

柔軟 包裝材料를 利用한 粉末 간장의 包裝에 關한 研究

張奎燮·尹漢教·金滿秀

忠南大學校 農科大學

(1978년 6월 2일 수리)

Studies on Packaging of Spray-dried Soy Sauce by Means of Flexible Films and Their Laminates

K. S. Chang · H. K. Yoon · M. S. Kim

College of Agriculture, Chungnam National University

(Received June. 2, 1978)

SUMMARY

Fermented soy sauce was dehydrated by spray drying to form powder, and moisture sorption properties of powdered soy sauce with or without cover of the flexible films were examined on different relative humidity by using saturated salt solutions at 30°C. The results obtained were summarized as follows:

The equilibrium moisture content of spray-dried soy sauce containing 18.3% moisture was determined to 52% by graphical interpolation method, and E.M.C. of powdered soy sauce covered with plastic films decreased at low relative humidity whereas sharply increased curves were seen at high relative humidity.

The rate constant of moisture adsorption K for the powder covered with films were 66.2×10^{-5} to $225 \times 10^{-5}/hr.$, and K' became greater when film having higher water vapor transmission rate was used.

The shelf-life of powdered soy sauce covered with Al. foil/P.E. film by Brown formula at the accelerated condition of 38°C, 92% R. H. was the longest period, 164 days compared with any other films used, and the shortest period, 18 days in P.V.C. film.

緒 論

간장은 우리나라의 食生活에서 빼놓을 수 없는 調味料로서 오랜 傳統을 가진 代表的인 醱酵食品이다. 그러나 간장은 流動性 食品으로서 保存과 輸送 및 取扱에 많은 難點이 있으며 따라서 品質을 잘 保存할 수 있는 乾燥 및 包裝 方法을 開發하면 安全貯藏 및 簡便한 輸送과 아울러 食生活簡素化에도 寄與할 수 있고 非常用으로도 利用될 수 있는 長點이 있다.

一般的으로 牛乳 等과 같은 流動食品을 乾燥하는 데는 噴霧乾燥 方法이 가장 合理的이며⁽¹⁾ 柑

柑, 사과 즙스 等을 乾燥하여 粉末製品으로 하였을 때 水分吸着 및 包裝 特性을 究명한 結果^(2,3) 吸濕速度 定數 K 는 pulp 含量이 적을수록 增加하였다. 고추와 마늘을 乾燥시켜 粉末化 한 것을 plastic film으로 包裝 하였을 때 平衡水分 含量에 到達하는 日數가 5~20日 程度 短리고, Al. foil/P.E. 包裝의 shelf-life가 가장 길었다고 張等^(4,5)은 報告 하였고 Siddappa 等은⁽⁶⁾ 粉末 즙스의 平衡水分 含量을 짧은 時間內에 測定 할 수 있는 graphical interpolation isotherm에 依한 方法을 提示 하였으며, 乾燥食品의 安全貯藏 範圍에 屬하는 水分含量의 水準을 公式으로 誘導하여 發表

된 것도 있다. (7,8)

本試驗에서는 粉末간장을 防濕 包裝할 때 基礎資料를 얻기 爲하여 水分吸着特性을 究明하였고 市販 柔軟包裝材料로 實際包裝 하였을 때 吸濕性 과 貯藏期間에 關한 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

實驗材料 및 方法

1. 試 料

粉末간장을 만들기 爲하여 J社 製品의 釀造 간장을 遠心噴霧機를 使用하여 乾燥시켰다. 乾燥條件은 熱風의 流速을 0.1m/sec. 入口溫度가 110~115°C, 出口溫度가 90~95°C가 되도록 調節하였고 試料 流入量은 5~10 l/hr. nozzle의 回轉速度를 8,500 r.p.m으로 各各 하였다. 最終製品은 粒徑을 均一하게 하기 爲하여 32 mesh체에 通過시켜 試料로 使用하였고, 試料의 成分分析은 常法⁽⁹⁾에 따라 水分, 食鹽, 總窒素, 還元糖, 色度 등을 測定하였다.

2. 包裝材料 및 方法

市販柔軟 包裝材料인 polyethylene, polyvinylchloride, polyethylene/cellophane, polypropylene, aluminium foil/polyethylene 필름을 5×6cm 크기로 하여 만든 包裝袋에 粉末간장 2g을 넣어 萬能 接着機로 密封하였다. 使用한 包裝材料의 物理的 特性은 A.S.T.M.⁽¹⁰⁾에 따라 測定하였다.

