

乾燥粉末 食品의 水分 特性에 關한 比較 研究

朴吉童·金東源*

韓國人蔘煙草研究所, 信興實業專門大學*

(1982년 5월 12일 접수)

Characteristics of Water Vapor Sorption Phenomona of Powdered Foods

Kil Dong Park and Dong Won Kim*

*Korea Ginseng & Tobacco Reseach Institute, Seoul Shin Heung Junior College**

(Received May 12. 1982)

Abstract

This study was conducted to investigate the water vapor permeability of packaging film, Al-foil laminated paper, and sorption properties of dehydrated and powdered foods.

The results are as follows.

1. Absorption rate of each products was greatly affected by physicochemical properties of foods rather than initial moisture contents of the products.
2. The absorption rate of each products were in the order of freeze dried coffee, spray dried coffee, freeze dried ginseng extract, spray dried ginseng extract, ginger tea, black tea, citrus juice powder and ssang wha tea.
3. Most of the products such as freeze dried coffee, spray dried coffee, freeze dried ginseng extract, ginger tea and black tea have shorter than a month of shelf life.
4. The stability of the products were greatly affected by its desorption properties than the degree of desorption of moisture.
5. Water vapor permeability of packaging materials which are laminated Al-foil with polyethylene and glassin paper were mainly affected of thickness of Al-foil and polyethylene.

緒 論

乾燥食品中の 水分特性을 理解 한다는 것은 食品加工의 側面에서 매우 重要한 것으로 加工中의 乾燥나 包裝環境條件 또는 貯藏條件設定에 必要하다. 따라서 製品의 品質과 安定性에 影響을 주는 水分의 調節을 爲하여 全體의 水分含量보다는 平衡相對濕度나 水分活性度가 더 關聯性이 있다는 것이 現在 一般的으로 認識되고 있다.

乾燥粉末製品의 水分含量의 增加나 減小는 溫度와 濕度에 따른 것으로, Wilson과 Fuwa¹⁾ 등은 水分含量 變化는 絶對濕度보다는 相對濕度의 作用에 따라서 製品의 水分含量이 變한다는 것

을 報告하였고, Makower 等²은 乾燥野菜의 平衡水分含量에 對하여, Karel 等³은 相對湿度와 褐色化反應速度를, Rockland⁴, Labuza, Hendersón 및 Langmuir 等^{5,6,7}은 水分活性도와 等溫吸濕曲線을 報告한 바 있으며 그 外에 많은 研究者들이 各 製品의 等溫吸濕曲線을 報告하였다. 著者等^{8,9}은 紅蔘精粉 및 粉末 製品의 等溫吸濕曲線과 貯藏溫度 및 各 製品의 保管壽命을 包裝 材料와 關聯하여 報告한 바 있다.

本 研究에서는 嗜好食品으로 널리 愛用되는 市中 茶類粉末 製品의 吸濕速度, 脫濕特性, 그리고 吸濕率에 對한 half value period(HVP) 및 Shelf life(保管壽命)를 比較檢討하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

粉末 Coffee, 冷凍건조 Coffee, 粉末오렌지 주스(sugar 89.6%, citric acid 4.7%, Na-CMC 0.48%, Vitamin A 0.03%, Vitamin C 0.415%, 其他 含有) 生薑茶, 그리고 紅茶(澱粉糖 75%, 紅茶 Extract 25%) 製品, 雙和茶(당키31.5%, 황기1.5%, 천궁15.5%, 숙지황2.5%, 감초5.5%, 백작약2.2%, 계피1.3%, glucose 40%) 製品, 紅蔘 噴霧 및 冷凍乾燥 製品은 부여 高麗人蔘 廠 製品을 試料로 使用하였다.

2. 方 法

가. 水分의 吸濕速度測定: Rockland의 鹽溶液法¹⁰에 따라서 溫度 37°C, 75%RH의 Desiccator에 넣고 Incubator에 2日間 放置한 後 試料瓶(φ25×60mm)에 2g을 採取하여 다시 Desiccator에 넣어서 一定時間마다 重量의 增加量을 測定하였다.

