

包装食品の変敗防止技術* 1

辻 政雄・樋川芳仁・乙黒親男・小沢俊治

Preservation of Packaged Food

Masao TSUJI, Yoshihito HIKAWA,
Chikao OTOGURO and Shunji OZAWA

要 約

生麺の一種である山梨県の地域特産食品「ほうとう」の保存性向上を目的として、物理的処理及び化学的処理による変敗防止技術を検討した。物理的処理では、熱水、X線照射、遠赤外線及び超高圧処理を行ったが、最も保存効果が認められたのは、熱水処理であった。ただし、この処理では麺量により保存効果が異なることから、熱水温度と処理時間の設定が重要と思われた。

次に化学的処理では炭酸ガスや各種天然系品質保持剤の影響を検討した。その結果、炭酸ガスでは大きな保存効果がみられなかったが、アミノ酸系品質保持剤であるグリシンの保存効果が大きかった。すなわち、加水率を26%と低くし、グリシンを小麦粉に対して2%添加して製造した麺を酸素吸収剤とともに密封包装することにより、25℃の温度下でも1か月以上品質を保持できることがわかった。

1. 緒 言

菓子類、麺類、漬物等の加工食品は、ほとんどすべてフィルム包装されて流通、販売されているが、品質保持効果を高めるため、真空包装や酸素吸収剤が使用されている。これは酸素を除去することによりカビや好気性細菌の増殖を抑制し、食品の日持ちを高めている。特に、酸素吸収剤は食品とともに袋内にいれて、密封するだけでよいという簡便性から、現在ではほとんどの加工食品に使用されている。

しかし、近年これら酸素吸収剤を封入した包装食品にフィルムの膨れや酸敗またはシンナー臭の発生が認められ、問題となっている。これは、フィルム内が無酸素または低酸素条件になった結果、カビなどは生育できないが、これらの条件下でも増殖可能な酵母や乳酸菌などによって起こる変敗と思われる。

山梨県には生麺の一種である甲州名物「ほうとう」があるが、消費者志向の変化や地域特産食品の見直しもあり、全国的に普及しはじめるようになった。しかし、酸素吸収剤を封入したこの「ほう

とう」にも酸敗などの微生物による変敗がみられる。

そこで、今回は包装食品として生麺の一種である「ほうとう」を取り上げ、加熱、X線照射、遠赤外線、超高圧の物理的処理、また炭酸ガス、各種品質保持剤による化学的処理を行い「ほうとう」の変敗防止技術を検討した。

2. 「ほうとう」の保存性に及ぼす物理的処理の影響

はじめに熱水、X線照射、遠赤外線、超高圧の物理的処理による保存性向上試験を行った。

2-1 熱水処理が「ほうとう」の保存性に及ぼす影響

2-1-1 実験方法

1) 原材料

小麦粉は(株)はくばくの中力粉「甲斐駒」、また食塩は関東化学(株)の試薬特級を使用した。

2) 製麺方法

小麦粉1kgに食塩10gと水を加え、小型ミキサーで10分間攪拌し、圧延、切断して麺線とした。なお、加水率は35%で実施した。

3) 熱水処理

* 1 本研究は平成3年度中小企業庁、技術開発研究補助事業「共同研究」によって実施した。

麺50~150 gをフィルム袋 (KON/PE) に入れて密封し、適宜60°C~80°Cで熱水処理を行った後、25°Cの恒温器に保存した。

4) 菌数測定

生菌数は、試料10 gに無菌水90mlを加え、ストマッカーで10分間混和し、その懸濁液または希釈液1 mlを、標準寒天培地 (栄研化学株) とともに十分混和した。その後シャーレを33°Cの恒温器に入れ、2日間培養した。また乳酸菌数は、GYP白亜寒天培地を用い、混釈後、33°C、4日間培養後、透明環を有するコロニーを測定した。

5) pH値の測定

4) の懸濁液のpHをpHメーターで測定した。

6) 官能評価

当所職員をパネラーとし、「ほうとう」の品質を外観、匂い、味など総合的に判断し、品質変化がない状態を(-)、やや品質の低下がみられる状態を(±)、明らかに変質した状態を(+)

3段階で表した。

2-1-2 結果及び考察

包装した「ほうとう」を各温度の熱水に入れ、10分間処理した結果を表1に示した。内容量が50 gの場合、加熱温度が60°C及び70°Cでは10日程度で、両者とも保存性が低いが、80°Cでは保存40日後でも生菌数及び乳酸菌数が 10^5 個/g台、pH値も6.01で製造直後とほとんど変わらず、変敗がみられなかった。しかし、80°C加熱においても内容量を100 g及び150 gに増加させると保存性が著しく劣った。これは内容量が多いと10分程度では麺の内部まで十分に加熱されないためと考えられ、保存性向上には、温度をさらに上昇させるか、加熱時間を延長させることが必要であることがわかった。なお、熱水処理を行った麺の品質はかなりしまって堅くなったような状態であった。

