

無添加食品の品質向上技術の開発

徳田正樹・前原美恵子
食品産業部

Quality Improvement of Additive-free Foods

Masaki TOKUDA・Mieko MAEHARA
Food Industry Division

要 旨

地元の農産物を用いて製造されるふるさと食品は、無添加であるため、保存性が低く品質保持が難しいものが多い。そこで、かりんとう、イチゴジャム、麦味噌、豆腐を対象として、各食品の品質保持に関する要因を明らかにし、試験結果を取りまとめた各加工品別の製造技術マニュアルを作成した。

1. はじめに

食に対する信頼が揺らぐような事件が相次いで起こる中、消費者の食の安全に対する目はますます厳しくなっている。こうした中、地元の農産物を用い添加物を使用していない、ふるさとの味、手作りといった要素を持つ加工品は、その安心感から注目を集め、期待されている。

しかし、このような加工品は無添加であるため、保存性が低く品質保持が難しいものが多い。

そこで、県内の多くの加工事業所が取り組んでいるかりんとう、イチゴジャム、麦味噌、豆腐を対象として製品の品質に関わる製造、保存中の各条件を明らかにすることにより、安全・安心な製品づくりの指標を作成し、製品の品質および安全性の向上を図る。

2. 実験方法

2.1 かりんとうの品質劣化要因の検討

2.1.1 供試材料

県内の加工事業所で試験用に製造したかりんとうを使用した。

2.1.2 油脂の抽出法

かりんとう1袋(200g)を粉碎して共栓三角フラスコに入れ、エーテル(POV測定用)200mlを加え、これを時々ふり混ぜながら約2時間放置した後、検体の固形物が流出しないようにろ紙を用いてろ過し、さらにフラスコの中の検体にエーテルを100ml加えてふり混ぜた後、同じろ紙を用いてろ過した。このろ過した溶液を、水温40以下の水浴上で減圧下にエーテルを完全に除去し、残留物を分析試料とした。

2.1.3 過酸化価(POV)の測定

抽出油脂5gを精密に量り採り、共栓三角フラスコに入れてクロロホルム・氷酢酸混液(2:3)35mlを加えて溶解した。均一に溶解しないときは、さらにクロロホルム・氷酢酸混液(2:3)を適量に加え、完全に溶解した。次いで、フラスコ内に窒素ガスを通じながら飽和ヨウ化カリウム溶液1mlを加え、直ちに共栓をして約1分間混ぜた後、デンプン試液を指示薬として、0.01Nチオ硫酸ナトリウム溶液で滴定した。

2.1.4 酸価(AV)の測定

抽出油脂10gを精密に量り採り、共栓三角フラスコに入れてアルコール・エーテル混液(1:2)100mlを加えて溶解した。これに、フェノールフタレン試液を指示薬として、30秒間持続する淡紅色を呈するまで0.1Nアルコール製水酸化カリウム溶液で滴定した。

2.1.5 製造条件による検討

製造条件による品質劣化の様相を明らかにするため、糖衣(りんかけ)をしたものと糖衣をしていないものを、酸素透過性のある包装材で包装した後、常温で室内に放置し、経時的にPOVおよびAVを測定した。

2.1.6 光照射の影響

光照射の有無による品質劣化の様相を明らかにするため、酸素透過性のある包装材で包装したもの(糖衣あり)を、常温で室内放置、蛍光灯照射(1,500lx)、暗所(25℃)保管し、経時的にPOVおよびAVを測定した。

2.1.7 包装条件による影響

包装条件の違いによる品質劣化の様相を明らかにするため、いずれも糖衣のあるものを、酸素透過性のある包装材で包装、酸素透過性のない包装材で包装、脱酸素剤を封入し酸素透過性のない包装材で包装と、包装条件を変えて、常温で室内に放置し、経時的に POV および A V を測定した。

2.1.8 県内加工事業所の製品の調査

県内 2ヶ所の加工事業所で製造販売されている製品について、常温で室内に放置し、経時的に POV および A V を測定した。

2.2 イチゴジャムの品質劣化要因の検討

2.2.1 イチゴジャムの調整

県内産のイチゴ（品種「とよのか」）を小売店を介して入手したものを使用して、糖度 40, 50, 60 度、クエン酸含量 0.5, 1.0 % のジャムを調整した。ペクチンは原料に対して 1.0 % を添加した。

