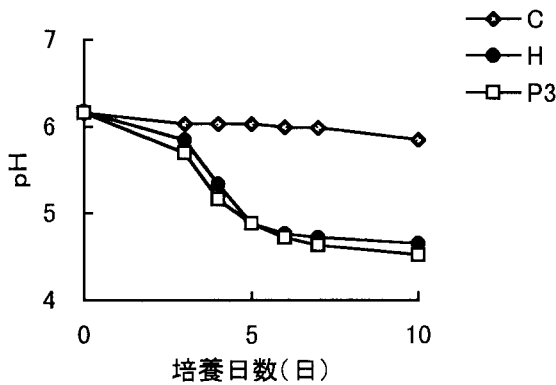


図3 pHの経日変化

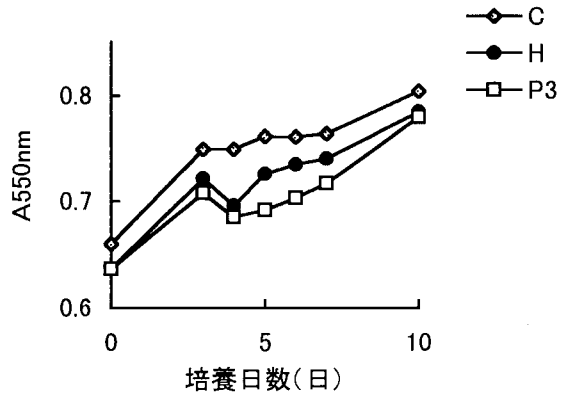


図4 着色度の経日変化

P 3 株の着色抑制能の要因と
考えられている還元力について、
酸化還元電位を測定した結果を
図5に示した。両菌株ともにコ
ントロールよりも低い値を示し、
また生育の低下に伴って上昇す
るという着色度と同様の傾向が
みられた。

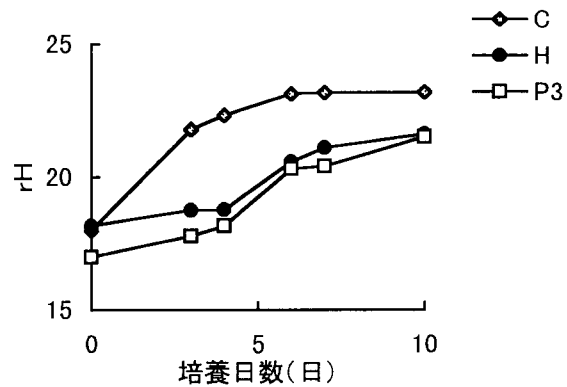


図5 rHの経日変化

以上の結果より、H株はP 3

株と同様に着色抑制効果が認められたが、その効果はP 3株よりも小さいことが示された。しかしながら、比較試験の繰り返しのよって、H株の方がP 3株よりも大きな抑制効果を示したときもあったので、今後さらに検討を加えたい。

4 平成9年度計画

これまでには市販の味噌を用いて培地を調製してきたが、平成9年度は製造直後及び製造1週間後の味噌を用いて培地を調製し、P 3株の着色抑制能について検討する予定である。また、今年度使用した従来株にも同様の試験を行い、両菌株の比較検討を行いたい。

1. 研究の目的と概要

秋サケは北海道の主要な水産物であるが、近年価格が低迷し新たな加工法の開発が望まれていた。本研究では秋サケの新しい加工法を提供することを目的に行われた。本研究では中骨を含んだサケフレーク原料を乳酸菌で発酵させ、発酵による風味を形成させた。さらに乳酸発酵によって生じる乳酸により、消化吸収率の低い中骨由来のカルシウム（リン酸カルシウム）をより消化しやすい水溶性の乳酸カルシウムに変換したペースト状食品素材（以下、サケ発酵ペースト）を製造したので報告する。

2. 試験研究の方法

・サケ発酵ペーストの製造方法

中骨入りサケフレーク原料（サケのドレスを2度煮熟したもの）をマスコロイダーで処理したもの500gに対し、乳酸菌凍結乾燥スターター（*L. plantarum* JCM1149^Tを約 10^{10} CFU/g含む）を5g、グルコース25gと食塩15gを加え、フードプロセッサで2分間混合した。混合したペーストを20℃で4日間発酵させた。

・サケ発酵ペーストの分析

pHは FET電極をペーストに差し込んで測定した。

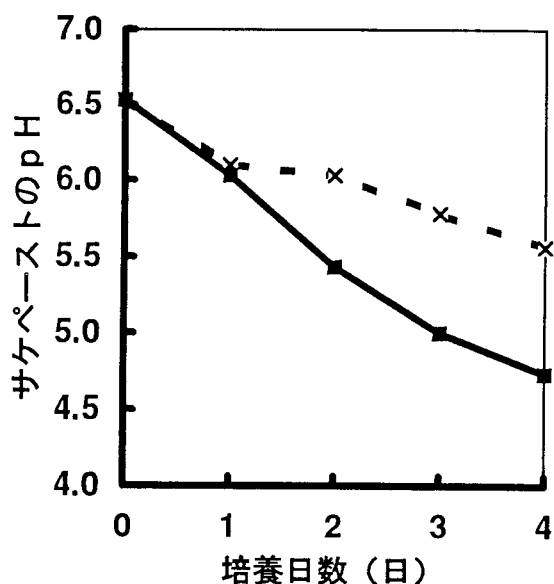
ペースト中の水溶性カルシウム

含量は、解凍した凍結サンプル1gに蒸留水9mlを加えてよく混合後、4500rpm、4℃、30分遠心分離した上清を、定法により原子吸光分析機で分析した。

乳酸含量、およびD、L-乳酸比率は、解凍した凍結サンプル1gに蒸留水9mlを加え混合し、4500rpm、4℃、30分遠心分離した上清をD、L-乳酸分析用F-キット（ベーリンガーマンハイム）により分析した。

3. 実験結果

対照区のpH低下がわずかあるのに対し、乳酸菌を添加したペーストは発酵1日後からpHが低下し始



— x — Control —■— *L. plantarum*

図1 サケペーストの発酵中のpH変化

めた。最終pHは対照区が5.5であったのに対し、乳酸菌添加区は4.7と低かった（図1）。この結果より、微生物学的に安全な素材ができたことが確認された。

水溶性カルシウムは、対照区ではあまり変化がないのに対して、乳酸菌はpHが低下するにつれ、水溶性カルシウムが増加し、発酵4日目まで、発酵開始時点の11倍の574 ppmまで増加した（図2）。このように吸収性のよい水溶性カルシウムが増加した。

乳酸も水溶性カルシウムと同様に、pHが低下するとともに増加し、発酵4日目まで、発酵開始時点の4倍の18.8g/kgに増加した。

発酵後のD、L-乳酸比率は、対照区ではL-乳酸がほとんどであったのに対し、乳酸菌添加区ではほぼ半々であった（図3）。スターターとして用いた*L. plantarum*は、D、L-両方の乳酸を生成することが知られており、添加した乳酸菌が発酵を担っていたことが示された。

4. 要約

秋サケは、価格が低迷し新たな加工法の開発が望まれていた。本研究は、中骨入りサケフレーク原料を乳酸菌で発酵させ、発酵による風味を形成させた。さらに中骨のリン酸カルシウムを、乳酸発酵により消化しやすい乳酸カルシウムに変換し、カルシウムを強化したペースト状食品素材を試作した。

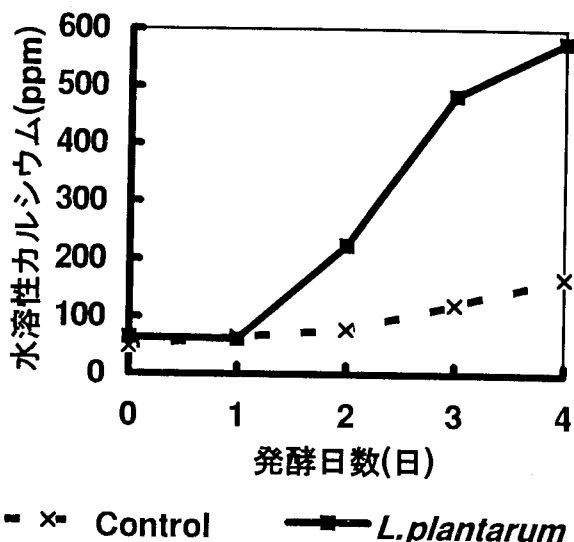


図2 サケペースト発酵中の水溶性カルシウム量

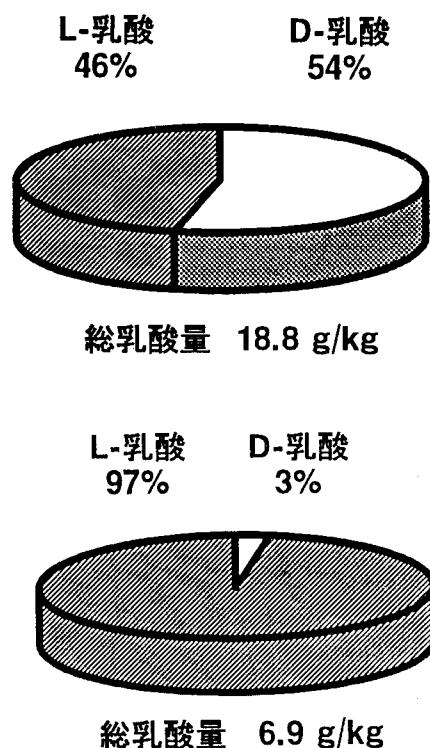


図3 発酵サケペースト中の乳酸含量とD、L-乳酸比率
上が乳酸菌添加区、下が対照区

1. 研究の目的と概要

小売業が求める食品に対する微生物基準が厳しくなっている。検査室を持つ食品企業では、自社製品の検査を行って品質保証を図っている。微生物検査の判定を正しく行うには、検査しようとする微生物の標準菌株での反応を見ておく必要があるが、食品製造業では実際の菌株を使用して検査をするのは食品衛生上現実的ではない。よって、判定が容易にできる検査法が望まれていた。

黄色ブドウ球菌は人や動物の化膿着に由来する食中毒菌である。そのため、食品の微生物検査で高頻度で実施される項目である。現在、我が国では黄色ブドウ球菌の分離・検出に卵黄加マンニット食塩寒天が多用されている。卵黄加マンニット食塩寒天の検出原理は、卵黄反応による油膜、マンニットからの酸生成によるコロニー周囲の黄変、黄色色素の産生に基づいている。しかし、黄色ブドウ球菌の示す黄色色素の生成および卵黄反応は、必ずしも明瞭ではなく、標準菌株を持っていて生育状態を見慣れていても判定しにくい場合がある。ましてや、標準菌株を持たない多くの食品企業の検査室のスタッフでは判定が困難なことが多い。

黄色ブドウ球菌であるか判定する方法に、抗体による凝集反応を利用した方法がある。しかし、抗体を用いる試験はコストが高く、試験を行うサンプルを絞りこんで行うのが望ましい。

大腸菌やサルモネラ菌では、菌種の判定が容易な合成基質を利用してコロニーを着色する培地が実用化されている。そこで、本研究では、コロニーを発色基質で着色し、黄色ブドウ球菌の判定の重要な要素である卵黄反応の有無を判断しやすくする検査法を検討した。

2. 試験研究の方法

発色試験は卵黄加マンニット食塩寒天（以下、MSEY）を対照として行った。本試験で用いた培地は、卵黄加マンニット食塩寒天を滅菌した後、金属系の発色基質を無菌的に加えたものである（以下、MSTE）。調製した培地に *Staphylococcus aureus* IF014462P の培養液を生理食塩水で希釈して塗抹後 37℃ で培養した。評価は 5 点法とし、MSEY を評点 3 点として、数値が高い方を良好とした。項目はコロニーの色、コロニー周囲の色の变化、調製の手間、ブドウ球菌の鑑別力の総合評価、実際に検査に使用したいかを問う実用性に、培地のコストも加えた計 6 項目について行った。

3. 実験結果

MST Eについて、既存のMSE Yと比較した結果を図に示した。MST Eには、MSE Yと同様に、pH指示薬（フェノールレッド）が含まれている。したがって、黄色ブドウ球菌がマンニットから産生する酸により培地が黄変するはずである。しかし、MST Eのコロニー周辺の培地の変色は、MSE Yより若干見にくかった。コロニーの色による鑑別は、MST EはいずれもMSE Yより良好であった。MST Eはコロニーが着色され、卵黄反応の白濁環とのコントラストがよいものの、他の3種の培地に比べ、菌の生育や卵黄反応の出現に遅延が見られた。培地調製の手間、総合評価、実用性については、すべての培地でMSE Yよりも高評価であった。培地のコストはMST Eは、MSE Yとほぼ同等であった。酸生成および卵黄反応の遅延は、コロニーの生育の悪さによるものではないかと考えられた。

そこで、生育を抑制している発色基質の濃度を低下させたところ、生育、酸による培地の黄変や卵黄反応が明瞭に観察できた。

次に黄色ブドウ球菌など21株を培地に塗抹し、培地の呈色を確かめた。このうち6菌株の呈色を表に示した。呈色はMST Yと差がなかった。

4. 要約

従来の微生物検査では判定が困難だった黄色ブドウ球菌について、ブドウ球菌の判定が容易になる検査法を検討した。その結果、卵黄加マンニット食塩寒天に金属系の発色基質を添加することで判定が容易になった。

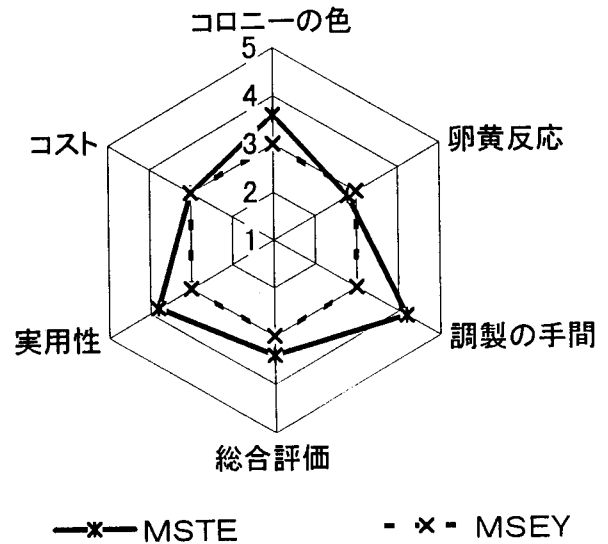


図 金属発色基質入り培地の評価

表 金属発色基質入り培地上での微生物の反応

菌種		金属発色基質添加寒天	卵黄加マンニット食塩寒天
<i>Staphylococcus aureus</i>	IFO 13276T	黒色(卵黄反応)、黄色	黄(卵黄反応)、黄色
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	JCM 2427T	黒色、黄色	白、黄色
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	JCM 2414T	薄い黒、赤色	薄い赤、赤色
<i>Micrococcus luteus</i>	IFO 3333	白色(生育悪い)、黄色	白、黄色
<i>Enterococcus faecalis</i>	JCM 5803T	白色(生育悪い)、黄色	白、黄色
<i>Escherichia coli</i>	JCM 1649T	生育せず	生育せず

酒類製造の省力化に関する研究

(H6 ~ H8)

—清酒用乾燥酵母の実用化—

発酵食品部 発酵食品科 浅野行蔵、吉川修司、田村吉史
企画調整部 企画課企画情報係 富永一哉

1. 研究の目的と概要

本研究を始めるにあたって、3年前、北海道の酒造メーカーの技術者に、製造上の問題点や品質向上の為に技術開発の要望を尋ねた。種々の意見が寄せられたが、発酵に関与する微生物、とくに酵母に関する要望が多かった。その中で北海道らしいテーマの設定を行った。

「清酒用乾燥酵母」をテーマとしたのは、2つの理由がある。清酒製造は、寒造りといわれ仕事が冬に集中する業種である。乾燥酵母の使用は、作業時間を減少し労働条件の改善に役立つ。一方、清酒用の酵母は、生物学的には、パン酵母と同類の *Saccharomyces cerevisiae* である。北海道には、日本では貴重な存在であるパン酵母を培養し乾燥化できる工場がある。幸いにも、本研究開発では、これらの条件をうまく融合でき、商品化を達成できた。以下に平成8年度分の研究の報告をする。

2. 試験研究の方法

「乾燥・北海道きょうかい701号酵母」について、酒造メーカーの現場での発酵状況を分析するとともに、乾燥酵母の品質についてより細かく検討した。酵母以外の微生物を検出するためにシクロヘキシミド含有培地、火落ち菌の検出には、SI培地（日本醸造協会）を用いた。清酒およびモロミの分析は、国税庁所定分析法注解に従った。一方、協会901号酵母についても乾燥化し試作品の性能を試験した。

3. 実験結果

<乾燥酵母を現場での実用性>

道内6社の酒造メーカーで、乾燥酵母を用いて現場生産を行った。発酵後半のアルコール濃度が高くなった時点でも発酵力は衰えず、切れの良い、すっきりとした上品な酒ができ好評であった。当初の目的の労働条件の改善することができた。酒造メーカーからの要望として、さらに簡便に乾燥酵母を使用する手法についての確立が求められた。

<乾燥酵母の保存性>

乾燥酵母を最初に製造した時から2年を経た。最初のロットの乾燥酵母をピ

ニール袋をシールして5℃に保存していた。これの性能の変化を調べた。生菌率、発酵力ともに製造時の状態を保っていた。これによって、2年経っても正常な発酵ができることが実証され、乾燥酵母の保存性の良さがわかった。

<酵母以外に含まれる微生物>

乾燥酵母製品の微生物について検討した。酵母の増殖中は完全な無菌タンクで行われるが、脱水、乾燥の工程は、クリーン環境ではあるものの雑菌汚染の可能性はある。乾燥酵母を分析したところ、酵母100万個に対して1個の割合で細菌が混在していた。一方、乾燥酵母を使用する清酒醸造においても、完全無菌環境で製造されるわけではない。オープンタンクで製造される。また、存在していた細菌も酒を害する生酸菌や火落ち菌は存在しなかった。存在した細菌も清酒モロミのアルコールが6%を超える時点で、死滅していた。

<辛口と芳醇の造り分け>

同じ酵母を使うと、どのメーカーの酒も同じになって差別化ができない。という質問を受けることがある。同じ乾燥酵母を用いて、異なった味わいの清酒を造ることを示した。普通の製造方法と辛口タイプの清酒を製造した。いろいろな方に試飲していただき、辛口タイプと芳醇タイプの差別化された清酒ができることが証明された。

<協会901号の乾燥酵母>

販売した協会701号乾燥酵母が、実際の生産に役立つ品質であったことから、他の種類の酵母の乾燥化の要望も出てきた。清酒企業が使用する酵母で最も多いのが、701号を含む協会7号系の酵母である。次ぎに、使用量が多いのが協会9号系である。我々は、その中でも泡なし酵母である協会901号の乾燥化を日甜清水工場で行い、試醸した。

4. 要約

この3年間で、清酒用乾燥酵母を実用化し平成7年12月より販売を始めた。北海道内では、培養後半の切れが良くすっきりした酒ができると好評を得た。また、昨年度の日本醸造学会で発表したところ各地から使用したい旨の要望があった。現在全国販売できるように準備を進めている。今後は、協会701号以外の酵母の乾燥スターターの実用化も行いたい。

5. 謝辞

本研究には、多くのご協力を頂きました。皆様に深謝いたします。国税庁札幌鑑定官室、北海道酒造組合、北海道酒造研究会、日本清酒、北の誉酒造、小林酒造、金滴酒造、合同酒精、男山酒造、日本甜菜製糖、日本醸造協会。

1. 研究の目的と概要

北海道の特産の代表的な果物であるハスカップは、ジャムやジュース、ゼリーなどに加工されています。しかし、酸度がとても高く、とても飲食しづらい欠点があります。そこで、ここ3年間、私たちはハスカップ果汁の、微生物による新しい減酸処理法の開発を試みました。

従来から知られている微生物による減酸処理法には、マロラクティック発酵(MLF)があります。この方法では、乳酸菌によりリンゴ酸が乳酸に変換されて酸味が和らぎ、さらに発酵香によって果汁の風味が良くなります。しかし、ハスカップなどのベリー類の果物にはクエン酸が大量に含まれ、MLF だけでは酸味は緩和されません。一部の乳酸菌にはクエン酸を代謝する能力があり、酢酸とジアセチルあるいはアセトインなどに変換します。酢酸とジアセチルは僅かな量でも不快臭となり、生成量を抑える必要があります。酢酸とジアセチルの生成量が少なく、かつクエン酸分解性の高い乳酸菌を検索した結果、*Pediococcus* 属の乳酸菌が短時間にクエン酸を半減させ、酢酸とジアセチル生成量も少ないことが分かりました。

この研究の最終年に当たり、*Ped. acidilactici* の基準株などの乳酸菌のより詳しい減酸活性のプロフィールを、モデル培地を用いて比較しました。

2. 試験研究の方法

微生物保存機関より入手した *Pediococcus* 属の乳酸菌 2 種とハスカップより分離した MK-5 株のクエン酸分解能を、ハスカップの有機酸組成と相同のモデル培地を用いて、*Leuconostoc* 属など 3 種の乳酸菌と比較しました。分析は、ポストカラム反応法を使用した高速液体クロマトグラフィー (HPLC) による有機酸分析と、ヘッドスペースサンプリング法を用いたガスクロマトグラフィー (HSS-GLC) による香気成分分析を行いました。

3. 実験結果

試験した全ての菌株に非常に高い MLF 活性がありました。ほとんどの株が、3 時間以内に約 60% のリンゴ酸を乳酸に変換しました。昨年の報告ではクエン酸を最も速く減少させたのは *Lactobacillus plantarum* でしたが、この株はリンゴ酸も最も早く減少させました。一方、乳酸の生成も著しく多く、糖から乳酸を生成していることを窺わせました。従って、果汁の原産処理にこの株を使用してワインを製造することは、現実的な選択ではありません。MLF を行う乳酸菌としてスターターも実用化されている *Leuconostoc oenos* は、リンゴ酸の分解活性は高いが、酢酸を多く生成し、減酸処理には適さないのではないかと考えられます。

4. 要約

ハスカップのモデル培地を用いた試験から、*Pediococcus acidilactici* と *Leuconostoc*

mesenteroides が優れたクエン酸の減酸特性を持つことが分かりました。MLF 活性の観点からも、これらの乳酸菌は果汁及びワインの減酸処理に有効であることが分かりました。

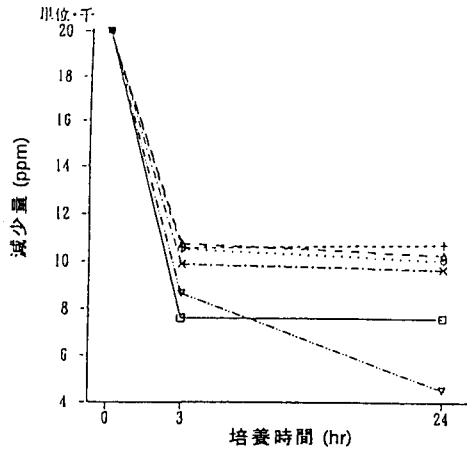


図 クエン酸の代謝量

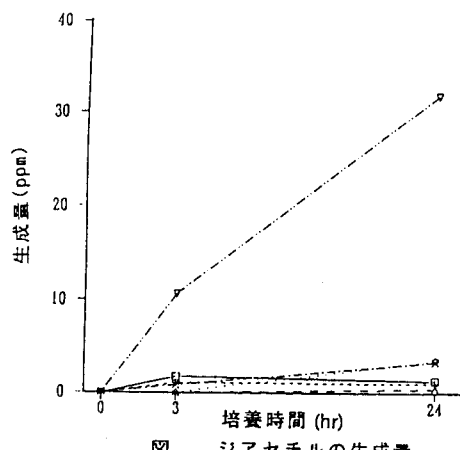


図 シアセチルの生成量

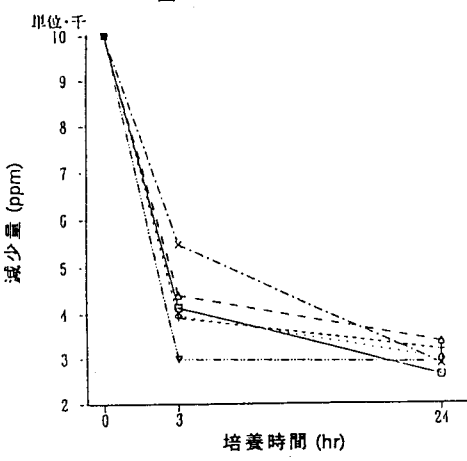


図 4 リンゴ酸の代謝量

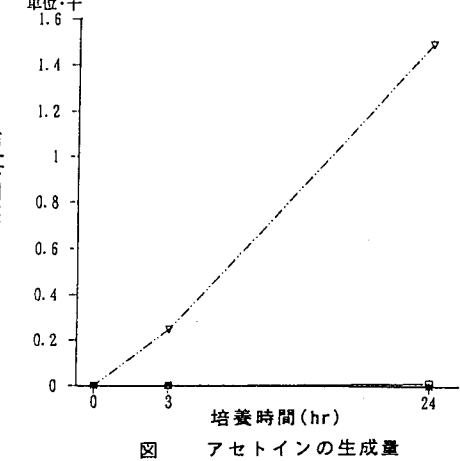


図 アセチンの生成量

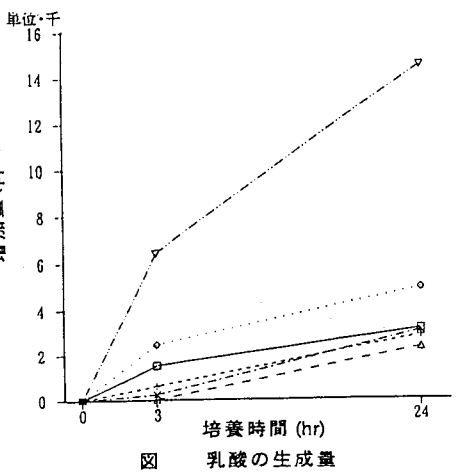


図 乳酸の生成量

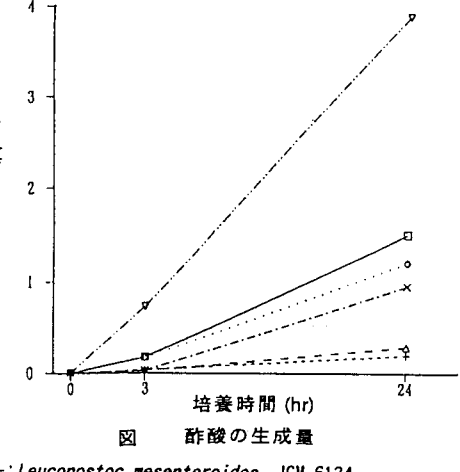


図 酢酸の生成量

- + : *Leuconostoc mesenteroides* JCM 6124
- ◇ : *Leuconostoc oenos* JCM 6125
- ▽ : *Lactobacillus plantarum* JCM 1149
- △ : *Pediococcus acidilactici* JCM 5885
- × : *Pediococcus pentosaceus* JCM 5890
- : MK-5 (分離株)