表1 熱水処理が「ほうとう」の保存性に及ぼす影響

加熱温度	加熱時間	内容量	保存日数	生菌数	乳酸菌数	pH	官能評価
無処理区	0分	50 g	0	1.9×10^3	6.0×10	6.13	-
			5	4.1×10^6	8.5×10^6	5.83	-
			10	1.8×10^8	8.5×10^7	5.32	±
			14	2.3×10^8	8.3×10^7	5.12	+
60°C	10	50	0	1.7×10^3	7.0×10	6.14	-
			10	1.6×10^8	5.1×10^7	5.73	-
			25	1.0×10^8	9.7×10^7	5.02	+
70°C	10	50	0	4.3×10^2	2.0×10	6.14	-
			10	6.5×10^7	1.5×10^7	5.88	-
			25	1.5×10^8	1.1×10^8	4.71	+
80°C	10	50	0	6.0×10	-	6.14	-
			25	4.6×10^5	4.0×10^5	6.08	-
			40	1.4×10^5	1.3×10^5	6.01	-
"	"	100	0	2.1×10^2	2.0×10	6.14	-
			10	3.3×10^6	6.9×10^7	5.73	±
			25	1.6×10^8	8.9×10^7	4.89	+
"	"	150	0	2.5×10^3	1.0×10^2	6.12	-
			10	7.9×10^7	4.9×10^7	5.51	±
			25	9.7×10^7	1.0×10^8	4.77	+

菌数：麺1 gあたりの個数

2-2 X線照射が「ほうとう」の保存性に及ぼす影響

次に電磁波の一種であるX線によって「ほうとう」の保存性が図れるかどうか検討した。

2-2-1 実験方法

1) 照射方法

シールドされた室内に設置されたX線照射装置の下に包装した「ほうとう」を置いた。照射距離は500mm, 照射電圧は120及び200KV, 照射時間は2分の条件でX線を照射した。

2) 菌数測定

生菌数及び乳酸菌数は、2-1の方法と同様に実施した。カビ・酵母数は、クロラムフェニコール100 μ g/mlを含むYM培地を用い、塗抹後、25 $^{\circ}$ C, 5日間培養後、肉眼または顕微鏡観察で測定した。

2-2-2 結果

結果を表2に示した。120及び200KVのいずれにおいても保存12日後には麺の表面にカビが発生し、いずれも8日程度の保存性しかみられなかった。このことからX線照射による「ほうとう」の長期保存効果は少ないものと思われた。

表2 X線照射が「ほうとう」の保存性に及ぼす影響

照射電圧	照射時間	保存日数	生菌数	乳酸菌数	カビ・酵母数	pH	官能評価
120KV	2分	0	3.0 \times 10 ²	6.0 \times 10	1.0 \times 10	6.11	-
"	"	8	8.2 \times 10 ⁷	9.2 \times 10 ⁶	2.0 \times 10 ²	5.78	-
"	"	12	2.3 \times 10 ⁸	8.1 \times 10 ⁶	麺にカビ	5.51	±
"	"	16	2.0 \times 10 ⁸	1.5 \times 10 ⁷	麺にカビ	5.41	+
200KV	2分	0	4.7 \times 10 ²	2.4 \times 10 ²	-	6.11	-
"	"	8	1.7 \times 10 ⁸	8.3 \times 10 ⁶	1.9 \times 10 ³	5.77	-
"	"	12	2.0 \times 10 ⁸	2.6 \times 10 ⁶	麺にカビ	5.52	±
"	"	16	2.5 \times 10 ⁸	6.0 \times 10 ⁵	麺にカビ	5.30	+

加水率：35%で実施。菌数：麺1g当たりの個数。保存温度：25 $^{\circ}$ C

2-3 遠赤外線加熱による「ほうとう」の保存効果

遠赤外線は短時間に食品内部まで加熱する性質を有している。そこでこの遠赤外線を利用して、「ほうとう」の保存性向上試験を実施した。

2-3-1 実験方法

1) 包装麺

麺50gを210mm \times 150mmのフィルムに麺線同士が重ならないように並べて密封し、遠赤外線試験装置内の金網の上に乗せ、上下から遠赤外線を照射した。

2) 遠赤外線加熱条件

栢崎産業㈱の多目的遠赤外線試験装置FIR-33MP-Bを使用した。遠赤外線ヒーターは平板状(130mm \times 370mm)のものを試料の上下に設置した。

この装置はヒーターを上下にそれぞれ3枚ずつ設置可能である。ヒーターの表面温度は、100 $^{\circ}$ C, 150 $^{\circ}$ C, 200 $^{\circ}$ C及び250 $^{\circ}$ Cに適宜設定した。照射距離は100mmで、照射時間は10分とした。