2.2.2 色調の測定

色調は、測定色差計（CM-355d, コニカミノルタ社製）を用い、試料の反射光を測定した。また、測定値より彩度、色差を算出し評価を行った。

2.2.3 保存方法による影響

光照射の有無、温度による色調の変化を明らかにするため、常温（6～9月）、常温暗所、冷蔵（10℃）で保管し、経時的に色調を測定した。

2.3 麦麹の品質安定技術の検討

2.3.1 麦麹の調整

国産の味噌用裸麦を小売店を介して入手したものを使用して、原料重量 5kg の小規模で麦麹を製造した。製麹は自動製麹機（ヤエガキ製）を用い、種麹は麦味噌用（ヒグチ製）を使用した。

2.3.2 麹水分の測定

麹 5g を精秤し、60℃ 減圧乾燥法により分析を行った。

2.3.3 酵素液の調整

麹 10g に 0.5 % 塩化ナトリウム溶液 100ml を加え、激しく振とうし、室温で約 3 時間放置して酵素を抽出し、分析試料とした。

2.3.4 酵素活性の測定

麹の α-アミラーゼ、S-アミラーゼ、プロテアーゼ

（pH3.0, 6.0, 7.5）活性は、基準味噌分析法⁽¹⁾に準じて分析を行った。

2.3.5 甘酒テスト

麹 100g を三角フラスコに入れ、温湯（70℃ 前後）200ml を加え、56℃ で正確に 1 時間糖化させた後、冷却した。糖化液をろ紙で正確に 1 時間ろ過して、ろ液を分析試料とした。液化力は、メスシリンダーでろ液の量を量った。糖化力は、糖度計で糖度を測定した。また、ろ液の pH も測定した。

2.3.6 生菌数の測定

標準寒天培地にカビサイジンを添加した培地を使用し、35℃ で 48 時間培養後、生育したコロニーを計測した。

2.3.7 麦浸漬条件の検討

裸麦 1kg を、10, 20, 30℃ の各水温で 10～120 分間浸漬後、60 分間の水切りを行い、水分を測定した。

2.4 豆腐の賞味期限の検討

2.4.1 供試材料

県内の豆腐製造所で製造された木綿豆腐を、5, 10, 30℃ で保存した。

2.4.2 細菌検査

経時的に各温度で保存した試料を取り出し、滅菌したメスで細かく切断してよく混合し、その中から 10g をとり、滅菌生理食塩水 90ml を加え、ストマッカーで 1 分間粉碎混合したものを試料原液とした。試料原液を滅菌生理食塩水で段階希釈しペトリフィルムを使用して一般生菌数を測定した。

3. 試験結果および考察

3.1 かりんとうの品質劣化の様相

3.1.1 製造条件の違いによる品質劣化の様相

糖衣（りんかけ）の有無による POV の変化を Fig.1 に示した。糖衣の有無により過酸化物価の上昇にやや差が見られた。糖衣のないものが 25 日後に POV 値 20 となったのに対し、糖衣のあるものは 50 日後に POV 値 23 となり、品質保持期間が約 2 倍になった。保存日数 14 日を超える頃から差が現れ、保存期間中を通じて糖衣のないものの方が高く推移した。かりんとう表面を砂糖で覆うことにより、酸化防止が図られたためであると考えられる。また、糖衣にムラがあると酸化防止効果が低くなることから、糖衣の技術が品質保持期間に大きく影響すると思われる。

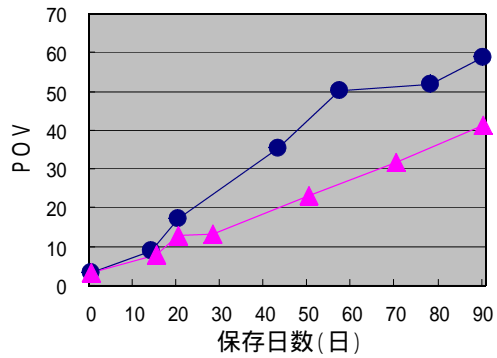


Fig.1 糖衣の有無による過酸化価の変化

● 糖衣なし ▲ 糖衣あり

3.1.2 光照射による品質劣化の様相

光照射の有無による POV の変化を Fig.2 に示した。蛍光灯を照射したものはわずか7日間で POV 値が 20 を超えた。暗所 (25) に保存したものは 90 日後でも POV 値は 6 と製造直後の状態を維持していた。さらに、151 日後でも POV 値 8 という低い数値であった。光を当てないということだけで、品質劣化を十分抑制することが可能であることがわかった。また、店頭での陳列時には、強い蛍光灯の照射に商品がさらされていることから、長い期間このような状況が続くことは、品質に重大な影響を及ぼすことになることが予想される。なるべく早く商品を回転させるということも重要であるが、包装材の表面にはイラストなどを入れ光線を遮断し、裏面の一部に中味が見えるような工夫をするということも考慮されるべきである。直射日光や西日の当たるような場所に陳列することは絶対に避けるべきである。