1 研究の目的と概要

超臨界流体を用いた抽出法は、流体の圧力・温度条件により、その溶解力を容易にコントロールできる特徴をもつ。特に二酸化炭素を用いた場合は、安全性、経済性、熱力学的性質等の点で他の抽出剤に比べて有利であり、食品分野においても研究、実用化がなされている。本研究では、超臨界二酸化炭素を用いた抽出法が有機溶剤抽出よりも安全性に優れていることに着目し、魚皮からコラーゲンを抽出精製する際に不可欠となる脱脂工程への、超臨界二酸化炭素による抽出法の適応性について試験を行った。

2 試験研究の方法

試料は凍結保存したマス皮を凍結乾燥後、約2cm角に細断して用いた。装置は、三菱重工業(株)MSCF-5型(抽出槽500ml)を用いた。抽出操作は、試料5gを円筒ろ紙に秤取して抽出槽に入れ、循環ポンプで抽出槽内部の抽出媒体を循環させて1時間抽出を行った後、5l/minの速度で合計500lの抽出媒体を排出した。操作条件を以下に示した。

- ・抽出温度：40℃
- ・抽出圧力：100、150、200、250 kgf/cm²
- ・エントレーナー：エタノール50ml(各圧力条件で添加、無添加)

なお、エントレーナーとして用いたエタノールは抽出槽への連続供給が不可能なため、抽出操作毎に試料と接触しないようにしてビーカーに入れて抽出槽内にセットした。以上の条件で抽出を行った試料から、残存している脂質をクロロホルム-メタノールで抽出して残存量を求め、処理前の試料中に含まれる脂質量との比を残存率とした。また、それらの残存している脂質成分をTLCにより分離比較した。

次に、圧力200kgf/cm²、エントレーナー添加の条件において、抽出操作を1～4回繰り返し行い、その際の脂質残存率の変化を同様に調べた。

さらに4回抽出操作を行った試料を用い、酸可溶性コラーゲンの抽出試験を行った。なお、酸可溶性コラーゲンは以前の試験方法に準じて0.2M酢酸溶液により抽出し、その後遠心分離、塩析、脱塩操作により精製した。

3 実験結果

各圧力条件下において抽出した後の試料中の脂質残存率、およびそれらの条件下におけるエントレーナーの添加効果について、結果を図1に示した。

エントレーナーの有無によらず、圧力の増加に伴い脂質残存率が低下する傾向が認められた。また、エントレーナー添加の有無を比較すると、どの圧力条件下におい

ても添加した場合の脂質残存率は低く、エントレーナー添加の有効性が認められた。

また、各条件下で抽出した後の試料中に残存している脂質をTLCで分析した結果、どの条件下においても残存脂質の成分組成に大きな違いは認められず、本試験においては圧力条件の違いおよびエントレーナーの添加による特定脂質成分の選択的な抽出傾向はないものと推察された。

次に、圧力200kgf/cm²、エントレーナー添加の条件下で抽出操作を繰り返し行った場合の脂質残存率の変化を図2に示した。

その結果、抽出操作の繰り返しにより脂質残存率は減少し、4回の繰り返し抽出操作での脂質残存率は7%であった。これは、凍結乾燥前の原料皮の脂質量に換算すると0.8WB%であり、有機溶媒（クロロホルム-メタノール）による方法とほぼ同程度の脱脂が可能であることがわかった。

なお、本試験のようなバッチ操作の繰り返しではなく、エントレーナーを連続供給し得る装置を用いることにより、より効率的な抽出が可能であると考えられる。

また、圧力200kgf/cm²、エントレーナー添加の抽出操作を4回繰り返し脱脂した試料を用いて酸可溶性コラーゲンを抽出した結果から、本試験での脱脂操作が、目的とするコラーゲンの抽出に影響を与えないことがわかった。

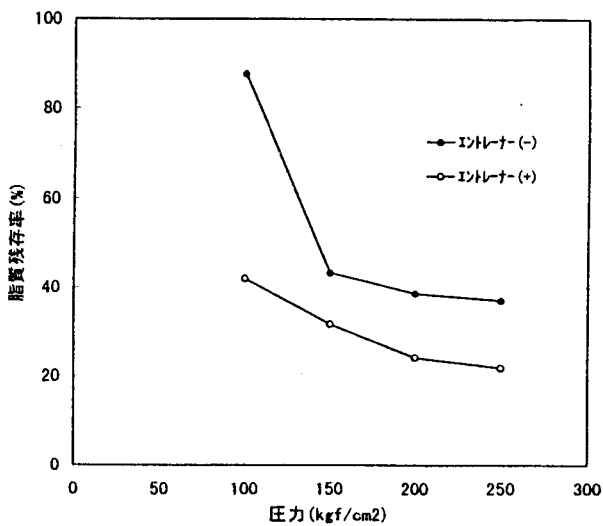


図1 各圧力条件における脂質残存率

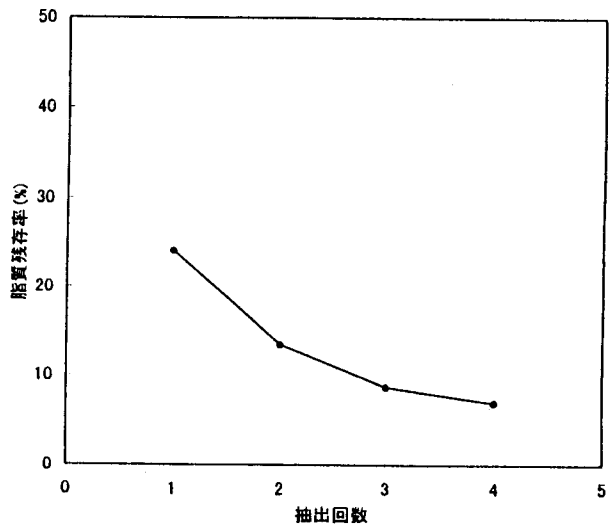


図2 繰り返し抽出操作による脂質残存率

4 要約

魚皮コラーゲンの抽出工程における脱脂操作に対し、超臨界二酸化炭素による抽出法の適応性を検討した。凍結乾燥した原料皮を用い、圧力200kgf/cm²、温度40°Cの条件下でエントレーナーとしてエタノールを使用することにより、有機溶媒を用いた脱脂方法と同等の脱脂率が得られた。また、目的とするコラーゲンに対し影響を与えない脱脂方法であることがわかった。

1 研究の目的と概要

食品製造工程において、水分管理は品質維持、歩留り向上などの経済的な面からも極めて重要であり、水分の計測は重要な測定項目の一つとなっている。本研究は迅速、小型で低コストな水分計測技術になる可能性のあるマイクロ波ドップラーセンサを利用した食品水分の計測技術の研究開発を行うことを目的とする。

前年度までは、センサを用いた測定用装置を製作し、基本特性を調査した。今年度は、この装置を用いて小豆粒の含水率を非破壊測定することを試みた。小豆の原料素材としての品質の良質化を妨げるもの、また製造される「あん」の品質を低下させるものとして、石豆*1が大きくクローズアップされ、その対策が要望されている。石豆の含水率は、正常豆に比べて低いところに分布しており、含水率の測定により石豆かどうかを非常に高い確度で判定できるとの報告がなされている。小豆粒の含水率を非破壊測定し、石豆を機械的に選別するための基礎的試験を実施した。

*1 水を吸わない（未吸水）、発芽しない（未発芽）、煮ても硬い（硬粒）まめを云う。収穫時期に天候不良な年ほど発生が多く、煮えむらの原因となり、問題視されている。硬豆、ヒネ豆とも云われる。

2 試験研究の方法

測定は、前年度までに製作したマイクロ波ドップラーセンサ（10 GHz帯 東芝製 S-RX17）に空洞共振器（矩型 TE102モード）を接続した共振特性測定用の装置を用いて行った。発振周波数を変化させていくと、それに伴い空洞共振器からの反射波が変化し、共振特性の波形が得られる。マイクロ波の発振周波数は、ポテンショメータ出力電圧値（Vfre）として、またマイクロ波検出器の出力は所定の増幅率で増幅し、センサ出力電圧値（Vsen）としてコンピュータに取り込んだ。この波形から共振点を求めた。図1に共振特性の波形と共振点の概略を示した。空洞共振器の向かい合う2つの面に穴をあけ、そこにテフロンチューブ（外径6.0, 内径5.0mm）を貫通させた。小豆試料は、一粒ずつチューブに入れ、共振器の中心に、小豆の種瘤部分が同一方向を向くようにして静置した。一回の測定時間は、約15秒で、一つの試料当たり3回測定し、平均値をデータとした。測定は、25℃で行った。その後、一粒ずつ粒径と含水率（分析含水率）を測定した。粒径は、長径、厚径、幅径をノギスを用いて測った。含水率の測定は、乾燥法を用いた（105℃・72時間）。

小豆試料はエリモ小豆で、市販されている室温貯蔵されていたものを使用した。包装年月が92-8、96-5、96-9（以上、A社）、96-12（B社）の4種類、合計280個について測定した。測定した小豆を検量線作成用160点（92-8：60点、96-5：60点、96-12：40点）、検量線評価用120点（92-8：40点、96-5：40点、96-9：40点）に分けて、回帰分析を行った。

3 実験結果

図2に検量線作成用小豆の含水率のヒストグラムを示した。含水率は約7～19%

の範囲に分布しており、包装年月により含水率に大きな差があった。古いものほど含水率が低くなっている。図3に検量線作成用小豆の共振点の分布を示した。共振点の位置は、包装年月の違いによりいくつかの集団として分布しており、含水量と粒径の違いが分布位置の違いとなって表れていると考えられた。

含水率を目的変数とし、2つの電圧値Vfre、Vsenと粒径（厚径、幅径）、さらにそれらの逆数である1/Vfre、1/Vsen、1/厚径、1/幅径を説明変数として重回帰分析を行った結果を以下に示す。

$$X = 31.05607A + 22.05917B + 1066.433C + 36.92904D - 506.087 \quad R = 0.9719$$

X：含水率% A：Vsen B：Vfre C：1/Vsen D：1/幅径

この相関式を評価用小豆に適用して回帰含水率を求め、分析含水率との残差を算出した。図4に評価用小豆の回帰含水率を示す。残差の標準誤差は0.0555であった。

相関式から求めた含水率は乾燥法による含水率とほぼ一致することが確認できた。

4 要約

マイクロ波ドップラーセンサを用いた食品水分の測定用装置を製作した。基本特性を調査するとともに、応用として小豆粒の含水率を非破壊測定し、石豆を機械的に選別するための基礎的試験を実施した。分析含水率と上記装置から得られる電圧値Vfre、Vsen及び粒径値とについて重回帰分析を行った結果、これらの数値を組み合わせることで小豆粒の含水率を推定できることがわかった。

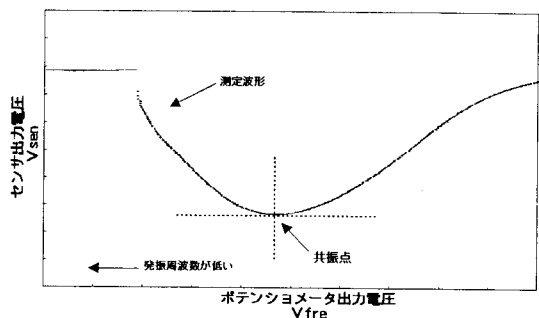


図1 共振特性の測定波形と共振点

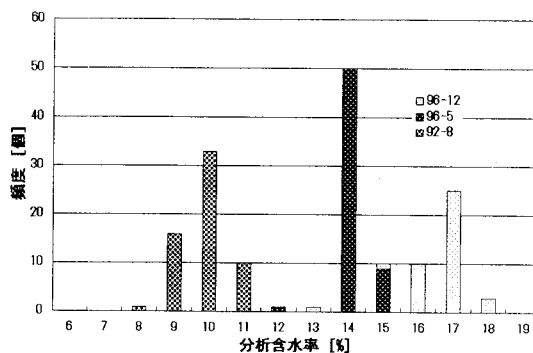


図2 検量線作成用小豆の含水率分布

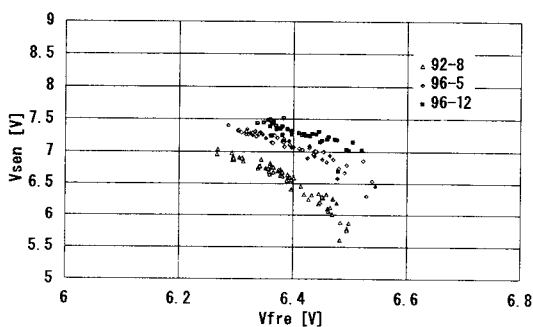


図3 検量線作成用小豆の共振点分布

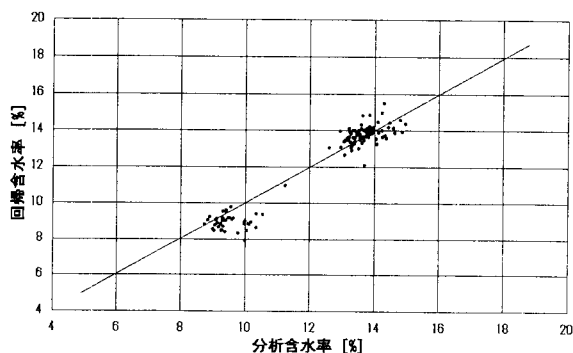


図4 回帰含水率

1. 研究の目的と概要

エクストルーダで製造される食品の中で最も有名なものの一つにコーンスナック菓子があげられる。コーンスナック菓子はデンプンの膨化を利用した食品であり、水とデンプンを高温高圧下で調理する。水は高圧力下では沸点を超えても液体の状態であり（圧縮水）、この圧縮水は急激に大気圧下に解放されると爆発的に蒸発して水蒸気となる。このときの体積膨張の力で原料の組織が破壊、膨張することが膨化である。高温高圧下での連続調理という点を考慮するとスナック菓子の製造は、エクストルージョンクッキングが最適といえる。

一方、馬鈴薯デンプンは北海道が主産地で、水練り製品や片栗粉などが約6割、残りがコーンスターチ用トウモロコシとの抱き合わせ販売によって消費されているが、消費は減少傾向にある。このため、原料・製造コストの引き下げとともに高付加価値を持った製品の開発が期待されている。そこで、本試験では前述の膨化技術の馬鈴薯デンプンへの応用を検討し、緩衝剤の製造を試みた。

2. 試験研究の方法

試験は馬鈴薯デンプンをそのまま用いたもの、添加物を加えたもの（表1）、造粒したもので行った。造粒は押し出し造粒機を用い、表2の配合で行った。

使用した2軸エクストルーダ（神戸製鋼所、TCO-30）は内径が30mmであり、長径比(L/D)を18、24と変化させて試験を行った。成形部分であるダイは直径3mm、丸形、2穴のものを用いた。運転はバレル温度、スクリュ回転数、添加水量、フィーダ回転数（原料供給量に相当）を変化させて行った。運転時はこれらの値とモータ負荷、材料圧力を計測システムにて記録した。

3. 実験結果

デンプンのみを原料として用いた場合、製品の成形部分であるダイから原料が出てこなくなる「詰まり」が多く起こり膨化品の製造は困難であった。このため、バレルの数を減らして運転した（長径比:24→18）ところ「詰まり」の回数は減少したが、ダイからの吐出が安定しなかった。モータの負荷も高く、不安定であった（表3）。デンプンのような粘性の高い原料を原料に用いる場合、長径比を下げることである程度の対応は可能だが、安定した膨化品の供給は困難であることが示唆された。

そこで、デンプンに添加物を加えて原料の物性を変えて運転を行った。添加物

表1 添加物の種類と添加割合

米糠	10%	5%	0.5%
米糠ワックス	5%		
PVA	5%	15%	30%
重曹	5%		

表2 造粒品の原料配合量

デンプン	5kg
2.5%PVA 溶液	2.4kg

として米糠、米糠ワックスを用い運転を行った。その結果、ダイからの吐出及びモータの負荷は安定し、「詰まり」は起こらなくなった。米糠に含まれる油脂が潤滑剤として働き、原料の流動性が良くなったためと思われる。しかし、圧力が十分上昇しなかったため、膨化品は気泡が細かいものとならなかった。米糠の配合比を減少させても膨化品に違いは認められなかった。

膨化品の気泡の細かさや強度を考慮して重曹、PVA を添加した運転を行った。いずれの場合もモータの負荷は大きくなりダイからの吐出が安定しなかった。しかし、膨化品は米糠を添加したものとは違いが見られた。重曹を加えた膨化品は気泡が細かいものとなった。また、PVA を加えた膨化品は米糠を添加したものよりも気泡が細かくなり、弾力があつた。また、重曹を添加した膨化品よりも直径が大きくなった。PVA を添加した膨化品がより緩衝剤に適していると思われた。そこで、PVA 水溶液をバインダーに用いデンプンを造粒して試験を行った。その結果、強度が小さいが気泡の細かい膨化品となった。デンプンを造粒する事でエクストルーダ内には空隙が生じる。デンプンは糊化する時に体積が膨張するが、その空隙が膨張したデンプンの体積を補い、細かい気泡の出来る条件の充填状態になったのではないかと推測される。

4. 要約

エクストルーダを用いて馬鈴薯デンプンの膨化品を製造した。その結果以下のことが示された。流動性が悪い原料は、長径比を下げること、米糠等の油脂系の添加物を加えると運転が安定した。膨化品の物性は PVA 水溶液をバインダーに用い、原料を造粒することで改良された。

表3 各条件の運転時データ

原料	原料 供給量 kg/h	添加 水量 l/h	材 料 圧 力			モ ー タ 負 荷		
			平均 MPa	最大 MPa	最小 MPa	平均 A	最大 A	最小 A
デンプン100%	7.1	1.1	0.3	0.6	0.1	14.9	17.3	12.2
	5.5	1.3	0.6	1.0	0.2	16.0	26.4	11.7
米糠 10%添加	9.2	0.9	0.2	0.3	0.2	10.4	11.1	9.8
米糠 5%添加	9.2	0.7	0.2	0.2	0.2	10.7	11.6	10.1
米糠 0.5%添加	9.4	0.9	0.1	0.1	0.1	10.0	10.7	9.6
米糠WAX5%添加	9.2	0.6	0.1	0.1	0.1	11.2	12.2	10.6
重曹 5%添加	9.0	0.7	0.1	0.2	0.1	24.2	29.0	18.7
PVA 30%添加	6.9	0.8	0.2	0.4	0.2	16.5	23.8	10.7
PVA 15%添加	8.9	0.4	0.2	0.2	0.2	18.6	22.6	15.0
PVA 5%添加	9.3	0.4	0.2	0.3	0.2	11.9	14.3	10.1
造粒品	9.0	0.6	0.6	1.1	0.3	13.1	14.6	12.1
	8.9	0.4	0.5	0.9	0.2	13.0	16.4	11.9

1. 研究の目的と概要

食品素材に数千気圧の静水圧をかけると加熱処理と同じようにタンパク質は変性し酵素や微生物は不活性化あるいは死滅する。超高压処理は加熱と異なり熱による変質がない利点があり、食品加工の新しい技術として注目されている。

調理加工食品の製造において、冷凍食肉や冷凍水産物などの凍結原料が多く使われており、良い製品を作るためにはこれらの凍結原料の解凍技術が重要となる。冷凍技術の進歩はめざましく品質の良い冷凍品が得られているが、解凍技術の方はまだ不十分であり、解凍方法が悪いため長時間を要し凍結原料によっては色調の変化や解凍ドリップ等の問題があり品質が低下してしまい改善を必要とする。

水は圧力と温度を変化させると複雑な状態変化をする。静水高圧下では水の凝固点の降下など（例えば210MPaで氷の融点が約 -22°C となる）常圧下とは異なる物性、挙動を示す。この高圧下では氷点下でも水は凍結しない不凍結水領域において冷凍食品に加圧して解凍する高圧解凍は新しい短時間低温解凍技術として期待される。本試験では蒸留水で作った氷を用いた加圧解凍モデル試験と冷凍マグロを用いた加圧解凍条件について検討した。

2. 試験研究の方法

使用した加圧処理装置は神戸製作所の小型試験機（WIP）で試料容器は直径6cm、高さ20cmの円筒形、最高圧力700MPa、ピストン直圧方式、水を圧力媒体とした。モデル試験として蒸留水約100gをプラスチックチューブ（内径30mm, 高さ140mm）に入れ、 -30°C で長時間凍結させたものを $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ の圧力容器に入れ加圧後、圧力を解除して氷が融解した重量を測定し、融解の程度を氷の残存率とした。市販冷凍赤身マグロを冷凍のまま60X45X18mmの板状に切り真空包装後、 -30°C で長時間凍結させたものをサンプルとした。解凍条件は処理圧力、解凍時間を変化させて行い解凍後の試料について温度分布、解凍ドリップ量、外観、色（色差計 ミノルタ；CR300を用いてL、a、b）を測定した。

3. 実験結果

氷の加圧解凍試験

-30°C に凍結した氷に静水圧を100MPa~600MPaまでの範囲で加圧して2min後5min後の解凍処理をしたところで氷の残存率を測定した結果を表1に示した。

加圧解凍では圧力が高いほど融解しやすい傾向にあり300MPaまでは急速に作用し、それ以上500MPaまではほぼ同じであり500MPa以上ではやや遅くなる傾向を示した。 5°C において200MPaで加圧融解し途中で取り出し残存しているチューブ内の氷の状態を観察した。5min後では加圧した方はシャーベット状になっていて加圧解凍特有の

氷の内部からの融解もおこっていることがわかった。200MPa加圧解凍では9min後には完全に融解したが、常圧5℃の解凍では10min後でもほとんど融解しなかった。また自然解凍（室温20℃）した場合でも融解完了までに96minを要した。

マグロの加圧解凍試験

冷凍マグロについて加圧解凍試験を行いその特徴について検討した。

加圧処理時間10min, 20minかけて解凍後の発生ドリップ量を求めた結果を表2に示す。

常圧下5℃解凍では72min要しドリップ率7.3%のものと比べ高圧下で解凍したものはいずれの場合にも発生ドリップ量は減少し、わずかであるが圧力が高くなるほど少なくなる傾向を示した。

100MPa-150MPaで10min処理した試料は中心部にわずかに未解凍部が見られたが他の処理では完全に融解しており短時間で加圧解凍ができた。

解凍後の試料の表面と中心部の温度差はこの実験の範囲で最大3℃あった。圧力が試料の内部まで速やかにかつ均一に伝達し高圧下で温度むらのない解凍を期待したが完全に内部から一様に解凍することは出来なかった。

加圧解凍後の試料の外観についてみると圧力が高くなるに従って表面が白く変色することが認められた。200MPaまでの処理ではL, a, b値の増加があり、300MPa以上では褐色を呈するようになった。マグロの加圧解凍による色調の変化の原因の一つに水溶性タンパク質の変性が考えられ、さらにミオグロビンのメト化による変色は300MPa以上で著しく進行しているものと思われる。

冷凍マグロの加圧解凍は短時間でドリップ量の少ない解凍が確認されたが色調の変化を伴うことから150MPa以下の処理が望ましい。

4. 平成9年度計画

農産品への調味液の高圧浸透による新漬物の製造。

高圧処理による食肉の物性の改善。

表1 氷の加圧処理圧力と残存率との関係

処理圧力 MPa		100	200	300	400	500	600
残存率 %	2分後	85	66	34	32	28	30
	5分後	61	26	21	20	23	27

表2 マグロの加圧解凍圧力と発生ドリップ量との関係

処理圧力 MPa		100	150	200	300	0.1
ドリップ量 %	10分後	3.3	3.3	2.9	3.0	7.2分
	20分後	3.7	4.9	4.7	4.2	7.3

1. 研究の目的と概要

年々食品等の安全性に関する消費者の要求が高まってきており、特に加工食品の原料である各種粉体食品素材の微生物管理は、食品業界にとって重要な問題である。粉粒体を原料とする加工工程で水分を添加する食品については、菌体の増殖に必要な水分となった時点で、殺菌処理をするか、あらかじめ原料素材の菌数を下げておく必要がある。粉粒体の殺菌方法として非加熱殺菌法では、薬剤殺菌（ガス殺菌剤、液体・固体殺菌剤）、放射線殺菌、紫外線殺菌があり、加熱殺菌法では、乾熱殺菌（火炎、加熱空気）、蒸気殺菌（飽和蒸気、加熱蒸気）、マイクロ波殺菌、エクストルーダやオーミック加熱（通電加熱）などがある。

本研究は加熱殺菌として、マイクロ波、エクストルーダ、通電加熱を、また非加熱殺菌として紫外線(UV)の利用による殺菌を行い粉粒体食品素材（穀粒粉、乾燥野菜粉末、生薬、香辛料、健康食品等）の殺菌効果を検討する。

併せて、原料に与える影響、色や、香り、有効成分の損失劣化、二次加工性の変化を評価し最適処理条件を見いだすものである。また各種の殺菌方法を組合わせた殺菌技術の開発を目的とする。