3) 使用フィルム

フィルムは市販の2種類すなわちK-ナイロン/ポリエチレン(KON/PE)(厚さ;65 μ m), ポリプロピレン(pp)(厚さ;40 μ m), 及び統一標準フィルム¹⁾の3種類すなわち高密度ポリエチレン(HDPE)(厚さ;30 μ m), リニア-低密度ポリエチレン(L-LDPE)(厚さ;30 μ m), インフレーション用ポリプロピレン(IPP)(厚さ;30 μ m)を使用した。

4) フィルム内温度

棒状熱電対をフィルム内に挿入し、経時的に測定した。

2-3-2 結果及び考察

1) 包装フィルムに及ぼす遠赤外線ヒーター温度の影響

包装フィルムはKON/PEを使用し、ヒーターを上下それぞれに1枚用い、ヒーター温度を100℃、150℃、200℃及び250℃の4段階に変えて包装麺を加熱した。なお、実際のヒーター表面温度はそれぞれ平均で106℃、155℃、196℃及び245℃であった。

いずれの温度区でも「ほうとう」に含まれる水分が蒸発してフィルムの膨張がみられたが、100℃及び150℃では多少膨らむ程度であった。しかし、200℃では破袋まではいかないがフィルムのシール部が破損し、250℃では照射5分ぐらいで著しく膨張し破袋した。このことからヒーター温度が高い場合にはフィルムの破損が短時間に起こるため、低い温度で徐々に加熱しなければならぬことがわかった。

2) 各種フィルムによる「ほうとう」の保存効果

そこで、次にヒーター表面温度を100℃に設定し、上下合わせて6枚のヒーターを使用した。また、フィルムが極度に加熱されるのを防止するため、フィルム表面に冷風を送った。なお、実際のヒーター表面温度は105℃、またフィルム表面温度は51℃になっていた。

図1に「ほうとう」の入ったフィルム内の温度を示したが、使用したフィルムではいずれも照射5分後には100℃になり、その後も温度が上昇し、高いものでは10分後に113℃程度になった。

また25℃に保存した「ほうとう」を経時的にサンプリングして菌数変化や官能検査を行い、表3に示した。その結果、菌相をみると生菌数はかなり存在しているが、乳酸菌は検出されず、遠赤外線加熱によって死滅したことがわかった。しかし、保存性は低く12日後には麺表面に多くの微生物のコロニーが認められた。

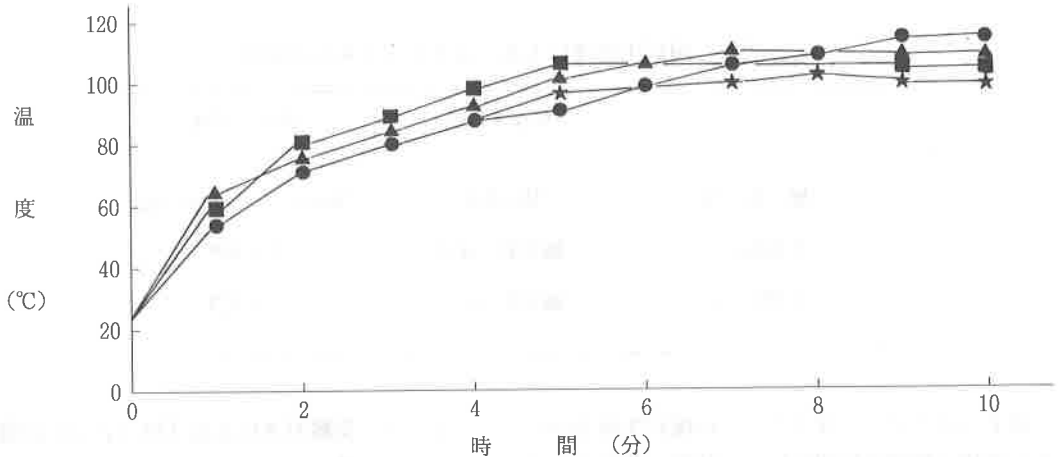


図1 遠赤外線加熱によるフィルム包装内の温度変化

- PP: ポリプロピレン (40 μm), ■ L-LDPE: リニア-低密度ポリエチレン (30 μm),
- ▲ HDPE: 高密度ポリエチレン (30 μm), ★ IPP: インフレーション用ポリプロピレン (30 μm).

表3 遠赤外線加熱による「ほうとう」の保存効果

フィルム	保存7日後				保存12日後			
	生菌数 (個/g)	乳酸菌数 (個/g)	pH	官能評価	生菌数 (個/g)	乳酸菌数 (個/g)	pH	官能評価
PP	1.2×10 ⁵	—	6.20	—	1.9×10 ⁸	—	6.30	+
HDPE	1.1×10 ⁶	—	6.24	—	1.3×10 ⁸	—	6.26	+
L-LDPE	4.0×10 ⁴	—	6.23	—	2.1×10 ⁸	—	6.26	+
IPP	7.9×10 ⁶	—	6.22	—	1.7×10 ⁸	—	6.25	+

