

サバ糠漬け「へしこ」の低塩化のための調味糠の調製

村上 亜由美¹・川口 真規子²・末 信一郎³

1) 福井大学 教育地域科学部 2) 兵庫栄養調理製菓専門学校

3) 福井大学 工学研究科

(2004年9月14日受付)

Preparation of seasoned rice bran for
low salt rice-bran-fermented mackerel “Heshiko”.

Ayumi MURAKAMI, Makiko KAWAGUCHI, Shin-ichiro SUYE

緒 言

福井の郷土料理の一つに「へしこ」がある。へしこは、かつて冬の雪に閉ざされた人々の生活を支えてきた保存食であり、サバやイワシなど近海で豊富にとれる青魚を、塩漬け工程を経て糠漬けにし、発酵させることにより保存性を高め、生鮮食品が不足する冬に取り出して食べるものである。へしこという名前の由来は、はっきりと分かっていないが、魚や肉を塩漬けにしたときに出る水分を「ひしお」と呼んでいたのが訛ったという説や、関東地方などでイワシを「ひしこ」と呼んでいたのが日本海沿岸地方に伝わり、それが訛って「へしこ」になったという説もある¹⁾。

へしこの製造は、内臓とエラを除去したサバを約1週間塩漬けした後、米糠と調味料を合わせた糠床に漬けて半年から1年間発酵熟成させ、発酵期間中に盛夏を経ることが重要とされている²⁾。現在でも、その製造方法は伝統的な方法や経験的な勘に頼っており、温度管理なしに室温で発酵させているため、製品の品質を安定させることが難しい。このような伝統的な製造方法では、製造期間が約12ヶ月と長いこと、仕込み時期が限定されてしまうことなど、製造者にとっては不都合な点があり、製品単価を引き上げる一因にもなっている。

また、糠漬けにすることで青魚特有の生臭みは減少し、好ましい独特の風味を持っている一方で、塩味が強すぎて、たくさんは食べられない、調理方法が限定されてしまうなどの問題点がある。

へしこの原料であるサバの栄養成分としては、脂質が極めて豊富で、特に、n-3系列多価不飽和脂肪酸であるEPAやDHAの含有量が高く³⁾、酸化安定性が低い。同様に脂質の酸化安定性の低いイワシについて、糠漬け製造中における過酸化脂質の増加はあまり見られないという報告⁴⁾があることから、サバも糠漬けにすることで、n-3系列多価不飽和脂肪酸の安定した供給源となることが期待できる。さらに、サバを糠漬けにする利点として、アレルギーの原因であるヒスタミンの減少⁵⁾が報告されており、微生物発酵によるACE阻害性ペプチドの生成⁶⁾の可能性など、生にはない栄養価値が付与される。

これまでに、マサバとへしこの一般成分および呈味エキス成分の分析ならびに官能検査は報告されているが、へしこ製造時の糠自体の成分分析や発酵時の経時的変化、及び糠の状態とサバ糠漬けとの関連性については明らかではない。

そこで本研究では、製造期間の短縮、品質の安定化とともに塩分含量の低減をめざし、糠と調味料の混合物をあらかじめ一定条件下で発酵させた発酵調味糠を調製し、発酵調味糠による糠漬け製造の可能性について考察を行った。

すなわち、調味糠の塩分濃度、発酵温度、添加物の違いによる発酵に及ぼす影響を検討するため、調味糠の熱水抽出エキスにおけるpH、乳酸量、ペプチド量を測定し、発酵の程度の指標とした。また、発酵の主体となるもの、及び食品衛生検査の指標となる微生物の生菌数の測定を行った。さらに、本条件下における糠漬け製造中の抗酸化性について検討するため、糠中に多く含まれる抗酸化物質である α -トコフェロールに着目し、調味糠の脂質量及び α -トコフェロールE量の変化を調べた。

表1 調味糠の配合及び保存温度 (%)