3. 吸濕性 測定

(1) 平衡水分 含量 測定

Wink⁽¹¹⁾法에 依하여 Table 1에 表示된 飽和鹽 溶液을 테시케이터 下部에 넣고 30°C로 維持되는 恒溫室에 放置하여 一定한 相對濕度로 維持시켰다.

粉末包裝製品의 平衡水分含量은 重量 平衡法으로 試料 約 3g을 水分 秤量瓶(直徑 60mm, 높이 30mm)에 넣어 一定한 相對濕度가 維持된 테시케이터에 放置하면서 經時的으로 重量의 增減을 測定하여 恒量에 到達할 때까지 秤量하여 求하였고, 粉末간장 試料의 平衡水分含量은 graphical interpolation method⁽⁶⁾으로 하였다.

(2) 吸濕速度 定數 및 半增時間 算出

다음의 Pain式⁽¹²⁾을 利用하여 吸濕速度 定數를 求하였다.

$$\log \frac{X_t - X_0}{X_\infty - X_0} = -Kt \text{ (or } -K't)$$

X_0 : 初期水分含量(%)

Table 1. Relative humidity of saturated chemical solution at 30°C

Saturated chemical solution	Formula	Relative humidity(%)
Lithium chloride	LiCl	11.22
Potassium acetate	CH ₃ COOK	22.0
Magnesium chloride	MgCl ₂	32.4
Potassium carbonate	K ₂ CO ₃	43.5
Magnesium nitrate	Mg(NO ₃) ₂	51.4
Sodium nitrate	NaNO ₂	63.3
Sodium chloride	NaCl	75.2
Potassium chromate	K ₂ CrO ₄	86.3
Ammonium monophosphate	NH ₄ HPO ₄	92.0

X : t 時間後의 水分含量(%)

X_∞ : 平衡水分含量(%)

t : 放置時間(時間)

K : 粉末간장의 吸濕速度定數

K' : 粉末간장을 plastic film으로 包裝한 것의 吸濕速度定數

$\log[(X_\infty - X)/(X_\infty - X_0)]$ 을 縱軸으로 하고 t 를 橫軸으로 하여 얻은 直線式의 기울기를 吸濕速度定數 K 로 나타낼 수 있으며 平衡水分含量의 半에 到達하는데 걸리는 半增時間은 $thalf = \log 2/K$ 또는 $thalf = \log 2/K'$ 式으로 算出 하였다.

4. 包裝製品의 安全貯藏期間(shelf-life) 算出

Brown式⁽¹²⁾을 利用하여 shelf-life를 計算하였다.

$$T = \frac{(c-b)e \times 1.5 \times 10,000}{f \times d \times 150 - (75+a)}$$

T : shelf-life(日)

a : 內容品의 平衡水分含量(%)

b : 初期水分含量(%)

c : 商品價値 損失時 水分含量(%)

d : 包裝袋의 表面積(cm²)

e : 內容品의 重量(g)

f : 包裝材料의 透濕度(g/cm²/24hrs at 38°C, 92% R. H.)

結果 및 考察

1. 一般成分 및 包裝필름 特性

醱酵간장 및 噴霧乾燥간장의 一般成分分析值는 Table 2에서 보는 바와 같이 乾燥粉末의 水分含量은 18.3%였고, 食鹽은 55%였다. 使用한 國內 市販 包裝材料의 物理的 特性을 測定한 結果는 Table 3에서 나타난 바와 같이 引張強度는 P.V.C.

Table 2. Analyses of general components in soy sauce and spray-dried soy sauce tested

Sample	Moisture (%)	Sodium chloride (%)	Total nitrogen (%)	Reducing sugar (%)	Color density (O.D. at 500nm)	pH	Bé
Soy sauce	70.2	19.01	1.45	2.45	8.8	4.81	22.77
Spray-dried soy sauce	18.3	55.0	3.65	13.20	38.5	—	—