2-4 超高压処理による「ほうとう」の保存効果

最近、食品の品質を劣化せずに微生物の殺菌ができるという超高压処理が注目を集めている。そこでこの超高压を「ほうとう」に応用して品質変化を検討した。

2-4-1 実験方法

1) 包装麺

加水率35%、食塩添加率1%で製麺した「ほうとう」60gを旭化成のキューパックフィルム（ポリエチレン、ナイロン、ポリ塩化ビニリデンのラミネート）（厚さ：40 μ m、大きさ：150mm \times 200mm）に入れ、脱気後ヒートシールした。

2) 加圧条件

加圧は三菱重工(株)の超高压処理試験装置MF P7000で行い、圧力2,000atmまたは4,000atm、温度55 $^{\circ}$ C、処理時間30分の条件で実施した。

3) 保存方法

加圧処理後、25 $^{\circ}$ Cの恒温器に保存した。

2-4-2 結果

1) 「ほうとう」の外観

2,000及び4,000atm処理区とも麺線同士が完全に密着し、また麺が白くなり、品質的には良くなかった。

2) 保存中の微生物観察

処理した「ほうとう」を25 $^{\circ}$ Cに保存し、微生物変化を観測したところ、表4に示したが、両加圧処理区とも保存4日後には麺が黒っぽくなり、7日後には青カビや白カビが発生し、品質が劣化した。このことから、4,000atm以下では保存効果はみられず、これ以上の圧力をかける必要があると思われる。しかし品質面から2,000atmでも麺同士が密着したり、白濁したことから考えると、超高压処理は、麺類の殺菌処理には適さないことがわかった。

表4 超高压処理による「ほうとう」の品質変化

	保存4日後	保存7日後
無処理	袋の膨れ	袋がバンバンに膨らむ
2,000atm	麺が黒っぽい	カビ発生
4,000atm	麺が黒っぽい	カビ発生

以上のように、「ほうとう」の保存性向上のために各種の物理的処理を行った結果、熱水による保存効果が認められたが、その外のX線照射、遠赤外線、超高压処理では大きな効果が認められなかった。

3. 「ほうとう」の保存性に及ぼす化学的処理の影響

今まで物理的処理について検討してきたが、次に炭酸ガス処理や各種の天然系品質保持剤を用いた化学的処理による「ほうとう」の変敗防止試験を行った。

3-1 炭酸ガスによる「ほうとう」の保存試験

静菌作用を持つといわれている炭酸ガス²⁾による「ほうとう」の保存効果を検討した。

3-1-1 実験方法

1) 製麺方法

小麦粉1kgに食塩10gを加え、水を加水率が26%または35%となるように添加後、小型ミキサーで10分攪拌し、圧延、切断して麺線とした。

2) 炭酸ガス封入及び市販製剤

麺60gをガスバリアー性のフィルム（KON/P E）に入れ、約98%の炭酸ガスを封入後密封した。また酸素吸収剤として三菱瓦斯化学(株)のエージレ

スFX100または凸版印刷(株)の鮮度保持剤FT-500, 炭酸ガス発生酸素吸収剤として凸版印刷(株)の鮮度保持剤CW-500を使用した。

3) 袋内のガス分析

酸素ガスは東レ(株)製の酸素濃度計LC-700Fで分析した。また炭酸ガスは島津製作所製のガスクロマトグラフ9Aで分析した。分析条件は、活性炭を充填した長さ2mのステンレスカラムを用い、カラム温度は90℃、試料注入口および検出器(TCD)は、120℃に設定した。TCDの電流値は60mAとした。Heガスは50ml/minの流速で、分析

量はガスタイト注射器で0.5ml採取した。

3-1-2 結果及び考察

表5-1及び表5-2に結果を示した。CO₂ガス区は、両加水率区とも保存中、CO₂濃度が約98%に維持されていたが、保存期間は短く、加水率を26%と低くした場合にも11日後には品質が劣化した。またこのCO₂ガス区は、酸素吸収剤やCO₂発生酸素吸収剤より保存性が劣っていた。このことから、CO₂ガスのみでは大きな品質保持効果のないことがわかった。

表5-1 炭酸ガスによる「ほうとう」の保存試験

加水率	試験区	保存日数	生菌数	乳酸菌数	pH	官能評価	袋内ガス比率(%)		
							CO ₂	O ₂	N ₂
26%	無処理区	0	4.5×10 ²	1.2×10 ²	6.18	—			
"	"	6	6.2×10 ⁸	9.2×10 ⁷	5.21	+	72.8	0	27.2
"	酸素吸収剤区	0	4.5×10 ²	1.2×10 ²	6.18	—			
"	"	6	1.8×10 ⁷	1.4×10 ⁷	6.13	—	0	0.2	99.8
"	"	11	4.4×10 ⁷	5.9×10 ⁷	6.14	—	0	0.2	99.8
"	"	18	2.3×10 ⁸	2.1×10 ⁸	5.83	+	0	0	100
"	CO ₂ 発生	0	4.5×10 ²	1.2×10 ²	6.18	—			
"	酸素吸収剤区	6	3.6×10 ⁷	3.3×10 ⁷	6.05	—	27.6	0.2	72.2
"	"	11	7.0×10 ⁷	5.6×10 ⁷	5.91	—	31.5	0.3	68.2
"	"	18	2.2×10 ⁸	2.2×10 ⁸	5.46	+	8.5	0	61.5
"	CO ₂ ガス区	0	4.5×10 ²	1.2×10 ²	6.18	—	98.2	0.5	1.3
"	"	6	6.7×10 ⁷	4.0×10 ⁷	5.94	—	98.2	0.3	1.5
"	"	11	8.8×10 ⁷	4.6×10 ⁷	5.79	+	98.2	0.2	1.6