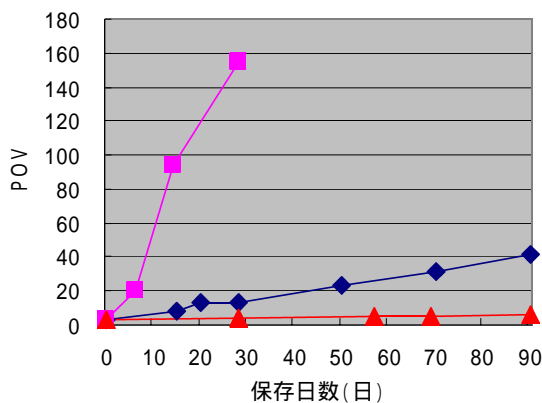


Fig.2 光照射による過酸化価の変化

◆ 室内放置 ■ 蛍光灯照射 ▲ 暗所 (25)

3.1.3 包装条件の違いによる品質劣化の様相

包装条件の違いによる POV の変化を Fig.3 に示した。酸素透過性のある包装材で包装したものは 90 日後に POV 値が 41 であったのに対し、酸素不透過の包装材で包装したものは 90 日後の POV 値が 21 とほぼ 3 ヶ月間品質が保持されていた。さらに、酸素不透過の包装材を使用し脱酸素剤を封入したものは 90 日後の POV 値が 7 と製造直後の状態を維持していた。包装条件を変えることで品質保持期間は大きく変わった。賞味期限をどの程度にするのか、どの程度のコストがかけられるのか、また商品の形態によって適切な包装方法を選択することが必要である。

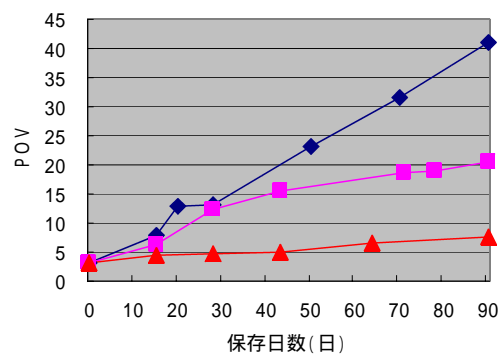


Fig.3 包装条件による過酸化価の変化

◆ 酸素透過
■ 酸素不透過
▲ 酸素不透過・脱酸素剤

3.1.4 県内加工事業所の製品の品質劣化の様相

県内の 2 ヶ所の加工事業所で製造販売しているかりんとうの POV の変化を Fig.4 に示した。いずれの製品についても製造後 60 日頃までは同じような経過をたどったが、U 加工所の製品については 90 日後に POV が大きく

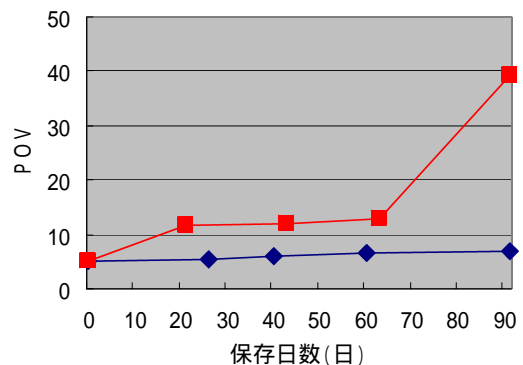


Fig.4 県内加工所製品の過酸化価の変化

◆ H加工所 ■ U加工所

上昇した。製造環境，製造方法，原材料等の違いにより，保存期間が長くなると品質劣化の様相が極端に異なってくるのがわかった。したがって，賞味期間については一律に設定基準を設けることは難しく，各製品毎に調査を行ったうえで設定することが重要であると考えられる。

3.2 イチゴジャムの色調変化

3.2.1 保存方法による色調変化

イチゴジャムの色調の変化を Table 1 に示した。10 で保管したものは，90 日後でも色調の変化を表す色差の上昇はわずかで，官能的にもほとんど変色は認められなかった。常温で保管したものは 15 日後，常温暗所で保管したものは 30 日後には，明らかに赤色の退色しており，商品性は無いと判断された。