本年度は非加熱殺菌法として紫外線によるそば粉の殺菌条件について検討を行った。

紫外線による殺菌のメカニズムについては細菌の細胞内のデオキシリボ核酸(DNA)が光化学反応を越し細胞分裂能を失い死滅すると言われている。このDNAの分光吸収特性は260nm付近に吸収帯を持っている。低圧水銀ランプの短波長放電管は254nm光を効率よく発光しDNAの吸収スペクトルと非常に近似しているため殺菌効果の高いランプとして使用されている。

2. 試験研究の方法

使用UVランプ

GL-10(10W)、GL-30(30W) (National)単管

GL-15TS(15W) (Sankyo Denki)二本組 Ultra-Violet Product XX-15S

UV強度の測定方法

UV強度は、紫外線強度計 UVR-1 (Topcon) 測定波長 220~390nmを用い放射照度 (mW/cm^2)、放射線量 ($\text{mW sec}/\text{cm}^2$) を測定した。

供試材料

市販の国内産そば粉、水分11.7%、かさ密度0.57を使用した。

菌数の測定方法

標準寒天培地で平板希釈培養法で測定し生菌数の変化から殺菌効果を検討した。測定試料はランプ直下のものを分取して行った。

そば粉をラボジャッキにのせた平滑なガラス板の上にランプと平行に20×7cmの枠内

に均一に薄く敷き、上部より照射殺菌を行った。

放射照度 (mW/cm^2) はランプ及びランプからの距離を変え、放射線量 ($\text{mW sec}/\text{cm}^2$) は照射時間を変えて試験した。

3. 実験結果

各ランプ表面から試料面の距離と放射照度 (mW/cm^2) の関係は次の通りであった。

	0	1	2	5	10	15	20	距離 cm
GL-10	7.1	6.2	5.5	3.3	2.2	1.4	1.0	放射照度 mW/cm^2
GL-30	13.0	11.0	9.8	5.9	3.2	2.1	1.5	放射照度 mW/cm^2
XX-15S	16.0	13.9	12.8	9.8	6.2	4.1	3.1	放射照度 mW/cm^2

そば粉4gをガラス板枠内に広げ厚さ0.5mmとして放射照度2~14 mW/cm^2 の位置で照射した場合のそれぞれの殺菌効果を調べた。放射時間は試験のため4時間までかけた。一般生菌数 4.6×10^4 のそば粉について放射線量(1時間量)を3、6、12 $\text{mW h}/\text{cm}^2$ と変えて照射殺菌を行った時の殺菌率を比較すると各々20%、56%、89%で低効率であった。放射照度12 mW/cm^2 の2時間照射でそば粉の表面に褐変色が現れた。

そば粉の量を減らし厚さを約0.1mmとし放射照度 13.9 mW/cm^2 で5、10、30、60分間照射後の殺菌率は各々67%、83%、93%、99%となった。そば粉試料を極めて薄く広げることにより効率は上がるものの十分な殺菌効果は得られなかった。

254nmの紫外線は透過力が著しく弱いいため食品原料に直接照射してもその表面付近しか作用せず粒径の大きいもの、カゲの部分、内部、裏側は殺菌されない。実用的に粉粒体食品素材の殺菌装置として利用するためには工夫が必要である。粉体素材を振動あるいは回転を与えながら出来るだけ薄層にして照射室内に連続して供給するコンベヤー装置の開発や超高照度の中圧殺菌ランプの採用により殺菌効果を得ることが出来ると考えられる。

4. 平成9年度計画

エクストルーダ利用による粉体食品素材の殺菌処理。

通電加熱による粉体食品素材の殺菌の可能性について。

1. 研究の目的と概要

酵素利用は製品の付加価値向上、機能性付与、生産工程の簡略化等に有用な手段であり、近年食品加工分野でも積極的に取り入れられている。遺伝子組換えにより、有用酵素生産菌の培養管理を簡略化、生産量の増大、培養後の酵素生成過程の簡素化が可能になり、酵素生産コストを低減化できる。また、有用酵素を含む組換え微生物を食品加工に直接使用することも可能である。本研究では遺伝子組換えによる有用酵素の量産技術を支援するため、宿主微生物間の酵素生産効率を転写量、翻訳量（酵素活性）の両面で比較検討することを目的としている。

前年度、本研究に使用する *Corticium rolfisii* セルラーゼ遺伝子（cDNA）の塩基配列を決定し、構造について若干の考察を加えた。本年度は当セルラーゼ遺伝子を大腸菌、酵母、麹菌に導入し発現について検討を行った。

2. 試験研究の方法

前年度取得し、塩基配列を決定した *C. rolfisii* セルラーゼ遺伝子を大腸菌、酵母、および麹菌に導入した。大腸菌は *Escherichia coli* XL1-Blue MRF' 株（Stratagene社）、酵母は *Saccharomyces cerevisiae* INVsc2株（Invitrogen社）、麹菌は *Aspergillus oryzae* M-2-3株（アルギニン要求性変異株、東京大学北本先生より分与）を使用した。ベクターはそれぞれ pBluescript SK-、pYES2、および pBPT プラスミドを用いた。酵素の発現誘導にあたっては、それぞれ IPTG（Isopropyl- β -D-thiogalactopyranoside）、ラフィノース、およびグルコースを培地に添加した。

活性の測定はアビセル、およびカルボキシメチルセルロースを基質とし、培養上清を粗酵素液として、0.1M酢酸ナトリウム緩衝液（pH4.0）中、50℃、1時間培養した。生成還元糖をSomogyi-Nelson法により測定し、1分間に1 μ molの還元末端を生成する酵素活性を1ユニットとした。

3. 実験結果

C. rolfisii セルラーゼ遺伝子を大腸菌および酵母に導入後、IPTGおよびラフィノースで発現誘導を行った。培養上清の活性の検討、および培養上清濃縮液のSDS-PAGEによる分析を行ったが、調べた限りでは培養上清に *C. rolfisii* セルラーゼ蛋白質の発現は認められなかった。そこで、外来遺伝子産物の菌体外への発現に関し、酵母より良好であるとされている麹菌にセルラーゼ遺伝子を導入することとした。

昨年度、*C. rolfisii* セルラーゼcDNAをクローニングしたpCOC1プラスミドを *XhoI* で切断、DNA Blunting kit（宝酒造）で平滑末端化した後に *EcoRI* linkerを連結した。次に本cDNAを *EcoRI* で切断し、アガロースゲル電気泳動を行いセルラーゼcDNAを回収した。これをpBPTプラスミド *pgkA*（ホスホグリセロキナーゼ）promoterの

直後の *EcoRI* 認識切断部位に連結し、大腸菌DH5 α に導入、アンピシリン耐性で形質転換体を選択した。N-末端側から正しく転写されるように連結されたプラスミドを制限酵素切断パターンから判別し、pCOCA1プラスミドとした。

五味らの方法に従い、*A. oryzae* のプロトプラストを調製し、pCOCA1で形質転換を行った。その結果、ツァベック・ドックス最少培地（メルク社）上でアルギニン非要求性を示す形質転換体と思われるコロニーを3個分離した。その際の形質転換効率は0.1から0.05transformants/ μ gDNAであった。そのうちの1株についてグルコースを添加した培地（最終濃度40g/l）で培養し、培養上清について酵素活性を測定した。その結果、0.017U/mlのアビセル分解活性、0.12U/mlのカルボキシメチルセルロース分解活性を発現していた。

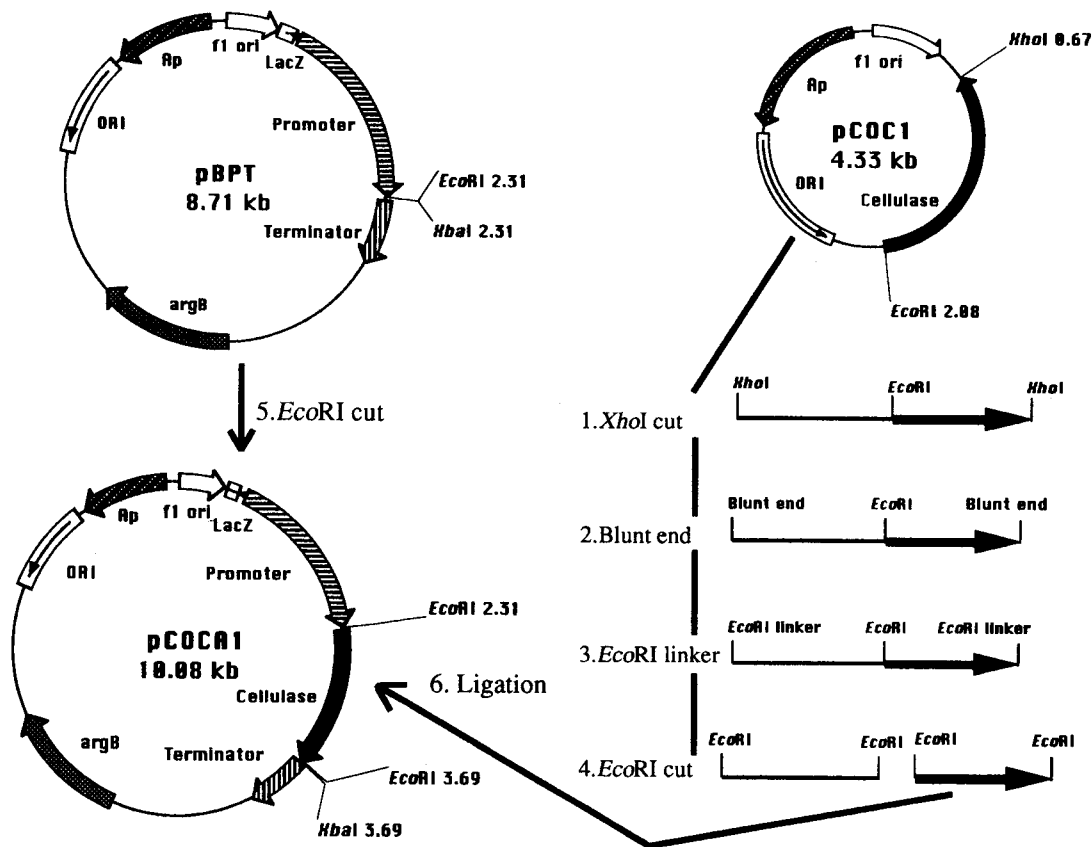


図 pCOCA1プラスミド構築スキーム

pCOC1を *XhoI* で切断後平滑末端化した。この断片に *EcoRI* リンカーを連結した後、*EcoRI* 切断することによりセルラーゼcDNA遺伝子を分取し、*EcoRI* 切断しておいたpBPTに連結した。

4. 平成9年度計画

- ・ 組換え体のサザンハイブリダイゼーションを行い、コピー数を推定する。
- ・ 転写量と酵素活性の相関を検討し、最適培養条件を求める。

応用技術部生物工学科 池田隆幸 八十川大輔 中川良二 長島浩二

1 研究の目的と概要

味噌、醤油、漬物などの日本の伝統的発酵食品において極めて重要な役割を果たしている *Tetragenococcus* 属及び *Pediococcus* 属乳酸菌の育種改良技術の研究は乳関係乳酸菌での研究に比べて非常に遅れている。我々は *Tetragenococcus* 属及び *Pediococcus* 属乳酸菌の遺伝子工学的育種を目指して、本菌の宿主・ベクター系の開発を行っている。昨年度までに味噌乳酸菌より分離したプラスミド pSKPB18 の構造解析を終えている。今年度は本プラスミドの複製に必要な塩基配列を明らかにするべく研究を行った。

2 試験研究の方法

1) プラスミドの構築： 枯草菌で複製可能なプラスミド pC194 (クロラムフェニコール耐性) の第975塩基から第958塩基までの約2.9kbのDNAフラグメント (フラグメントI) は、5'末端に BamHI サイトを含むプライマーを用いて、PCRによって増幅された。pSKPB18のORF1を含む第3043塩基から第1734塩基までの約2.0kbのフラグメント (フラグメントII) もフラグメントIと同様にPCRによって増幅された。pSKPB18の第3081塩基から第922塩基までの約1.0kbのフラグメント (フラグメントIII) は、pSKPB18のSau3A消化によって調製された。フラグメントIにフラグメントIIあるいはフラグメントIIIを連結し、枯草菌に導入した。

2) 枯草菌の形質転換： 枯草菌DY-16の形質転換はChangら¹⁾のポリエチレングリコール6000によるプロトプラスト形質転換法に従って行った。形質転換体の選別は2.5~10mg/mlのクロラムフェニコールを含む平板培地上で行った。

3 実験結果

試験研究の方法で述べたフラグメントIIにはpSKPB18の複製に必要と考えられる配列、すなわち複製因子の結合する部位や複製因子をコードすると思われるORF1が存在している。図にこのORF1によってコードされるアミノ酸配列のホモロジー検索の結果を示した。それによると、乳酸菌 *L.acidophilus*、*T.halophila*、*E.faecalis* の複製因子とそれぞれ47、49及び38%のホモロジーがあり、特にアミノ酸番号1から53番目当たりまでと137番目から222番目あたりまでは高いホモロジーが見い出された。そこで、これらの配列が実際に複製に関係しているかどうかを確かめるために、pC194のORF-C (複製に必須な蛋白質をコードしている) を分断するようにpSKPB18のフラグメントIIを挿入し、乳酸菌と同じグラム陽性菌である枯草菌に導入した。対照として本ORFを部分的にしか含まないフラグメントIIIを挿入し、同様に枯草菌に導入した。その結果得られた形質転換体の数を表に示した。フラグメントIIでもフラグメントIIIでも形質転換体の数に大きな違いはなかった。そこで、これら形質転換体に含まれるプラスミドのサイズを調べるたところ、調べた全ての形質転換体にお

いてpC194と同じサイズであり、pC194が自己連結したものであることが解った。このことから、(1) pSKPB18の複製配列が枯草菌では機能しないか(2) 機能するが、複製にはフラグメントII 以外の配列も必要であると結論した。

pSKPB18	MAN--IVVYKYNHNDLNTIPM	RNWTAEEMNF	AIIAKLR	TREVVYDK	47
Lab.acido	MAN--EIVKYNENLNSVSF	RHFNARELNL	SIVSRMRD	PEKVSDF	47
T.halophila	MSN--ELVYDPELNTIPL	RRFTPVEMNL	SVVSRMRD	DDTVRDF	47
E.faecalis	MSDKSELAVKYNENLNLVPL	KNFNAKQMDL	FALCARMKD	VENIRDF	50
Consensus	M.N--IVVYKYN.NL.N..P.	R.F.A.EMNL	...RMRD	...V..DF	50
pSKPB18	YSIAGIANYT	ITHNKR----	-----	-----	64
Lab.acido	NEIHELS	-----RY--	-----	-----	56
T.halophila	DCIKELSAVK	PTA-----	-----	-----	60
E.faecalis	EELKELSDYK	MTATKAFVAD	LEKLYKMDLN	LSYRTENDDE	100
Consensus	..EIS.Y.	.T.....	-----	-----	100
pSKPB18	-EETMENLVK	KISQIHY-IE	RTSNLSLTLMN	LFS--LFHVD	110
Lab.acido	-SDHGERLVK	DLEGVYTKMQ	NLNMWYDDGN	IIEHVWLFPG	105
T.halophila	-----NNRFID	DIQSTYQKIL	GLR-----	-FGSR-----	83
E.faecalis	KIDKKQKFVE	-VRVN-Q---	DLD-----	-Y-----	119
Consensus	-.....V.	.....	.L.....	.....	150
pSKPB18	KVKVTEQFEY	IINRLNAEFT	AYEL-----	-----	134
Lab.acido	TVSINPELKS	VLNQL-SNWT	RFSL-----	-----	128
T.halophila	---SKDGLD-	--REMFMFT	RFEIKGSAEV	PYVDIQIYPK	127
E.faecalis	---IINGLT-	--TE---FS	RFEL-----	-----	133
Consensus	.....L..	.....FT	RFEL-----	-----	200
pSKPB18	-----EET	QVRSIMAKV	YELKQWITV	KKEFEIEE	178
Lab.acido	-----EQFA	SLKSIYSKTL	FRLKQYRIV	GKRNFSMQEF	172
T.halophila	WVRYALAEFR	DLKSSYAKTM	FRLKQFRIT	YAYFSKSD	177
E.faecalis	-----SALT	SIRSIYAKTL	FRLLMYRST	YVVSIED	177
Consensus	-----E..	...SIAK..	FRLKQ..T.	...FS...E..	250
pSKPB18	--TPSHIDKN	VLKEMVHEMP	KFKNKVKK	VKANTRGTPV	226
Lab.acido	--SVSDIDKK	MMPEFKKELA	GIFYGGSIRK	LR-KGRGKI	219
T.halophila	WNKPANVESR	MICPIREELT	PLFRGRTIRK	KYGKGRGKPV	227
E.faecalis	--QMGNIDQK	VLKPEAMKELH	NYFENIEVTK	IKAK-KNKI	220
Consensus	-.....ID..	.....EL.	.....K.R...	..Y..W..E	300
pSKPB18	K--TGEWVKD	KFMSLDE---	---WTEKNSS	NE-L--PD--	255
Lab.acido	RKNANDFTNG	QALSNST---	---RKRQNKR	NEPM--PDYS	261
T.halophila	KKNADDFSQ	QFQDERQKLF	NIQHNGELTE	QEKWRAIDKV	277
E.faecalis	-----FT-G	-LKTNKP---	-----SVTM	HD-W--VN--	238
Consensus	.....F..G	-----	-----	.E.--D..	350

図 既知の乳酸菌プラスミド複製蛋白質とpSKPB18/ORF1のアミノ酸配列の比較
 囲んだアミノ酸は四者で同一のアミノ酸を示している。

表 pC194とpSKPB18のキメラプラスミドによる枯草菌の形質転換

	挿入DNAなし	フラグメントII	フラグメントIII
形質転換体の数	17	36	57

4 平成9年度計画

乳酸菌とくに*T.halophila*での形質転換法を確立し、複製配列の解析を行う。

文献1) Chang, S. and Cohen, S.N. : *Molec. Gen. Genet.*, 168, 111-115 (1979)

1 研究の目的と概要

レクチンは細胞を凝集させたり、多糖類や糖蛋白質を沈降させるという特性を持った蛋白質で、植物、動物、微生物など広く生物界に分布している。我々はこれまでの研究で、キクイモ塊茎由来のカルスからマンノースに強い親和性を持つレクチン(以下、HTAと略す)を見つけ、幾つかの生化学的性質を明らかにした⁽¹⁾。さらに、HTAが酵母凝集能を有し、この凝集反応がpH、酵母の種類やレクチン濃度など幾つかの要因によって変わることを示した⁽²⁾。

本年度は酵母をトリプシン処理すると、ある種の酵母のHTAによる凝集がトリプシン処理により著しく高められることを明らかにしたので報告する。

2. 試験研究の方法

酵母の培養および酵母懸濁液の調製 酵母はYPD液体培地を用い、25℃で、一晚培養した。培養菌体はリン酸緩衝食塩水(以下、PBSと略す)で4回遠心洗浄(2300rpm, 6分, 4℃)した後、PBSを加えてODが8~9になるように調製し、酵母懸濁液とした。

酵母のNaOH処理 酵母懸濁液に最終濃度0.1NになるようにNaOHを加え、37℃で60分間インキュベーションした。HClでpHを中性に合わせ、遠心分離(2300rpm, 6分, 4℃)した後、PBSで3回遠心洗浄(2300rpm, 6分, 4℃)した。

酵母のトリプシン処理 20mMトリス-HCl緩衝液(pH8.0)にトリプシンと酵母懸濁液を加え、37℃で60分間インキュベーションした。

3. 実験結果

酵母の表層に存在するマンノース糖鎖は、0.1N NaOHで処理すると脱離することが知られている。そこで、数種の酵母を0.1N NaOHで処理したところ、実験に供した全ての酵母がHTAによる凝集能を失った。従って、HTAは表層のマンノース糖鎖に結合して酵母を凝集させると考えられた。

以前の報告で我々は、HTAの赤血球凝集活性が赤血球のトリプシン処理によって著しく増加することを示した⁽¹⁾。このような凝集活性の増加が酵母でも起こる可能性があり、主に*Saccharomyces cerevisiae*を使用して、トリプシン処理による凝集活性の変化を調べた。酵母は株によってトリプシン処理の影響が異なり、*Saccharomyces cerevisiae* K-13及びK-9、*Kluyveromyces marxianus* var. *lactice*では凝集能が約40倍増加した。*Saccharomyces cerevisiae* K-13及びK-9は清酒用の高泡形成酵母であり、凝集活性に変化が見られなかったK-901やK-701は清酒用の泡なし酵母である。高泡形成酵母は細胞表層に疎水性のタンパク質が露出しており、そのために気泡付着性を有すると考えられている。清酒用泡なし酵母は高泡形成酵母の中から突然変異株として分離されたものであり、細胞表層が親株に比べて疎水

性タンパク質の変化によって親水性が強いと考えられている。清酒用泡なし酵母が、トリプシン処理することでHTAによる凝集能を著しく増大させたという事実は、HTAによる酵母の表層認識機構を理解する上で非常に興味深いことであり、さらに検討する必要がある。このトリプシン処理酵母をYPD培地で培養すると、正常に増殖し、HTAによる凝集能は処理前と同様になった。

清酒では泡なし酵母は、もろみ日数の短縮、発酵力の増加など幾つかの利点を持つことから、変異原処理などの方法で有用な泡なし酵母を分離する研究が行われ、K-901やK-701などの株が得られている。酵母を用いる他の発酵食品でも高泡形成はデメリットとなると考えられているので、有用な泡なし酵母のスクリーニングの際に、HTAを用いて凝集分離することは非常に有効な方法となるように思われる。

[参考文献]

- (1) Nakagawa, et.al. : *Biosci. Biotech. Biochem.*, 60, 259 (1996).
- (2) 中川良二ら : 北海道立品加工研究センター報告 No.2 (1996).

4. 平成9年度の計画

- ・食品中（漬物、味噌など）の酵母をHTAを使って分離する。
- ・HTAの生理機能を明らかにし、応用を検討する。
- ・HTA遺伝子を調べ、大量生産法を検討する。

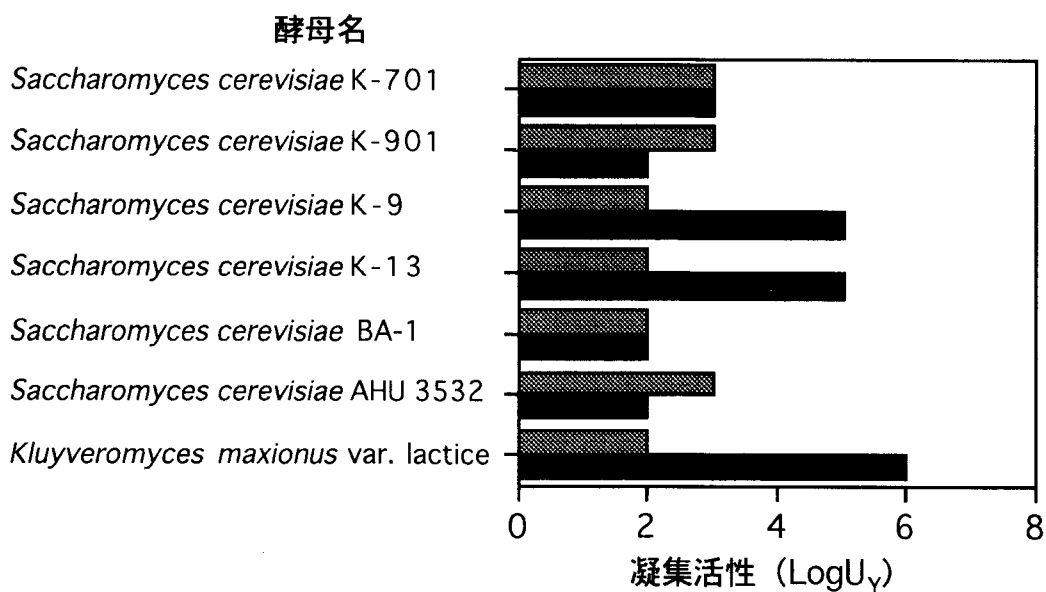


図 HTAによる酵母の凝集

■ コントロール
 ■ トリプシン処理

凝集活性 (U_γ) はHTAの1/2希釈系列で、凝集が陽性であると判定された最高希釈度で示した。

応用技術部生物工学科 長島浩二 池田隆幸 八十川大輔 中川良二

1 研究の目的と概要

本研究では、遺伝子解析に基づいた微生物の分類・同定技術を発展させるために食品関連微生物の遺伝情報（16SリボソームRNA遺伝子の塩基配列）を蓄積することを目的としている。本年度は、酵母のミトコンドリア16SリボソームRNA遺伝子の塩基配列を決定するため遺伝子増幅を試みたので報告する。

2 試験研究の方法

1) 供試菌株： 使用した菌株は以下のもので、番号は図のものと一致させてある。

1: *Debaryomyces hansenii* IFO0015, 2: *Cryptococcus albidus* IFO0378, 3: *Debaryomyces marama* IFO0668, 4: *Candida intermedia* IFO0761, 5: *Zygowillipsis californica* IFO0800, 6: *Rhodotorula rubra* IFO0890, 7: *Willipsis saturnus var. saturnus* IFO0941, 8: *Kluyveromyces lactis* IFO1090, 9: *Zygosaccharomyces bailii* IFO1098, 10: *Kloeckeraspora vineal* IFO1415, 11: *Kloeckeraspora occidentalis* IFO1819, 12: *Rhodospidium dacryoidum* IFO1931, 13: *Rhodospidium sphaerocarpum* IFO1937, 14: *Cryptococcus albidus* IFO10127, 15: *Pichia anomala* IFO10213, 16: *Rhodotorula pustula* IFO10248, 17: *Shizosaccharomyces octosporus* IFO10373, 18: *Candida boidinii* IFO10574, 19: *Candida sp* 1-13, 20: *Kluyveromyces fragilis* AHU3174, 21: *Kluyveromyces marxionus* AHU4381, 22: *Kluyveromyces marxionus* AHU396, 23: *Saccharomyces bayanus* AHU3554, 24: *Saccharomyces carlsbergensis* AHU3181, 25: *Saccharomyces cerevisiae* AHU3051, 26: *Saccharomyces cerevisiae* AHU3532, 27: *Shizosaccharomyces pombe* AHU3176, 28: *Shizosaccharomyces pombe* AHU3179, 29: *Zygosaccharomyces rouxii* IFO1876