3-2 天然系品質保持剤による「ほうとう」の変敗防止試験

次に各種の品質保持剤を麺に練り込んで「ほうとう」の保存試験を行った。なお、予備実験の結果、品質保持剤だけではカビなどの発生が認められ、長期間の保存効果がみられないことから、酸素吸収剤を封入する方法で実験した。

3-2-1 実験方法

1) 原材料

小麦粉は(株)はくばくの中力粉「甲斐駒」、また食塩は関東化学(株)の試薬特級を使用した。

2) 製麺方法

小麦粉1kgに食塩10gを加え、水を加水率が26%または35%となるように添加後、品質保持剤を適宜添加して小型ミキサーで10分攪拌し、圧延、切断して麺線とした。

3) 保存方法

麺60gを酸素吸収剤(三菱瓦斯化学(株)エージレスFX100)とともにガスバリアー性のフィルム袋(KON/PE)に入れて、密封後、25℃の恒温器に保存した。

4) 品質保持剤

品質保持剤として卵白リゾチーム(試薬)、プロタミン(試薬、硫酸プロタミン、鮭製)、鮭白子抽出物(アサマ化成(株)インパクトN)、孟宗竹

表5-2 炭酸ガスによる「ほうとう」の保存試験

加水率	試験区	保存日数	生菌数	乳酸菌数	pH	官能評価	袋内ガス比率(%)		
							CO ₂	O ₂	N ₂
35%	無処理区	0	5.9×10 ³	1.4×10 ²	6.18	-			
"	"	3	カビ発生			+			
"	酸素吸収剤区	0	5.9×10 ³	1.4×10 ²	6.18	-			
"	"	3	2.8×10 ⁶	6.4×10 ⁷	6.10	-	0	0.2	99.8
"	"	6	8.2×10 ⁶	5.4×10 ⁶	5.62	+	0	0	100
"	CO ₂ 発生	0	5.9×10 ³	1.4×10 ²	6.18	-			
"	酸素吸収剤区	3	2.8×10 ⁷	1.5×10 ⁷	5.99	-	25.5	0.1	74.3
"	"	6	1.6×10 ⁹	8.7×10 ⁶	5.44	+	33.7	0	66.3
"	CO ₂ ガス区	0	5.9×10 ³	1.4×10 ²	6.18	-	98.1	0.5	1.4
"	"	3	1.9×10 ⁸	1.2×10 ⁶	5.84	-	97.9	0.6	1.5
"	"	6	8.2×10 ⁶	4.4×10 ⁶	5.45	+	98.0	0.1	1.9

菌数：麵1gあたりの個数。保存温度：25℃。

表6 蛋白質系品質保持剤による「ほうとう」の保存試験

保存温度	品質保持剤	添加率	保存日数	生菌数	乳酸菌数	pH	官能評価
25℃	無添加区	0%	0	7.1×10 ²	4.0×10	6.22	-
"	"		4	2.6×10 ⁸	6.3×10 ⁷	5.95	±
"	"		8	1.6×10 ⁹	1.8×10 ⁶	5.18	+
"	卵白リゾチーム	0.1%	0	2.1×10 ²	1.7×10 ²	6.13	-
"	"		4	3.2×10 ⁶	3.9×10 ⁷	5.96	-
"	"		8	1.1×10 ⁸	3.2×10 ⁸	5.25	-
"	"		12	2.8×10 ⁶	7.7×10 ⁷	4.80	±
"	"		16	2.7×10 ⁶	2.9×10 ⁶	4.32	+
"	プロタミン	0.1%	0	5.8×10 ²	2.8×10 ²	6.18	-
"	"		4	2.7×10 ⁶	1.8×10 ⁶	5.82	-
"	"		8	2.1×10 ⁶	2.5×10 ⁶	4.87	±
"	"		12	2.1×10 ⁶	2.4×10 ⁶	4.44	+
"	"		16	4.2×10 ⁶	7.6×10 ⁶	4.18	+
"	鮭白子抽出物	1%	0	1.1×10 ³	1.4×10 ²	6.20	-
"	"		4	1.1×10 ⁶	1.2×10 ⁶	6.05	-
"	"		8	5.2×10 ⁶	7.6×10 ⁷	5.22	-
"	"		12	1.6×10 ⁹	1.5×10 ⁹	4.78	+
"	"		16	1.2×10 ⁹	1.2×10 ⁹	4.52	+