Table 1 イチゴジャムの色調の変化

糖度	保存方法	色差			
		15日後	30日後	60日後	90日後
40	常温	7.2	9.1	13.2	14.7
	暗所	6.7	8.7	12.2	14.4
	10	1.6	2.8	8.0	7.5
50	常温	6.6	10.1	11.9	12.5
	暗所	7.2	8.6	12.4	16.1
	10	3.7	3.7	10.9	10.2
60	常温	7.0	7.1	10.8	12.3
	暗所	5.8	7.2	11.4	11.8
	10	4.9	4.8	5.9	7.1

3.2.2 製造方法の違いによる色調変化

糖度 60 度のものが，40，50 度のものと比較して，製造直後から明らかに赤色が濃く鮮やかであった。

クエン酸添加量の違いは，今回の試験では色調にほとんど影響を与えなかった。また，明るさを表す L 値や赤色の度合いを表す a 値，彩度などの数値には，官能評価で表れた差のような明らかな差は認められなかった。

3.3 麦麴の品質

3.3.1 県内加工事業所の麦麴の品質

県内の味噌製造事業所で製造されている麦麴を分析した結果を Table 2 に示した。水分 30 % 以上の多湿麴が多数見られた。また，酵素の生成が不十分なものも多く，生菌数も通常 $10^4 \sim 10^5$ であるが，かなり多かった。原料処理工程における水分管理や製麴中の温度管理に問題があるものと考えられる。

3.3.2 吸水条件による麴の品質

吸水過多，吸水不足，最適吸水の各水分条件の麦を使用して麴を製造し，その品質を調査した。各製造工程における水分変化を Table 3 に示した。水切り後の工程は，各水分条件の麴とも同様で， $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ ，25 分間蒸した後，36，42 時間製麴を行った。

Table 3 麴製造工程中の水分変化

	原穀	浸漬後	水切り後	蒸した後	麴
最適吸水	13.4	32.7	35.9	39.6	25.7
吸水過多	13.4	37.4	39.9	42.9	29.1
吸水不足	13.4	29.0	31.9	35.6	22.8

各条件で製造した麴の分析結果を Table 4 に示した。吸水過多のものは酵素活性が弱かった。また，糖化力がかなり弱かった。吸水不足のものはアミラーゼ活性が弱かった。以上の結果より，水切り後の水分が 35 ~ 38 % になるように浸漬を行うことで，水分状態の良いバランス良く酵素を生成した麴を製造できることがわかった。

3.3.3 麦吸水条件

麦の各浸漬条件における水分を Fig.5 に示した。水温 10 の場合，30 ~ 90 分間の浸漬後 60 分間の水切りを行うことで水分 35 ~ 38 % の最適水分量になることがわかった。水温 20 の場合は 20 ~ 50 分間，水温 30 の

Table 2 県内加工事業所製造の麴分析結果

	水分 (%)	pH	-アミラーゼ	S-アミラーゼ	プロテアーゼ			生菌数
					pH3.0	pH6.0	pH7.5	
A	37.9	5.31	542	131	25.3	32.5	0.8	1.6×10^7
B	30.9	5.26	1,125	250	80.5	57.2	2.9	3.8×10^4
C	32.3	5.50	478	110	23.2	25.3	0.7	8.2×10^5
D	29.6	5.74	451	88	66.6	50.0	8.8	1.3×10^8
E	28.9	5.26	544	113	66.4	56.3	14.1	3.4×10^6
F	40.0	5.28	309	62	29.0	27.0	5.8	3.6×10^7
G	36.8	4.91	532	108	26.3	30.9	3.6	1.9×10^7

Table 4 麴の分析結果

	水分 (%)	pH	-アミラーゼ'	S-アミラーゼ'	プロテアーゼ			甘酒テスト		
					pH3.0	pH6.0	pH7.5	液化力(ml)	糖化力(Brix)	pH
最適吸水	25.7	5.58	1,661	370	93.3	67.0	4.2	125.0	15.5	5.53
吸水過多	29.1	5.54	1,450	351	58.6	49.4	2.8	135.0	14.0	5.77
吸水不足	22.8	5.55	1,428	305	100.1	67.2	3.0	123.0	14.8	5.51

