

## 魚肉を用いたソフト乾燥食品の開発

有馬秀幸\*・種場理絵\*・渡邊慶子\*<sup>2</sup>・渡邊規夫\*<sup>2</sup>

Development of the Softdryfood Using the Fish Meat  
Hideyuki Arima, Rie Taneba, Keiko Watanabe and Norio Watanabe

### 1. 緒言

乾燥食品は、水分含量を低下させたり、食塩や砂糖などを添加し水分活性値を下げるたりすることにより保存性を高めている。しかしながら、市販されているビーフジャーキー等の乾燥食品は、乾燥工程により硬くなり食しにくいという問題点が残っている。昨今の消費者嗜好に合わせて、軟らかく食しやすい、かつ食品中の水分をコントロールすることにより、保存性を高めた乾燥食品の製造技術が求められている。今回、水分活性値を低下させる物質の利用と乾燥方法の制御等を組み合わせることにより、食感(呈味性を含む)と保存性を高め、かつソフト感のある乾燥食品の開発を行ったので報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 供試材料

試料には、魚種として安価なサバフグを用いた。また、大きさは食しやすい 10cm 程度の魚体を開いた半分の切り身を使用することとした。

#### 2.2 分析

##### 2.2.1 水分測定

水分含量は、常圧・乾燥助剤法を用いて 135℃ 3 時間の乾燥後に測定した。

##### 2.2.2 水分活性値測定

水分活性値測定は、EZ-300ST(フロント産業(株)製)を用いて測定した。

##### 2.2.3 硬度測定

硬度測定は、クリープメーターRE-33005B((株)山電製)を用いて、プランジャー:くさび形(長さ 3cm), 速度 0.5mm/sec の条件下で測定した。

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 浸漬液及び乾燥条件の検討

乾燥食品にソフト感を持たせる手法として、試料に糖分を浸漬させる手法が一般的に用いられる。そこで、糖分を含む浸漬液への浸漬と乾燥プログラム制御を組み合わせることにより、ソフト乾燥食品を作成することとした(図1)。

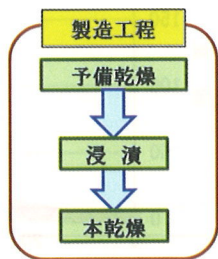


図1 ふぐ乾燥品製造

また、浸漬液に用いる糖の種類は、先の試験結果から他の糖と比較して甘味度の低い 20%グリセロール(甘味度 50)溶液を基本として検討することとした。

#### 3.1.1 予備乾燥時間の検討

浸漬液を十分にふぐ身内部まで浸透させるために、浸漬前に予備乾燥を行うこととし、その乾燥時間の検討を行った。予備乾燥は、乾燥温度 60℃において恒率乾燥期間であると推定される 2 時間以内(先の試験結果より)とし、本乾燥(60℃, 3 時間)後の水分含量及び水分活性値を測定した。図2に示すように予備乾燥時間は、本乾燥後の水分活性値が 0.75(微生物の繁殖を十分に抑制できる値)を下まわる 2 時間とした。

#### 3.1.2 本乾燥温度の検討

本乾燥を行うにあたり、高い温度による急激に乾燥は、ふぐ身の表面硬化が起こり、内部まで均一に乾燥させることが困難になると考えられる。そこで、本乾燥温度(乾燥湿度 40%)の検討を行った。表1に示すように、乾燥時間 3 時間において、乾燥温度 40℃及び 50℃の条件では、水分活性値が 0.7 を下回ることができなかった。一方、乾燥温度 60℃の条件では、水分活性値が 0.67 となったことから、本乾燥温度は 60℃と決定した。