2) 酵母ミトコンドリア16SリボソームRNA遺伝子の増幅： 酵母懸濁液（10mMTris-HCl, pH7.5）に最終濃度1%になるようサイリウス20Tを加え、35℃4時間処理したものを増幅の鋳型とした。使用したプライマーは、5'CAGCAGTCAAGAATATTAGTCAATG3'（MS1; *Saccharomyces cerevisiae* 777-3Aのミトコンドリア16SリボソームRNA遺伝子(GenBank Accession No. X07799)の塩基番号357から381までの配列に相当する）、GCGGATTATCGAATTAATAAC（MS2;同1037-1016）、GTGGTG(A/T)A(A/C)A(G/C)GTGAGTA（MS3;同103-120）、CCGC(G/T)(A/G)CTGCTGGCAC（MS4;同645-631）の4種類で、MS1とMS2およびMS3とMS4の組合せで用いた。PCRは94℃・2分、37℃・2分、50℃・2分、72℃・3分の36サイクルで行った。増幅産物は2%アガロース電気泳動で解析した。

3 実験結果

酵母の染色体18SリボソームRNA遺伝子の塩基配列は種間はもちろん属間でもあまり大きな差がないため、分類同定に使うのは困難だと言われている。これに対し、ミトコンドリアの16SリボソームRNA遺伝子の場合には図に示されているように、属間でサイズに大きな違い

が見られた。従って、塩基配列の比較によって属間だけでなく種間の分類を行える可能性がある。但し、今回使ったプライマーの組合せだけでは、リボソームRNA遺伝子が増幅されてこない酵母があった。また、プライマー組合せによって増幅される酵母の種類に多少違いが見られた。以上のことはプライマーの塩基配列改善の必要性を示している。

4 平成9年度計画

- 1) 増幅されたミトコンドリア16SリボソームRNA遺伝子の塩基配列を決定する。
- 2) 得られた塩基配列の情報に基づいてプライマー配列の改善を行う。

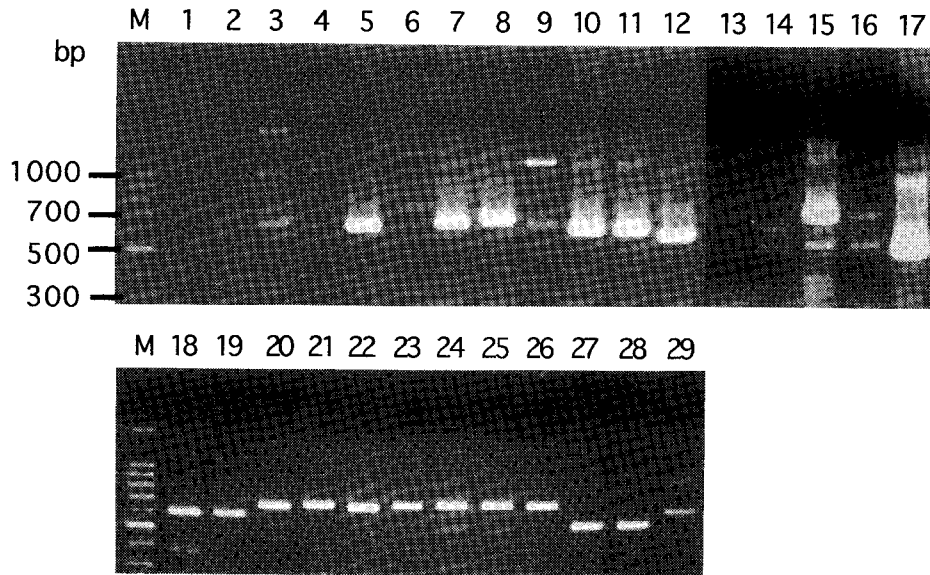


図1 MS1とMS2の組合せによる酵母ミトコンドリア16SリボソームRNA遺伝子の増幅

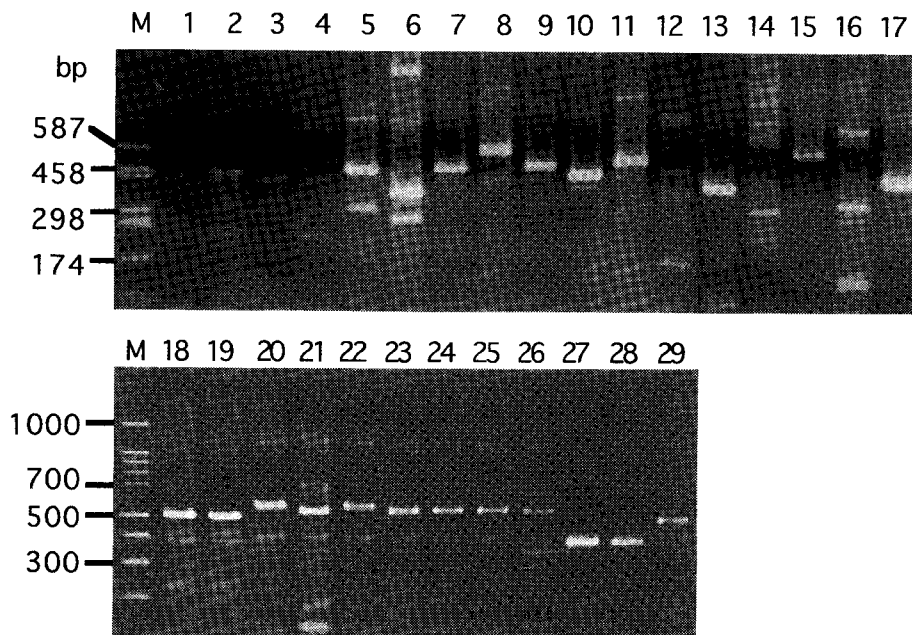


図2 MS3とMS4の組合せによる酵母ミトコンドリア16SリボソームRNA遺伝子の増幅

1. 研究の目的と概要

北海道はトウモロコシの生産量が全国一であり、スイートコーンで17万tを生産し(全国の46%、平成6年)、畑作の基幹作物の一つである。しかし、その利用は生食、冷軸、ホールコーン缶にほぼ限られている。そこで、トウモロコシに高次加工処理を施すことによる付加価値を付けた食品開発を目的として、以下の4試験を行った。1)トウモロコシを用いたビールの製造試験 2)トウモロコシ穂軸を用いたスナック菓子製造に関する検討試験 3)菓子用トウモロコシペーストの製造試験 4)スイート種を用いたトルティーヤ生地の製造試験

2. 試験研究の方法

実験には平成8年8月に千歳市農協管内で収穫されたピーターコーン及びハニーバンタムを用いた。試験2)、3)、及び4)は100℃、8分間のブランチングを行ったサンプルを用いた。

1)アルコール発酵に必要な発酵性糖の生成について、トウモロコシに糖化酵素を加えデンプンを分解する方法及びトウモロコシを発芽させ自身の酵素により糖を生成する方法によって検討した。

2)トウモロコシ加工時の廃棄物である穂軸を加圧加熱(121℃、1時間または2時間)して、その軟化程度を検討するためにレオメーターによる突き刺し試験(直径5mmの針型プランジャー)を行った。

3)トウモロコシペーストの調製に際し、収穫後ブランチングしたトウモロコシ子実をワーリングブレンダー、チョッパー、ポリトロン、マスコロイダーなどで湿式磨砕した。一部物理的処理に酵素処理(ノボ社)を併用した。これらペーストの粒度分布をコールターカウンターで測定した。

4)トルティーヤ生地製造時に行われるアルカリ処理を、ラーメン製造に使われるかんすいを用いて行い、トウモロコシ子実の軟化程度を圧縮破断試験により評価した。

3. 実験結果

1)酵素処理を行ったサンプルの初発糖度は2.20%で、発酵終了時は0.11%に減少した(表1)。また、エタノール濃度は発酵終了時(13日後)には2.38%となった。酵素処理を行ったトウモロコシは、アルコール発酵に使用できることが示された。

発芽処理したサンプルの糖度を測定したところ、発芽の酵素作用によってデンプンが糖化されていると予想したが、糖度は0.01%であり、エタノール発酵は起きなかった。

2)穂軸に対して垂直に突き刺した場合の最大荷重は12サンプルの平均で、a)無処理

区：2,050gf、b)1時間処理区：1,858gf、c)2時間処理区：1,821gfであった。

同様に、水平に突き刺した場合a)無処理区：5,210gf、b)1時間処理区：4,496gf、c)2時間処理区：5,151gfであった。

結果より、加圧加熱処理により若干の軟化傾向が見られたが、個体間の差の方が大きく、加圧加熱処理の効果は殆ど無視できるものと思われた。

3)各種物理的磨砕処理を行ったトウモロコシペーストの粒度分布を測定したところ、チョッパー>ワーリングブレンダー>ポリトロンキマスコロイダーの順に大粒子の存在割合が多い傾向を示した。更に、物理的磨砕と酵素処理の併用試料においては、0.1%セルクラスト添加50℃3時間処理併用区が、0.1%ビスコザイム添加併用処理区や0.05%セルクラスト+0.05%ビスコザイム添加処理併用区より微細粒子側にピークがシフトした分布を示した。

4)アルカリ処理後の軟化をレオメーター（プランジャー：φ10mm円、試験速度：60mm/min、圧縮度：子実高に対し60%）を用いて測定した。その結果、1%かんすい中で蒸煮（10分間）することにより最大荷重が大きく低下した（表2）。これは、かんすい中でのクッキングにより、種皮と胚芽が柔らかくなることを示している。

表1 酵素による糖化・発酵試験

	糖度	グルコース	ショ糖	イタール
酵母接種時	2.20	1.98	0.22	0.00
発酵終了時	0.11	0.03	0.08	2.38

（数値は全て%表示）

表2 圧縮破断試験による最大荷重

サンプル名	最大荷重(gf)
ブランチングのみ	1399.0
水 浸漬	795.1
水 蒸煮	583.3
かんすい 浸漬	734.0
かんすい 蒸煮	260.5

4. 平成9年度計画

- ・酵素処理によるトウモロコシ穂軸の発酵試験を行い、今回の結果と併せて、苞葉部、絹糸部を除いた雌穂全体を用いた発泡酒の試作を行う。更にトウモロコシ発泡酒の各種フレーバリング試験を行う。
- ・トウモロコシ穂軸スライスを原料として、スナック菓子を試作する。
- ・更にトウモロコシペーストの物性の検討を加え、味付け、フレーバリング等を行い、菓みに試用する。
- ・生地を試作して物性を検討する。スターチ等でテクスチャーを調整してトルティヤ、トウモロコシ麺などを試作する。

北方系機能性植物の食品素材化と新規加工食品の開発

—ハマボウフウ・マタタビ・ハスカップについて—

加工食品部農産食品科 田中常雄 田中彰 槇賢治 山木一史

1 研究の目的と概要

北方系機能性植物として、ハマボウフウ、マタタビ、ハスカップを取り上げ、その栽培から加工までを各研究機関で分担して検討することとした。

本年度は、網走市農業協同組合で栽培されているマタタビと、比較のために、同じマタタビ属の木本で置戸町で栽培されているコクワ（和名：サルナシ）の栄養成分の分析を行った。ハスカップについては、凍結保存中のビタミンCの変化を測定し、貯蔵適性の解明を行った。ハマボウフウは、現在、成分分析中である。

2 試験研究の方法

- (1) 供試試料：マタタビは、平成8年9月25日に網走市農協実験圃場で収穫したものを常温輸送し、翌日、当センターに到着した試料を -45°C の冷凍庫に1日入れて凍結させた。同農協で出荷する際には、マタタビは緑色のままであることから、昨年度のように風乾して黄色を呈する処理は施さず、そのまま分析に供した。

コクワは、平成8年10月に置戸町で収穫され、冷凍保存したものを10月22日に常温輸送した。翌日、当センターに到着した試料は一部解凍していたので、冷凍庫(-125°C)に1日入れて再凍結させた。

ハスカップは、平成8年7月15日に千歳市農業協同組合実験圃場で収穫した千歳9号を直ちに当センターに輸送し、凍結して -20°C に冷凍貯蔵した。

- (2) 成分分析：各試料は、 -20°C で保存し、分析の都度必要量を解凍して、四訂日本食品標準成分表（科学技術庁資源調査会）に準じた方法で分析を行った。また、糖度はデジタル糖度計PR-1（（株）アタゴ）を使用し、pHはガラス電極式水素イオン濃度計HM-50V（東亜電波工業（株））を使用して測定した。なお、ハスカップのビタミンC測定では、測定法の比較を行うため、HPLC法とヒドラジン比色法を併せて行った。

3 実験結果

マタタビおよびコクワの成分分析結果を表1に示した。コクワについては、比較のため参考資料も掲載した。コクワの方が酸味(pH)と甘味(糖度)があり、生食用果実として適していると思われる。マタタビは、酸味や甘味に乏しく、生食用には向かないが、ビタミンCが多いことなどから、加工用素材として考えていきたい。

ハスカップの冷凍貯蔵中のビタミンCの変化を表2に示した。貯蔵1カ月目の値が低く、3カ月目の値が高いのは、ハスカップ粒の個体差と考えられる。貯蔵6カ月目までは、ビタミンCの減少はないものと思われる。また、HPLC法とヒドラジン比色法での分析値の違いは、ほとんどないものと思われた。

表1 マタタビおよびコクワの栄養成分

分析項目	単位 (/100g)	マタタビ (網走産)	コクワ (置戸産)	参考資料		
				コクワ(1965)	コクワ(1984)	
一般成分	エネルギー	Kcal	40	73	79	74
		kJ	167	305	331	310
	水分	g	88.6	79.7	79.2	80.1
	蛋白質	g	1.2	1.5	1.9	1.2
	脂質	g	0.3	0.6	3.6	1.2
	炭水化物	g	9.3	17.5	11.7	16.7
	灰分	g	0.6	0.7	0.8	0.8
無機質	カルシウム	mg	66	58	106	130
	リン	mg	41	51	69	36
	鉄	mg	0.5	0.4	1.1	0.4
	ナトリウム	mg	1	1	—	trace
	カリウム	mg	234	281	—	220
	マグネシウム	mg	28	21	—	14
	銅	μg	72	79	—	—
	亜鉛	μg	184	103	—	—
	マンガン	μg	210	134	—	—
ビタミン	A効力	IU	—	—	270	55
	B1	mg	—	—	0.02	—
	B2	mg	—	—	0.05	—
	C	mg	89	126	28	57
	α-トコフェロール	mg	—	—	—	0.48
その他	糖度	Brix%	7.0	15.4	—	—
	pH	—	5.1	3.4	—	—

※エネルギー換算係数は、蛋白質3.36、脂質8.37、炭水化物3.60とした。
 (四訂日本食品標準成分表の「その他の果実」を適用) 1 kcal = 4.184 kJ。
 ※窒素-蛋白質換算係数は、6.25とした。(四訂日本食品標準成分表より)

表2 ハスカップの冷凍貯蔵中のビタミンCの変化 (mg/100g)

分析法	0カ月	1カ月	2カ月	3カ月	4カ月	5カ月	6カ月
HPLC法	71	68	76	81	78	76	70
ビロリン比色法	74	68	74	84	78	78	71

4 平成9年度計画

未分析の栄養成分の分析を行うとともに、種々の試作加工試験を行う。

本研究に際し、マタタビの試料を御提供くださいました網走市農業協同組合佐藤稔様、コクワの試料を御提供くださいました置戸町役場松田功一様に深謝いたします。また、コクワの栄養成分の分析資料を提供してくださいました北海道立衛生研究所佐藤千鶴子研究員に深謝いたします。

(共同研究機関 北海道大学農学部 北海道東海大学工学部 北海道文教短期大学 藤女子短期大学 雪印種苗(株) (株)のうきょう興産 千歳市農業協同組合)

水産未利用資源を用いた食品素材の開発 (H8~H10)

-ホタテ軟体部から自己消化酵素及び市販酵素を用いたエキス生産方法の検討とその官能評価-

応用技術部生物工学科 池田隆幸 八十川大輔 中川良二 長島浩二

(共同研究機関:酪農学園大学・北興化工機(株)・東海物産(株)・大同ほくさん物流(株))

1 研究の目的と概要

古くから日本人は水産物の多様な味を楽しみ、穀類や豆を原料とした発酵調味料とともに独自の魚食文化を築いてきた。魚介類をそのまま食すると同時に、鰹節、昆布のだし及び魚醤など旨味調味料としても盛んに利用してきたという歴史がある。

一方、北海道においてホタテは栽培漁業の中核であり、平成6年度の水揚げ実績は37万トンを超え過去最高を記録した。しかし中腸腺、いわゆるウロを含む軟体部はカドミウムをはじめとする重金属蓄積のため、また貝殻や付着物はほとんど利用されることなく産業廃棄物として埋め立て、焼却処分され大きな社会問題となっている。ワーキンググループを組織して検討してきた結果、伝統的魚類調味料である魚醤をモデルにホタテ軟体部を原料とした調味料開発の研究を進める。

2 試験研究の方法

ホタテ加工残渣は、2月にとれたホタテの貝柱を除いた部分を-20で凍結保存し、毎回同じロットの加工残渣を用いた。実験に際しては、自然解凍後ホタテ貝加工残渣からいわゆるウロと呼ばれる中腸線部分を取り除いてから行った。

プロテアーゼは市販の食品用プロテアーゼ19種を用いた。

1) 自己プロテアーゼによるエキス製造

最初に、ホタテ中に存在する自己消化酵素による分解を試みた。ホタテガイ加工残渣からウロ(中腸腺)を取り除いた部分(以下原料)を高速ホモジナイザーで2分間ホモジナイズした。このホモジネート10gに食塩15%相当量を加え、30℃の恒温器で24時間または5日間自己消化した。固液分離を容易にするため10mlの脱イオン水を加え、遠心分離した。上清を分取、沸騰水中で10分間加熱後、さらに遠心分離してエキスを得た。エキス量を測定後、分子量10,000で限外ろ過し、以下の分析に用いた。対照としてホモジナイズ直後のホモジネート10gを同様に処理した。エキス成分の定量には、DC Protein Assayキット(BIO-RAD社)を用い可溶性蛋白質を測定し、ウシアルブミン量に換算した。アミノ酸量をニンヒドリン試薬を用いて検出し、グルタミン酸として定量した。また、官能試験として、数人のパネラーがウロ臭、におい、苦味、こく、旨味及びあと味の6項目について評価した。

2) 市販酵素分解によるエキス製造

無塩下での反応であることから、ホタテ加工残渣の殺菌とプロテアーゼによる分解を容易にすることを目的に、ホモジネート10gを100℃で15分間加熱処理した。水中で室温まで急速冷却後、各酵素0.5%水溶液(液体酵素は1%10mlを加え、50℃で反応させた。1時間後、4間後に遠心分離してエキスを分離、定量した。得られたエキスを分子量10,000で限外ろ過し低分子量のペプチドを定量した。同時に熱水で1時間抽出したサンプルも以下同様に処理しコントロールとして比較した。可溶性蛋白質量の定量と官能試験は自己酵素による分解時と同様に行った。

3) 酵素の組み合わせ

プロテアーゼP、パパインW-40、アルカラゼが蛋白質のペプチド鎖の真ん中から切断しペプチドを遊離する酵素であるのに対し、プロテアーゼAはペプチド鎖の末端から切断しアミノ酸を遊離させる酵素である。このことから、これらの酵素を組み合わせることで作用させた。

4) 反応条件の検討

酵素反応の温度、時間の最適化を行った。ホモジネート10gに0.6%酵素液10mlを加え40℃または50℃で反応させ、1、2、4及び8時間後にエキスを分離した。それ以外の条件についてはは3)と同様に行った。また、官能試験、エキス成分の定量とも1)と同様に行った。

3) 実験結果

1) 自己プロテアーゼによるエキス製造

官能試験ではウロ臭、苦味が減少したが、旨味、こく、あと味などの顕著な増加が見られなかった。また、特に食塩が15%も入っていることから、かなり塩辛く調味料としての用途は狭いと判断した。また、自己酵素のみでは5日かけても良好なエキスが得られなかったことは、イカの塩辛のような珍味を作る際には十分な熟成も可能であるが、年間5.7万トンものホタテ加工残渣処理には向かないと判断した。

2) 市販酵素分解によるエキス製造

添加したプロテアーゼがホタテ軟体部の蛋白質を分解し、低分子量のペプチド又はアミノ酸を可溶性画分に遊離させることができると考えられた。また、官能試験の結果から、供試した市販プロテアーゼの中で、蛋白質可溶化能が高く比較的安価でエキスの味およびにおいが良好な酵素としてプロテアーゼA、プロテアーゼP、パパインW-40（以上天野製薬（株）製）とアルカラーゼ（ノボノルディスクバイオインダストリー（株）製）を選択した。プロテアーゼAはすっきりした匂い、プロテアーゼPは強い匂い、パパインW-40は弱い匂いがすっきりした匂い、アルカラーゼは弱い匂いであった。このほかすっきりとしたさわやかな匂いを持つエキスとしてXP-415、パパイン、プロメラインF、ピオプラーゼSP10があげられた。

3) 酵素の組み合わせ

プロテアーゼAとプロテアーゼP、またはさらにパパインW-40を組み合わせると良好な呈味性のエキスが得られることが明かとなった。可溶性蛋白質量は4酵素全てを組み合わせると最も多く次いでパパインW-40単独、プロテアーゼPとアルカラーゼの組み合わせが多かった。一方、可溶性蛋白質量に対するアミノ酸量はプロテアーゼAとプロテアーゼPの組み合わせが最も高く、呈味性を反映していると考えた。

4) 反応条件の検討

0℃では50℃と比較して酵素反応速度、活性が低いことが観察された。また8時間後には二連の試験一方で腐敗臭がし、雑菌による汚染又は何らかの化学変化が起こったものと判断した。50℃では2時間後に可溶性蛋白質量が最大に達し、8時間後までほぼ一定であった。アミノ酸量は8時間後まで増加し続けた。官能試験の結果では40℃より50℃で呈味性が良好であった。500℃の反応条件では2時間後に最も良好な官能結果を得、8時間後には旨味、あと味が減少していた。従ってエキス生産には酵素量0.6%で50℃、2時間が現在のところ最も適切と判断した。

3) 要約

ホタテ軟体部にプロテアーゼAとプロテアーゼPを作用させることで、良好なエキスを得ることができた。今後はさらにこれらのエキスの呈味性を高めるとともに、酵素の使用量や価格を下げることで実際販売されている調味料との比較を行いたいと考えている。また、カドミウムの量はお米の規制値1ppmの1/3程度であり問題ないレベルではあるが、カドミウムは可能な限り低下させる必要があると考えている。

4) 平成9年度計画

- ホタテたんぱく質の成分
- カドミニウムの除去法の開発

水産未利用資源を用いた食品素材の開発
—機能性成分の評価方法の確立と探索—

水産食品科 太田智樹・佐々木茂文・西田 孟

1. 研究の目的と概要

最近、食品中の生体調節機能因子に関する研究が活発に行われるようになり、食品設計や製造に応用されつつある。食品中の健康機能因子を明らかにし、それらを利用した食品は今後も増大するものと予想され、従来の食品との差別化により、より高付加価値型の製品展開が期待される。食品の機能因子の中でも特にがんや高血圧予防、また、老化や様々な疾病発症に関与する生体内酸化を抑制する成分に関して多くのアプローチがなされている。

この研究ではホタテガイ軟体部からエキス製品を製造し、それらの中から機能因子を様々な観点から探索し、健康特性をアピールポイントとした製品開発を行うことを目的とした。本年度は高血圧抑制作用ならびに生体内抗酸化に関する機能性因子の探索を行った。高血圧抑制作用に関しては血圧上昇因子であるアンギオテンシンI変換酵素(ACE)を阻害する成分、また、生体内抗酸化活性については金属キレート作用およびラジカル消去能に基づく活性を脂質酸化反応モデルを設定し検討を行った。

2. 試験研究の方法

ホタテガイ軟体部から各種プロテアーゼにより分解調製したエキス4種(A:プロテアーゼ、ヌクレアーゼ) B:PNDエキス、C:プロテアーゼエキス、D:中腸腺含有エキス)を凍結乾燥したものを試料として用いた。試料はそれぞれ10mg/mlになるように蒸留水に溶解し、活性測定に用いた。ACE阻害活性は合成基質ヒプリル-L-ヒスチジル-L-ロイシン(HHL)を用い、ACEにより遊離する馬尿酸の生成抑制を指標とする系により検定した。すなわち、40mUACE、1.2MNaCl、蒸留水に溶解した試料あるいは蒸留水をそれぞれ50 μ lずつ試験管に入れ混合し、37 $^{\circ}$ Cで3分間インキュベートした後、10mMHHL50 μ lを加え、30分間反応を行った。反応後、1NHClを200 μ l加えて反応を停止した。5分間静置した後、酢酸エチルを1ml加えて馬尿酸を抽出した。3,000rpmで5分間遠心分離した後、酢酸エチル層各試料間の活性の比較は馬尿酸生成を50%阻害するときの反応液中での濃度(IC₅₀)で行った。

抗酸化活性はイワシトリアシルグリセロール、界面活性剤(Tween20)、リン酸緩衝液とそれぞれのエキスから成るエマルジョンを調製し、金属酸化促進剤である鉄-アルコルピン酸(Fe-asc)あるいはラジカル発生剤である2,2'-アゾビス(2-アミノプロパン)ジハイドロクワイト(AAPH)を加え、酸化を促進して37 $^{\circ}$ Cで90分間インキュベートした後反応液を採取し、チオバルビツール酸(TBA)法によって酸化度合いを測定し、それぞれのエキスが持つ抗酸化活性を算出した。

