

酵母展着多層フィルムによる食品の保存

吉栖 肇*・村上哲男*

Preservation of Foods Wrapped in a Multilayer Film Impregnated with Yeast Cells

Hajime YOSHIZUMI* and Tetsuo MURAKAMI*

Synopsis

For prolongation of the shelf life of various foods, including fish paste (kamaboko, chikuwa), noodles (udon, soba), and cakes, the effect of a multilayer film [*poly (vinylidene chloride)-polypropylene-poly (vinylidene chloride)*] impregnated with yeast cells with some nutrients on the surface closest to the food was tested. The tests done were the number of cells of microbes contaminating the food, the acidity, the pH, and the K-value (defined as the ratio of the amounts of inosine plus hypoxanthine divided by the amount of nucleotides, used as a measure of the degree of freshness for fish paste) of foods that had been stored at 27°C for one week. The results showed that a multilayer film with yeast cells delayed the growth of contaminating microbes in and on foods, and was useful for preservation of freshness. In aerobic conditions, the yeast cells on the undersurface of the film decreased the oxygen concentration in and on the foods by their metabolism of glucose. In anaerobic conditions, the cells fermented glucose into ethanol and carbon dioxide. Anaerobic conditions and ethanol production inhibited the growth of other microbes, and decreased the decomposition of compounds related to nucleotides in fish paste.

I 結 言

食品の商品寿命を延長させる手段には、加熱・加圧・冷却・乾燥・水分活性の調節・水素イオン濃度の調節・酸素除去・ガス置換・殺菌～静菌剤添加・放射線照射等があるが、どの手段を選ぶかはその食品の品質への影響と経済性を考慮して決められる。最近、酵母菌体添加法¹⁾や糖-酵母(SY)添加法^{2,3)}による食品の保蔵法が報告され、酵母の発酵によるエタノール生成により、高濃度の食塩を用いることなく、魚介類や畜肉の腐敗を防止できることが示された。

著者らは、エタノール発酵酵母菌体を糖類と窒素源とともにガスバリア性の多層フィルムに塗布・乾燥して展着し、魚肉練り製品・麺類・菓子類を包

装してそれらの保存効果を検討した。その結果、酵母菌体展着多層フィルム包装はコントロール包装と比較して生菌数の増加を抑制し、新鮮度の指標の一つであるK-値の増加を遅延させることが示された。多層フィルムの内表面またはその内部に保持された酵母菌体は包装された食品から蒸発して出てくる水分ならびに揮発成分によって活生化され、共存する糖類を資化するが、包装内容物ならびに包装空間に酸素が存在する場合にはこの酸素を消費して二酸化炭素を生成する。包装内容と包装空間に存在した酸素が消費し尽くされて嫌気状態になったのちは、酵母は糖類を発酵してエタノールと二酸化炭素に変換する。このように包装材に展着した酵母菌体の好気～嫌気代謝により、包装内部の無酸素化と二

* 近畿大学農学部食品栄養学科 (Department of Food Science and Nutrition, Faculty of Agriculture, Kinki University)

酸化炭素置換ならびにエタノール生成が相まって腐敗微生物の増殖を阻害するものと見做された。また、嫌気の状態と二酸化炭素による置換は還元的雰囲気構成し、核酸関連物質の分解の程度を表すK-値の増大を遅延させるものと見られた。このように酵母菌体と糖類ならびに若干の栄養素を保持させた多層フィルムを用いることによって、酸素除去剤の使用・ガス置換・エタノール添加等の処置を必ずしも施すことなく、比較的容易に食品の商品寿命を永らえることが出来ることを明かにしたので以下に報告する。

II 実験材料および方法

[実験材料]

供試菌株

実験に用いた酵母菌株は *Saccharomyces cerevisiae* (IFO 2043) で、Table 1 の培地で前培養 (27°C, 24 hrs.) し、遠心集菌した。

被検食品

被検食品として Table 2 に示すごとく、蒲鉾、笹蒲鉾、竹輪 (KK 紀文食品 製造)、蕎麦、うどん (KK ナガイ総合食品 製造)、饅頭 (丸京製菓株式会社 製造)、カステラ (井村屋製菓株式会社 製造) を用いた。

包装材

ポリプロピレンシートの両面に塩化ビニリデンを

Table 1. Culture Medium for Yeast Growth

Ingredients	Content (% w/w)	Note
Glucose	20 g	
Malt extract	20 g	Wako*
Peptone	1 g	//
Water	1000 ml	
pH 6.0		

* Wako Pure Chemical Industries, LTD. The medium sterilized at 120°C for 20 minute before cultivation.