나. 水分의 脫濕率測定: 試料瓶(φ25×60mm)에 5g의 試料를 採取한 後 溫度 50°C, RH30%로 調節한 恒溫恒濕器에 넣어 一定時間마다 秤量하여 減少量을 測定하였다.¹¹

다. Aluminum foil 적층 材質의 水分透過率 比較^{12,13}: Rockland 方法에 準하여 鹽溶液을 調製하고 相對湿度 91%, 溫度 37°C의 Incubator에서 一定面積을 가진 透濕 cup에 各 試料를 넣고 95 μm Al-foil laminated paper(Glassin 26 μm+PE17 μm+Al-foil 9 μm+PE 17 μm+Glassin 26 μm)로 봉합한 後 透濕되는 水分含量을 24時間마다 測定하여 增加量을 比較하였다. 또한 各 接着紙에 對한 透濕率比較는 Aluminium foil 7 μm에 PE(18 μm) 및 Glassin paper(26 μm)를 接着한 95 μm·材質, 그리고 여기에 PE(25 μm)로 두겹게 接着시킨 120 μm材質, Aluminium foil을 전혀 使用하지 않은 65 μm의 원단을 購入하여 材料의 透濕率을 比較하였다.

라. 脫濕속도 計算: 水分의 吸濕速度는 全等¹⁴의 方法에 따라서 기울기 값과 절편의 값을 計算하였으며 水分의 脫濕에 對한 水分特性 比較는 Roman의 方法¹⁵에 依하여 計算하였다.

結果 및 考察

1. 製品의 水分含量과 水分特性

乾燥粉末 製品의 水分含量을 105°C에서 3時間乾燥하여 그 減量을 水分含量으로 計算한 結果, 粉末 주스 0.08%, 生薑茶 2.12%, 冷凍건조 coffee 2.17%, 紅茶 3.75%, 粉末 coffee 3.52%, 紅蔘噴霧건조精粉 7.08% 그리고 雙和茶는 8.73%이었다. 各 製品의 限界水分量을 보면 粉末

주스는 0.2% 以下로 水分含量이 가장 낮고 冷凍 coffee 2% 以下, 粉末 coffee 3% 以下, 紅蔘의 噴霧 건조精粉 및 冷凍 건조精粉은 6% 以下로 製品別 特性에 따라 含水基準에 달리 規定하고 있는 것과 比較하여 보면 冷凍 coffee, 粉末 coffee, 紅蔘 冷凍乾燥精粉은 規定含量 以上의 水分이 吸濕되어 있음을 알 수 있었다. 이들 製品을 相對濕度 75%, 溫度 37°C에서 時間經過에 따른 吸濕率을 比較하여 보면 Fig. 1 및 2와 같다. 즉 吸濕率을 보면 冷凍乾燥 coffee > 粉末 coffee > 紅蔘 冷凍乾燥精粉 > 紅蔘 噴霧乾燥精粉 > 生薑茶 > 紅茶 > 粉末 주스 > 雙和茶의 順으로 製品 自体의 水分含量 보다는 性状, 構成成分 등의 特性에 起因하는 것으로 나타났다.

Fig. 2에서 各 製品의 기울기 절편, 그리고 相關性은 Table 1과 같다. Fig. 2 및 Table 1에서 各 製品의 기울기의 값은 吸濕과 有意性을 나타내지 않으나 절편의 값과는 有意性이 있는 것

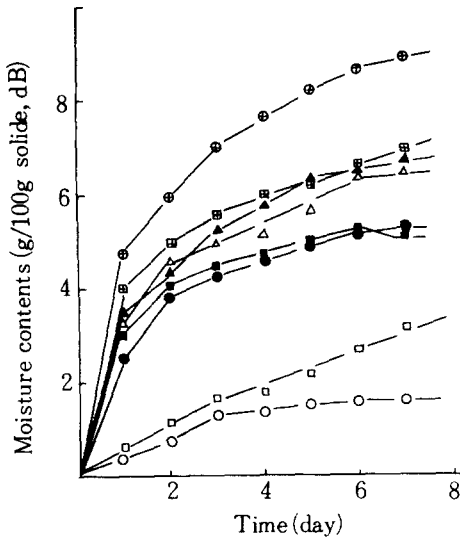


Fig. 1. Time course changes in moisture contents increased of dehydrated food at 37°C 75% RH