	試料①	試料②	試料③	試料④
糠	58	58	52	58
しょうゆ	2.9	2.9	2.6	2.9
みりん	2.9	2.9	2.6	2.9
味の素	0.7	0.7	0.6	0.7
たかのつめ	0.1	0.1	0.1	0.1
水	31.4	28.4	28.1	31.4
食塩	3	6	3	3
乳酸	1	1	1	1
へしこ糠	0	0	10	0
合計	100	100	100	100
保存温度	25℃	25℃	25℃	30℃

表2 サバ糠漬け製造時にできた糠(へしこ糠)の分析値

pH	6.18
糖度(%)	11.3
ペプチド量(mg/g)	77.28
乳酸量(mg/g)	6.78
脂質量(mg/g)	16.48
α -トコフェロール量(mg/g)	0.13
一般生菌(菌数)	$<3.0 \times 10^2$
大腸菌(菌数)	0
真菌(菌数)	2.5×10^3
乳酸菌(菌数)	2.1×10^3

実 験 方 法

1．発酵調味糠の調製

試料糠の乳酸濃度は1%とし、塩分濃度3%および6%の2種類の配合とした。また、乳酸濃度1%、塩分濃度3%の糠の1割を、伝統的な製造工程で作製した時に得られた糠（以後、へしこ糠と呼ぶ、（有）若駒食品より提供）におきかえたものを調製した。試料間の乳酸、塩分濃度の差による重量の補正は水で行なった。

試料糠を容器「お好み漬け」（1.5kg重石付、アロン化成（株）製）に約2kgずつ入れ、間に空気が入らないように留意した。表面に70%エチルアルコール溶液を噴霧したあと、食品包装用ラップを密着させ、重石をし、ふたを被せた。試料は、25℃または30℃の恒温器中に保存した。調味糠の配合及び保存温度を表1、へしこ糠の分析値を表2に示した。これら試料（コントロール）試料（塩分6%）試料（へしこ糠添加）試料（30℃保存）の4種類について、各試料4容器ずつ調製したものを、保存開始2週間後より経時的に取り出して分析に供した。

2．熱水抽出エキスの調製

試料糠10gに対して蒸留水50mlを加え、攪拌しながら100℃で5分間加熱した。室温で冷却後、冷却遠心分離機により2,000×gで30分間遠心分離して上清aを得た。沈殿に蒸留水を25ml加えて攪拌した後、同条件で遠心分離を行ない上清bを得た。上清aとbを合わせた後、蒸留水で100mlに定容した²⁾。

3．pHの測定

熱水抽出エキスを試料とし、ガラス電極pHメーター（TOAIM-40S）を用いて測定した。

4．乳酸量の測定

10%水酸化カリウムでpH8.0に調製した熱水抽出エキスをメンブレンフィルターで濾過した後、水で適宜希釈したものを試料とし、乳酸測定用キット（F-キット、L-乳酸、J.KインターナショナルINC製）を用いて測定した。

5．ペプチド量の測定

熱水抽出エキスをメンブレンフィルターで濾過した後、水で適宜希釈したものを試料とし、Lowry法⁷⁾により測定した。

6．生菌数の測定

乳酸菌数は、カピサイジン（日本製薬㈱製）を100μg/ml、炭酸カルシウムを0.5%添加したBPC加プレートカウント寒天培地（日本製薬㈱製）を用いて⁸⁾、混釈平板培養法で行なった。

35 で72時間培養後、出現した黄色のコロニー数を測定した。一般生菌数は、食品・環境微生物検出培地シート サニ太くん 一般生菌用(チッソ(株)製)を用い、35 で24時間培養後に、出現した赤色のコロニー数を測定した。大腸菌数は、食品・環境微生物検出培地シート サニ太くん 大腸菌用(チッソ(株)製)を用い、35 で24時間培養後に、出現した青色もしくは青緑色のコロニー数を測定した。真菌数は、食品・環境微生物検出培地シート サニ太くん 真菌用(チッソ(株)製)を用い、25 で72時間培養後に、出現した青色もしくは青緑色のコロニー数を測定した。