場合は 10 ~ 30 分間の浸漬後，それぞれ 60 分間の水切りを行うことで最適分量となった。

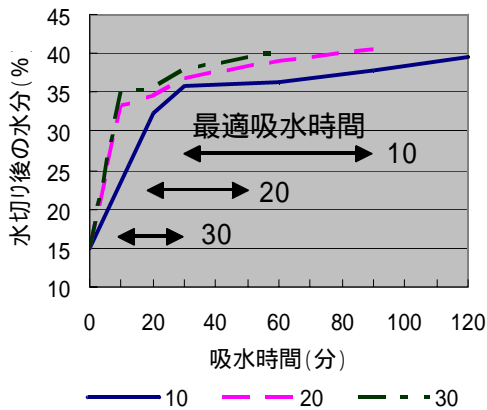


Fig.5 水温と麦の吸水時間の関係

3.4 豆腐の賞味期限

3.4.1 保存温度による影響

木綿豆腐の保存温度の違いによる生菌数の変化を Fig. 6 に示した。30 保存では 1 日後には菌数が 10^6 に達し，10 保存でも 3 日後には菌数が 10^6 になった。5 保存では，概ね 1 週間の保存が可能であることがわかった。豆腐の保存は，必ず 5 以下で行うことが必要であることがわかった。

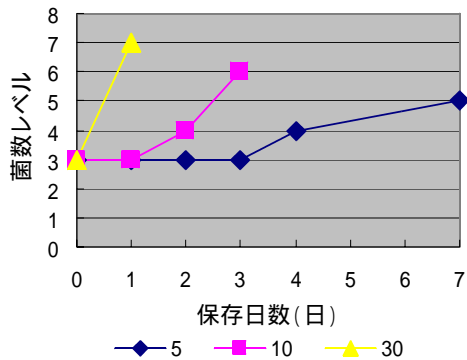


Fig.6 保存温度と生菌数の変化

3.4.2 初発菌数による影響

初発菌数の違いによる生菌数の変化を Fig.7 に示した。初発菌数を 10^2 に低減することで賞味期限を最低でも 1 日は延長することが可能であった。

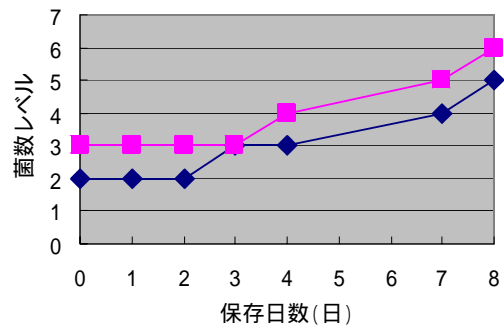


Fig.7 初発菌数の違いによる生菌数の変化

4. まとめ

本研究により得られた知見は以下のとおりである。

- (1)かりんとうは，糖衣(りんかけ)の有無により過酸化価の上昇に差が見られた。保存日数 14 日を超える頃から差が見られ，保存期間中を通じ糖衣がないものの方が高く推移した。糖衣のあることで，品質保持期間を約 2 倍にすることが可能であった
- (2)照射による影響では，蛍光灯を照射したかりんとうはわずか 7 日間で POV 値 20 を超えた。暗所 (25) に保存したものは 90 日後でも POV 値は 6 であった。
- (3)包装条件による影響では，酸素不透過フィルムで包装したかりんとうが，ほぼ 3 ヶ月間品質を保持することが可能であった。酸素不透過フィルムに包装し，脱酸素剤を封入したものは，90 日後でも製造直後の品質を維持していた。気温の高い状況下でも酸素不透過フィルムを用いることで，品質保持期間を約 4 倍にすることが可能であった。
- (4)かりんとうは，製造方法，製造環境の違いや季節に拘わらず，蛍光灯直下や直射日光が当たらない環境で

- あれば1ヵ月，酸素透過性の低いフィルムを使用すれば2ヵ月，光線を遮るか脱酸素剤を使用することで3ヵ月以上品質劣化を抑制できることがわかった．
- (5)10 で保管したイチゴジャムは，90日後でも色調の変化はわずかであった．常温で保管したものは15日後，暗所保管のものは30日後には赤色が退色し，商品性が失われた．
- (6)県内の加工事業所で製造された麦麴を分析した結果，水分過多で酵素生成の不十分な麴が多く見られた．また，雑菌汚染も多数見られた．
- (7)吸水過多の麴は，酵素活性が弱く糖化力も弱かった．吸水不足の麴は，アミラーゼ活性が低かった．
- (8)麦の浸漬条件は，水温10 の場合30～90分間，水温20 の場合20～50分間，水温30 の場合10～30分間であった．
- (9)豆腐の保存試験を行った結果，30 では1日未満，10 では2日，5 では1週間の保存が可能であった．
- (10)豆腐の初発菌数を 10^2 にすることで，最低でも1日賞味期限を延長することが可能であった．

参考文献

- (1) 全国味噌技術会：みそ技術ハンドブック（1995）