- : ssang wha tea
- : ginger tea
- : black tea
- : citrus juice powder
- △- : spray dried ginseng powder
- ▲- : freeze dried ginseng powder
- 田- : spray dried coffee powder
- ⊕- : freeze dried coffee powder

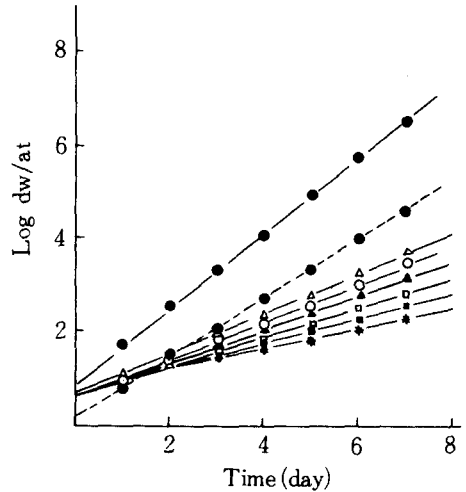


Fig. 2. Semi-logarithmic plot of adsorbed rate as a function of time for dehydrated food.

- : citrus juice powder
- : black tea
- △- : freeze dried ginseng powder
- : ssang wha tea
- : ginger tea
- ▲- : spray dried ginseng powder
- : freeze dried coffee powder
- *- : spray dried coffee powder

으로 雙和茶 < 粉末 주스 < 紅茶 < 生薑茶 < 紅蔘 噴霧乾燥精粉 < 紅蔘 冷凍乾燥精粉 < 粉末 coffee < 冷凍乾燥 coffee의 順으로 절편의 값이 클수록 水分의 吸濕이 빠르며 初期 水分吸濕率과 吸濕抵抗性의 關係가 있음을 나타냈다.

Table 1. Various data calculated by sorption rate equations of dehydrated food.

Products	Slope	Intercept	Correlation coefficient value
GFD	0.409	0.83	0.984
GSD	0.382	0.83	0.997
CSD	0.283	0.906	0.994
CFD	0.326	0.992	0.998
GTD	0.292	0.800	0.9784
BTP	0.375	0.740	0.9722
TSP	0.830	0.0917	0.997
SHT	0.68	0.021	0.981

GFD : freeze dried ginseng powder

GTD : ginger tea

GSD : spray dried ginseng powder

BTD : black tea

CSD : spray dried coffee powder

TSP : citrus juice powder

CFD : freeze dried coffee powder

SHT : ssang wha tea

2. 製品의 吸湿反應速度와 Shelf life 및 Halfe value period

乾燥粉末食品은 成分의 安定性이 높아 長期間 貯藏 및 流通될 수 있는 加工製品으로서 생각되어 왔으나 製品에 따라 그 物理的 性状이나 形態가 變하므로 價値를 잃어버리는데 특히 水分의 吸湿에 依한 影響이 크므로 各 製品의 水分吸湿反應速度를 보면 Fig. 3과 같다.