7. 脂質量の測定

脂質の抽出は、Folch法⁹⁾により行った。すなわち、試料2 gに対し、水1.2ml、メタノール-クロロホルム(2:1 v/v) 12ml(抗酸化剤としてブチルヒドロキシトルエン50 μ molを含む)を加えて攪拌し、冷却遠心分離機により2,500rpmで10分間遠心分離した。上清を集めAとして、残った沈殿にメタノール-クロロホルム-水(2:1:0.8 v/v) 16mlを加え混和し、同条件で遠心分離した。再び上清を集めAと合わせ、これにクロロホルム8 mlと水8 mlを加えて激しく混和し、同条件で遠心分離したあと下層(クロロホルム層)を集めてBとした。残った上層に、さらにクロロホルムを8 ml加え混和し、同条件で遠心分離して下層(クロロホルム層)を集めた。これをBと合わせてエバポレートしたものを全脂質量とし、重量を測定した。

8. α -トコフェロールの定量

2,2,5,7,8-ペンタメチル-6-ヒドロキシクロマン(PMC)を内部標準物質とし、定法¹⁰⁾によりHPLCで測定した。分析装置及び分析条件は、デュアルポンプ(Waters 515 HPLC Pump)、分光蛍光検出器(SHIMADZU RF-530、蛍光波長325nm、励起波長298nm)、データ分析装置(SHIMADZU C-R6Aクロマトパック)、カラム(TSK-GEL SILICA-60)を用いた。移動層は、ヘキサン:2-プロパノール:酢酸(1000:6:5)、流速1.0 ml/minとした。

9. 統計処理

統計ソフトSPSS for Windows 11.0 J を使用し、一元配置分散分析の後、Dunnettの多重比較検定を行なった。

結 果

1. pH、乳酸量、ペプチド量の変化

pHは、乳酸を添加してあることから初期より6.0以下であった(表3-a)。発酵期間に従って低下し、8週間後には発酵前との有意差がみられた。試料(コントロール)の変化は、他の試料に比べてわずかであった。すべての発酵期間を通して、試料(塩分6%)では試料(コントロール)より有意に低値であった。試料(コントロール)及び試料(塩分6%)は発酵前か

ら8週間後まで経時的に低下しているが、試料（へしこ糠添加）及び試料（30 保存）は4週間後までほとんど変化がなく、4週間後から8週間後にかけて低下した。

乳酸量は、どの試料においても発酵前から2週間後で急激に増加し、すべての発酵期間において発酵前との有意差がみられた（表3-b）。試料（コントロール）は2週間後、試料（塩分6%）は4週間後の値が最も高くなった。試料（へしこ糠添加）及び試料（30 保存）では2

表3 調味糠におけるpH、乳酸量、ペプチド量の変化

a. pH					
	OW	2W	4W	8W	VS. コントロール
①コントロール	5.96	5.93	5.92	5.91	
②塩分濃度6%	5.82	5.76	5.75	5.68	***
③へしこ糠添加	6.00	5.96	6.01	5.88	ns
④30℃保存	5.96	6.00	6.04	5.87	ns
VS. OW		ns	ns	**	

b. 乳酸量 (mg/g)					
	OW	2W	4W	8W	VS. コントロール
①コントロール	4.40	8.35	7.39	7.36	
②塩分濃度6%	4.05	6.28	7.14	7.10	ns
③へしこ糠添加	3.95	7.27	7.30	8.10	ns
④30℃保存	4.40	6.69	6.62	7.30	ns
VS. OW		***	***	***	

c. ペプチド量 (mg/g)					
	OW	2W	4W	8W	VS. コントロール
①コントロール	16.4	22.3	20.3	29.4	
②塩分濃度6%	17.0	21.3	20.5	28.0	ns
③へしこ糠添加	15.9	21.4	22.5	30.7	ns
④30℃保存	16.4	22.2	22.3	31.5	ns
VS. OW		***	***	***	