3. 実験結果

ホタテガイ軟体部から調製した4種類のエキスのACE阻害活性を図1に示した。4種類のエキスはいずれも阻害活性を有し、各エキスの IC_{50} はそれぞれA: 0.62mg/ml, B:0.75mg/ml, C:0.62mg/ml, D:0.63mg/mlであった。各試料なかでもAとCがやや高い活性を示したが試料間に大きな差は認められなかった。これらの試料はいずれも混合物であり、精製度をあげるにより高活性なACE阻害ペプチドが得られるものと期待される。

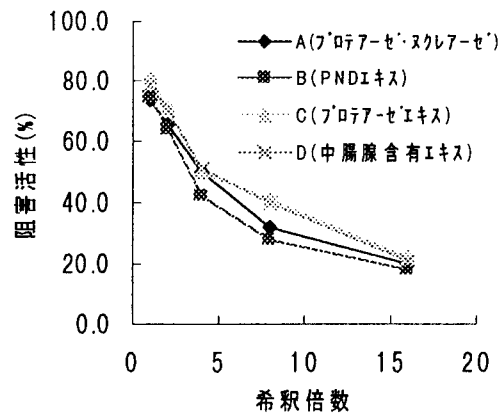


図1 各種エキスのACE阻害活性

ホタテガイ軟体部から調製した4種類のエキスの抗酸化活性を図2に示した。鉄-アスコルビン酸で酸化を促進した場合ではエキスを反応液の0.25%、AAPHで酸化を促進した場合には10%添加することによってどのエキスでもコントロールと比較して約60%以上酸化を阻害した。プロテアーゼエキスのFe-ascおよびAAPHに対する IC_{50} はそれぞれ $1.1 \mu\text{g}/\text{ml}$ 、 $132 \mu\text{g}/\text{ml}$ であった。分析した4種のエキスはほとんど活性に大きな差が認められなかった。これらのことからホタテ軟体部から調製したエキスには抗酸化活性が認められ、エキスの調製方法をさらに検討することによってより強い抗酸化活性を有するエキスが得られるものと期待される。

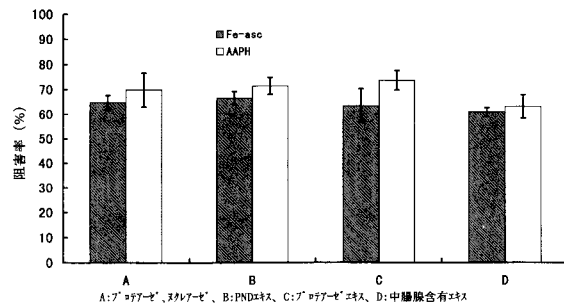


図2 ホタテ軟体部から調製したエキスの抗酸化活性

4. 要約

ホタテガイ軟体部から調製したエキスの高血圧抑制作用ならびに生体内抗酸化に関する機能性因子の探索を行った。分析した4種のエキスはいずれもACE阻害活性および抗酸化活性が認められ、健康性機能有した食品への利用が期待された。

5. 平成9年度計画

- (1) 培養動物細胞系を用いる新規機能性評価方法の確立と評価
- (2) 酵素阻害評価法による新規機能性評価方法の確立と評価

応用技術部生物工学科 長島浩二 池田隆幸 八十川大輔 中川良二

1 研究の目的と概要

食品業界では、食品中の微生物管理は品質管理の最重要項目であり、食品汚染菌の同定は汚染防止対策を立てる上で重要である。本研究では、衛生研究所と共同して、食品汚染菌、食中毒起因菌の遺伝子解析を行うと共に、製造現場で出来る簡易で迅速な、遺伝子診断に基づく微生物検査法を開発することを目的としている。本年度は、食品中にどのような細菌がいるかについて遺伝子解析法によって調べた。

2 試験研究の方法

(1) 食品中の細菌の分離：市販の“野沢菜漬”、“はさみ漬”、“スモークサーモン”および“生おぼろ”から、標準寒天培地を用いて塗抹法により菌を分離した。培養は5℃で2週間、37℃で1日から5日間行った。

(2) 細菌の同定：分離菌を形態および色でグループ分けし、各グループから数個の菌をピックアップして16SリボゾームRNA遺伝子の5'末端約300bpの塩基配列を決定した。得られた塩基配列を、インターネットによりNational Center for Biotechnology Information(USA)のデータベースと照合することにより分離菌の同定を行った。

3 実験結果

食品より分離された菌の16SリボゾームRNA遺伝子の塩基配列を決定し、データベースと照合した結果、*Escherichia coli*の高かったものを二つを表に示した。

(1) 野沢菜漬及びはさみ漬のマイクロフラ解析：野沢菜漬では、乳酸菌(*L. lactis*, *L. mesenteroides*, *L. sake*)、*Pseudomonas sp.*、*Enterobacter sp.*など数種の菌が分離されてきたのに対し、はさみ漬では、乳酸菌(*L. mesenteroides*, *L. sake*)のみが分離されてきた。これは、今回使用した野沢菜漬が浅漬けタイプの漬け物であり、はさみ漬が発酵熟成タイプのものであることを反映した結果と思われる。はさみ漬では、乳酸菌がマイクロフラの大部分を占めているので賞味期間の比較的長い食品と言えるのに対し、野沢菜漬では、*Pseudomonas sp.*や*Enterobacter sp.*のような腐敗変敗細菌がかなりの割合で存在し、低温でも良く増殖する(表1-1のグループBとEを見よ)ので、はさみ漬に比べれば賞味期間はかなり短いと言える。

(2) スモークサーモンのマイクロフラ解析：スモークサーモンで最も多く検出された*S. saprophyticus*及び*Acinetobacter sp.*と*Flavobacterium sp.*は自然界に広く分布する菌であり、原料から由来したものと考えられる。*S. saprophyticus*は腐敗細菌であり、*Flavobacterium sp.*は腐敗活性はあまり強くはないが、低温で増殖するものがあるので、注意が必要である。*S. epidermidis*は人の皮膚の常在菌であり、作業員の手から由来したと考えられる。

(3) 生おぼろのマイクロフラ解析：同定された菌のほとんどは動物腸管常在菌であった

が、味付けに胡椒を使った塩タレのものでは、*Bacillus sp.*が検出された。

以上の結果は、従来の食品マイクロ解析で一般的になっている事実と良く一致するものであった。このことは、遺伝子解析法が細菌の同定とマイクロ解析にとって有用な方法であることを示している。

表1-1 野沢菜漬のマイクロフローラ

グループ	菌株No.	培養条件	コロニーの特徴	データバンクとの照合結果(homology %)
A	1, 2, 3, 6	Sp	大、白	<i>Enterobacter sp.</i> (99, 308/310), <i>Klebsiella pneumoniae</i> (99, 307/310)
B	30, 31	Sp (低)	中、白	<i>Enterobacter sp.</i> (97, 312/314), <i>Klebsiella pneumoniae</i> (99, 311/314)
C	21, 22	Sp	小、黄	<i>Brevibacterium citreum</i> (98, 301/305), <i>Brevibacterium luteum</i> (98, 301/305)
D	27, 28	Sp	小、淡黄	<i>Corynebacterium triticia</i> (95, 289/304), <i>Corynebacterium rathyi</i> (95, 288/304)
E	34	Sp (低)	大、白	<i>Pseudomonas pavonaceae</i> (94, 293/311), <i>Flavimonas oryzihabitans</i> (93, 291/311)
F	29	Sp	中、白	<i>Lactococcus lactis</i> (100, 321/321), <i>Streptococcus cremoris</i> (99, 320/322)
G	32	Sp (低)	小、白	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> (97, 316/323), <i>Leuconostoc lactis</i> (95, 309/323)
	37	Sp	小、白	
H	38	Sp	小、白	<i>Lactobacillus sake</i> (99, 339/341), <i>Lactobacillus amylophilus</i> (81, 279/341)

表1-2 はさみ漬のマイクロフローラ

グループ	菌株No.	培養条件	コロニーの特徴	データバンクとの照合結果(homology %)
A	11,12,13	Sp	大、白	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> (98, 319/324), <i>Leuconostoc lactis</i> (94, 307/324)
B	14,15,16	Sp	小、白	<i>Lactobacillus sake</i> (97, 336/343), <i>Lactobacillus plantarum</i> (84, 223/264)
C	17~24	Sp (低)	白	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> (96, 317/328), <i>Leuconostoc lactis</i> (94, 311/328)

表1-3 スモークサーモンのマイクロフローラ

グループ	菌株No.	培養条件	コロニーの特徴	データバンクとの照合結果(homology %)
A	1,2,3,4	Sp	白	<i>Staphylococcus saprophyticus</i> (100, 320/320), <i>Staphylococcus cohnii</i> (98, 314/320)
B	9,11	Sp	橙	<i>Staphylococcus saprophyticus</i> (99, 316/317), <i>Staphylococcus cohnii</i> (98, 312/317)
C	6	Sp	白	<i>Staphylococcus epidermidis</i> (100, 320/320), <i>Staphylococcus arlettae</i> (98, 316/320)
D	5,7,8	Sp	白	<i>Acinetobacter sp.</i> (98, 295/300),
E	13,14,16	Sp	黄	<i>Flavobacterium indologenes</i> (92, 285/307), <i>Flavobacterium gleum</i> (92, 283/307)

表1-4 生ホルモンのマイクロフローラ*

グループ	菌株No.	培養条件	コロニーの特徴	データバンクとの照合結果(homology %)
A	2,3	Sp	小、白	<i>Moraxella osbensis</i> (99,280/282), <i>Neisseria ovis</i> (88,250/282)
B	5	Sp	小、白	<i>Staphylococcus caseolyticus</i> (99,319/322), <i>Staphylococcus haemolyticus</i> (92,236/255)
C	6,7	Sp	中、白	<i>Yersinia enterocolitica</i> (100,311/311), <i>Yersinia intermedia</i> (97,305/312)
D	8,9	Sp	大、白	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (99,320/322), <i>Bacillus subtilis</i> (99,320/322)
E	1,4,10	Sp	大、白	<i>Escherichia coli</i> (99,311/312)

Sp: 標準寒天培地; (低): 5℃培養

一つのグループに複数の菌株がある場合、下線を引いた菌株のホモロジーを示した。

* 菌株No.1~3: 生ホルモン; No.4~7: タレ漬ホルモン; No.8~10: 塩タレ漬けホルモンから分離された。

4 平成9年度計画

- 1 さらに幾つかに食品についてマイクロ解析を行う。
- 2 遺伝子増幅法による一般生菌測定法の検討を行う。

(共同研究機関 道立衛生研究所)

野菜の冷凍保存技術の開発 (H8)

応用技術部生物工学科 中川良二 八十川大輔 池田隆幸 長島浩二

1 研究の目的と概要

野菜は産地の作柄や季節によって市場価格が大きく変動するが、野菜を長期にわたって保存できれば、安定した品物を一定の価格で得ることができる。本研究では冷凍することが困難とされていた野菜（キュウリ、タマネギなど）を糖類に浸漬後、急速冷凍し、これら野菜を長期間保存する技術の確立を目的とした。

2 試験研究の方法

凍結処理野菜の調製 市販のキュウリ、紫タマネギに一定濃度になるように糖を添加し、これを一定時間、冷蔵庫に置いた。糖処理した試料は-20℃又は-80℃で凍結した。凍結試料の解凍は室温での自然解凍で行った。

細胞内容物の確認 細胞内容物の確認は、液胞の存在を検鏡することで判定した。キュウリの液胞を観察する場合は切片を0.1%ニュートラルレッドで染色し、光学顕微鏡で観察した。紫タマネギは液胞にアントシアニンを含むので、染色処理せずに光学顕微鏡で液胞を観察した。

凍結処理した野菜の官能評価 冷凍処理した野菜の官能評価は、凍結処理したキュウリに調味液を入れて浅漬けにしたものを色、味、歯ごたえの3点に関し、よい、普通、悪いの3段階評価で「道立試験研究機関；おもしろ祭り」の乗客にアンケートを実施して行った。

3. 実験結果

凍結処理温度の影響 一般的に、野菜は生のままで凍結すると、解凍後にドロップを生じ、スポンジ化する。これは細胞組織を凍結させる際、細胞中で成長した氷結晶により細胞が破壊され、細胞の内容物が溶出するために起こる。0℃と5℃の間には最大氷結晶生成帯が存在するので、特にこの間をできるだけ速く通過させることが必要である。生キュウリを-20℃と-80℃で凍結させた場合、ドロップは明らかに-20℃が多くなった。これは温度が低いほど急速に最大氷結晶生成帯を通過するため、細胞内の氷結晶は成長せず非常に細くなり、破壊される細胞少ないためである。従って、野菜を冷凍するには急速凍結などにより氷結晶の成長を抑えることが不可欠である。しかし、急速凍結した場合でも、多くの細胞で液胞は破壊され細胞内容物は溶出していた。このことは、このような方法では生野菜を良好に凍結保存することが困難であることを示している。

糖処理による脱水と組織保護 植物細胞の凍結傷害を防御する要因の一つとして、糖質など細胞質内の親水性溶質の介在による効果が考えられている。例えば、冬ライ麦を低温に置くと、細胞内に多量の糖を蓄積して細胞の損傷を抑えている。また、キクイモの塊茎などでは冬に備えて耐凍性を増加させるが、これは細胞膜表層分子と細胞壁の高分子との相互作用ではないかと推測されている。キュウリを単糖

類や少糖類で処理後、急速凍結すると、解凍後の細胞の状態は浸漬した糖の濃度に大きく影響を受けた。すなわち、添加した糖の濃度（最高30%まで）が高くなるにつれて脱水率が高まり、色、味、歯ごたえなど細胞の状態もよくなった。従って、糖濃度を高くし、脱水率を上げることが重要であった。さらに高分子の糖類を加えて処理すると、液胞も破壊されずに残っており、解凍後の細胞はさらによい状態になった。この凍結キュウリは生のもの以上の歯ごたえを持ち、見た目は未処理キュウリのような暗く透き通った感じではなく、生に近い色合いを持っていた（写真）。糖処理した紫タマネギの場合も、凍結解凍後に液胞が確認でき、食べた時の歯ごたえや見た目の色合いも生に近いものであった。

凍結処理した野菜の官能評価 糖処理後凍結保存したキュウリの浅漬けの試食アンケートでは、回答のあった91名全員が、色、味、歯ごたえの評価で普通以上と答え、非常に良い評価を付けた（図）。今回我々が開発した技術は野菜を生に近い状態で保存することを可能にするものであり、本凍結野菜が生野菜の代わりとしてサラダや浅漬けに利用できるものであることが示された。

4 要約

野菜を生そのまま凍結するとドロップを生じスポンジ化するが、糖を用いて野菜の水分を除き細胞を保護した後、急速凍結すると生に近い状態で保存することができた。



写真 凍結解凍されたキュウリ

左側2個が未処理のもの、右側2個が糖処理したもの

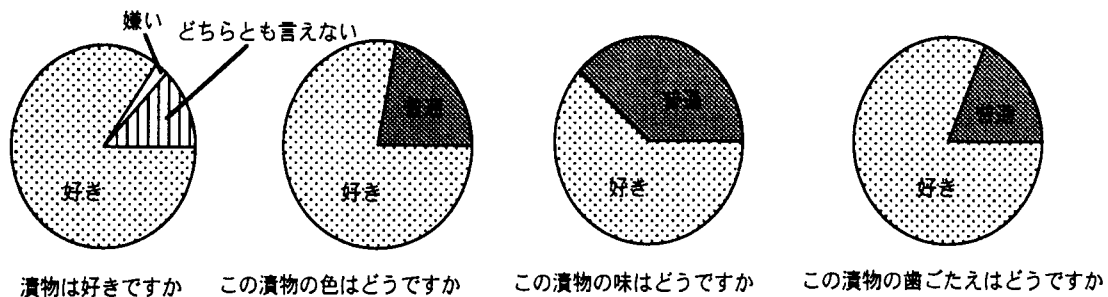


図 凍結処理したキュウリを使った漬物のアンケート結果

(共同研究機関 (株)のうきょう興産)

糖類を用いた食品の品質向上に関する試験研究 (H 8)

応用技術部生物工学科 中川良二 八十川大輔 池田隆幸 長島浩二
応用技術部食品工学科 清水英樹 河野慎一 熊林義晃 山崎邦雄 清水條資

1 研究の目的と概要

トレハロースは林原生物化学研究所が完成させた安価な大量生産技術の成功によって、食品への利用試験が盛んに行われはじめている。本研究ではトレハロースを用いたイクラ、ウニの冷凍保存および冷凍保存したメロンからの果汁製造を試みた。

2 試験研究の方法

イクラ、ウニの凍結処理 市販の生イクラ、ウニに各種の糖類や食塩を一定濃度添加し、1又は2日間冷蔵庫に置き浸漬した。試料の状態を観察した後、-80℃の冷蔵庫に入れ凍結した。凍結試料を室温で自然解凍後、状態を顕微鏡観察などにより調べた。冷凍保存したイクラの糖濃度はフェノール・硫酸法を用い、塩濃度は塩分計を用いて測定した。

メロンの凍結処理と果汁の調製 メロン（マスクメロン：茨城産）は100gを秤取り、30%糖液150mlを加え、4℃の冷蔵庫に2晩置いた。状態を観察した後、-80℃で凍結した。冷凍保存したメロンは解凍後、ポリトロンを用いて果汁を調製した。

3. 実験結果

1) イクラ

糖処理後の状態 イクラを糖処理（ソルビトール、グルコース、トレハロース、デキストリン）すると、糖濃度が高くなるにつれて脱水率が大きくなり、30%糖濃度で浸漬したものは十分に水分が除かれ、組織が硬くなりゴムのような食感になった。特に、トレハロースやデキストリンで処理したものはソルビトールやグルコースで処理した場合より脱水率が大きかった。

30%トレハロース及び30%デキストリンで処理したイクラの重量を測定すると、処理前に比べてそれぞれ11%、20%減少した。15%トレハロース又は15%デキストリンに15%食塩を添加して処理すると、処理前よりも数%の重量増加が見られた。このイクラ細胞中の糖および食塩濃度を測定すると、食塩濃度は外液の濃度と同程度であったが、糖濃度は外液の20~30%であった(図)。従って、食塩は細胞内に入りやすく糖は入り難いため、糖のみで処理した場合は脱水が進み重量が減少するが、食塩を添加すると、食塩と水が迅速に置換され重量が増加したと思われる。

凍結解凍後の状態 30%トレハロース及び30%デキストリンで処理したイクラを生理食塩水中で復水させると、約50%重量が増加し、食感は生のものと同色ない状態に戻った。一方、15%トレハロース又は15%デキストリンと15%食塩で処理したイクラを同様に復水させると、細胞の破壊が見られた。これは、糖だけで処理したイクラに比べて細胞内の浸透圧がかなり高いため、急速に水が入り込んだためと考えられる。

2) ウニ

糖処理後の状態 ウニは糖処理しても重量変化が少なく、30%糖濃度処理で約1%の減少であった。また、外液に濁りが見られたことから一部の細胞が破壊されたと考えられたが、全体的には形を残していた。20%食塩で処理すると約10%重量が減少し、処理後の外液に濁りは見られなかった。しかし、食塩を除くために生理食塩水に浸けると組織の破壊がみられ、食感が損なわれた。

凍結解凍後の状態 デキストリン処理したウニはトレハロース、グルコース、ソルビトール処理したものと比較して甘みが少なく、10、20%デキストリン処理では殆ど甘みを感じず生に近い味であった。トレハロースで処理したウニは他の糖処理のものよりも色の変化が少ないという利点があったが、甘みを除くために糖の除去工程が必要であった。また、糖処理したウニはミョウバンや磯の嫌なニオイが強くなり、煮ても除けず大きい課題として残った。

3) メロン

糖処理後の状態 無添加、0.5%イソアスコルビン酸処理したメロンは重量が増加し、形が崩れ、色にやや透明感がみられた。糖（トレハロース、グルコース、ソルビトール、シュクロース）に漬けた後のメロンは重量が10~13%減少し、形は崩れず色の変化もなかった。しかし、非常にすじっぽくなり、生食には不適であった。

凍結解凍後の状態 凍結解凍後のメロンは外見的には糖処理した時点のメロンと変わらなかったが、糖処理後よりもメロンの味や香りが高まったように思われた。この果肉をジュースにすると、糖処理したメロンはメロン香が損なわれずに残っており、メロン果汁の保存方法として有効であろうと思われた。特に、トレハロース添加のものは良い甘さ、良好なメロン香があり、美味しいメロンジュースになった。

4. 要約

イクラ、ウニの糖処理後の凍結保存の結果、トレハロースのみに特異的な効果は認められなかったが、メロン果汁製造を目的としたメロンの凍結保存には有効な糖であろうと思われた。

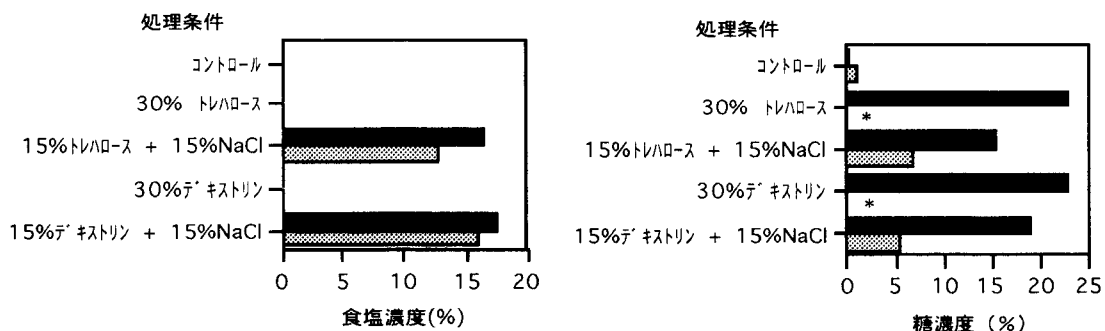


図 凍結保存イクラの食塩および糖濃度

*は水分がほとんどないために測定できなかった

■ 外液
 ▨ 内容物

(共同研究機関 (株)林原生物化学研究所)

ワインのマロラクティック発酵における乳酸菌の動態の解析 (H8)

発酵食品部 発酵食品科 浅野行蔵、吉川修司、田村吉史

1. 研究の目的と概要

ワインの営業戦略として、独特の品種のブドウを原料として、差別化されたワインを売る方法がある。池田町も戦略の一つとしてこの方法をとっている。すでに、池田町で交配して独自の品種にしあげた清見(キヨミ)種は、池田町を代表するワインの一つとして市場に知られている。他にも、日本ではいち早く導入した品種のツバイゲルトレーベ種やアムレンシス種のブドウも十勝ワインのバラエティーを広げている。

差別化された原料を求める努力は今も続けられている。そのひとつとして池田町近郊で自生している天然種である山ブドウ系の品種の利用である。山ブドウの特徴は、独特の深い色としっかりした味わいがあり、赤ワインを造るのに魅力的なブドウである。

そして、より品質の良い赤ワインに仕上げるのは、ワインの二次発酵ともいえるマロラクティック発酵が必要である。ワインの発酵は、酵母によってアルコールを生成し酒となる。それに続く発酵が、マロラクティック発酵で、乳酸菌が主役となり酸味を減らし味わいに膨らみを与える。

この過程で技術的問題が存在した。山ブドウは、酸度が高くマロラクティック発酵が起こりにくい。マロラクティック用の乳酸菌がデンマークのメーカーから市販されているが、これを添加しても二次発酵は、開始されなかった。この原因の最も大きな要素は、山ブドウの pH が低いことにあると予想された。優良な二次発酵をさせることが求められている。

2. 試験研究の方法

池田町の研究所によれば、二次発酵の起こりにくい赤ワインではあるが、ワイン樽を長く放置しておくとも弱いながらも発酵が観察されることがあるそうだ。本研究においては、赤ワインの貯蔵中の樽のなかに存在する乳酸菌を分離し、分離株の中から山ブドウを原料とする赤ワインでもマロラクティック発酵する乳酸菌を探索した。

池田町で醸造され熟成中の赤ワイン9種類を遠心分離で微生物を沈殿濃縮し、シクロヘキシミドと炭酸カルシウムを添加した BCP 加寒天培地に塗布した。生育した分離株の種類を識別するのにダイレクト PCR による RAPD 法(長島らの方法)によった。プライマーを6種類同時に用いる反応方法を使用し、分離株の判別を容易にした(図1)。反応には、RAPD Analysis Beads Ready to

Go (Pharmacia Bioch) を用いた。

3. 実験結果

BCP 加寒天培地に生育してきたコロニーは、何れもコロニー周辺が黄色に変わり炭酸カルシウムも溶解しており、分離株のほとんどが乳酸菌であった。樽によっては、細菌類が分離できないものもあったが、76 株を分離した。

分離株は、しばしば乳酸菌の培養に使用される GYP 液体培地で速やかに生育した。しかし、培地中には酸が生成されており、そのまま冷蔵庫で保存すると 1 週間で死滅してしまい、あつかいには注意を要する菌であった。よって、実験に際しては、分離株を最初に -80°C で凍結して保存し、もとの株の消失を防いだ。

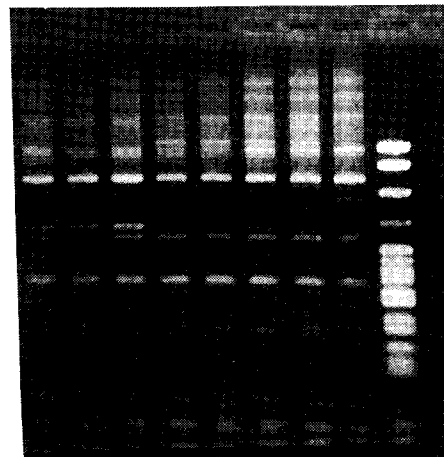
分離株をダイレクト PCR による RAPD 法を行った。分離株は、株によって増幅される DNA 断片が異なり、どれが異なった株なのか明瞭に判別できた。その例を下図に示した (図 2)。この方法によって分離株は、16 株に集約された。