初期反應速度를 Zero-order 反應方程式의 一般的인 式으로 나타내면¹⁶ $Y=mx+b$ 가 되며 各 製品을 式으로 나타낸 기울기의 값으로부터 shelf-life D_{90} ¹⁶의 값과 Halfe value period, D_{50} ¹⁷의 값을 求하면 Table 2와 같다. Fig. 3과 Table 2의 反應速度 順으로 보면 冷凍乾燥 coffee > 粉末 coffee > 紅參噴霧乾燥精粉 > 生薑茶 > 紅參冷凍乾燥精粉 > 紅茶 > 粉末juice > 雙和茶의 順으로 나타났다. shelf-life를 보면 冷凍乾燥 coffee, 粉末 coffee, 紅參噴霧乾燥精粉, 紅參冷凍乾燥精粉, 生薑茶, 紅茶 등은 1個月以內로서 매우 짧은 shelf-life를 나타내고 있다. 그러므로 保管壽命을 延長하기 爲해서는 製品의 水分吸湿反應速度의 기울기 값을 작게 해줌으로서 變化를 防止할 수 있으므로 物理化學的 特性의 變化를 주거나 外部環境條件으로부터 影響을 받지 않도록 製品의 特性에 맞는 適切한 包裝이 必要하다. coffee에 있어 shelf-life에 影響을 미치는 要因들은 水分과 酸素로서 香氣나 製品의 損傷에 影響을 주는 指標로 하여 RH100%에서 3~4日, 50%에서 7~8日, 그리고 相對濕度가 0%일 때에는 3~4週의 shelf-life를 갖는다고 한 結果와 比較하였을때 2倍나 더 긴 shelf-life를 갖는 것은 shelf-life의 測定指標의 差異에 起因하는 것으로 생각된다.

3. 各 製品의 脫湿特性 比較

製品은 一定한 地域에서만 流通되는 것이 아니고 그 過程中 여러가지 環境條件에 놓이게 된다. 그러므로 環境條件變化에 따른 製品의 變化를 알기 爲해 相對濕度 32%, 溫度 50℃에서 比較한 것은 Fig. 4와 같다. 이 結果 冷凍乾燥 coffee를 除外하고는 雙和茶, 粉末coffee, 紅茶,

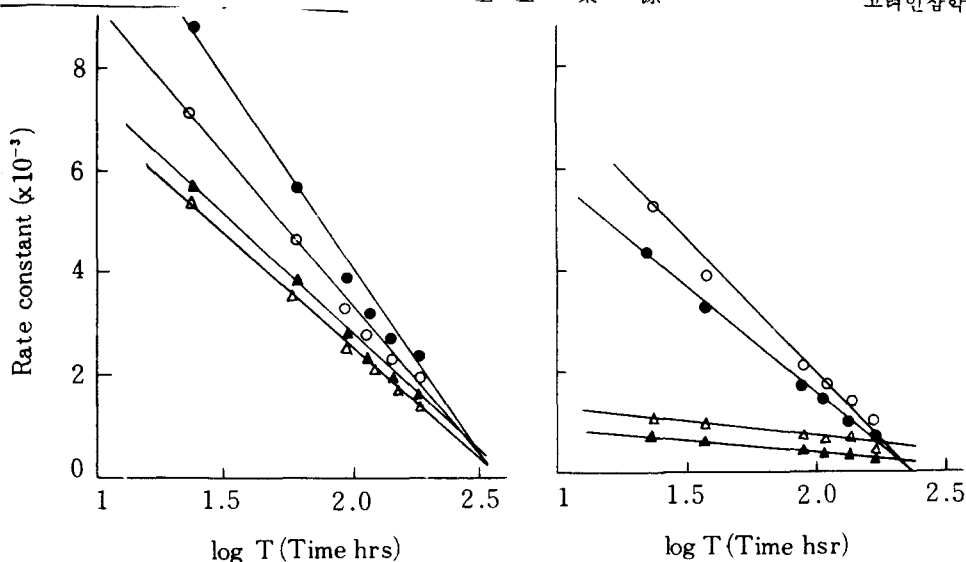


Fig. 3. First order plots for the adsorption of moisture in the dehydrated food at 37°C at 75% RH.

- A; -●- : Freeze dried coffee -▲- : Freeze dried ginseng extract powder
 -○- : Spray dried coffee -△- : Spray dried ginseng extract powder
 B; -○- : Ginger tea -△- : Black tea
 -●- : ssang wha tea -▲- : Citrus juice powder

Table 2. Kinetic data describe the adsorption of moisture in dehydrated foods.