*** p<0.001, ** p<0.01, ns 有意差なし

表4 調味糠における生菌数の変化

a. 一般生菌数				
	OW	2W	4W	8W
①コントロール	4.8×10^6	$<3.0 \times 10^2$	$<3.0 \times 10^2$	$<3.0 \times 10^2$
②塩分濃度6%	2.9×10^6	$<3.0 \times 10^2$	$<3.0 \times 10^2$	$<3.0 \times 10^2$
③へしこ糠添加	5.1×10^6	$<3.0 \times 10^2$	6.6×10^2	7.1×10^2
④30℃保存	4.8×10^6	$<3.0 \times 10^2$	$<3.0 \times 10^2$	3.5×10^2

b. 真菌数				
	OW	2W	4W	8W
①コントロール	2.2×10^5	2.5×10^5	1.4×10^5	1.0×10^3
②塩分濃度6%	1.9×10^5	5.0×10^4	1.5×10^4	1.5×10^4
③へしこ糠添加	2.6×10^5	4.8×10^5	2.4×10^4	8.6×10^4
④30℃保存	2.2×10^5	2.1×10^4	1.1×10^4	1.1×10^4

c. 乳酸菌数				
	OW	2W	4W	8W
①コントロール	2.7×10^5	2.3×10^3	$<3.0 \times 10^2$	5.1×10^4
②塩分濃度6%	1.6×10^5	1.0×10^3	5.5×10^2	3.2×10^2
③へしこ糠添加	8.7×10^5	$<3.0 \times 10^2$	8.5×10^2	3.3×10^2
④30℃保存	2.7×10^5	3.4×10^2	$<3.0 \times 10^2$	6.5×10^2

週間後から4週間後の変化はほとんどなく、4週間後から8週間後には、わずかに増加した。8週間後には試料（へしこ糠添加）の値が高く、その他の試料は、ほぼ同じ値であった。

ペプチド量は、どの試料においても発酵前から2週間後までは急激に増加し、2週間後から4週間後ではあまり変化がみられなかったが、4週間後から8週間後では再び増加した（表3-c）。すべての発酵期間で発酵前との有意差がみられた。試料間の差はほとんど無く、4週間後から8週間後には、試料（へしこ糠添加）及び試料（30 保存）は、試料（コントロール）及び試料（塩分6%）より、やや高い値であったがその差はわずかであった。

2. 生菌数の変化

一般生菌数は、どの試料においても発酵前から2週間後までに減少した（表4-a）。試料（へしこ糠添加）以外では、2週間後以降は、菌数300以下の状態であったが、試料（へしこ糠添加）では、2週間後から4週間後にわずかに増加がみられ、4週間後から8週間後には、ほとんど変化がなかった。

すべての試料及び発酵期間において、大腸菌はみられなかった。よって、発酵による食品衛生面での安全性は確認できた。

真菌数は、どの試料においても2週間後から8週間後までに減少した（表4-b）。試料（コントロール）では、4週間後から8週間後に減少した。試料（塩分6%）及び試料（30 保存）では、発酵前から2週間後に減少し、2週間後から4週間後にわずかに減少、4週間後から8週間後には、ほとんど変化しなかった。試料（へしこ糠添加）は、2週間後から4週間後に減少した。

乳酸菌数のピークは、どの試料においても発酵前にみられた（表4-c）。試料（コントロール）では、発酵前から4週間後までは減少したが、4週間後から8週間後に再び増加した。試料（塩分6%）では、試料（コントロール）と同様に発酵前から4週間後までは減少したが、4週間後から8週間後にはほとんど変化がなかった。試料（へしこ糠添加）では、発酵前の菌数が他の試料よりやや高かった。試料（へしこ糠添加）及び試料（30 保存）では、発酵前から2週間後に減少し、その後の変化は小さかった。

3. 脂質量及び α -トコフェロール量の変化

脂質量は、どの試料においても発酵前から8週間後まで経時的に増加し、発酵前とすべての発酵期間に有意差がみられた（表5）。試料（へしこ糠添加）では、へしこ糠由来の脂質により、他の試料よりやや高い値であった。試料（塩分6%）では試料（コントロール）より、発酵前の値が高かったが、発酵期間中の増加量は他の試料より小さかった。

脂質1gあたりの α -トコフェロール量は、試料は発酵前から8週間後にかけて、試料及び試料は2週から8週間後にかけて、試料は4週間後から8週間後にかけて減少し、発酵前