Table 3. Physical properties of packaging materials

Packaging material	Thickness (mm)	Tensile strength (kg/cm ² ·15mm)	W.V.T.R. (g/m ² /24hrs at 38°C, 92% R.H.)	Sealing condition		
				Temp.(°C)	Time(Sec.)	Pr.(kg/cm ²)
Polyethylene (P.E.)	0.04	2.4	18.6	120	1	2-3
Polyvinylchloride (P.V.C.)	0.025	19.25	28.4	130	2	2-3
Polyethylene/cellophane (Polycello)	0.04	15.83	7.7	140	5	2-3
Polypropylene (P.P.)	0.03	3.23	9.5	160	2	2-3
Aluminium foil/polyethylene	0.0055	13.14	1.6	165	8	2-3

필름이 가장 높았고, 38°C, 92% R.H.에서의 透濕度는 aluminium foil/polyethylene 필름이 1.6 g/m²/24hrs로서 가장 낮아 乾燥食品 包裝에 適合함을 보여주었다. 필름의 接着 條件은 溫度가 120~160°C, 壓力이 2~3kg/cm²에서 1~8秒 동안에 이루어 졌다.

2. 相對濕度에 따른 平衡水分含量

包裝하지 않은 粉末간장의 平衡水分含量을 두 가지 方法으로 求하여 結果를 比較한 結果 graphical interpolation 법에 의한 各相對濕度別 水分含量의 變化는 Fig. 1과 같았으며, 따라서 zero base line에 接하는 點인 52%가 平衡水分含量으로서 重量平衡法에 의한 51%보다 1%程度 差異가 있었으나 測定時間은 1/15로 短縮할 수 있었다. 이것은 Siddappa 等⁽⁶⁾이 banana 粉末을 對象으로 試驗한 두 方法의 比重에서의 類似한 차이를 나타냈으며 短時間內에 平衡水分含量을 求하는 데는 이 方法의 適用도 可能하다고 보겠다.

粉末包裝製品을 여러 相對濕度の 條件에 放置하면서 重量平衡法에 依하여 到達日數와 平衡水分含量을 測定한 結果는 Table 4와 같다. 一般의 傾向은 相對濕도가 낮은 條件에서 平衡水分含量에 到達하는 時間이 높은 條件에서 보다 더 오랜 時間이 걸렸으며 필름의 透濕도가 높은 P. V.C.와 P.E.가 낮은 透濕度の Al. foil/P.E.보

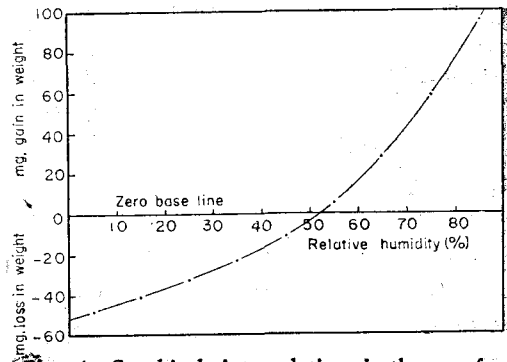


Fig. 1. Graphical interpolation isotherms for spray-dried soy sauce

다 平衡水分含量이 높은 傾向을 나타냈고 Al. foil/P.E.은 各相對濕度の 條件에 큰 變化를 받지 않고 거의 비슷한 期間後에 到達하였으며 平衡水分含量值도 類似하였다. 따라서 어떠한 乾燥食品의 包裝에서도 이와 비슷한 경향을 나타낼 것이므로 包裝材料의 價格과 製品의 安全貯藏期間을 고려한다면 polycello가 適當하다고 보겠다.

3. 粉末包裝製品의 等溫吸濕曲線

柔軟필름으로 包裝한 粉末간장을 30°C의 여러 相對濕度에서 平衡水分含量과의 關係를 나타낸 等溫吸濕曲線은 Fig. 2와 같다. 一般적으로 낮은 相對濕度 領域에서는 平衡水分含量도 적었으며 70% 以上에서는 急激히 增加하였는데 이는 多

Table 4. Relation between various relative humidity and equilibrium moisture content and different packaging materials at 30°C