今後、これらの分離株がマロラクティック発酵に使えるかどうかを調べるとともに、さらに、異なった乳酸菌を赤ワインの樽から分離する予定である。

5'-d[GGTGCGGGAA]-3'
5'-d[GTTTCGCTCC]-3'
5'-d[GTAGACCCGT]-3'
5'-d[AAGAGCCCGT]-3'
5'-d[AACGCGCAAC]-3'
5'-d[CCCGTCAGCA]-3'

(図 1) 使用した 6 種のプライマー

Type 1 Type 2 Type 3 Marker



(図 2) RAPD-PCR で増幅された乳酸菌の DNA 断片
4% NuSieve Agarose

(共同研究機関：池田町ブドウ・ブドウ酒研究所、池田町農業技術研究所)

乾燥乳酸菌・酵母製剤の保存性に関する研究

(H8)

発酵食品部 発酵食品科 浅野行蔵、吉川修司、田村吉史

1. 研究の目的と概要

プロバイオティクスという言葉を目にするようになってきました。優良な微生物を利用して健康な生活を維持しようというものです。なかでも優良な腸内細菌を利用して、腸内環境を整えることは、消化器系だけでなく種々の疾患の予防に有効という説もあり、とくにヨーロッパでの研究が盛んです。

家畜の場合も類似した動きが出ています。家畜は、人間の食品の素となる動物なので、家畜の健康は人間の健康へも影響してきます。家畜は、経済的な理由から高密度で飼育されており、病気の予防を目的として抗生物質の使用もしばしば行われています。抗生物質の使用が、消費者団体の反対があるだけでなく、人間の医者立場からも家畜への抗生物質の使いすぎに警鐘が鳴らされています。家畜の世界で抗生物質に対する耐性菌が出現し、それらの菌が拡散して、人間の病気に起因する微生物にも影響していると警告する医者もいます。

抗生物質を減らしても家畜を健康に飼育する技術が求められています。腸内環境を正常化して、より健康な家畜にすることも方法のひとつです。秋山愛生館では、アメリカで生産されている微生物製剤の輸入販売を始めました。この微生物製剤は複合製剤で、乳酸菌と酵母を主成分とし、麹カビや枯草菌などを含有しています。対象とされている家畜は、牛、豚、ニワトリ、馬、羊などです。投与方法は、人工乳や飲水あるいは飼料に混合します。

北海道で販売するにあたって、製造元のアメリカとは気候条件が異なり、生きた微生物製剤を扱うのに保存性について幾つかの疑問がありました。食加研と協力して自社倉庫や配送中の条件やユーザーのもとでの保存に関するデータおよび使用時の条件について検討しました。乾燥微生物製剤の中でも liquid dispersible (Fastrack) についての試験について報告します。

2. 試験研究の方法

<室温保存と過酷試験> 乾燥微生物製剤は、冷蔵庫で保存するとかなり長期間活性が維持できることが常である。本試験では、常温(25℃)で保存した場合保存した場合の生菌数の変化および過酷条件として40℃での生菌数を調べた。微生物製剤をビニール袋に密閉し、それぞれの温度の恒温器で保存した。

酵母類の数を調べるには、ポテト・デキストロース寒天培地を用いた。乳酸菌の数を調べるためには、BCP 加寒天培地(日水製薬)にサイクロヘキシミド、ナイスタチンを添加して酵母の生育を抑え、さらに炭酸カルシウムを添加して生成す

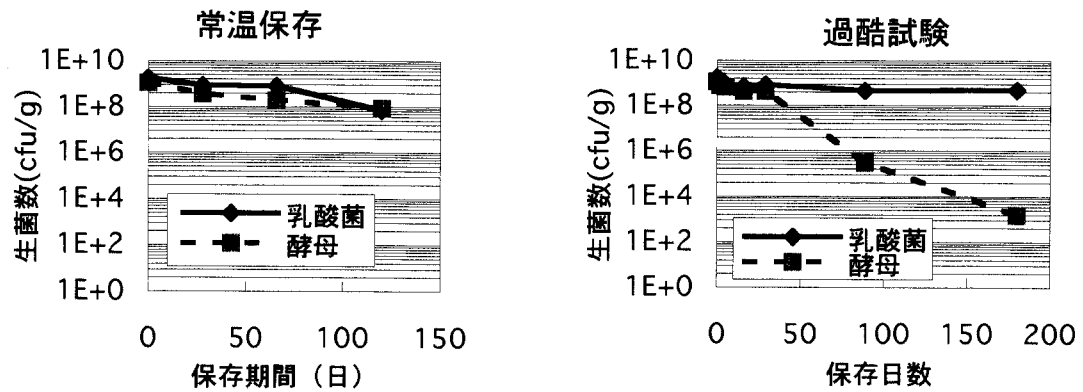
る乳酸によって透明なハローが形成されることを指標とした。

乾燥微生物製剤を 25℃ で水戻しした後、滅菌水で段階的に希釈し、寒天培地上に塗布した。30℃ で 2～4 日培養後、出現した集落をカウントした。

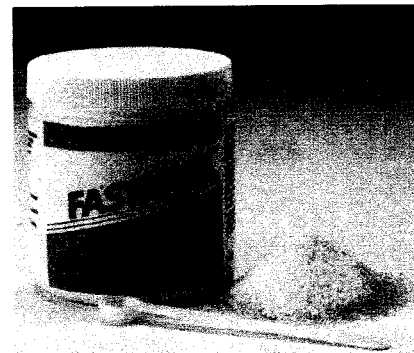
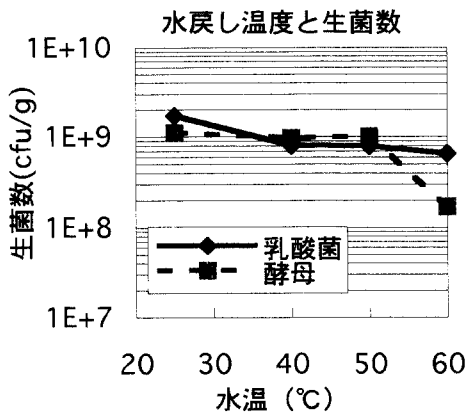
＜水戻し試験＞ この乳酸菌製剤を使用する際には、農家は作業の簡便さから、温水に乳酸菌製剤のパウダーを拡散させ、次ぎに混合飼料を入れた後、攪拌し餌とする。乾燥微生物製剤は、乾燥状態から水を含んだアクティブな状態に戻す際に、水の温度によって生菌率が大きく変化することが食加研のデータからわかっていた。乾燥微生物製剤を種々の温度に保温した滅菌水に投入し、水戻しした。5分放置後、段階的に希釈して、BCP 加寒天およびポテト・デキストロース寒天培地に塗布した。

3. 実験結果

＜室温保存と過酷試験＞ 室温保存では、乳酸菌も酵母も菌数の減少は少なく、比較的長期の保存が可能であることが判った（下図左）。一方、40℃での過酷条件下では酵母数は、保存30日目を過ぎると急激に減少した。しかし、乳酸菌は過酷条件下でも耐性が高かった（下図右）。



＜水戻し試験＞ 水の温度を 25℃～60℃までの常温より高い温度帯での試験を行った。生菌数はいずれの温度でも安定していたが、60℃では酵母数の減少が見られた（下図左）。下図右は、試験したサンプル。



尚、Fastrack のシリーズには、粉末状の微生物製剤の他に、タブレット状、顆粒状さらにゲル状の製剤が販売されている。また、微生物と共にビタミン類の強化を施した製剤もある。これらについても同様の試験を行った。

(共同研究機関：秋山愛生館)

1 研究の目的と概要

今まで大豆蛋白質のほとんどは豆腐としての利用であり、他の加工食品の開発が求められている。豆乳はその栄養価と加工性の高さから非常に優れた食品素材であり、従来と異なった加工法を用いることでテクスチャーや味の変った豆乳加工食品が開発できると期待される。この様な観点から、我々は*Bacillus licheniformis* B-6-4J由来の蛋白分解酵素が豆乳を速やかに凝固させ、しかもその凝固物は苦み渋みが少なく豆腐とはひと味違った食品素材であることに着目し、本酵素遺伝子の解析を開始した。昨年度は本酵素の遺伝子を単離し、その構造を明らかにしたが、今年度は枯草菌に酵素遺伝子を導入し、発現させたので報告する。

2 試験研究の方法

1) 使用菌株、使用培地：*B. licheniformis* B-6-4J株および枯草菌形質転換株を用いて豆乳凝固酵素の発現を行ったときには酵素生産用培地（可溶性デンプン0.5%、コーンステープリカー0.5%、リン酸二水素ナトリウム0.5%、水酸化ナトリウム0.1%）を用いた。

2) 豆乳凝固酵素発現組換え体の取得： 枯草菌ベクターpUB110のBamHI-EcoRIサイトにプロモーター・ターミネーター領域を含む約1.2kbの豆乳凝固酵素遺伝子を挿入し、プラスミドpSKB201を構築した。これを枯草菌DY-16に導入した。得られたカナマイシン耐性形質転換株の中から、0.5%のカゼインを含むLB寒天培地（1% Trypton、0.5% Yeast Extract、0.3% NaCl、pH 7.3）でのハロー形成を指標にして、酵素発現株を選別した。枯草菌の形質転換は、ポリエチレングリコール6000を用いたプロトプラスト法で行った。

3) 豆乳凝固試験：7.5%分離大豆蛋白質溶液(pH6.5) 0.5mlに酵素液0.1mlを加え、60℃で30分間反応させる。反応後、6,000rpmで3分間遠心しカードを形成させた。

4) 電気泳動および活性染色： 培養上清10 μ lをSDS-10%ポリアクリルアミドゲル中で電気泳動し、CBBによる蛋白染色を行った。活性染色を行うときは0.1%カゼインを含むポリアクリルアミドゲルを用いた。泳動後、ゲル内酵素反応（100mM Tris-HCl, pH7.5: 10mM CaCl₂ 中）を行い蛋白染色した。

3 実験結果

pSKB201を有する枯草菌DY-16株が豆乳凝固活性を発現しているかどうかを調べるために、本菌を酵素生産用培地に植菌し、24時間目の培養上清を豆乳に10%添加し、37℃で30分間インキュベートした。その結果、図1に示すように、元株である*B.licheniformis* B-6-4J株の培養上清を加えたとき（試験管1）と同様に豆乳の凝固が確認された（試験管2）。しかし、pSKB201を有しない枯草菌DY-16株の培養上清およ

び培地だけのものでは豆乳の凝固は認められなかった（試験管3と4）。従って、導入遺伝子が豆乳凝固活性を有していることが明らかになった。

次に、組換え株による本酵素の発現量を調べた。培養18、24、36時間目の培養上清10 μ lをSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動で解析した。その結果、図2に示すように約3kda付近に、プラスミドを有しない枯草菌DY-16株には存在しないバンドが検出され（レーン1、3、5）、かつ活性染色によって蛋白分解活性が確認された（レーン7）ことから、本バンドが豆乳凝固酵素であると判断した。このバンドをデンストメーターで測定しその蛋白質量を算出したところ、培養18、24、36時間目にそれぞれ8、15、23mg/lの酵素が生産されていると推定した。

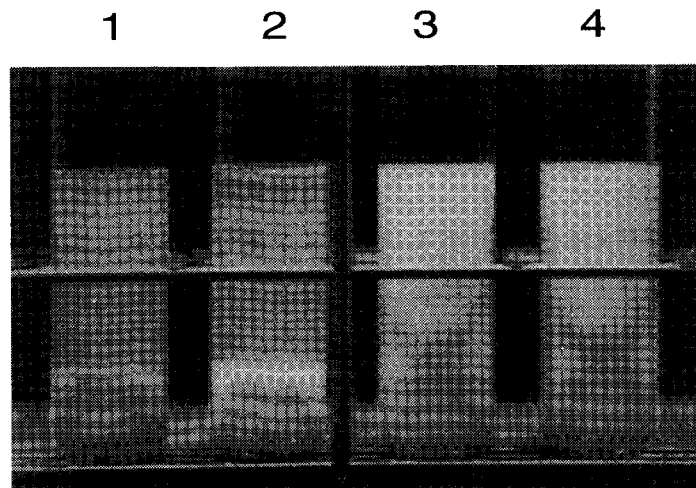


図1 培養液による豆乳凝固試験

1 : *B.licheniformis* B-6-4J 2 : *B.subtilis*DY-16(pSKB201)
3 : *B.subtilis*DY-16 4 : 培地のみ

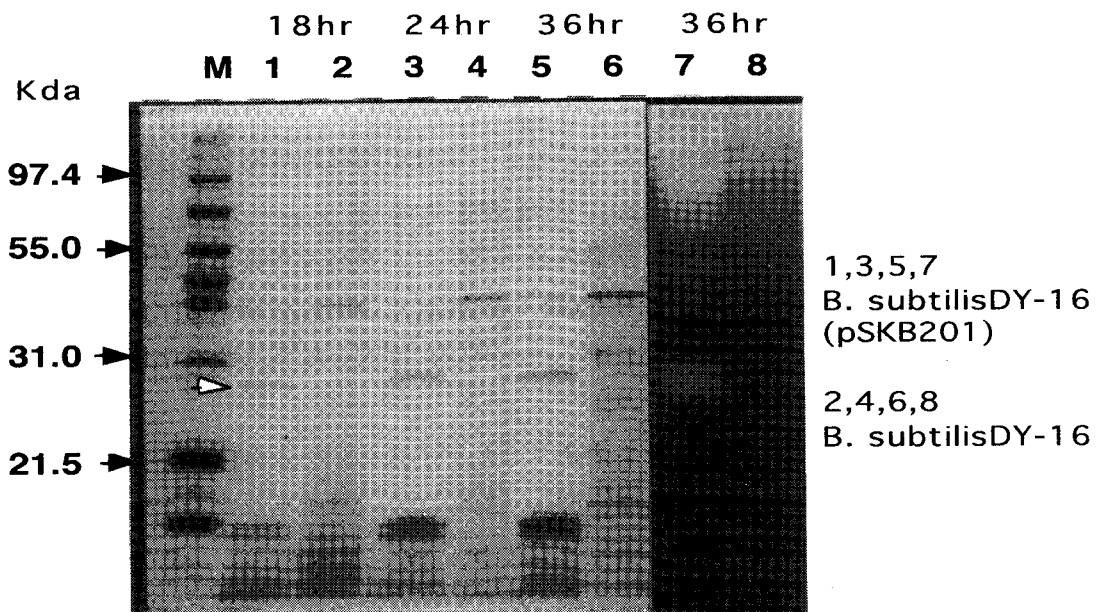


図2 SDS-PAGEと活性染色による蛋白分解酵素の検出

(特別研究 通商産業省)

加工食品部畜産食品科 川上誠
発酵食品部調味食品科 奥村幸広

1. 研究の目的と概要

食品素材としての豆乳は植物性のタンパク源として重要である。しかし、豆乳を用いた食品としては、豆腐があげられるのみであり、その他の食品にはあまり利用されていない。そこで、豆乳利用食品の開発を目的として、酵素による豆乳凝固物と乳製品とを用いたアイスクリーム製品の試作を行った。

2. 試験研究の方法

豆乳凝固物は北海道日清より粗酵素として恵与された *Bacillus licheniformis* 由来のタンパク質分解酵素粗標品乾燥物を豆乳に1%添加し、37°Cで4時間反応させて調整した。豆乳アイスクリーム豆乳凝固物と牛乳から分離した生クリーム、脱脂乳を原料として、アイスミックスを調合後、ホモゲナイザーで均質化し、殺菌後、アイスクリーマーで製造した。製品の成分分析は乳製品の成分分析に準じて行った。粘度はB型粘度計を用いて測定した。オーバーランはアイスミックス体積に対するできあがり製品の体積増加量から算出した。製品の官能検査は表1に示す採点表にしたがって実施した。

3. 実験結果

① 豆乳と豆乳凝固物との比較

乳脂肪分、糖分をそれぞれ10%に調節し、100kg/cm²で均質化したアイスミックスの粘度および試作アイスクリームのオーバーランを表2に示す。豆乳のみではアイスミックスの粘度が低く、オーバーランが十分にかからなかったのに対し、豆乳凝固物では240mPa・sと適度な粘度が得られ、オーバーランも良好であった。また、やや大豆のフレーバーが強かったものの官能検査の結果も良好であった。

② 均質化

豆乳凝固物を用いたアイスミックスをホモゲナイザーで均質化することにより、なめらかな性状にすることができた(図1)。均質化の圧力を50~200kg/cm²で変化させてもアイスミックスの粘度、オーバーランには大きな差は認められなかった。

③ 乳脂肪分の影響

糖分10%に調整し、乳脂肪分を変化させたアイスクリームの性状を表3に、官能検査の結果を表4に示す。乳脂肪分0%、5%ではオーバーランも不十分で、氷結晶を生成した icyな組織であり、大豆臭も強かった。これに対し、脂肪分10%ではオーバーランも29%と良好で、組織の均一化した、なめらかな製品となり、風味も歩留まりも良好であった。

表1 アイスクリーム採点表

満点	評価	採点
風味 45点	問題なし 40<	
	通常 31~40	
	加熱臭 (cooked)	
	卵臭 (egg)	
	酸味 (high acid)	
	フレーバー不明 (lacks of fine flavor)	
	フレーバーなし (lacks flavoring)	
	新鮮味なし (lacks freshness)	
	甘さの不足 (lacks sweetness)	
	中和臭 (neutralizer)	
	古い原料 (old ingredient)	
	酸化臭 (oxidized)	
	金属臭 (metallic)	
	脂肪の酸化臭 (rancid)	
	塩味 (salty)	
貯蔵臭 (storage)		
フレーバー過剰 (too high flavor)		
甘味過剰 (too sweet)		
不潔臭 (unclean)		
不自然なフレーバー (unnatural)		
不自然な甘味料 (unnatural)		
ボディと組織 30点	問題なし 29.5<	
	通常 25~29.5	
	粗い、氷っぽい (coarse, icy)	
	砕けやすい (crumbly)	
	ふわふわ状 (fluffy)	
融解性 5点	問題なし 5	
	通常 4~5	
	カード状 (curdy)	
	融けない (does not melt)	
	砂状 (sandy)	
包装と色調 5点	問題なし 5	
	通常 3~5	
	不均一 (uneven)	
微生物 15点	不自然 (unnatural)	
	通常 0~15	
合計 100点	通常 70~96	

表2 豆乳と豆乳凝固物の比較

	粘度 (mPa·s)	オーバーラン (%)
豆乳	27	2
豆乳凝固物	240	29

表3 試作アイスの性状

乳脂肪分 (%)	全固形分 (%)	オーバーラン (%)
0	21.6	12
5	25.9	13
10	30.4	29

表4 試作アイスの官能検査

風味			
乳脂肪分 (%)	採点	フレーバー過剰	加熱臭
0	26	*****	***
5	35	*	
10	40		

ボディと組織			
乳脂肪分 (%)	採点	氷っぽい	砕けやすい
0	5	*****	*****
5	24	****	
10	28		

* : パネラーの指摘した欠陥 (人数)



図1 均質化の比較

4. 要約

豆乳を原料としてアイスクリームを製造する場合、豆乳凝固物を用いることはアイスミックスに適度な粘度を与え、良好なオーバーランを得ることができるため有効と考えられる。アイスミックスのざらつきは均質化の圧力を 50~200kg/cm² の範囲に設定することで防止できる。豆乳凝固物に乳脂肪を10%添加することで、組織が均一でなめらかな、大豆フレーバーの程良い製品となった。

(特別研究 通商産業省)

1. はじめに

我々は、苦みペプチドを生成しない豆乳凝固酵素を産生する菌を自然界から単離し、酵素生産の至適条件および食品製造への応用について検討を行ってきた。*Bacillus licheniformis* B-6-4J株の生産する酵素による豆乳凝固反応は、にがり(Mg、Ca)やGDLを使った豆腐の凝固とは作用機作が異なるため、凝固物の物性・食感に大きな違いがある。即ち、酵素による凝固物は非常にクリーミーであり、他の食品素材との複合化も容易である。そこで、豆腐の製造工程をモデルとして、酵素処理による凝固物の物性変化について検討した。

2. 実験方法

2.1 豆乳凝固酵素の生産

酵素生産菌*Bacillus licheniformis* B-6-4J株を、可溶性でんぷん0.5%、コーンステープリカー0.5%、NaH₂PO₄ 0.5%、NaOH 0.1%を含む液体培地で、37℃、200rpm、通気量3L/minで72時間培養した。培養液は遠心分離によって菌体を除去し、80%硫酸で塩析後、得られた沈殿を透析して粗酵素液とした。また、北海道日清(株)より、上記培養液の噴霧乾燥物を恵与されたので、これも同時に使用した。

2.2 酵素、グルコノ- δ -ラクトン(GDL)およびカルシウムによる豆乳凝固試験

旭油脂(株)製のSPI(分離大豆蛋白質)「アジプロンHP」を7.5%水溶液としpHを6.5に調製した。20ml容ポリビーカーに7.5%SPI 10mlと酵素液を加えて、60℃で30分反応させた。

カルシウムによる凝固反応には、固形分5%の豆乳を使用した。豆乳は一晩浸漬した大豆をホモジナイザーで破碎し加熱処理した後にガーゼろ過して調整した。豆乳30mlを85℃で10分加熱し、0.3Mの塩化カルシウム1mlを加えて75℃で10分凝固反応させた後、内径29mmの円筒型成型器(ディスボシリンジを切断して作成)で圧搾してカードを調製した。酵素添加量は豆乳の1%、反応条件は60℃で30分とした。

GDLによる凝固反応には、固形分10%の豆乳を使用した。50ml用の試験管に豆乳40mlを入れ、10%GDL溶液および酵素液を加え、60℃で30分反応させた。

ゲル強度の測定にはレオメーター(サン科学CD-200D)を使用した。酵素反応物とGDLゲルは容器に入れたまま直径20mmの感圧軸を、カルシウムでは直径5mmの感圧軸を使用した。また、カルシウムの場合は、直径40mmの感圧軸で試料を3mm変形させるのに要した荷重も測定した。

3. 結果および考察

3.1 酵素による豆乳凝固反応の条件検討

7.5%SPI 10mlに対する粗酵素液の添加量と凝固物の物性を表1に示した。その結果、豆乳の凝固には1%以上の酵素添加が必要であり、酵素添加量を増やしても物性への影響はほとんど認められなかった。表2にpHと凝固物の物性の関係を示した。その結果、本酵素の至適pHは6.1~6.5であるが、これより低いpHでより強度の高いゲルが形成された。

3.2 酵素とカルシウムの併用効果

カルシウムと酵素の併用による凝固物の物性を検討した。酵素反応を、1)カルシウム添加前、2)カルシウムと同時、3)カルシウム添加後の時点で行ったところ、1)の場合では凝集体はコントロール(カルシウムのみ)に比べて組成が細かく、速やかに沈降した。2)では、凝集体の形状はコントロールと大差なく、ホエーが若干多かった。3)については、酵素添加の際の攪拌によって凝集体が分散するため、形状の比較はできなかった。

次に、凝集体を圧搾成型してホエーを除き、ゲルの物性を測定した(表3)。コントロールはゲルの体積も大きく、弾力性に富んだゲルが得られた。2) および3)は、コントロールに比べて弾力性が弱く軟らかいゲルになった。また、1)の場合はゲルを形成せず、ペースト状になった。

3.3 酵素とGDLの併用効果

酵素とGDLとの併用効果について検討した。酵素は、北海道日清から恵与されたものを使用し、GDLを0~0.3%まで、酵素0~1%まで変化させて反応を行った(図)。GDLを0.2%以上の場合、酵素添加量を増加させるとゲル強度は低下した。一方、GDLが0.1%以下では、酵素添加によりゲル強度が上昇し、酵素添加量が0.2%以上になるとゲル強度は漸減した。

表1 酵素反応による凝固物の物性

酵素添加量(%)	0.5	1.0	1.5	2.0
ゲル強度(g)	-	14	15	15

表2 pHと酵素凝固物の物性

pH	5.5	6.0	6.5	7.0
ゲル強度(g)	49	28	23	-

表3 酵素とカルシウムの併用効果

	Control Ca	1) 酵素→Ca	2) Ca+酵素	3) Ca→酵素
貫入(g)	110	75*	50	57
圧縮(g)	1025	749*	488	368

1) 酵素→Ca : 酵素添加後にCa添加

2) Ca+酵素 : Caと酵素を同時添加

3) Ca→酵素 : Ca添加後に酵素添加

* : ペースト状で弾力性が低い

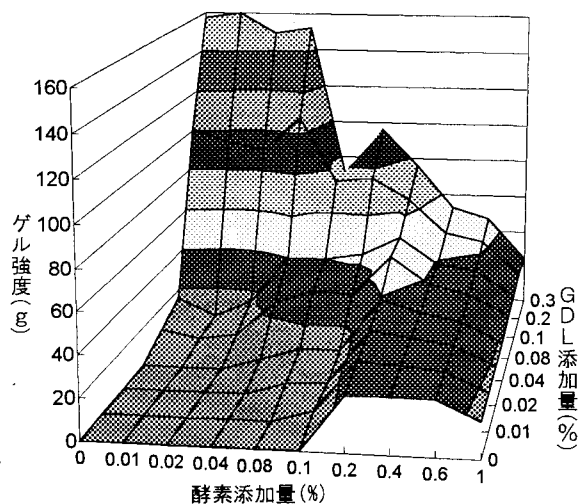


図 酵素とGDLの併用効果

4. 要約

Bacillus licheniformis B-6-4J株の生産する酵素による豆乳凝固物の物性について検討した。pHの低下は酵素によるゲルの強度を上昇させるのに有効であり、GDLとの併用効果が確認された。カルシウムの併用では酵素添加によりゲル強度が低下し、ペースト状の凝固物が得られた。

(特別研究 通商産業省)