加水率：35%で実施。添加率：小麦粉に対する割合。菌数：麵1gあたりの個数。

抽出物(日本油脂「竹伝説」), キトサン(君津化学工業(株)キミツキトサンF), ポリリジン(チッソ(株)50%パウダー品), グリシン(試薬特級), 乳酸(試薬特級), 酢酸(試薬特級)を使用した。

5) 菌数, pH測定及び官能評価

菌数, pH測定及び官能評価は, 2-1の方法に準拠した。

3-2-2 結果及び考察

1) 蛋白質系品質保持剤による「ほうとう」の保存試験

蛋白質系品質保持剤による「ほうとう」の保存

試験の結果を表6に示した。加水率35%で25℃に保存した場合, 卵白リゾチーム, プロタミン, 鮭白子抽出物では, 無添加区より保存性は向上するが, 8日程度しか認められなかった。

2) アミノ酸系品質保持剤による「ほうとう」の保存試験

アミノ酸系品質保持剤であるポリリジン及びグリシンによる「ほうとう」の保存試験の結果を表7に示した。ポリリジンは必須アミノ酸であるリジンが直鎖状につながったポリアミノ酸であり, 安全性が高く, 広い範囲の微生物に対して増殖を抑制するといわれており³⁾, 事実ゆで麺⁴⁾の保存

表7 アミノ酸系品質保持剤による「ほうとう」の保存試験

保存温度	品質保持剤	添加率	保存日数	生菌数	乳酸菌数	pH	官能評価
25℃	無添加区		0	7.3×10^2	1.2×10^2	6.15	-
"	"		4	2.0×10^8	1.2×10^8	6.06	-
"	"		8	1.9×10^8	1.6×10^7	5.57	+
"	ポリリジン	0.1%	0	1.5×10^3	9.0×10	6.62	-
"	"		4	3.8×10^7	4.0×10^7	6.48	-
"	"		8	7.2×10^7	5.3×10^6	6.38	-
"	"		12	1.6×10^7	5.1×10^6	6.29	±
"	"		16	4.5×10^8	4.8×10^7	6.23	+
"	グリシン	2%	0	3.4×10^2	4.0×10	6.17	-
"	"		8	1.3×10^6	1.3×10^6	6.10	-
"	"		12	7.2×10^6	7.1×10^6	6.08	-
"	"		16	5.6×10^6	4.6×10^6	6.01	-
"	"		20	8.6×10^6	9.9×10^6	5.80	-
"	"		23	4.1×10^7	3.7×10^7	5.76	±
"	"		26	2.5×10^8	3.3×10^8	5.28	+
"	ポリリジン	0.1%	0	3.7×10^2	-	6.65	-
"	+		8	5.2×10^5	5.4×10^5	6.48	-
"	グリシン	2%	12	2.3×10^6	3.3×10^6	6.49	-
"	"		16	8.5×10^5	7.7×10^5	6.48	-
"	"		20	1.7×10^6	1.1×10^6	6.35	-
"	"		23	2.8×10^6	2.8×10^6	6.23	-
"	"		26	3.1×10^6	8.1×10^6	6.27	±
"	"		29	5.4×10^6	5.4×10^6	6.19	±

加水率: 35%で実施。添加率: 小麦粉に対する割合。菌数: 麵1gあたりの個数。

に効果があることが認められている。そこでこのポリリジンを麺に対して0.1%添加して品質保持効果を検討したところ、8日程度の保存性しかなかった。このように保存期間が短いのは、0.1%程度では麺を製造した場合、変敗菌と十分接触できない可能性が考えられたので、さらに添加量を多くして0.5%及び1.0%となるように添加して検討したが、いずれも10日程度の保存性しかみられず、大きな効果が認められなかった。またこのポリリジンを添加した麺は、黄色っぽくなり、1.0%添加では苦味も感じられた。

一方、グリシンは、ポリリジンより顕著に保存性が良く、20日ほどの品質保持期間を示した。またグリシンとポリリジンとを複合して使用した場

合、生菌数は約1ヶ月ほどたっても 10^6 個/g台であったが、官能的には品質の劣化が認められた。

3) 有機酸及びキトサンによる「ほうとう」の保存試験

乳酸、酢酸及び乳酸に溶解したキトサンによる「ほうとう」の保存試験の結果を表8に示した。味覚の点から乳酸、酢酸とも0.1%が限界と考えられるが、この濃度では、乳酸及び酢酸とも8日程度の保存性しかなかった。一方、キトサンは保存期間が16日で、乳酸だけのものに比較して効果が認められた。ただし、このキトサンは、乳酸などの酸にもすばやく溶解しないことから、これを利用する場合には溶液タイプのものが有用と思われる。