R.H.(%)	E.M.C.(%)	Packaging material				
		P. E.	P. V. C.	Polycello	P. P.	Al. foil/P.E.
86.3	E.M.C.	27.5	30.7	24	25	18.3
	Time taken(days)	10	8	22	21	10
75.2	E.M.C.	26	29.0	23	23.8	18.1
	days	13	9	23	22	12
63.3	E.M.C.	24	26.7	21.6	22	18.0
	days	18	10	24	22	12
51.4	E.M.C.	19.9	20.7	19.6	19.6	17.8
	days	16	14	39	23	12
43.5	E.M.C.	19	18.8	18.9	18.7	17.8
	days	30	18	47	36	13
32.4	E.M.C.	17.7	17.7	17.8	17.6	17.7
	days	20	19	50	48	15
22	E.M.C.	16.7	17	17	16.8	17.6
	days	24	21	53	50	15
11.2	E.M.C.	16	16.3	16.2	16	17.5
	days	30	26	55	55	16

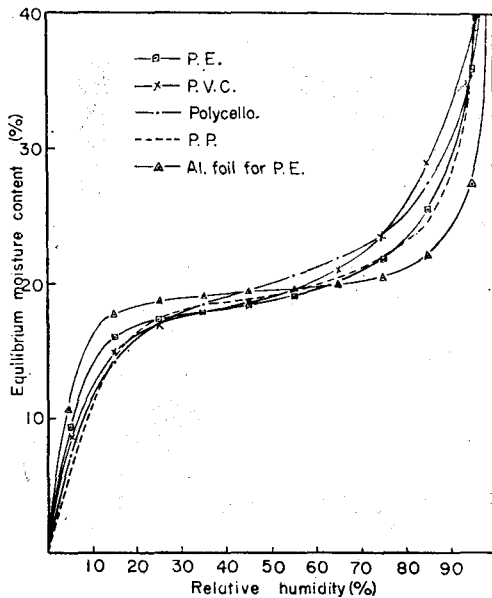


Fig. 2. Moisture adsorption curves for spray-dried soy sauce covered with flexible films at 30°C.

分子層 吸着이 이루어진 것으로 보인다. 各 包裝材料에 따른 差異는 크게 나타나지 않았으나 透濕도가 낮은 Al. foil/P.E. 필름은 20%以上에서 거의 變化를 보이지 않는 反面에 P.V.C. 나 P.E. 包裝에서는 貯藏 臨界相對濕도가 各各 67%, 75%로서 polycello의 82%보다 낮았으며 典型的인 乾燥食品의 等溫吸濕曲線인 S字 모양으로서 安全貯藏相對濕度の 範圍는 18~70%였다.

4. 吸濕速度定數와 半增時間

Pain式을 使用하여 吸濕速度定數(K, K')를 算出하기 위한 Fig. 3은 30°C, 86% R.H.에서 粉末과 4種類의 plastic film 包裝製品의 吸濕比 $\log[(X_{\infty} - X)/(X_{\infty} - X_0)]$ 에 對한 放置時間 t 의 關係를 나타낸 것으로, 粉末간장은 10時間 間격으로 水分含量의 變化를 測定하여 $\log[(X_{\infty} - X)/(X_{\infty} - X_0)]$ 를 算出하였고 包裝製品은 1日(24時間) 間격으로 5日間 測定하여 그린 直線이다. 이 直線式의 기울기 K 와 K' 는 Table 5에서와 같이 粉末이 $311.4 \times 10^{-5}/hr.$ 로서 包裝된 粉末보다 越等히 높았으며 P.V.C.가 $255.5 \times 10^{-5}/hr.$ 로서 包裝品中 가장 높았고 P.P.가 $66.2 \times 10^{-5}/hr.$ 로서 가장 낮았으며

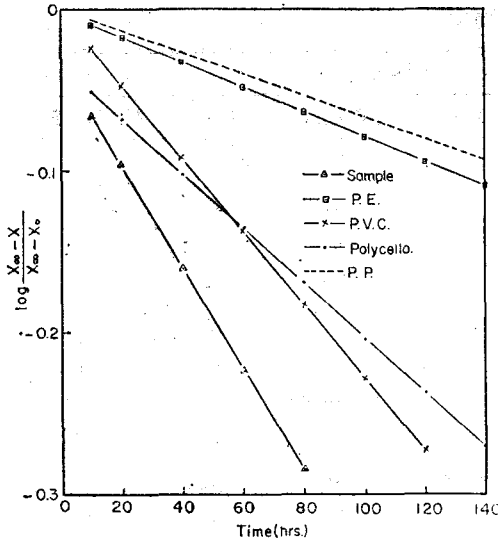


Fig. 3. Relationship between $\log\left(\frac{X_{\infty}-X}{X_{\infty}-X_0}\right)$ and t for spray-dried soy sauce and covered with plastic films at 30°C, 86% R.H.