加工食品部水産食品科 西田 孟 太田智樹 佐々木茂文

1. 研究の目的と概要

近年、秋サケの漁獲が増大し、それに伴いブナザケの比率も増加し、その有効利用が求められ、すり身や落し身（ミンチ肉）がH8年、900t（原魚換算3千t、1.8%）製造されている。ブナザケについてはブナ度合により、種々の利用が推められているが、ブナザケのランク付けは地域により異なり、明確な基準はない。現地の漁業者や加工業者の間で、以前からブナザケにはいわゆる「ブナ臭」があるといわれているように、秋サケはブナ度合が進むにつれ、ブナザケ臭が生じ、利用加工上、問題となっている。これまでの調査研究から、水揚げ直後の魚体について官能およびガスクロマトグラフィー（GLC）的にその存在および差異が若干認められたが、放置時間や加熱（ボイル）による影響が示唆された。またポリアミンについて分析した。同時に、ブナ度合とドレス重量比および地域性について明らかにし、利用状況を調査した。ブナザケ臭についてはこれまで究明された例はないが、表皮および粘質物に存在し、GLCで比較的、重たい成分ではないかといわれている。このため、種特異臭の特定と個別臭成分および全臭成分の抽出（捕集）における溶媒系、抽出条件によるこれら臭成分について究明する。さらに、ブナザケ臭の除去技術について、サイクロデキストリン（CD）により検討する。

2. 試験研究の方法

（1）調査およびサンプリング

ブナザケ臭について現地に出向き、観察、聞取り調査を行い、標津産（10.16）秋サケについて前年同様、ブナ度合、性別にサンプリングした。

（2）ブナザケ臭および臭成分の官能評価とGC分析

前年同様、背肉と皮部に分け、供試した各試料5gの臭成分をパージ&トラップ（P&T）法でTenax TAに30分、吸着（N₂ 35ml/min.）濃縮後、200℃ 30分加熱脱着して（クライオフォーカシングにより）GC分析を行った。また臭成分の捕集後、各試料について官能評価した。

3. 実験結果

1) これまでのブナザケ臭成分の調査分析から、官能的には水揚げ直後の魚体からは特異的臭いは感じられず、わずかに生臭みのある弱い魚臭が感じられる程度である。聞取り調査で、川ブナについて、また官能的にB、Cブナで、室温放置（フィレー処理）で若干のブナザケ臭があり、あるいはH. S. V. の分析（37℃、60分）で特有の加熱臭があり、また皮部についても特異臭があることなどが明らかにされた（表1）。また、処理したフィレーなどで若干の（個体差による）ブナザケ臭がするという情報を得た。秋サケのランクおよび性別の部位別重量比などから、ブナ度

合が進むにつれ、♂は生殖腺指数 (G. I.) が小さくなり、ドレス/体重が増加した。他方♀は♂とは逆にG. I. が大きくなり、ドレス/体重が減少した。この傾向はこれまでのデータと変わらない。また、ブナ化は♂が♀より速いことが推察された。

2) 水揚げ直後の魚体からのGC分析では、ブナ度合によるわずかな差異はみられるが、大きな差は認められない (図1)。ポリアミンについてはスペルミン、プトレシン、スペルミジンなどが多く含有されるが、ブナ度合との関係は明らかでなく、冷凍条件による生成分解などが推察され、今後の検討課題である。

表2 標津産秋サケのランク、性別および部位別の臭いの官能評価 (37℃-60分)

No. ランク	性別	背肉 (普通肉)	皮部 (粘質物を含む)
1	ギンケ	♂ - わずかに加熱臭	- わずかに生ぐさ臭
2	(肉色、赤色)	♀ - わずかにウニ様、加熱臭	- わずかに魚臭
3	Aブナ	♂ - ギンケとほとんど同じ	+ 弱い生ぐさ臭
4		♀ - ギンケより加熱臭がやや強い	- わずかに魚臭、ギンケと同じ
5	Bブナ	♂ - ウニ様、加熱臭	+ 生ぐさ臭
6	(肉色、赤色)	♀ - ウニ様、加熱臭	± 弱い生ぐさ臭
7	Cブナ	♂ - わずかに加熱臭	+ 生ぐさ臭
8		♀ - わずかにゆで卵様、加熱臭	± 弱い生ぐさ臭
9	川ブナ	♂ + ややむっとくる臭い、加熱臭+α +	強い生ぐさ臭、せい臭様、不快臭
10		♀ ± 採取時、明らかに生ぐさ臭、魚臭++ と異なる特有の臭い、ゆで卵様	せい臭様、強い生ぐさ臭

臭いの強さ - 弱い - やや弱い ± 普通、魚臭 + やや強い、生ぐさ臭 ++ 強いせい臭様異臭

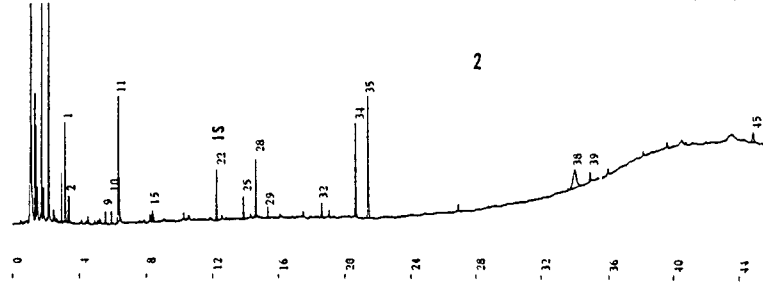


図2 標津産秋サケ (Cブナ♂背肉) 全臭成分のガスクロマトグラム (IS:CYCLOHEXANOL)

4. 平成9年度計画

1) 臭成分の分析については捕集条件による差異、分画および加熱条件によるブナザケ臭生成およびブナ度合による差異などについて、P&T法、ポラパックQ、水蒸気蒸留などで捕集し、GC、GC-MS、KI、スニッフィングなどにより臭成分 (高沸点カルボニル化合物など) を同定する。

2) ブナザケ臭の除去あるいはマスキング技術開発のため、加熱処理肉について各種CDの効果を検討する。すなわち、各種CDによる各臭成分の包接機能の差異、加熱による機能保持特性などについて、またその他 (スモーキングなど) の検討を水晒し脱水肉との比較検討により試験し、最適なCD処理 (包接) 条件を明らかにする。

(特別研究 農林水産省)

1 研究の目的と概要

道内で年間約6~7万トン排出されるウロなどのホタテ軟体部の有効利用を図るため、これらの飼肥料、餌料化に関するシステムの開発を目的とする。

本研究では、脱カドミウムされたホタテウロを、飼肥料および餌料用の乾燥粉体とするまでの工程（資源化工程）に関する試験を行う。今年度は、資源化工程の中で特に重要となる脱脂工程に関する試験を主に行った。

フィッシュミールや各種魚肉蛋白質素材の製造において用いられる脱脂方法には、圧搾分離法、遠心分離法、フライヤー法、水晒し法、酵素分解法、溶剤抽出法などがあるが、本研究では飼肥料化という観点から製造コストを重視し、コスト面で優位な圧搾分離法と遠心分離法について試験を行った。

2 試験研究の方法

1) 圧搾分離法

仕様の異なるスクリープレスを用い、試料形状、熱処理の有無等の条件を変えて圧搾試験を行い、圧搾後のケーキについて水分、脂質量を分析し圧搾特性を調べた。例として1条件を以下に示した。

・原料

供給元：茅部郡砂原町，丸太水産、時期：10月、形態：中腸腺のみ

・スクリープレス概略仕様

型式：SHX-200（富国工業（株）製）、寸法：内径200mmφ，長さ2000mm L

使用スクリーン径：入口側1.5mmφ，出口側1.0mmφ、スクリー圧縮比：1/3.5

なお、試料形態は中腸腺そのままとフードカッターで30秒処理したものの2種、また、熱処理は無処理と湯浴中で90℃、30分処理したものの2種とした。

さらに使用したスクリープレスはスクリー軸内にスチームの負荷が可能であり、あわせて実験を行った。この際のスチーム圧力は1.2kg/cm²-Gとした。

2) 遠心分離法

圧搾試験に用いたものと同原料をマスコロイダーによりスラリー化し、これを熱処理、あるいは酸熱処理（硫酸を加えてpH調整）したものを、3000Gで10分遠心分離を行い、油層および水層の量を測定し、さらに沈澱層中の脂質量を分析した。

熱処理はスラリー約200gをビーカーにとり、ホットプレート上で90℃において30分加熱した。

なお、水分は105℃絶乾法、脂質は凍結乾燥後粉碎した試料をクロロホルム/メタノール混液（混合比2/1）を用いてソックスレー抽出法により求めた。

3 実験結果

1) 圧搾分離法

実験条件および結果を表1に示した。その結果、水分率についてはスクリー軸内にスチームを通した試験(No.3~5)において50WB%台が得られ、脱液能力を向上させる有効な手段であることがわかった。また、圧搾後のケーキ中の脂質含有率(DS%)は、熱を一切付加していないNo.1が最も高く、粉碎試料を軸内のスチーム加熱により処理したものが最も低い結果が得られ、熱処理および粉碎処理は脂質除去の面からも有効な手段と考えられた。また、データは示していないが、仕様の異なるスクリープレスによる圧搾試験の結果、スクリー口径の違いにより試料の食い込みに差が認められた。ウロのような試料においては、スクリープレス本来の能力を発揮するには200mmφ以上の口径が必要であることがわかった。

2) 遠心分離法

マスコロイダーにより調製したスラリーを、酸熱処理した場合の実験条件および結果を表2に示した。その結果、酸処理によるpHの低下に伴い、遠心分離による油層の回収量が増加し、沈澱層中の脂質含有量も低下する傾向がみられた。このように酸処理は脂質の分離には効果があるもののタンパク質等の分解による異臭が発生し、飼料等には適さないものと思われる。また、表1のスクリープレスによる試験結果と比較するとわずかにスクリープレスによる圧搾分離法が優位であると考えられた。

表1 スクリープレスによる圧搾試験

Exp. No.	実験条件			実験結果	
	試料形態	熱処理	軸内スチーム	水分率 WB%	脂質 WB%/DS%
原料	-	-	-	72.1	12.0/75.5
熱処理	-	-	-	67.7	16.2/101
1	ホール	×	×	65.1	14.1/67.8
2	ホール	○	×	62.4	11.5/44.1
3	粉碎	○	○	50.4	15.9/47.2
4	ホール	×	○	53.6	15.8/51.6
5	粉碎	×	○	56.7	12.4/40.1

注: DSX(dry solid)は基準に固体重量を用いて算出
 $\text{固体重量} = (\text{湿量重量}) - (\text{水分} + \text{CM抽出量})$
 $\text{DS\%} = (\text{目的物重量} / \text{固体重量}) \times 100$

表2 酸熱処理法による脱脂試験

Exp. No.	原料調整		遠心分離			
	pH	水分 WB%	油層	水層	沈澱層	
			cm ³	cm ³	水分 WB%	脂質 WB%/DS%
原料	-	75.5	-	-	-	11.9/94.4
A1	6.24	77.7	2.0	78.0	63.3	17.1/87.2
A2	4.03	77.8	7.0	66.5	69.1	13.0/72.6
A3	2.86	77.8	8.5	65.0	71.9	10.5/59.7
A4	2.41	77.9	10.0	62.0	72.2	10.1/57.1

注1: A1は硫酸無添加によるデータ
 2: 遠心分離の原料投入量は210g

4 平成9年度計画

- ・スクリープレスを用いた脱脂方法の確立
- ・圧搾後のケーキの乾燥方法の検討

(地域産学官共同研究中核技術開発事業、共同研究機関: 道立工業試験場)

1 研究の目的と概要

北海道にはその特異な気候から、特有の自生植物が多く存在する。その中には健康増進に資すると思われる植物も多い。しかし、それらの植物の食品素材としての成分を調査研究した事例は少ない。このため、北海道に多く見られ、その栽培研究も行われている植物として、北海道地域特有食品を取り上げ、その産地別、自生・栽培別、系統・品種別に栄養成分分析を実施し、その成分値の評価を行う。

2 試験研究の方法

(1) 品種、産地別による栄養成分の比較

供試試料：ハスカップ・・・ゆうふつ、千歳5号、千歳6号、千歳8号

ギョウジャニンニク 道内7カ所から栽培または山採りしたものを供試

測定項目：ビタミンB₆、ナイアシン、パントテン酸、葉酸、ビタミンK

方 法：ビタミンB₆、ナイアシン、パントテン酸、葉酸：微生物試験法

ビタミンK：高速液体クロマトグラフ法

(2) 凍結保存中におけるビルビン酸生成量の変化

供試試料：ギョウジャニンニク・・・帯広市にて栽培されたものを供試

方 法：試験1 -5、-20、-40℃で試料を貯蔵した。

試験2 -80℃で急速凍結した後、上記温度で貯蔵した。

測定項目：ビルビン酸（高速液体クロマトグラフ法）

3 実験結果

(1) 品種、産地別による栄養成分の比較

ハスカップの結果を表1にまとめた。ナイアシン、ビタミンB₆、葉酸については4種類にほとんど差は見られなかった。しかし、パントテン酸は千歳8号だけが含量が低く、他の3種類の平均が100gあたり0.31mgであるのに対し、0.22mgと約2/3程度しか含まれていなかった。

ギョウジャニンニクの結果を表2にまとめた。栽培と山採りには成分値に差はなかったが、産地別には差が見られた。ビタミンKはK₁とK₂の総量で表されるが、ギョウジャニンニクにはK₁しか含まれていなかった。ビタミンKは緑黄色野菜に多く含まれているが、その中でもギョウジャニンニクはかなり多く含まれていた。

(2) 凍結保存中におけるビルビン酸生成量の変化

試験結果を図1に示す。ビルビン酸はアリシンなどの有用成分が生成する際に生じるため、これらの指標として分析した。どの場合も、6カ月の貯蔵ではこの値は貯蔵前よりも減少していた。試験1では-5℃と-40℃、試験2では-40℃で、生試料に比べ約半分くらいのビルビン酸生成量を有していたが、他はほとんど0とな

った。しかし、 -5°C では試料に損傷が生じているものが多く、長期の貯蔵には適さないと考えられた。また、 -40°C は葉などの薄い部分が脆くなり、貯蔵には注意が必要と思われた。

表1 ハスカップの栄養成分(100gあたり)

		ゆうふつ	千歳5号	千歳6号	千歳8号
ナイアシン	mg	0.6	0.4	0.5	0.6
ビタミンB ₆	mg	0.04	0.05	0.05	0.04
葉酸	μg	8	6	8	7
パントテン酸	mg	0.30	0.31	0.33	0.22

表2 ギョウジャニンニクの栄養成分(100gあたり)

		栽培				山採り				平均
		帯広	門別	中川	平均	鶴川	浜中	豊頃	浦幌	
ナイアシン	mg	0.7	0.9	0.8	0.8	1.0	1.0	0.6	0.5	0.8
ビタミンB ₆	mg	0.19	0.14	0.11	0.15	0.16	0.20	0.14	0.10	0.15
葉酸	μg	96	84	86	89	107	62	89	72	83
パントテン酸	mg	0.40	0.42	0.35	0.39	0.40	0.59	0.29	0.29	0.39
ビタミンK	μg	528	224	265	339	380	184	287	354	301

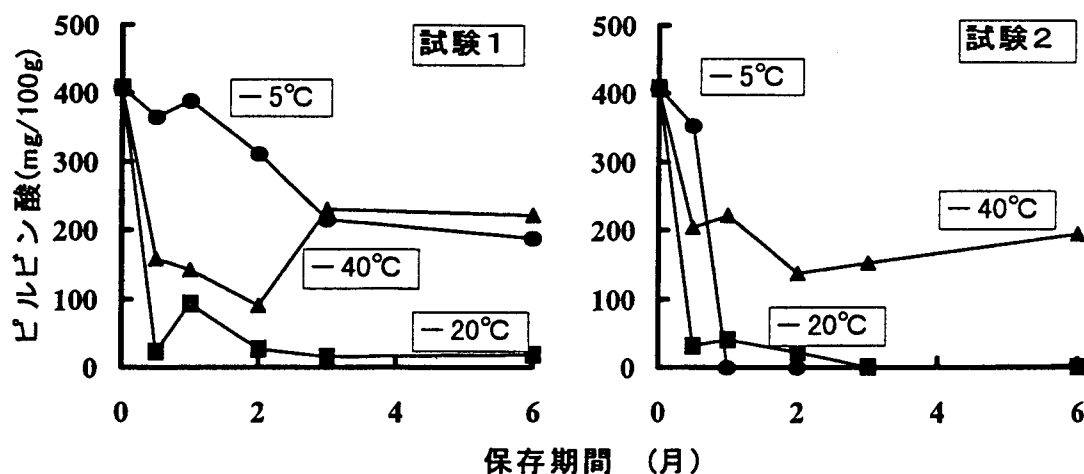


図1 凍結保存後のピルピン酸生成量

4 要約

ハスカップとギョウジャニンニクの栄養成分の分析を行った。昨年度までと併せて栄養成分全般にわたり分析を行い、食品としての特徴を明らかにした。両者とも、北海道特有の食品として、栄養成分的にも評価の高い食品と言える。

また、ギョウジャニンニクの保存を目的として凍結保存中のピルピン酸生成量について調べ、適性条件を検討した。どの条件でもピルピン酸生成量の減少は見られたが、 -5°C 、 -40°C では生試料の半分くらいの生成量が残っていた。

(受託研究 科学技術庁)

キシロース等五炭糖を多糖化する菌の検索と高効率培養法の検討 (H7～9)

発酵食品部発酵食品科 田村吉史 吉川修司 浅野行蔵

応用技術部生物工学科 八十川大輔

企画情報部企画課企画情報係 富永一哉

1. 研究の目的と概要

近年環境保全の観点から、森林パルプの大量消費や農林産廃棄物の処理が国際問題化している。本道においてもかなりの農産廃棄物があり、廃棄方法、場所など多くの問題が発生してきている。これら農産廃棄物の大部分は、グルコースなどを構成糖とするものからなっている。廃棄物を分解しグルコースなどの単糖として取り出し、バクテリアセルロースの原料として用いるなどの研究が行われている。一方、単糖として廃棄物中に出てくる糖成分としては五炭糖類が多く、特にキシロース及びアラビノースが多い。

本研究は、キシロースなどの未利用五炭糖を微生物の炭素源として利用し、多糖類、特にセルロースを生成させることによって、未利用資源を有効に活用しようというものである。微生物が作るセルロース（バクテリアセルロース BC）は、植物のパルプから作られるセルロースとは異なり、ヘミセルロースや、リグニンを全く含まない純度の高いセルロースであり、結晶性が高く物理性が優れているなどの特徴を持っている。これを高効率に生産できれば、廃棄物の有効利用につながる。さらに、BC にアミノ基などを導入することにより特殊な機能を持った BC とすることも期待される。本年は、五炭糖から高効率に BC を生産する菌及び培養条件と検討した。

2. 試験研究の方法

供試した酢酸菌は、前年度供試した株に加え、北大農学部応用菌学講座が自然界から分離した酢酸菌を使用した。供試培地は、IFO 指定培地のほかに各種研究報告で有効とされた培地組成をもとにして改良を加え、五炭糖から高効率に BC を生産する組成を検討した。

BC の生産は、バッフル付三角フラスコを用い、温度 30℃、攪拌回転数 100～200rpm で行った。さらにシェーカーでの培養も行い、広い面積を持つ門型のインペラーを用い攪拌回転数 50rpm、温度 30℃、通気量 0.15～1vvm で行った。

生成したセルロースは、発酵液を遠心分離して沈殿させ、アルカリによる溶菌処理を行い、十分洗浄した後、乾燥させ重量を測定した。

3. 実験結果

酢酸菌は非常に好気的な菌で、生育に多量の空気を要求する。そこで、培養時の攪拌回転数を変化させ、培養中の溶存酸素量とセルロース生産量の関係を調べた

(図)。高通気を目的とし高回転培養を行ったが、BC 生産量の向上には寄与しなかった。溶存酸素濃度は飽和状態で約 8ppm(室温)であり、培養 2 日目の溶存酸素量は著しく低下した。このことから酢酸菌の旺盛な酸素消費が示唆された。溶存酸素濃度の増加とセルロース増加量から、発酵は 4 日目以前に終了していたと考えた。

BC 生産量に及ぼす初発 pH の影響を表に示した。培養終了時の pH はいずれの試験区でも 3.3 程度に低下していた。BC 生産量は初発 pH3.5 の時は明らかに抑制されていたが、比較的広い範囲の初発 pH で同程度の生産があった。一方、ジャーフェンターにより pH を 5 に一定に調整しながら培養しても BC 量は向上しなかった。通常 pH コントロールは培養に大きな効果を発揮するはずであるが、BC 生産に効果がなかったことは不思議である。pH 以外の要因がもっと大きな影響を与えていると考えられ、今後の検討課題となった。

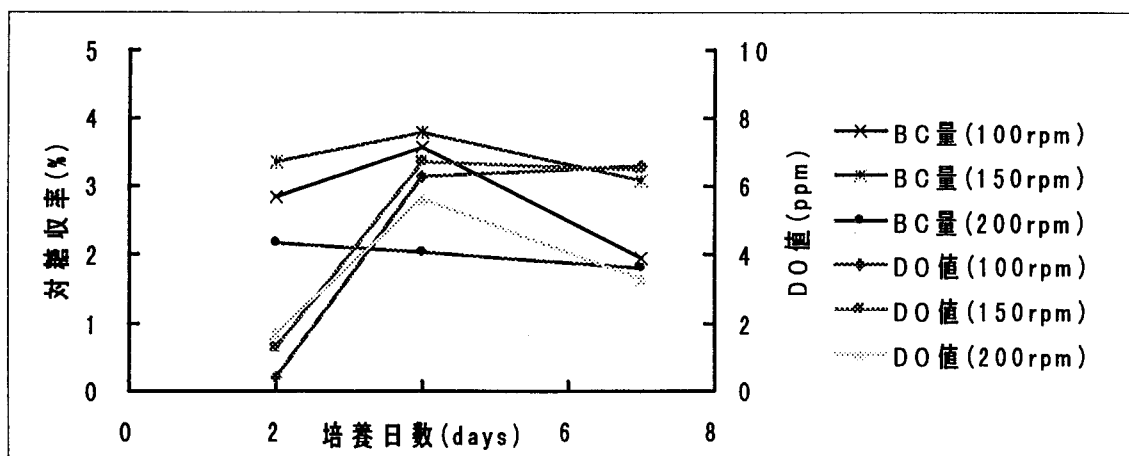


図 BC 生産時の培養回転数の影響

表 BC 生産に及ぼす初発 pH の影響

初発pH	3.5	4.0	4.5	5.5	6.0	6.5
BC生産量(対糖収率 %)	1.5	2.5	2.1	2.2	2.7	2.7

4. 平成9年度計画

ジャーフェンターにおいて培養条件(培地組成、通気量、溶存酸素量、攪拌速度、温度)の検討を引き続き行う。

キチン、キトサン等配合培地による、セルロースへのアミノ基の導入による新規ポリマーの生成を試み、その確認や、効率的にアミノ基を導入したセルロースの培養条件の検討を行う。各種培養によって得られたセルロースの物理性を検討する。

(受託研究：科学技術庁)

(共同研究機関：北海道大学、北海道東海大学、北海道糖業(株))

2 技術普及・指導

2-1 食品加工相談室

食品製造企業等が行う新製品開発、新技術導入などの各種技術相談に応じる窓口として、「食品加工相談室」を開設する。

- 1 相談内容 食品加工に関する事
- 2 申し込み 随時
- 3 相談方法 電話、来所、文書いずれの方法でも可能
- 4 相談窓口 江別市文京台緑町589番地4 食品加工研究センター内

【平成8年度報告】

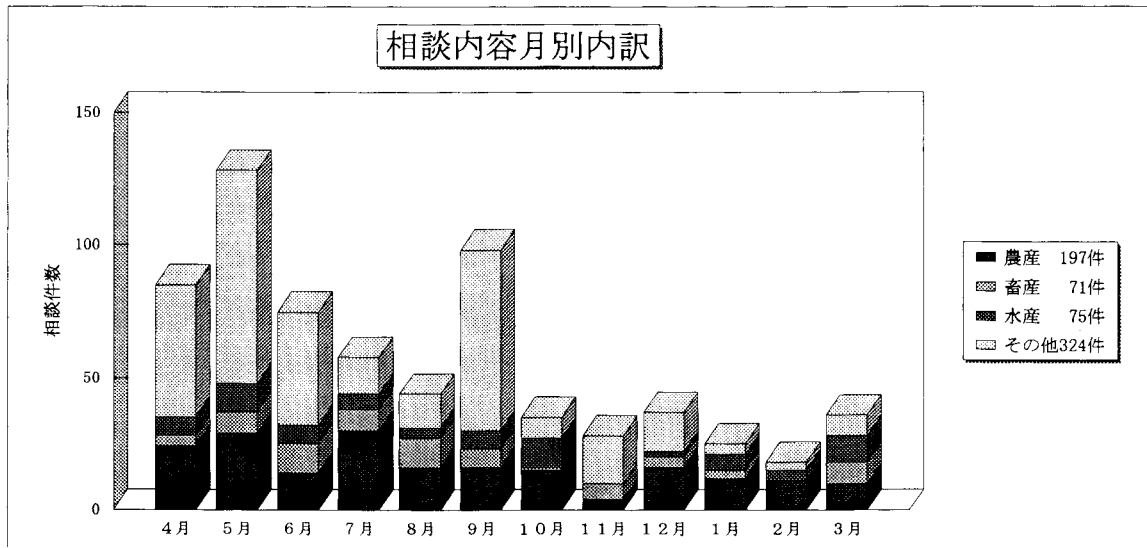
相談件数については、総数667件となっており、相談方法別にみると電話が最も多く、食品製造企業等から気軽に相談が持ち込まれている。