#### 3.1.3 乾燥品の硬さに及ぼす乾燥湿度の影響

乾燥温度 60℃において、乾燥品の硬さに及ぼす乾燥湿度

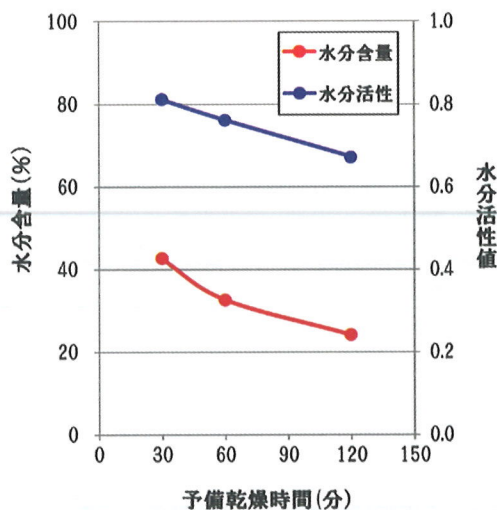


図2 本乾燥(60℃, 3時間)後の水分含量と水分活性値に及ぼす予備乾燥時間の影響

\* 企業支援部食品技術グループ

\*<sup>2</sup> (株)徳山ふくセンター

表1 水分含量及び水分活性値の及ぼす乾燥温度の影響

乾燥温度	乾燥時間(h)	水分含量(%)	水分活性値
40℃	1	54.7	0.92
	2	53.6	0.91
	3	42.9	0.85
50℃	1	52.3	0.91
	2	46.2	0.86
	3	39.3	0.81
60℃	1	51.2	0.92
	2	32.4	0.76
	3	23.9	0.67

の影響を測定した。その結果、図3に示すように乾燥湿度を40%に制御した時の最大荷重が最も小さく(約80N)、軟らかいことが確認された。この結果から、乾燥湿度は40%と決定した。

3・1・4 浸漬液への炭酸水素ナトリウム添加による乾燥品の硬さ改善

図3に示されているように、2時間の予備乾燥後、浸漬液(グリセロール20%)に浸漬し、乾燥温度60℃、乾燥湿度40%の条件下で製造した乾燥品の最大荷重は80Nとソフト乾燥食品として硬さ的には十分にソフト感があるが、収縮

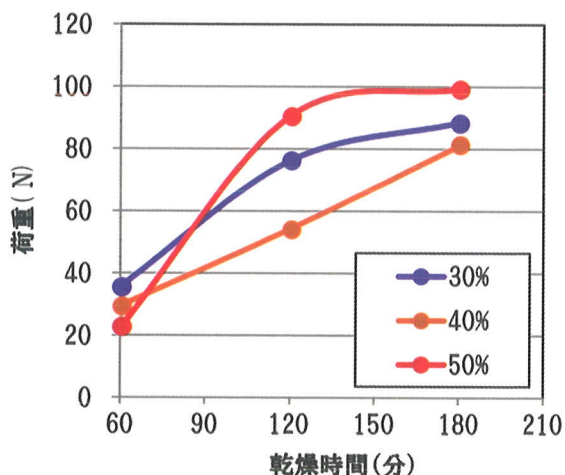


図3 破断荷重に及ぼす乾燥湿度の影響

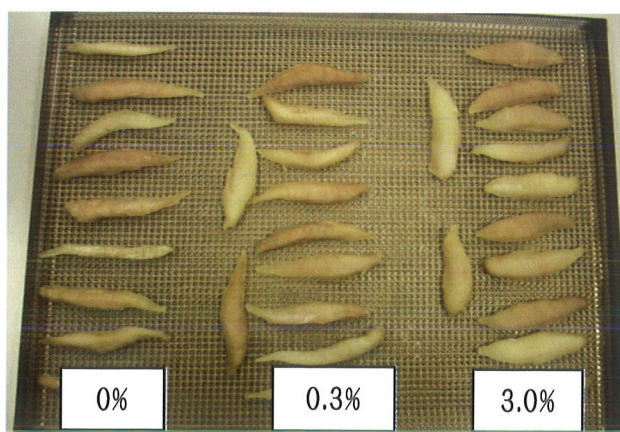


図4 炭酸水素ナトリウム添加濃度による乾燥品の形状変化への影響

による形状変化が大きく、また品温が下がると硬くなるなど、乾燥前の前処理について再検討が必要と思われた。肉の硬さは結合組織のコラーゲン繊維の分子状態と筋膜繊維の太いフィラメントと細いフィラメント間の結合の強さが関与している。また、肉の保水力は、筋タンパク質の等電点に相当するpH5.0付近で最低値を示すことが知られている。そこで、アルカリ成分である炭酸水素ナトリウムの働きにより筋繊維を押し広げ、グリセロールの浸透促進及び保持させることで、軟らかくかつ品温が下がった後もその効果が持続するかを検討した。乾燥条件は、乾燥温度60℃、湿度40%、乾燥時間3時間とした。