表5 調味糠における脂質量の変化

	OW	2W	4W	8W	(mg/g) VS. コント ロール
①コントロール	19.2	33.0	38.8	45.2	
②塩分濃度6%	25.3	28.2	32.9	38.9	ns
③へしこ糠添加	27.8	31.1	40.8	48.4	ns
④30℃保存	19.2	29.4	42.2	46.1	ns
	VS. OW	*	***	***	

*** p<0.001, * p<0.05, ns 有意差なし

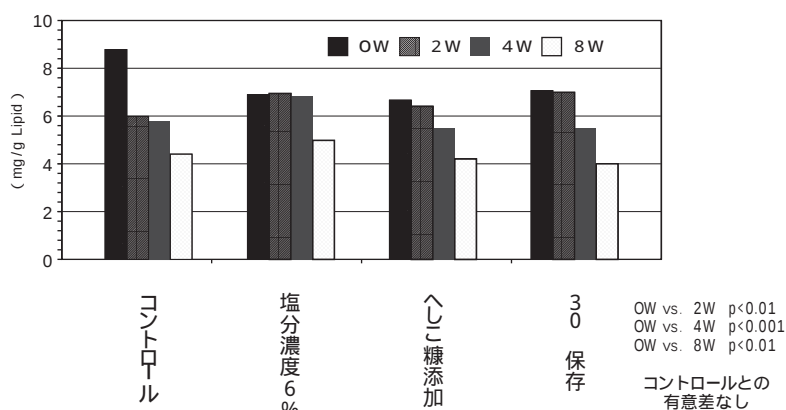


図1 調味糠における脂質量あたりのα-トコフェロール量の変化

とすべての発酵期間に有意差がみられた (図1)。

考 察

本研究では、製造期間の短縮、品質の安定化とともに塩分含量の低減をめざし、糠と調味料の混合物をあらかじめ一定条件下で発酵させた発酵調味糠を調製した。

へしこ製造における発酵の主体は乳酸菌であるといわれており、発酵過程で増加する有機酸の中でも乳酸の増加が著しい¹¹⁾ことが報告されている。乳酸菌がつくり出す乳酸は、酸自体にも殺菌作用があるが、産出された酸によってpHが下がり、酸性の環境に弱い有害菌の増殖を抑える働きもある。へしこのような乳酸発酵食品が、原料よりも長期に保存できるのは、主として乳酸発酵によってつくられた乳酸の殺菌力による。乳酸以外の有機酸についても保存力や抗菌の効果が調べられているが、特に乳酸は、低いpHから中性のpH域まで多くの細菌に対して幅広い発育阻止を示し、酵母やカビ類といった真菌類には強い抗菌力を示さない¹²⁾といわれている。

また、pHが下がる要因としては、有機酸の増加だけではなく、発酵により増加する遊離アミノ酸の影響も受けることが報告されている¹¹⁾。本研究での調味糠においても、発酵の主体は乳酸菌であると考えられるため、pHの変化と乳酸量の変化との関連は重要である。

本研究では、調味糠に1%の乳酸をあらかじめ添加したため、発酵前からpHは6以下と低く抑えられている。試料 (コントロール) では、乳酸量が急激に増加した2週間後にpHは下が

っている。その後、乳酸量は減少し、pHにもあまり変化が見られなくなった。試料 (塩分6%)では、8週間を通して乳酸量は増加しており、pHは下がっている。試料 (へしこ糖添加)では、乳酸量は8週間後まで増加しているが、2週間後と4週間後の間ではあまり変化しなかった。pHは、乳酸量が急激に増加した2週間後には下がったが、乳酸量があまり変化していない4週間後までは上がり、その後、再び乳酸量の増加に伴って下がった。試料 (30 保存)では、2週間後から4週間後の間に乳酸量が減少し、同時にpHも上がっている。その後、再び乳酸量の増加に伴ってpHも下がった。

このようなpHの変化にともなって、調味糠中の生菌数への影響がみとめられた。pHの低下により、一般生菌や大腸菌は減少または死滅しており、食品衛生の面での安全性が確認できた。一方、真菌は減少せず、ほとんど変化していないが、わずかに増加した。試料 (へしこ糖添加)では4週間後から一般生菌数が増えており、pHがわずかに上昇したことが原因と考えられる。試料 (30 保存)において、8週間後に一般生菌数が増えているのは、保存温度が高いことが影響している可能性がある。