表8 有機酸及びキトサンによる「ほうとう」の保存試験

保存温度	品質保持剤	添加率	保存日数	生菌数	乳酸菌数	pH	官能評価
25℃	無添加区	0%	0	6.5×10^2	—	5.96	—
"	"		4	9.0×10^6	9.7×10^6	5.93	—
"	"		8	5.1×10^7	1.2×10^7	5.89	±
"	"		13	1.2×10^8	1.1×10^7	5.76	+
"	乳酸	0.1%	0	7.5×10^2	3.0×10^2	5.39	—
"	"		4	9.9×10^6	3.5×10^7	5.28	—
"	"		8	2.4×10^7	2.0×10^8	5.13	—
"	"		13	8.6×10^7	1.2×10^8	4.87	±
"	"		16	2.3×10^7	1.3×10^8	4.70	±
"	"		21	7.0×10^7	5.6×10^7	4.66	+
"	キトサン	0.1%	0	7.8×10^3	3.0×10^2	5.59	—
"	(乳酸0.1%に溶解)		4	7.2×10^6	3.1×10^7	5.52	—
"	"		8	1.6×10^7	2.4×10^7	5.51	—
"	"		13	6.2×10^6	1.4×10^7	5.41	—
"	"		16	2.0×10^7	9.5×10^7	5.34	—
"	"		21	4.9×10^7	5.9×10^7	5.30	±
"	酢酸	0.1%	0	5.2×10^2	—	5.28	—
"	"		5	4.2×10^7	1.5×10^7	5.25	—
"	"		8	5.2×10^7	2.5×10^7	5.05	—
"	"		11	4.2×10^8	5.4×10^8	4.84	+

加水率：35%で実施。添加率：小麦粉に対する割合。菌数：麺1gあたりの個数。

4) 孟宗竹抽出物による「ほうとう」の保存試験

孟宗竹抽出物による「ほうとう」の保存試験結果を表9に示した。この孟宗竹の抗菌物質はキノン誘導体⁹⁾であるといわれ、グラム陽性菌や酵母に効果が大きいといわれている。そこで麺の保存性向上のために0.5%及び1.0%添加したところ、いずれも保存性は低く、4日程度しか認められなかった。

5) 「ほうとう」の保存性に及ぼす天然系品質保持剤の影響

今までの各種品質保持剤の保存性を官能評価をもとにしてまとめ、表10に示した。その結果、加水率35%で、保存温度25°Cの条件ではグリシン2%が最も効果があり、20日の保存性が認められ、そのつぎはキトサン0.1%の16日間であった。

表9 孟宗竹抽出物による「ほうとう」の保存試験

保存温度	品質保持剤	添加率	保存日数	生菌数	乳酸菌数	pH	官能評価
25°C	無添加区	0%	0	7.1×10^2	4.0×10	6.22	-
"	"		4	2.6×10^8	6.3×10^7	5.95	±
"	"		8	1.6×10^9	1.8×10^8	5.18	+
"	"		12	1.0×10^9	8.8×10^8	4.72	+
"	孟宗竹抽出物	0.5%	0	3.3×10^2	9.0×10	6.14	-
"	"		4	1.7×10^8	1.7×10^8	5.65	-
"	"		8	3.0×10^8	6.1×10^8	4.74	±
"	"		12	3.1×10^8	4.3×10^8	4.34	+
"	孟宗竹抽出物	1%	0	9.1×10^2	2.7×10^2	6.16	-
"	"		4	4.6×10^7	5.5×10^7	5.89	-
"	"		8	8.8×10^7	8.7×10^7	5.38	±
"	"		12	1.2×10^8	8.0×10^7	4.80	+
"	"		16	1.2×10^8	1.4×10^8	4.59	+

加水率：35%で実施。添加率：小麦粉に対する割合。菌数：麺1gあたりの個数。

表10 天然系品質保持剤による「ほうとう」の保存試験

品質保持剤	保存日数	0	4	8	12	16	20	24	26
無添加区		-	±	+					
卵白リゾチーム	0.1%	-	-	-	±	+			
プロタミン	0.1%	-	-	±	+				
鮭白子抽出物	1%	-	-	-	+				
グリシン	2%	-	-	-	-	-	-	±	+
ポリリジン	0.1%	-	-	-	±	+			
乳酸	0.1%	-	-	-	±	±	+		
酢酸	0.1%	-	-	-	+				
キトサン	0.1%	-	-	-	-	-	±		
孟宗竹抽出物	1%	-	-	±	+				

加水率：35%，添加率：小麦粉に対する割合，保存温度：25°C

(-)：良好，(±)：多少おかしい，(+)：変質している

6) グリシン濃度が「ほうとう」の保存性に及ぼす影響

各種の品質保持剤を検討したところ、グリシンが最も保存効果が高いことがわかった。そこでグリシン濃度を変えて保存性を検討し、その結果を表11に示した。0.5%及び1.0%では5日程度で、ほとんど保存効果がみられず、1.5%では品質保持期間が延長し、10日程度の保存性を示した。一方、2.0%では15日後においても品質が良好に保持されていた。