3・1・5 炭酸水素ナトリウム添加濃度が及ぼす形状変化への影響

20%グリセロール溶液に添加する炭酸水素ナトリウム濃度が乾燥品の形状変化に及ぼす影響を調べた。その結果、図4に示すように炭酸水素ナトリウムを3%添加したふぐ乾燥品は、無添加及び0.3%添加の乾燥品と比較して、保水性が高く形状変化が少ないことが確認された。

3・1・6 炭酸水素ナトリウム添加濃度が及ぼす乾燥品の硬さへの影響

20%グリセロール溶液に添加する炭酸水素ナトリウム濃度が及ぼす乾燥品の硬さへの影響を調べた。その結果、図5に示すように添加濃度に比例して、軟らかくなることが確認された。これは、炭酸水素ナトリウムを添加することによりグリセロールが筋肉組織内部にまで十分に浸透したためであると考えられた。また、データは示さないが、炭酸水素ナトリウムを添加することにより、収縮が抑制され、かつ乾燥品の品温が低下しても軟らかさを保持することが確認された。これらの結果から、乾燥品を軟らかくかつ品温が下がった後もその軟らかさを保持させるために必要な炭酸水素ナトリウム濃度は、少なくとも3%であることが確認された。

3・1・7 炭酸水素ナトリウム添加濃度が及ぼす乾燥品の水分含量及び水分活性値への影響

20%グリセロール溶液に添加する炭酸水素ナトリウム濃度が及ぼす乾燥品の水分含量及び水分活性値への影響

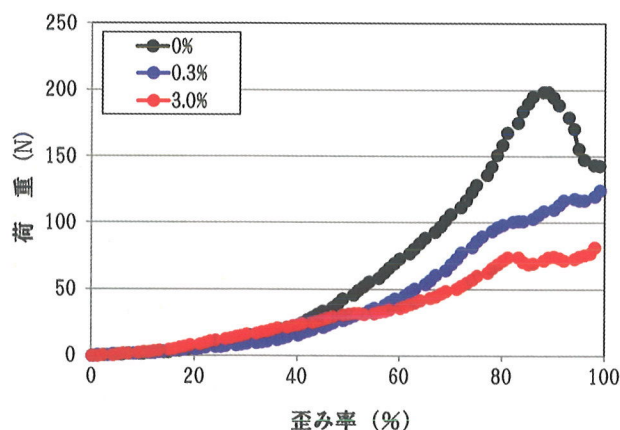


図5 炭酸水素ナトリウム添加濃度による乾燥品の硬さへの影響

を調べた. その結果, 図6及び図7に示すように, 添加する濃度に比例して乾燥品の水分含量及び水分活性値が増加した. この結果は, 軟らかさの向上の理由と同様に, 炭酸水素ナトリウムを添加することによりグリセロールが筋肉組織内部にまで十分に浸透したためであると考えられた. しかしながら, この結果から3時間の乾燥条件では, 水分活性値を十分に下げることができないことが確認されたため, 乾燥時間を再検討することとした.

3・1・8 3%炭酸水素ナトリウム添加における乾燥時間が及ぼす乾燥品の水分含量・水分活性値及び硬さへの影響

3%炭酸水素ナトリウムを含む20%グリセロール溶液に浸漬したサンプルについて, 乾燥時間が及ぼす乾燥品の水分含量・水分活性値及び硬さへの影響を調べた. その結果を図8及び図9に示す. 乾燥時間に比例して, 水分含量及び水分活性値ともに減少した. その結果, 水分活性値が0.7を下回るためには, 少なくとも7時間の乾燥が必要であることが確認された. 一方, 図9に示すように乾燥品の最大荷重を測定した結果, 乾燥時間が7時間を超えると最大荷重が200N弱まで硬化することが確認された.