接着した多重フィルムを使用し、この包装の内側になる面に張りつけた和紙に酵母菌体等を塗布または散布して乾燥後に実験に供した (Fig. 1)。

[実験方法]

食品の包装試験

Fig. 1 のごとく多層フィルム (20 cm×20 cm, 正方形) の内面に酵母菌菌体、糖類、窒素源を展着 (Table 3) して乾燥し、種々の被検食品を各50 g づつ9個を包装して密閉し、27°Cに静置して経時的に下記の分析を行った。

包装食品の分析

被検食品の細菌数は抗微生物培地 (和光純薬KK製) を用いる生菌数⁴⁾を測定し、魚肉練り製品の品質変化は鮮度試験法によるK-値簡易測定法⁵⁾で測定した。その他の分析項目は常法に従って測定した。

Table 2. Tested Foods

No.	Foods	Note
A	Kamaboko	a fish paste
B	Sasa-kamaboko	a fish paste
C	Chikuwa	a fish paste
D	Udon	wheat flour noodle (boiled)
E	Soba	backwheat flour noodle (boiled)
F	Beihan	rice (boiled)
G	Manju	Japanese cake
H	Kasutera	sponge cake

Table 3. The Yeast Cells and Carbon and Nitrogen Sources Spreaded in Multilayer Films

Components	Spreading/cm ² film
Yeast	10 ⁷ cells
Glucose	10 mg
Peptone	2 mg

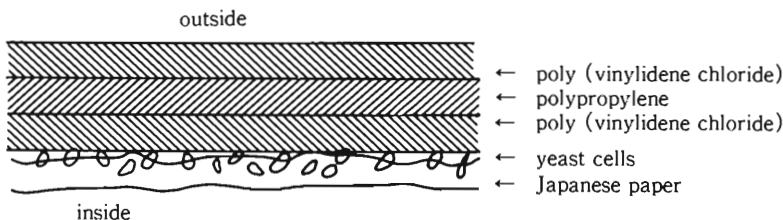


Fig. 1. Illustration of a Multilayer Film Spreaded with Yeast Cells

III 実験結果

前培養培地に約 1×10^8 /mlまで増殖した酵母菌体を遠心集菌した後、1/20 N 磷酸緩衝液 (pH 5.5) に懸濁して約 1×10^9 cells/mlの菌体母液を調製した。酵母菌体母液と10%グルコース水溶液ならびに2%ペプトン水溶液を多層フィルムに塗布して、Table 3に示したごとくフィルム内面に酵母細胞 10^7 mg/cm²、グルコース10 mg/cm²、ペプトン2 mg/cm²になるよう調製し、風乾して以下の実験に供した。

1. 酵母展着多層フィルムで包装した食品の生菌数種々食品 (Table 2) を約50 g づつ酵母展着多層フ

ィルム (20 cm×20 cm) で包装して密閉し、27°Cに静置して生菌数ならびにpHと酸度を経時的にコントロール(酵母非展着)フィルムの場合と比較(Table 4)した。

酵母展着フィルムで包装した食品のうち澱粉を主成分とする「うどん」、「そば」、「米飯」の生菌数(Table 4)増加がコントロールに比べて抑制されている。また、これら澱粉性食品のpHと酸度の経過(Table 4)からも、酵母展着フィルムは生酸性細菌等の増殖を抑制したことが窺える。饅頭、カステラの菓子類や蒲鉾等の練り製品の生菌数の経過を見ても、酵母展着フィルムの増殖抑制効果を認めることができる。

Table 4. Changes during Preservation in Cell Numbers of Microbes, pH and Acidity of Various Foods Wrapped in Multilayer Films Spread with Yeast Cells

Foods Tested*	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Cell Numbers of Microbes**</i>								
[Films with yeast cells] (cell numbers/g. sample)****								
Initial	0	3	0	10	0	0	84	0
3 days	8×10^2	8	35	250	3	56	1×10^2	450
7 days	35×10^4	21×10^2	49×10^4	5×10^2	26×10^2	6×10^4	99×10^4	73
[Control film]								
Initial	0	12	0	3	0	0	35	0
3 days	5×10^2	$77 \cdot 10^2$	19×10^4	67×10^4	10×10^4	60	130×10^4	7×10^4
7 days	103×10^7	82×10^6	37×10^6	2×10^8	7×10^8	9×10^4	2×10^6	11×10^6
<i>pH***</i>								
[Film with yeast cells]								
Initial	5.71	5.58	5.42	5.61	5.50	6.20	5.67	5.80
3 days	5.52	5.67	5.23	4.75	5.05	5.70	5.96	5.80
7 days	5.43	5.74	5.01	4.63	4.90	5.60	5.66	5.80
[Control film]								
Initial	5.71	5.58	5.42	5.61	5.50	6.20	5.66	5.80
3 days	5.43	5.42	5.00	4.13	5.05	5.90	5.50	5.80
7 days	5.77	5.17	4.85	4.06	4.53	4.24	5.20	5.20
<i>ACIDITY***</i>								
[Film with yeast cell] (ml. N/10 NaOH /10 g. sample)								
Initial	3.1	3.4	4.3	0.7	0.8	0.7	0.9	0.9
3 days	3.3	4.6	4.7	1.1	0.7	1.0	1.0	0.9
7 days	3.4	4.9	6.5	2.1	1.5	2.0	0.9	1.0
[Control film]								
Initial	3.1	3.4	4.3	0.7	0.8	0.7	0.9	0.9
3 days	4.7	4.6	7.0	3.8	1.8	1.0	1.0	1.0
7 days	4.6	4.9	8.4	4.7	3.5	3.4	1.0	1.2

* The tested foods are listed up in Table 2.