이런傾向은透濕도와 거의一致하였다. 粉末간장의吸濕速度定數는 檳榔醬粉末의 546×10^{-5} /hr. 보다는 낮았으나 plastic film으로包裝한製品の K' 보다는 높은傾向을 나타냈다.⁽²⁾

半增時間 $t_{1/2}$ 는 K 와 反比例하므로 P.V.C.가 133時間으로 가장 짧으며 Table 4에서 平衡水分含量 到達時間이 10日(24時間×10日=240時間)로서 1일에 해당되는 120時間 보다는 약간 많으나 반드시 水分含量 增減이 時間에 正比例하는 것이 아니므로豫想한 結果가 나타난 것으로 볼 수 있겠다.

5. 製品の 安全 貯藏期間(shelf-life)

Brown式에 의한 粉末 罐장의 shelf-life를 38°C, 92% R.H.에서 測定한 透濕도를 근거로 하여 算出한 結果 P.E. 包裝이 24日, P.V.C. 18日, polycello, 84日, P.P. 53日, Al. foil/P.E.가 164日이었으며 따라서 Al. foil/P.E.가 P.V.C.보다 約 10倍 以上 貯藏期間을 延長시킬 수 있다고 보겠다. 그러나 38°C, 92% R.H.는 極限 貯藏條件으

로서 平均 貯藏條件 20°C, 70% R.H.를 基準으로 한다면 이보다 3~5倍 程度는 더 延長시킬 수 있을 것으로 본다.

마늘 粉末의 shelf-life는 200日 以上으로 이보다 훨씬 긴편인데⁽⁶⁾ 內容物의 吸濕特性과 重量에도 많은 영향을 받기 때문이다.

要 約

醸造간장을 噴霧乾燥에 의하여 粉末化하고 包裝하지 않은 粉末간장과 包裝製品の 水分吸着特性을 30°C에서 飽和 鹽溶液을 使用하여 各相對濕度에 따라 試驗하였으며 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

18.3%의 水分을 含有한 粉末간장의 平衡水分含量은 52%였으며, 包裝된 粉末간장 製品の 平衡水分含量은 낮은 相對濕度에서 減少되는 反面에 높은 相對濕度에서 急激히 增加 하였다.

粉末간장의 吸濕速度定數 K 는 311.4×10^{-5} /hr인 反面에 필름으로 包裝한 製品の K' 는 透濕도가 높을수록 높았다.

包裝製品の 安全貯藏期間을 38°C, 92% R.H.의 極限條件에서 Brown式에 依해 算出한 結果, 필름의 透濕도가 낮은 Al. foil/P.E.가 164日로서 가장 길었고 P.V.C. 包裝은 18日로서 가장 짧았다.

參 考 文 獻

- Berlin, E., Anderson, B.A. and Pallansch M. J.; J. Dairy Sci., 51, 1912(1968).
- 米安實, 井山滿雄; 日本食品工業學會誌, 22, 275(1975).
- Victor, A. Turkot and Howard I. Sinnamon; Food Tech. Oct. 506(1955).
- 張奎燮, 金載勳; 韓國農化學會誌, 19, 145 (1976).
- 張奎燮, 尹仁和, 韓判柱; 農事試驗研究報告, 17, 39(1975).
- Siddappa G. S. and Nanjumdaswamy A.M.; Food Tech, Oct. 533(1960).

Table 5. Rate constant of moisture adsorption (K,K') and half-time at 30°C, 86% R.H.

	Sample	P. E.	P. V. C.	Polycello	P. P.
K or K' × 10 ⁻⁵ /hr.	311.4	83.1	225.5	167.7	66.2
t or t' hr.	96.7	36.2	133	180	455

7. Salwin H.; Food Tec. Sep. 1114(1963).
8. 浜野光年, 青山康雄, 横塚保; 日本食品工業學會誌, 19, 503 (1972).
9. 山田正一; 醸造 分析法 213(1956).
10. A.S.T.M. Standards, Part 15, 187(1966).
11. Wink, W.A. and Sears, G.R.; TAPPI, 33,96 A(1950).
12. Heiss R.; Modern Packaging 31,119 (1958).
13. Paine F.A.; Fundamentals of Food Pckaging (1970).