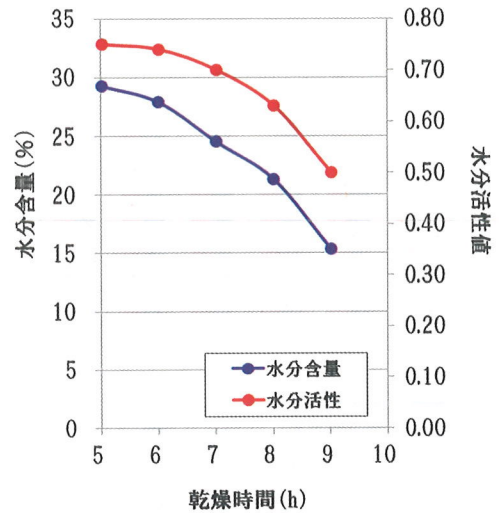


図8 3%炭酸水素ナトリウム添加による乾燥品の水分含量・水分活性値への影響

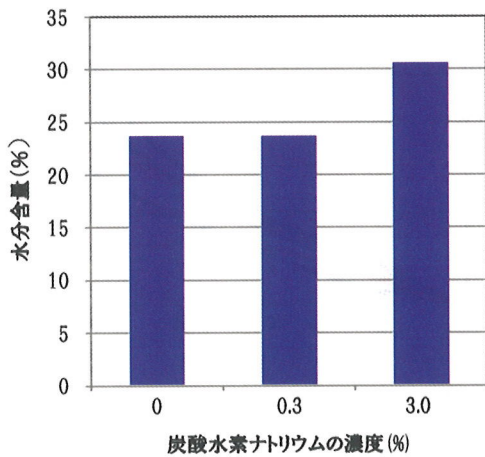


図6 炭酸水素ナトリウム添加濃度による乾燥品の水分含量への影響

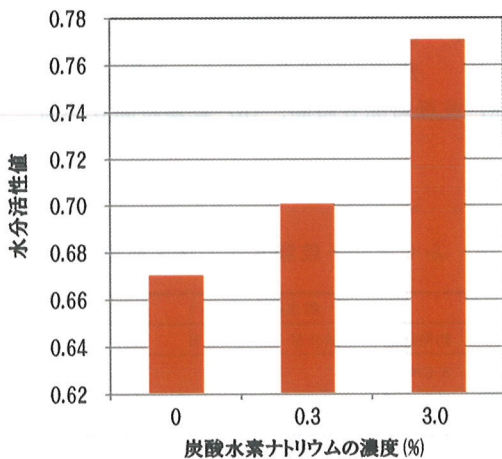


図7 炭酸水素ナトリウム添加濃度による乾燥品の水分活性値への影響

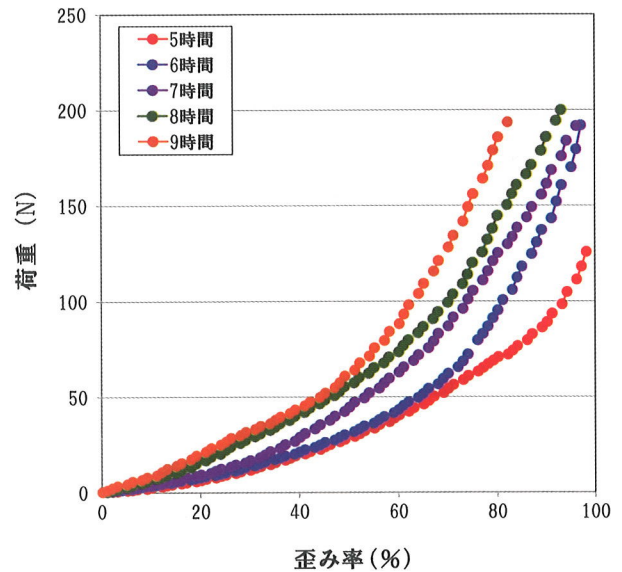


図9 3%炭酸水素ナトリウム添加による乾燥品の硬さへの影響

3・1・9 浸漬液への食塩添加及び冷凍処理による乾燥品の水分含量・水分活性値及び硬さの改善

上記したように, 3%炭酸水素ナトリウム及び20%グリセロールを含む浸漬液を用いて, 水分活性値0.75を下回るに必要な7時間の乾燥を行った場合, 最大荷重が200N弱まで硬化した. そこで浸漬液に3%の食塩を添加すること及び浸漬後冷凍処理を施した後に乾燥を行うことを試みた. その結果, 図10に示すように, 5時間及び6時間の乾燥させた際, 乾燥前の前処理条件によって水分含量及び水分活性値が異なっていたが, すべての条件において, 水分活性値が0.75を下回った.