** Cell numbers of microbes were measured by the method described in "Materials and Methods" in the text.

*** Acidity and pH of foods were measured after homogenizing with two-fold weight water.

**** The analytical data are shown in the averages of three.

Table 5. Changes during Preservation in Freshness (K-value) of Fish-paste Foods Wrapped in Multilayer Films Spread with Yeast Cells

Kinds of Foods*	A	B K-value (%)**	C
[Wrapped in Films with Yeast Cells]			
Initial	15	15	15
3 days	20	30	35
7 days	55	70	70
[Wrapped in Control]			
Initial	15	15	15
3 days	60	70	70
7 days	70	80	80

* The tested foods are listed up in Table 2.

** K-value was measured by the method described in the text.

2. 酵母展着フィルム包装食品のK-値(新鮮度)について

酵母展着フィルムで包装し、27°Cで7日間静置した蒲鉾等の魚肉練り製品のK-値を経時的に測定した結果をTable 5に示した。酵母展着多層フィルム包装とコントロールフィルム包装の場合を比較すると、前者のK-値は後者に比較して明らかに低い値である。酵母展着多層フィルムはK-値の上昇(新鮮度の低下)を明らかに抑制し、これら食品の商品寿命を延長し得ることを示唆するものと考えられる。

IV 考 察

酵母展着多層フィルムで包装された食品は腐敗や劣化が抑制されることを示したが、この現象は次のように説明される。ガスバリアー (gas barrier) 性の多層フィルムの内面に展着・乾燥された酵母菌体は、包装内容食品の表面から蒸散する水分によって活性化され、密閉環境内にある食品と空間隙に存在する酸素を消費しながら共存する炭素源(グルコース)を好氣的に代謝して二酸化炭素と水に変換し、包装内を嫌気状態に変遷させる。包装内の酸素が消費された後には、酵母菌体は嫌氣的にグルコースを発酵して二酸化炭素とエタノールに変換するに到る。このようにグルコースを好気・嫌氣的に代謝して生成した二酸化炭素とエタノールは包装食品を有害微生物の増殖・汚染から守り、しかも嫌氣的雰囲気によって蒲鉾等の魚肉練り製品中の核酸関連物質の分解を抑制するにいたると考えられる。このよう

な酵母展着多層フィルムによって包装された食品の商品寿命延長効果を更に確認するために、今後は包装内雰囲気(酸素濃度、エタノール濃度等)を経時的に測定し、至適な酵母菌体展着数や共存させる炭素源・窒素源の種類・濃度などを詳細に検討する必要がある。

V 要 旨

酵母菌体を展着したガスバリアー性多層フィルムを用いて魚肉練り製品や麺類を包装し、それらの商品寿命を延長し得ることを示した。酵母はエタノール発酵能の強力な菌株を用い、多層フィルム内面に菌体懸濁液を炭素源(グルコース)と窒素源(ペプトン)とともに塗布・乾燥して展着した。このフィルムで種々食品を包装・密閉保存したところ、それら食品中の生菌数の増加を抑制し、新鮮度(K-値)の劣化を遅延させることが示された。

これらの結果は、まず包装食品の水分が蒸散してフィルム表面の酵母菌体を活性化し、共存するグルコースを好氣的に代謝して包装内部の酸素を消費して二酸化炭素を生成する。さらに、酵母は嫌氣的に糖を発酵して二酸化炭素とエタノールに変換し、嫌氣的でしかも静菌的～殺菌的雰囲気(嫌気)で食品を包むことによると考えられる。食品の防腐手段としては従来、加熱、冷却、乾燥・塩漬・加糖等による水分活性の低減、殺菌剤の添加、酸素の除去、ガス置換、放射線照射等が利用されているが、味噌や酒の製造に用いられる発酵も食品の保存手段の一つと見ることが出来る。本研究は、食品の発酵において主役を演ずる酵母菌の示す糖類の資化・発酵力を包装材自体に保持させて、包装内容の食品の品質の維持に利用する方法を検討したものである。

引用文献

- 1) S. IMAI and I. MATSUMOTO, *Nippon Jozou Kyoukaishi*, 72, 897 (1977)
- 2) T. TOCHIKURA, T. YANO, K. YAMAMOTO and H. KUMAGAI, *Agric. Biol. Chem.*, 55, 1325 (1991)
- 3) T. YANO, Y. KUSUMI, K. YAMAMOTO, H. KUMAGAI and T. TOCHIKURA, *Agric. Biol. Chem.*, 55, 2063 (1991)
- 4) 食品衛生検査指針, 微生物編, 厚生省生活衛生局監修, (1990), p-70
- 5) T. SATO, K. ARAI and M. MATSUYOSHI, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 24, 749 (1959)