また、相談内容については、加工方法、品質・評価、装置・機械、微生物管理技術など食品加工技術全般にわたる内容となっており、全道各地から相談が持ち込まれた。

- 1 相談件数 総件数 667件
- 2 月別相談状況

区分\月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
相談件数	85	128	75	58	44	98	35	28	37	25	18	23	667
面接	48	82	53	15	12	33	17	16	15	7	4	13	315
電話	35	44	22	42	31	54	17	9	22	15	14	22	327
文書	2	2	-	1	1	11	-	2	-	3	-	1	23
その他	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2

3 相談内容状況



2-2 食品工業技術高度化対策指導事業（現地技術指導）

食品製造企業等が行う新製品開発等を支援するため、各企業等からの依頼を受けて、研究員を派遣し、食品加工技術についての助言や指導を行う。

- 1 指導地域 道内各地
- 2 指導対象 道内食品製造企業、食品加工研究グループ等
- 3 申し込み 随時
- 4 指導依頼の方法 電話または文書
- 5 指導を行う者 センター研究員
- 6 費用 無料

【平成8年度報告】

全道各地において、140企業に対し延べ153日間、研究員を派遣し、製品開発、製造技術、保存技術、品質管理等についての助言や指導を行った。

- 1 指導企業数 140企業
- 2 指導日数 153日
- 3 支庁別指導状況

区 分	指導企業数	指導日数	区 分	指導企業数	指導日数
石狩支庁	30	31	網走支庁	8	8
渡島支庁	9	9	胆振支庁	4	5
後志支庁	4	4	日高支庁	5	7
空知支庁	16	16	十勝支庁	13	13
上川支庁	29	37	釧路支庁	3	3
留萌支庁	7	8	根室支庁	12	12
			合 計	140	153

2-3 技術アドバイザー指導事業

中小企業が独自では解決が困難な技術的な諸問題を解決するため、中小企業者からの依頼を受けて、技術アドバイザーを派遣し、食品加工技術についての助言や指導を行う。

- 1 指導対象分野 食品製造
- 2 申し込み 随時
- 3 指導依頼の方法 「技術アドバイザー指導事業依頼書」を当センターに提出する。
- 4 指導を行う者 北海道があらかじめ委嘱した技術アドバイザー
(食料品製造分野10名)
- 5 指導期間 年間10日以内
- 6 経 費 無料(平成9年度から有料)
- 7 その他 企業秘密は厳守

【平成8年度報告】

全道各地域において、20企業に対し延べ81日間、技術アドバイザーを派遣し、製品開発、製造技術、保存技術、品質管理等についての助言や指導を行った。

○ 支庁別指導状況

区 分	指導企業数	指導日数	区 分	指導企業数	指導日数
石狩支庁	5	22	網走支庁	4	21
渡島支庁	1	4	日高支庁	1	3
後志支庁	1	3	十勝支庁	2	4
空知支庁	3	9	釧路支庁	1	6
上川支庁	2	9	合 計	20	81

2-4 移動食品加工研究センター

道内食品工業の食品加工技術力の向上を図るため、「移動食品加工研究センター」を開催し、講習会や技術相談、技術指導等を行う。

- 1 開催地域 道内各地域
- 2 開催内容 (1)講習会（食品加工技術、商品企画等）
(2)試験研究成果発表会
(3)意見交換会
(4)展示会（パネル展、技術指導成果品の展示等）
(5)個別技術相談会
(6)現地技術指導 他
- 3 開催時期等 開催時期、場所、内容等については、各支庁等と協議の上、決定する。

【平成8年度報告】

11支庁管内において、「移動食品加工研究センター」を開催し、講習会、研究成果説明会や個別技術相談、技術指導などを行った。

開催支庁	開催地	開催年月日	主 な 内 容
渡島支庁	福島町	9. 1.29～ 9. 1.31	・講習会 ・意見交換会 ・研究成果説明会 ・個別技術相談会 ・現地技術指導 他
桧山支庁	江差町	9. 3.12～ 9. 3.13	
後志支庁	岩内町	8. 9.17～ 8. 9.18	
空知支庁	岩見沢市	9. 1.20	
上川支庁	旭川市	8.11.28～ 8.11.29	
留萌支庁	留萌市	8. 7.22～ 8. 7.23	
宗谷支庁	稚内市	9. 2.20	
胆振支庁	苫小牧市	8.11. 7	
日高支庁	浦河町	8.10.16～ 8.10.17	
釧路支庁	釧路市	8. 7.17～ 8. 7.18	
根室支庁	根室市	9. 2.18～ 9. 2.19	
合 計		11支庁管内	

2-5 技術講習会

食品加工に関する新しい製造技術等について、外部講師やセンター研究員による講習を行う。

1 食品加工高度技術講習会

- (1) 開催場所 食品加工研究センター
- (2) 対象者 食品製造企業等の研究者、技術者等
- (3) 開催回数 年間2回（1回の講習期間－2日程度）
- (4) 開催方式 座学及び実技講習

2 地域食品技術講習会

- (1) 開催場所 食品加工研究センター
- (2) 対象者 市町村立等食品加工（研究）施設の技術指導者等
- (3) 開催回数 年間2回（1回の講習期間－2日程度）
- (4) 開催方式 座学及び実技講習

【平成8年度報告】

次のとおり技術講習会を開催した。

1 食品加工高度技術講習会

講習会の名称	開催年月日	参加者数
微生物管理技術講習会	8. 8. 21～ 8. 8. 22	19
食品品質判定技術講習会	9. 2. 12～ 9. 2. 13	64

2 地域食品技術講習会

講習会の名称	開催年月日	参加者数
食塩分析技術講習会	8. 11. 25～ 8. 11. 26	7
遠心式薄膜真空濃縮技術講習会	8. 11. 26～ 8. 11. 27	5

2-6 技術研修生の受入れ

食品製造企業等の技術者の資質向上を図るため、随時、研修生を受け入れる。

- 1 研修内容 食品加工に関する技術の修得
- 2 申し込み 随時
- 3 研修期間 原則として6ヶ月以内
- 4 費用 無料（ただし、研修に関する試料、消耗品などは企業負担）

【平成8年度報告】

28名の研修生を当センターに受け入れ、各種食品加工技術の向上を図った。

	研 修 項 目	研 修 期 間
1	DNAシーケンシング技術及びその他関連の遺伝子工学的手法	8. 4. 1～ 8. 5. 7
2	ホタテ加工残液からの液体調味料の開発（酵素分解、食品分析、カドミウムの除去技術）	8. 4. 1～ 8. 6. 11
3	食品機能開発及び食品加工技術の習得	8. 4. 1～ 8. 6. 7
4	機能性の評価、粉体加工、食品加工、健康食品開発、カルシウム溶解性向上のための技術習得	8. 4. 1～ 8. 7. 31
5	塩結晶の生成要因、潮解・団結の助成要因の解明と対策、酵母の同定試験法取得及び酵母菌の同定	8. 4. 1～ 8. 8. 15
6	カハノアナタケ液体培養の至適条件の検討、液体培養上清及び天然のカハノアナタケの分離	8. 4. 1～ 8. 8. 31
7	粘度測定法の修得（製品の温度・経時変化による粘性への影響、味噌製品の定量的な硬さの把握）	8. 4. 1～ 9. 1. 31
8	鮭皮からのコラーゲンの抽出、精製技術の習得	8. 4. 1～ 9. 3. 31
9	食品産業における膜の使用技術の取得	8. 4. 8～ 8. 7. 31
10	冷凍食品の製造技術の修得	8. 4. 16～ 9. 3. 31
11	パン用酵母の乾燥と生存及び活性の測定法	8. 4. 22～ 8. 9. 30
12	道産牛を用いた新商品に関する研究	8. 6. 1～ 8. 11. 31
13	卵からの卵黄油の抽出	8. 6. 10～ 8. 12. 9
14	電気融合法による非対称細胞融合技術の習得	8. 7. 1～ 8. 12. 31
15	生イモの乾燥加工技術及び生イモの切断面の製品に与える影響の検証	8. 7. 8～ 8. 8. 8
16	農産物加工用電子スモーク装置の開発	8. 9. 19～ 9. 3. 18
17	野菜の冷凍保存技術に関する試験研究	8. 9. 2～ 9. 3. 31
18	チーズ、ヨーグルト、その他乳製品製造技術、ハム、ソーセージ製造技術	8. 9. 10～ 9. 3. 9
19	挽肉の発色メカニズムの解明	8. 9. 11～ 9. 3. 10
20	ペーパー・薄層クロマトグラフィーを用いての食品中のアミノ酸及び核酸の定量方法の取得	8. 9. 12～ 8. 12. 27
21	鮭皮からのコラーゲンの抽出、精製技術の習得	8. 10. 1～ 9. 2. 28
22	水産物、農産物の粉体、粉砕処理技術及び保藏技術、発酵食品の加工及び保藏技術	8. 11. 11～ 8. 11. 21
23	早産牛乳を使用した二次加工製品開発技術の取得	8. 11. 5～ 9. 3. 31
24	細菌検査方法の習得	8. 11. 25～ 8. 11. 26
25	製麺製造技術及び自社製品（塩）の製麺製造に対する効果の研究	9. 2. 12～ 9. 3. 11
26	コラーゲンシートの製造試験及び性能評価	9. 2. 17～ 9. 8. 16
27	ハイブリットマからのモノクローナル抗体の単離・精製	9. 2. 17～ 9. 8. 16
28	北方系機能性野菜を含む機能性飲料の開発	9. 3. 3～ 9. 3. 31
	合 計	28名（25企業）

2-7 試験測定検査機器及び加工機械の開放

食品製造企業等の研究開発を支援するため、試験測定検査機器や加工機械を開放する。

1 主な開放機器

- (1) 試験、測定及び検査機器 ガスクロマトグラフ質量分析計、核磁気共鳴装置、透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡、X線回折装置、近赤外分光分析計、高速液体クロマトグラフ、粒度分布測定装置、F値測定装置、原子吸光分光光度計、自記分光光度計 等
- (2) 加工機械 チーズ製造装置、エクストルーダー、超高压処理装置、薄膜真空蒸発装置、膜分離装置、遠赤外線減圧・常圧乾燥機、マイクロ波減圧乾燥機、噴霧乾燥機、加圧・減圧かはん試験機、試料粉碎機、超遠心粉碎機 等
- (3) オープンラボラトリー施設 全自動食塩定量装置、全自動センイ分析装置、アルコールアナライザー、水分活性測定装置、K値測定装置 他
- (4) バイオテクノロジー開放試験室 クリーンベンチ、高压滅菌機、バイオリアクター装置、恒温恒湿装置、顕微鏡及び画像解析装置 他

2 利用金額 1, 890～47, 970円/日

【平成8年度報告】

設備使用実績は次のとおり。

(単位：日)

試験測定 検査機器	加工機械	オープンラボ ラトリー施設	バイオテクノ ロジー開放試 験室	合計
27	115	10	7	159

2-8 依頼試験分析

食品製造企業等からの依頼により、試験分析を行う。

- 1 依頼試験 一般生菌数、大腸菌群、耐熱性菌数、pH測定、粘度測定、色測定、比重測定、屈折率測定 等
- 2 依頼分析 灰分分析、水分分析、たんぱく質分析、脂質分析、繊維分析、食塩分析、アルコール分析、脂肪酸組成分析、アミノ酸組成分析、有機酸組成分析、無機質分析 等
- 3 手数料金額 1,890～44,370円/件

【平成8年度報告】

次のとおり試験分析を行った。

区 分	申 込 件 数	試 験 分 析 件 数
試 験 分 析	94	356

2-9 食品加工リサーチプラザ

食品工業における業種や技術別の共通課題を検討するとともに、産官の研究者や技術者の交流を図るため、各種研究会を開催する。

【平成8年度報告】

技術別、業種別に食品加工リサーチプラザを開催した。

区分	研究会名	開催年月日	出席者数	開催地
食品加工 リサーチ プラザ	冷凍食品技術研究会	8. 6. 25	25	札幌市
		8. 7. 18	13	〃
		8. 8. 2	21	〃
		8. 8. 23	18	〃
	ハスカップ研究会	8. 4. 23	40	〃
		8. 5. 30	40	〃
		8. 7. 9	80	
	食肉加工研究会	8. 5. 20	20	黒松内町
	水産食品加工技術研究会	9. 2. 12	70	
	調味食品研究会	8.11.25~26	15	
	漬物製造技術研究会	8. 5. 26	40	札幌市
		8. 7. 9	80	
		8. 7. 17	60	
		8. 10. 29	100	
		9. 2. 5	40	
		9. 3. 14	40	
食品工学研究会	8. 6. 19	30		
バイオ食品研究会	8. 7. 9	80		
	8. 10. 29	100		
合計	8 研究会		912	

※ 8. 7. 9のハスカップ研究会、漬物製造技術研究会及びバイオ食品研究会、
8. 10. 29の漬物製造技術研究会及びバイオ食品研究会は合同で開催
開催地は、食品加工研究センター以外での開催のみを記入

2-10 食品加工研究センター通信

食品加工技術に関する各種情報のデータベースを作成し、パソコン通信を利用した各種技術情報等の収集提供や情報交換を行う。

1 食品加工研究センター通信の内容

(1) データサービス

- ◆ 全国の国公立試験研究機関及び大学の食品加工関係研究報告書をキーワード等で検索し、その全文を会員のファックスで、即座に取り出すことができる。(ファクシミリメールサービスの登録が必要)
- ◆ 当センターが所蔵している図書、定期刊行物を知ることができる。
- ◆ 当センターが設置している試験研究機器類を知ることができる。
- ◆ 当センターの研究員に関する情報を取り出すことができる。
- ◆ 道商工労働観光部が作成したデザイナー情報カードの主な事業の概要報を取り出すことができる。
- ◆ 食品加工技術に関する「Q & A」を利用することができる。

(2) 電子掲示板

自分が言いたいこと、みんなに知ってもらいたいことを書き込んだり、他の会員が書いたものを読んだり、どなたでも自由にメッセージを交換できる公開の告知板。

当センターでは、講習会、講演会、展示会などの案内を行う。

(3) 電子メール

ネットワークを通じて、会員同士が特定の相手とメッセージのやり取りをすることができる。

2 会員加入手続き

「食品加工研究センター通信会員申込書」を当センターに提出する。

3 会費等 入会金・会費は無料

4 運用時間

原則として24時間運用(但し、年末年始及び毎週水曜日9:00~18:00は休止)

【平成8年度報告】

食品加工研究センター通信の加入状況等

会 員 数	ロ グ イ ン 件 数	取 出 件 数	取 出 枚 数
2 2 7	5 8 8	1 2 5	8 0 5

(総ログイン時間 101時間43分)

2-11 技術情報の提供

【平成8年度報告】

1 技術情報誌「食加研だより」の発行

センターの業務案内、研究報告を中心とした技術情報を主な内容として、3回発行し、関係機関、団体などに提供した。

2 食品加工研究センター研究報告書の発行

平成8年度研究成果発表会において、試験研究成果発表会要旨集を発行した。

3 図書・資料室の開放

国内外の食品工業関係専門誌、大学・国公設試験研究機関から提供を受けた図書、報告書類を一般に開放する。

(1) 図書・資料室利用時間

月曜日～金曜日 9:00～17:00

2-12 その他

1 技術審査

国、団体等からの依頼を受けて、製品の品質や新開発技術の内容について、審査を行った。

内 容	依 頼 者	部 別 審 査 件 数			
		加 工 食 品 部	発 酵 食 品 部	応 用 技 術 部	計
推奨申請に係る技術審査（1次）	（社）優良道産品推奨協議会	28	4		32
推奨申請に係る技術審査（2次）	（社）優良道産品推奨協議会	15	44		59
研究開発助成に係る技術審査	（財）たくぎんフロンティア基金			1	1
研究開発助成に係る技術審査	（財）札幌中小企業新技術研究助成基金	1		2	3
研究開発助成に係る技術審査	（社）北海道中小企業振興基金協会	2			2
合 計		46	48	3	97

2 展示会・紹介展

センターの試験研究と技術開発成果を展示会等に出展し、技術の普及振興及び交流を図った。

展 示 会 等 の 名 称	主 催 者	開催地	開催期間
平成8年度研究発表会	食品加工研究センター	札幌市	8. 4. 26
'95試験研究機関おもしろ祭り	北海道	函館市	8. 10. 2
'96北海道技術ビジネス交流会	北海道技術・ビジネス交流会実行委員会	札幌市	9. 1. 24~25
平成8年度食品加工関係試験研究機関合同成果発表会	北海道	札幌市	9. 2. 13

3 講習会などへの講師派遣

市町村、団体等からの依頼を受けて、センター研究員を講師として派遣した。

講習会等の名称	派遣日	派遣地	依頼者	派遣者
第1回製麺講習会	4.10	札幌市	木田製粉株式会社	山本一史
平成8年度食品機械研究会	4.23	札幌市	北海道機械工業会	岩崎達也
平成8年度生活部門分担当対応研修	5.27	旭川市	上川支庁	吉川修司
北海道醸造研究会及び日本醸友会札幌支部講演会	5.29	札幌市	北海道醸造研究会・日本醸友会札幌支部	浅野行蔵
第2回生産装置研究会	6.13	北見市	オホーツク圏地域食品加工技術センター	清水條資
JA食材納入業者連絡会議	6.14	札幌市	鶴マルティン	西田 孟
農村セミナー食品加工基礎コース	6.26	鷹栖町	上川支庁旭川地区農業改良普及センター	川上 誠
平成8年度北海道中小企業技術者研修	7. 8 7. 9 7.10 7.11 7.12	江別市	社団法人北海道商工指導センター	田中常雄、榎 賢治 山本一史、田中 彰 浅野行蔵、田村吉史 吉川修司、長島浩二 池田隆幸、中川良二 八十川大輔
新世界のワインの生産動向	7.15	札幌市	北海道醸造研究会	富永一哉
第1回水産食品研究会	7.18	北見市	オホーツク圏地域食品加工技術センター	下林義昭
特定中小事業企業集積支援技術開発事業に係る波及事業	7.30	根室市	(財)北海道水産振興基金協会	岩崎達也
農村セミナー食品加工基礎コース	8. 1	鷹栖町	上川支庁旭川地区農業改良普及センター	田中常雄
夏期酒造講習会	8.27	札幌市	北海道酒造組合	下林義昭、浅野行蔵 富永一哉
農産物漬物製造技術セミナー	9. 4	小樽市	小樽農林水産消費技術センター	吉川修司
清酒貯蔵・出荷管理講習会	9. 6	札幌市	北海道酒造組合	下林義昭、富永一哉 吉川修司
通産省補助研究事業成果普及発表会	9.25	江別市	中小企業庁	浅野行蔵、田村吉史 吉川修司
留萌支庁管内改良普及員生活部門生活分担当対応研修会	10. 8	留萌市	留萌支庁	山崎邦雄
全国酒造技術指導機関合同会議	10.15	東京都	大蔵省	浅野行蔵
第3回農産食品研究会	10.17	北見市	オホーツク圏地域食品加工技術センター	岩崎達也
平成8年度地域産業育成セミナー	10.19	帯広市	(財)北海道科学・産業技術振興財団	田中 彰
「食」クラスター勉強会	10.25	札幌市	北海道経済連合会	浅野行蔵
通産省補助研究事業成果普及発表会	10.26	出雲市	中小企業庁	田村吉史
通産省補助研究事業 平成8年度第1回推進会議	10.30	名古屋市	中小企業庁	長島浩二、奥村幸広

講習会等の名称	派遣日	派遣地	依頼者	派遣者
シンポジウム「深刻化する地球環境問題 -農林水産廃棄物をいかに有効利用できるか-」	10.31	札幌市	北海道東海大学	佐々木茂文
通産省補助研究事業 平成8年度第2回推進会議	11. 1	秋田市	中小企業庁	長島浩二、奥村幸広
特定中小企業業績支援技術開発事業に係る波及事業(成果報告会)	11.11	網走市	(財)北海道水産加工振興基金協会	岩崎達也
第6回ニューバイオ技術検討会	11.15	つくば市	工業技術院生命工学工業技術研究所	吉川修司
冬期酒造講習会	11.27	札幌市	北海道酒造組合	下林義昭、浅野行蔵
アルコール倶楽部11月定例会	11.28	旭川市	旭川市産業高度化センター	岩崎達也
農村セミナー「食品加工基礎コース」	11.28	鷹栖町	上川支庁旭川地区農業改良普及センター	山本一史
鶴川町商工会地域資源調査事業	12. 3	鶴川町	鶴川町、鶴川町商工会	岩崎達也
平成8年度経営者育成異業種交流事業	12. 4	札幌市	北海道商工会連合会	清水修資
バイオ&食品工業研究会第4回合同分科会	12. 6	札幌市	バイオ&食品工業研究会	田中常雄
ミニシンポジウム「糸状菌の遺伝子工学とその応用」	1. 9	札幌市	日本農芸化学会北海道支部	八十川大輔
平成8年度経営指導員技術力向上研修会	1.21	札幌市	北海道商工会連合会	清水修資
機能性食品開発及びバイオマス利用研究分科会	2.12	札幌市	バイオ&食品工業研究会	本堂正明
JICA食品保健行政コース技術協力研修	2.12	江別市	国際協力事業団	西田 孟、浅野行蔵 八十川大輔
食品加工関係試験研究機関合同成果発表会	2.13	札幌市	食品工業課	田村吉史、清水英樹
旭川市農業青年会議所設立記念例会	2.14	旭川市	旭川市農業青年会議所	岩崎達也
食品加工研修会	2.14	芦別市	芦別市	浅野行蔵
バイオ&食品工業研究会	2.14	札幌市	バイオ&食品工業研究会	浅野行蔵
北海道・マサチューセッツ州経済交流懇談会	2.25	札幌市	商業貿易振興室貿易経済交流課	佐々木茂文、太田智樹
所内業務研修会	2.25	小樽市	小樽農林水産消費技術センター	長島浩二
アイスクリーム製造実習	3. 3	江別市	日高中部地区農業改良普及センター	川上 誠
地域バイオ育成推進講座	3. 3	留萌市	北海道バイオ産業振興協会	佐々木茂文
研究発表会	3. 4	恵庭市	道央テクノポリス	浅野行蔵
フードテクノロジ-研究会	3. 6	津市	三重県工業技術センター	吉川修司
平成8年度特定分野進出事業費補助事業	3.10	函館市	函館食品加工技術研究会	清水修資
合 計			48 回	71 人

4 学会誌投稿

発 表 題 目	投 稿 者	投 稿 誌 名
Antioxidant Activity of Water-Soluble Fractions of Salmon Spermery Tissue	佐々木茂文 太田 智樹 Eric A. Decker	Journal of Agricultural and Food Chemistry

5 学会における発表

発 表 題 目	発 表 者	発表月日	学 会 名
シロサケ精巢の水溶性画分の抗酸化活性	○佐々木茂文、太田 智樹 Eric A. Decker	H8. 4. 2	日本農芸化学会
シロサケ未利用部位からの機能性天然調味料の開発	○太田 智樹	H8. 6. 24	H8水産利用加工研究推進全国会議
Antioxidant Activity of Water-Soluble Fractions of Salmon Spermery Tissue	○佐々木茂文、太田 智樹 Eric A. Decker	H8. 6. 24	IFT Annual Meeting Program & Food Expo Exhibit Directry in New Orleans, USA
乳酸菌スターター	○吉川 修司	H8. 6. 27	乳酸菌集談会
乾燥酵母を用いた清酒醸造 新開発ハイト°ロキシアパ°タイトのクロマトグラフィー担体への応用 乳酸菌乾燥粉末スターターの開発(乳製品用乳酸菌の流動層乾燥) 乳酸菌乾燥粉末スターターの開発(味噌用乳酸菌の乾燥化)	○浅野 行蔵 ○富永 一哉 ○田村 吉史 ○吉川 修司	H8. 7. 27	日本農芸化学会北海道支部
魚皮コラーゲンの食品素材化に関する試験	○清水 英樹、長島 浩二 清水 隆資	H8. 7. 27	日本農芸化学会北海道支部 日本食品科学工学会北海道支部、日本土壌肥料科学会北海道支部、北海道農芸化学協会
協会701号乾燥酵母の製造と醸造特性	○浅野 行蔵	H8. 9. 4	日本醸造学会
プラスミドパターンによる大腸菌群汚染経路の追跡	○吉川 修司	H8.10. 2	日本食品微生物学会
シロサケ精巢に含まれる抗酸化成分について	○佐々木茂文、太田 智樹 Eric A. Decker	H8.11. 30	第2回北海道活性酵素、フリーラジカル研究会
<i>Corticum rolfsii</i> セルラーゼ遺伝子の <i>Aspergillus oryzae</i> での発現	○八十川大輔	H9. 1. 9	日本農芸化学会北海道支部 会ミンソポ°ジウム
糖を用いた野菜の冷凍保存技術	○北川 直揮、中川 良二 八十川大輔、池田 隆幸	H8. 3. 29	日本食品科学工学会

6 出願済工業所有権「特許」

発 明 の 名 称	出願年月日	出願番号	備考
果実酒およびその製造方法	4.12.16	4-355233	8.11.21 特許登録
水産発酵ゲル化食品およびその製造方法	5. 6.30	5-189452	8. 9. 5 特許登録
大豆の軟化法	5.12.22	5-346185	
生分解性を有する成形品用原料の製法と 生分解性を有する成形品の製法	6. 2. 7	6-37669	
キクイモ由来レクチンおよび分離精製法	6.10.19	6-281416	
水産発酵食品およびその製造法	6.10.25	6-284244	
海洋生物を原料とした代用皮膚	7. 6.26	7-182172	8. 6.25 外国出願
アルコール飲料の製造法	7. 7.31	7-214141	
乳酸菌乾燥粉末の製造方法	8. 4.25	8-130887	

7 視察実績

平成8年度の視察者は、74団体、1,033人でセンター業務内容の説明、各施設の案内、懇談、意見交換等により普及指導に努めた。

○ 月別視察状況

区 分 \ 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
視 察 件 数	0	4	9	13	5	6	5
視 察 人 数	0	91	206	187	49	126	21

区 分 \ 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	計
視 察 件 数	7	1	7	6	11	74
視 察 人 数	122	30	95	48	58	1,033