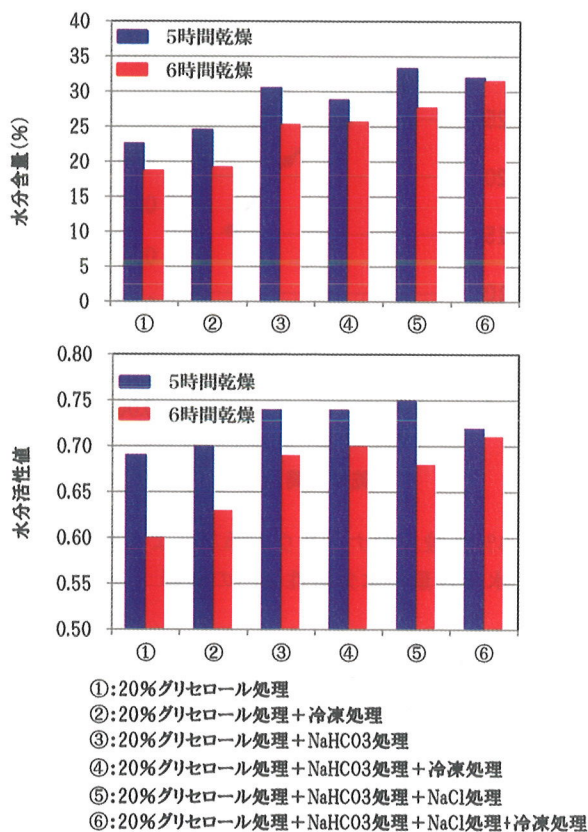


図10 漬液への食塩添加及び冷凍処理が及ぼす水分含量・水分活性値への影響

また、図11に示すように、乾燥品の硬さについて、乾燥時間5時間では条件⑤及び条件⑥において、それぞれ最大加重が52N及び29Nとかなり軟らかい乾燥品を製造することができた。製造工程は、極力簡易的な方法がよいことから、ソフト乾燥食品を製造するための条件は、浸漬液(3%炭酸水素ナトリウム及び3%食塩を含む20%グリセロール溶液)に一晚浸漬し、乾燥温度60℃、乾燥湿度40%、乾燥時間5~6時間と決定した。

3・1・10 ふぐソフト乾燥食品の消味期限の検討

上記加工条件にて製造したふぐソフト乾燥食品について、衛生試験による賞味期限の検討を行った。なお、保存条件については、包装形態：真空包装、保存温度：28℃にて115日間(設定賞味期限3ヶ月90日×危険率0.8)保管とした。表2に示されるように、原料となる冷凍ふぐフィレでは $3.0 \times 10^4$ 個/gの一般生菌を確認した。一方、製造直後の乾燥品については、 $7.9 \times 10^4$ 個/g(4時間乾燥)、 $4.0 \times 10^3$ 個/g(5時間乾燥)、 $2.5 \times 10^1$ 個/g(6時間乾燥)の一般生菌数を確認した。3ヶ月間の賞味期限設定のための参考となる115日目の結果においては、いずれの乾燥品も数十個/gと低い値であった。また、大腸菌群は、試験を行ったすべての乾燥品で陰性であった。これらの結果から、今回試作したふぐソフト乾燥品は、常温保存において少なくとも3ヶ月の賞味期限を設定できることが確認された。