Products	Moisture (%)	m	b	r	D1/2	D 90
FDRGEP	7.08	4.557	11.515	0.994	15.2	23.04
SDRGEP	4.51	4.935	12.303	0.989	14.04	21.28
SDCP	3.52	6.378	15.501	0.989	10.87	16.46
FDCP	2.17	7.765	19.142	0.985	8.92	13.52
Black tea	3.75	3.736	9.347	0.995	18.55	28.10
Ginger tea	2.13	4.867	11.917	0.993	14.24	21.57
CJP	0.08	0.424	1.678	0.818	1634	2476
Ssang wha tea	8.73	0.423	1.347	0.979	1638	2482

*FDRGEP:Freeze dried red-ginseng powder m :Slope
 SDRGEP:Spray dried red ginseng powder b :Intercept
 SDCP :Spray dried coffee powder r :correlation
 FDCP :Freeze dried coffee powder coefficient value
 CJP :Citrus juice powder
 D 1/2 :Half-value period
 D90 :Shelfe life period

生薑茶等 모든 製品이 脱湿現象을 많이 나타냈으며 水分의 變化가 가장 적은 것은 粉末juice였다. 이것을 反對函數로 나타내면 Fig. 5와 같다. Fig. 5에서와 같이 各 製品에 따라 2個 또는 1個의 直線을 나타내는데 紅茶, 生薑茶, 雙和茶, 粉末 coffee 등은 1個의 直線을 紅蔘噴霧乾燥精粉, 紅蔘冷凍乾燥精粉, 冷凍乾燥 coffee, 粉末juice는 2個의 直線을 나타냈다.

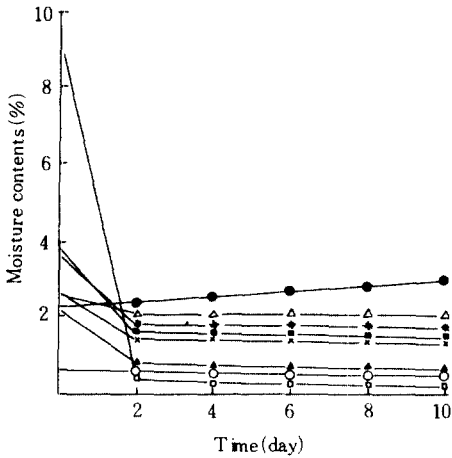


Fig. 4. Desorption of water from dehydrated food at 50°C, 32% RH

- : Freeze dried coffee
- △- : spray dried ginseng powder
- : spray dried coffee
- : Black tea
- ×- : freeze dried ginseng powder
- ▲- : Ginger tea
- : citrus juice powder
- : Ssang wha tea

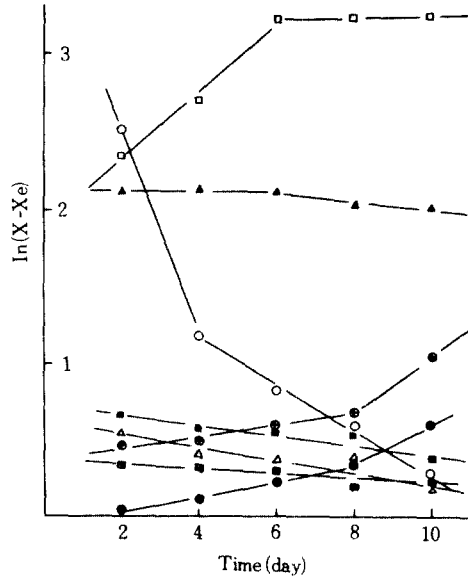


Fig. 5. Semilogarithmic plot of desorbed water content as a function of time for dehydrated food at 50°C, 39% RH

- : citrus juice powder
- ▲- : ssang wha tea
- : Freezg dried coffee
- : black tea
- ⊕- : spray dried ginseng powder
- : freeze dried ginseng powder
- △- : spray dried coffee
- 田- : ginger tea

Roman 等¹⁵⁾은 水分의 脱湿이 높은 첫번째의 段階를 外的環境條件에 따라서 쉽게 影響을 받을 수 있다고 說明하고 있으며 脱湿率이 낮은 두번째의 段階를 内外인 影響을 받는다고 하였다. 이와 같은 結果를 水分의 脱吸濕에 依한 製品의 損傷에 变化 有無를 알 수 있는 것으로서 平衡 水分含量은 溫度变化에 따라 變하게 되는데 이 때 製品의 特性에 따라 物理·化學的 性質이 變함을 意味한다. 即 2個의 直線을 나타내는 紅參冷凍乾燥精粉 및 紅參噴霧精粉은 溫度变化에 따라서 凝固되거나 結晶化되는 傾向을 나타냄을 알 수 있다. 그外 粉末 coffee나 冷凍乾燥 coffee 등도 物理的 性質의 变化는 있었으나 水分含量에 따라서 多少 差異가 있었다.