本研究において、調味糠の発酵によるペプチド量の経時的な増加がみられた。これはタンパク質の分解によるペプチドの生成であると考えられる。ペプチドの生成には、内因性や微生物由来のプロテアーゼによる分解が主に関係しており、ペプチド量の増加はへしこの呈味発現の強さに関与している可能性がある¹¹⁾ため、調味糠の発酵においても、呈味成分は経時的に増加していると推察される。

また、どの試料においても8週間後の糠の色に変化が観察され、褐変化が起こっていた。これは、タンパク質が糖と反応して褐変するメイラード反応(アミノ・カルボニル反応)によるもので、タンパク質及びペプチドと糖の増加で反応が進み、褐変化が見られたもの¹³⁾と考えられる。どの試料においても、色の変化が特に著しかったのは4週間後から8週間後であり、ペプチド量の増加と一致していた。特に、発酵温度を高くした試料 (30 保存)の8週間後の糠は、濃い茶色をしており、ペプチド量も全ての試料の中で一番多かった。

酸化しやすい脂質を比較的多量に含有するイワシを用いたイワシぬか漬けには、過酸化脂質の生成があまり見られないという報告⁴⁾があり、イワシぬか漬けの脂質酸化が進行しなかった理由として、高密度で漬け込まれた魚体が直接空気に接触しないこと、漬け込み中に米ぬかに含まれている α -トコフェロールなどの抗酸化性成分が魚体へ移行すること、熟成中に微生物や酵素作用、メイラード反応などにより抗酸化性物質が新たに生成することを挙げている。サバ糠漬けの製造時においても、イワシと同様に酸化しやすい多価不飽和脂肪酸を多量に含有していることから、発酵調味糠における α -トコフェロールや、メイラード反応生成物の変化は重要である。

本研究において、調味糠の脂質量あたりの α -トコフェロール量を調べた結果、8週間の発酵により経時的に減少することが明らかになった。 α -トコフェロールはそれ自体が酸化することで共存する多価不飽和脂肪酸の酸化を防止する働きをもっている¹⁴⁾ことから、過酸化脂質の生成

を抑えるために減少したものと推察される。また、サバを発酵調味糠に漬け込んだ場合に、糠中の α -トコフェロールが魚体へ移行して、サバの脂質に対して抗酸化性を示すかどうかは不明であるため、今後、発酵調味糠とサバを合わせて発酵させた場合の、サバ中の α -トコフェロール量及び過酸化脂質量を合わせて測定し、検討することが必要である。

発酵中に観察された調味糠の状態からは、発酵期間を通してカビの発生がほとんどみられなかったのは、試料（塩分6%）であった。試料（コントロール）では、糠の表面にカビが多く発生していたことから、塩分濃度6%を上げることで、調味糠発酵中におけるカビの発生を防ぐことができることがわかった。試料（へしこ糠添加）では、発酵期間を通してカビの発生は少なかったが、8週間後には酸っぱいにおいがしており、好ましい発酵状態ではなかった。試料（30 保存）でもカビの発生が観察されたことや、4週間後には酸っぱいにおいがしたため好ましい発酵状態ではなく、保存温度は25℃が適当であることがわかった。

以上のように、発酵調味糠の状態からは、カビの発生のほとんど見られなかった試料（塩分6%）が、発酵調味糠として好ましいものであった。これとサバを合わせることで、従来の伝統的な方法でへしこを製造するよりも、製造期間が短縮でき、製品の塩分含量を下げる可能性があるが示唆された。しかし、分析値から最適発酵期間を推測すると、pHの低下による保存性の向上、及びペプチド量増加による呈味成分の増加の点からは、より発酵の進んだ8週間のものが適当であるが、製造期間の短縮、及び α -トコフェロールによるサバ脂質の過酸化防止の点からは、発酵期間はできるだけ短い方が望ましいことがわかった。