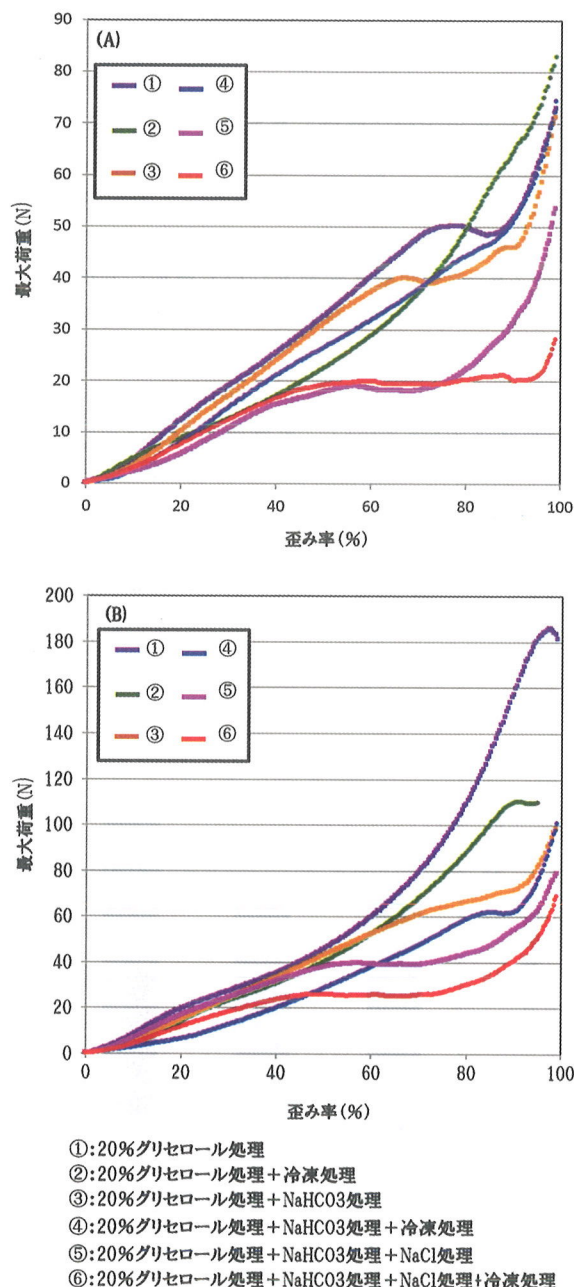


図11 浸漬液への食塩添加及び冷凍処理が及ぼす乾燥品の硬さへの影響 (A) 乾燥時間5時間、(B) 乾燥時間6時間

表2 ふぐソフト乾燥食品の衛生試験結果

サンプル名	一般生菌数(個/g)				大腸菌群 (0.1gあたり)
	初発試験	30日目	70日目	115日目	
冷凍フグフィレ	$3.0 \times 10^4$				陰性
乾燥時間4時間	$7.9 \times 10^4$	$2.0 \times 10^1$	$8.3 \times 10^2$	$2.5 \times 10^1$	陰性
乾燥時間5時間	$4.0 \times 10^3$	$4.0 \times 10^1$	$3.0 \times 10^1$	$2.0 \times 10^1$	陰性
乾燥時間6時間	$2.5 \times 10^1$	$2.0 \times 10^1$	$2.0 \times 10^1$	$4.0 \times 10^1$	陰性

### 3・1・11 ふぐソフト乾燥品の味付けバリエーションの検討

ふぐソフト乾燥品の販路を広げるために、味付けに係るバリエーションの検討を行った。検討した味付けとして、これまで試作したプレーンタイプに加えて醤油ベース、ポン酢ベース、味噌ベース、ソースベースの4種類を試作した。製造方法は、基本となる浸漬液(3%炭酸水素ナトリウムを含む20%グリセロール溶液)に最終食塩濃度が3%になるよう、それぞれの調味料を添加した。その結果、図12に示すように、基本となる味をベースとした味付けの試作品が製造できた。醤油ベース及びソースベースは、醤油や



図12 ふぐソフト乾燥品の味付けバリエーションの検討

ソースを加熱した際に生じる独特のカaramel臭、味噌ベースは、味噌の味に加えやや透明感のある明るい色合い、ポン酢ベースは、ポン酢の特徴をいかしたさっぱりとした味わいの試作品となった。また、これらの試作品はプレーンタイプと同様にソフト感ある乾燥品となった。これらの結果から、基本となる浸漬液(3%炭酸水素ナトリウムを含む20%グリセロール溶液)に最終食塩濃度が3%になるようさまざまな材料を添加することにより、多様な味のふぐソフト乾燥品を製造できることが確認できた。

### 結 言

年間を通して生産・販売でき、さらには常温で流通・販売できる「ふぐソフト乾燥食品」の開発を行った。その結果、3%炭酸水素ナトリウム及び3%食塩を含む20%グリセロール溶液にふぐの身を一晚浸漬させた後に、乾燥温度60℃、乾燥湿度40%の条件下において5~6時間乾燥させることにより、最大荷重80N以下のソフト感のあるふぐ乾燥品を製造することができた。また、この乾燥品は、真空包装を施すことにより常温で少なくとも3ヶ月の賞味期限を設定することができた。さらに、基本となる浸漬液(3%炭酸水素ナトリウムを含む20%グリセロール溶液)に最終食塩濃度が3%になるよう様々な調味料を添加することにより、多様な味のふぐソフト乾燥品の製造が可能となった。