4. 包裝材料와 製品의 水分 吸濕特性

乾燥粉末製品은 外氣環境條件의 變化에 依해 値를 쉽게 損失하게 됨으로 保存에 必要한 包裝이 要求되며 製品에 따라서 要求하는 包裝材質도 各各 다르므로 그 特性에 맞는 材質을 選擇하기 爲하여 乾燥粉末製品에 一般的으로 重要하게 使用되는 몇 가지 防濕接着紙의 水分透過率을 調査한 것은 Fig. 6이다. Fig. 6에 나타난 것과 같이 材質의 構成에 따라 透過率이 差를 나타내고 있는데 特히 Aluminum foil의 두께와 polyethylene의 두께 差異에 따라서 透濕率에 큰 影

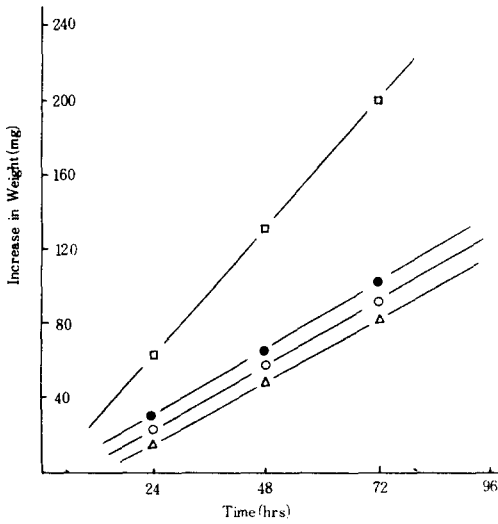


Fig. 6. W. V. T. R determination of each barrier material (Al-foil laminated paper)
 □-□ : Glassin paper+P. E+Glassin paper 65 μ m
 ●-● : Glassin+P. E+Al-foil (7 μ m) + PE+Glassin 95 μ m
 ○-○ : Glassin+PE+Al-foil (9 μ m) + P. E+Glassin 95 μ m
 ▲-▲ : Glassin+PE+Al-foil (7 μ m) + PE+Glassin 120 μ m

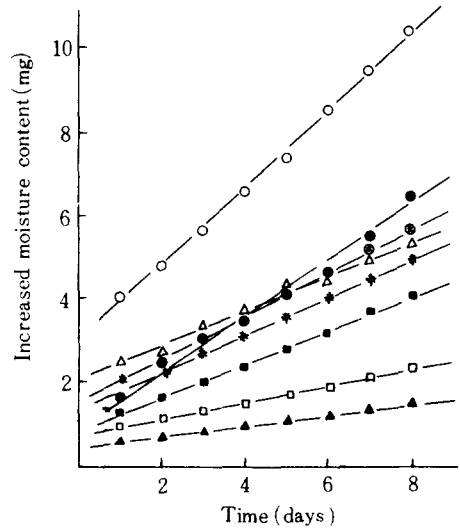


Fig. 7. Water vapor transmit rate determination of barrier material (Al-foil glassin paper qu) in various dehydrated food.
 -○- : freeze dried coffee
 -■- : black tea
 -●- : freeze dried ginseng powder
 -⊛- : ginger tea
 -△- : spray dried ginseng powder
 -* : spray dried coffee
 -□- : citrus juice powder
 -▲- : ssang wha tea