7) グリシンの保存効果に及ぼす加水率の影響

グリシンの保存効果を高めるために加水率を低くして検討し、その結果を表12に示した。グリシン2%濃度で加水率を26%とすることにより、保存32日後においても生菌数及び乳酸菌数とも 10^5 個/g台と低く押えられていた。また官能的にも

ほとんど品質変化は認められず、保存温度25℃において約1ヶ月の保存性が認められた。一般に観光土産品としての「ほうとう」は、営業上、常温で1ヶ月の保存期間が必要であると言われていることを考えると、十分この条件を満足しているものと考えられた。

以上のように、炭酸ガス封入や各種天然系品質保持剤による化学的処理での「ほうとう」の保存効果を検討した結果、炭酸ガスでは効果がみられなかったが、アミノ酸系品質保持剤であるグリシンでは保存効果が大きかった。すなわち加水率を26%と低くし、グリシンを小麦粉に対して2%添加して製造した麺を、酸素吸収剤ともに密封包装することにより、25℃の温度下でも1か月以上品質を保持できることがわかった。

表11 「ほうとう」の保存性に及ぼすグリシン濃度の影響

保存温度	添加率	保存日数	生菌数	乳酸菌数	pH	官能評価
25℃	0.5%	0	1.3×10^3	4.2×10^2	6.19	-
"	"	5	2.7×10^3	2.2×10^3	5.93	-
"	"	10	3.5×10^3	2.2×10^3	5.26	±
"	"	15	2.9×10^3	1.9×10^3	4.92	+
"	1.0%	0	1.5×10^3	9.0×10^2	6.18	-
"	"	5	4.7×10^3	3.4×10^3	6.05	-
"	"	10	2.3×10^3	2.8×10^3	5.44	±
"	"	15	2.7×10^3	1.7×10^3	5.09	+
"	1.5%	0	6.7×10^2	2.0×10^2	6.17	-
"	"	5	2.5×10^3	2.9×10^3	6.11	-
"	"	10	9.0×10^3	8.0×10^3	5.87	-
"	"	15	3.4×10^3	1.9×10^3	5.70	±
"	2.0%	0	1.5×10^3	1.0×10^2	6.16	-
"	"	5	7.2×10^3	9.3×10^3	6.14	-
"	"	10	1.7×10^4	7.8×10^3	6.05	-
"	"	15	5.4×10^3	6.1×10^3	5.98	-

加水率：35%で実施。添加率：小麦粉に対する割合。菌数：麺1gあたりの個数。

表12 グリシンの保存効果に及ぼす加水率の影響

加水率	グリシン	保存日数	生菌数	乳酸菌数	pH	官能評価
35%	2%	0	3.4×10^3	4.0×10	6.17	-
"	"	4	1.4×10^5	2.1×10^5	6.18	-
"	"	8	1.3×10^6	1.3×10^6	6.10	-
"	"	12	7.2×10^6	7.1×10^6	6.08	-
"	"	16	5.6×10^6	4.6×10^6	6.01	-
"	"	20	8.6×10^6	9.9×10^6	5.80	-
"	"	23	4.1×10^7	3.7×10^7	5.76	±
"	"	26	2.5×10^8	3.3×10^8	5.28	+
26%	2%	0	1.6×10^2	1.0×10	6.05	-
"	"	8	2.6×10^4	6.5×10^3	6.03	-
"	"	12	1.8×10^4	1.0×10^3	6.01	-
"	"	15	1.6×10^5	9.9×10^4	5.97	-
"	"	20	8.8×10^6	7.4×10^5	5.95	-
"	"	25	4.2×10^5	4.3×10^5	5.89	-
"	"	32	4.5×10^5	2.1×10^5	5.88	-
"	"	40	3.1×10^6	3.1×10^6	5.86	±

加水率：小麦粉に対する割合。菌数：麵1gあたりの個数

終わりに、本研究の実施あたりご協力いただきました故倉田朋美氏に感謝いたします。また本研究の遂行にあたり、ご助言をいただいた製品科学研究所寺田克彦主任研究官に感謝いたします。

さらに材料面等でお世話になりました秋田県醸造試験場 菅原久春氏、(株)アセラ、(株)オオキ、三菱瓦斯化学(株)、凸版印刷(株)、昭和炭酸(株)、アサマ化成(株)、チッソ(株)及び日本油脂(株)の関係各位に感謝いたします。

文 献

- 1) 包装連合部会食品包装分科会・製品科学研究所・日本ポリオレフィンフィルム工業組合編：統一標準フィルムによる食品包装試験，p.2 (1986)
- 2) 板垣直志：食品工業，27 (15)，1～5 (1984)
- 3) 藤井正弘・新藤 徹：月刊フードケミカル，(5)，31～35 (1990)
- 4) 大塚楊幸・桑原祐二・真部正敏：日食工誌，39 (4)，344～347 (1992)
- 5) 仁科淳良：月刊フードケミカル，(5)，36～39 (1990)