本研究によって、調味料と糠を合わせたものを一定条件下で発酵させて調製した発酵調味糠の経時的な変化が明らかになった。調味糠とサバを合わせた場合の発酵は、調味糠だけの発酵とはかなり異なることが予想されるため、へしこ製造のための最適な発酵調味糠の調製については、さらに今後の検討が必要である。

要 約

本研究では、サバ糠漬け「へしこ」の製造期間の短縮、品質の安定化とともに塩分含量の低減をめざし、糠と調味料の混合物をあらかじめ一定条件下で発酵させた発酵調味糠を調製した。試料（乳酸1%、塩分濃度3%、25℃保存）をコントロールとし、試料（塩分6%）、試料（伝統的なへしこの製造工程で得られた糠（へしこ糠）を10%添加）、試料（30℃保存）の4種類の調味糠について、発酵期間0、2、4、8週間後に分析に供した。

- (1) すべての試料において大腸菌はみられず、食品衛生面での安全性は確認できた。
- (2) 発酵により、経時的なペプチド量の増加、乳酸量の増加、pHの低下、一般生菌数の減少がみられた。
- (3) 発酵調味糠の状態からは、試料（塩分6%）にカビの発生がほとんど見られず、においも

好ましいものであった。

- (4) 最適発酵期間は、pHの低下による保存性の向上、及びペプチド量の増加による呈味成分の増加からは、より発酵の進んだ8週間のものが適当であり、製造期間の短縮、及び α -トコフェロールによるサバ脂質の過酸化防止の点からは、発酵期間はできるだけ短い方が望ましいことがわかった。
- (5) 発酵調味糠とサバを合わせることで、従来の伝統的な方法でへしこを製造するよりも、製造期間が短縮でき、製品の塩分含量を下げる可以降低の可能性があることが示唆された。

本研究は、科学研究費補助金(課題番号: 14780069)によった。

本研究にあたり、実験に協力くださいました福井大学卒業生 杉本 雅代さん、濱野 佐知子さんに感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 千万卓丈: ふくい味紀行、株式会社エーアンドエス、pp20-22 (1999)
- 2) 伊藤光史、赤羽義章: マサバとマサバへしこの一般成分ならびにエキス成分の比較、日本水産学会誌、65、878-885 (1999)
- 3) 科学技術庁資源調査会編、日本食品脂溶性成分表、大蔵省印刷局 (1989)
- 4) 張俊明、大島敏明、小泉千秋: いわしの糠漬けの脂質、遊離アミノ酸および有機酸組成について、日本水産学会誌、57、1579-1585 (1991)
- 5) 和田俊、小泉千秋: いわし糠漬け製造工程中におけるヒスタミンの消長、日本水産学会誌、52、1035-1038 (1986)
- 6) 松井利郎、川崎晃一: 食品タンパク質由来機能性ペプチドによる血圧降下作用 - イワシペプチド (Val-Try) による降圧食品の開発を中心として - 、日本栄養・食糧学会誌、53、77-85 (2000)
- 7) Lowry O H, Rosebrough N J, Farr A L, Randall R J : Protein measurement with the folin phenol reagent. J.Biol.Chem., 193, 265-275 (1951)
- 8) 菊池政則、中島幸一、浅野行蔵、高尾彰一: ニシン漬けの発酵過程における微生物の動態におよぼす温度および食塩の影響、日本食品科学工学会誌、43、176-180 (1996)
- 9) Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.H.S.: J. Biol. Chem., 226, 497-509 (1957)
- 10) 科学技術庁資源調査会食品成分部会編: 五訂日本食品標準成分表分析マニュアル、社団法人資源協会 (1997)
- 11) 伊藤光史、赤羽義章: マサバへしこ製造工程中の一般成分ならびにエキス成分の変化、日本水産学会誌、66、1051-1058 (2000)
- 12) 小崎道雄: 乳酸菌・健康をまもる発酵食品の秘密、八坂書房、pp283-284 (2002)
- 13) 早瀬文孝: 食品中のメイラード反応生成物と機能性、日本醸造協会誌、88、421-425 (1993)
- 14) 内山充、松尾光芳、嵯峨井勝: 過酸化脂質と生体、学会出版センター、pp59-64 (1985)