響을 주고 있음을 알 수 있다. Aluminum foil은 防湿性이나 保香性이 높은 것으로 나타낸 결과와 比較할 때¹⁷⁾ 乾燥粉末製品的의 保存特性에 必要한 材料로 看做되어 진다. Aluminum foil (9 μ m)에 glassin paper와 polyethylen으로 接着 시킨 材料(두께 93 μ m)를 使用하여 各 製品的의 水分吸湿率을 調査한 것은 Fig. 7과 같다. Fig. 7과 같이 材料를 통한 水分吸湿率은 製品的의 吸湿速度에 따라 나타났고 이 결과 製品的의 吸湿特性에 따름을 알 수 있다. 冷凍 coffee는 높은 吸湿率을, 그리고 粉末 coffee, 紅茶, 生薑茶, 紅蔘精粉, 紅蔘冷凍乾燥精粉 等은 中程度, 粉末쥬스, 雙和茶는 낮은 吸湿率을 나타내고 있다. 이와 같은 결과는 環境條件에 따라서 多少 다르게 나타날 수 있지만 製品的의 安定性을 爲해서는 몇가지 製品的의 水分含量調整과 防湿材料의 改善이 必要하다고 사료된다.

要 約

水分含量이 乾燥粉末製品的의 特性과 安定性에 미치는 影響을 比較調査하기 爲하여 粉末製品類의 水分含量과 水分脫吸湿特性 그리고 防湿材料를 통한 各 製品的의 水分增加率을 測定하였다.

- 1) 各 粉末製品的의 吸湿速度는 製品的의 水分含量보다 物理·化學的 特性에 依한 影響이 컸다.
- 2) 各 粉末製品的의 吸湿速度는 冷凍乾燥coffee > 粉末 coffee > 紅蔘冷凍乾燥精粉 > 홍삼噴霧 건조

精粉>生薑茶>紅茶>粉末juice>雙和茶의 順이었다.

3) 水分吸濕에 依한 shelf life는 冷凍乾燥 coffe, 粉末 coffee, 紅參噴霧乾燥精粉, 紅參冷凍乾燥精粉, 生薑茶, 紅茶는 1個月以內로 짧게 나타냈다.

4) 粉末製品의 變化要因은 脫濕量의 差異보다 製品의 脫濕特性에 依한 影響이 큼을 나타냈다.

參考文獻

1. Wilson, R. E. and Fuwa J.: *Ibid*, **14**, 913 (1922)
2. Makower B and Dehortiy.: *Industrial and Engineering Chemistry*, **35**, (2) .2 (1968)
3. Karel M. and Nikerson J. T. R.: *Food Technology*, **18**, 1214 (1964)
4. Rockland L. B., : *Food Technology*, **23**, 1241 (1969)
5. Labuza J. P. and Saltmarch M.: *J. Food Science*, **45**, 1231 (1980)
6. Henderson S. M.: *Agricultural Engineering*, **1**, 29 (1952)
7. Langmuir I.: *J. Am Chem, Soc*, **40**, 1361 (1918)
8. 朴吉童, 崔鎮浩, 成絢淳, 洪淳根: 韓國食品科學會誌, **13** (4) 314 (1981)
9. 朴吉童, 金友政, 崔鎮浩, 梁宰源, 成絢淳: 高麗人蔘學會誌, **5** (1) 1 (1981)
10. Rockland L. B: *Anal, Chem*, **32**, 1375 (1960)
11. Sivetz M, and Foote H. E., : *Coffee processing Technology* AVI (1967)
12. 한국공업규격협회 : 한국공업규격KSA 1013 (1965)
13. Pain F. A.: *Fundamentals of Packaging*, Newnes Butterworths (1974)
14. Chung J. K. and Suh C. S. : *J. Korean Agr. Chem. Soc*, **23** (1) 1 (1980)
15. Roman G, Rotstein E. and Urbicain M. J.: *J. Food Science* **44** (1) 193 (1979)
16. Connors K. A. Amidon G. L. and Kennon L.: *Chemical Stability of pharmaceuticals*, John wiley & Sons New York (1979)
17. Kwoh H. H. Breyer J. B. and Fior : *Food Technology* **22**, 1111 (1968)