

韓國產 마늘의 乾燥特性에 關한 研究

食品加工科 馬 相 朝
助 教 授
食品加工科 趙 德 鳳
副 教 授

I. 서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 百合科에 속하는 鱗莖作物로서 그 원산지가 중앙아시아와 지중해 연안 등으로 傳해지며, 古來로 香用食品과 醫藥品으로 널리 사용되었다. 建國神話에도 마늘이 등장하였듯이 우리의 식생활에 빼놓을 수 없는 調味料로서 해마다 그 생산량이 늘어나 1980年代에 年平均 19萬톤 이상으로 세계 4位의 주요 생산국이다.^{1,2)}

貯藏, 供給 및 加工의 前提條件으로서 乾燥 또는 豫備乾燥를 必須로 하는 주요 농산물로 국내에서 생산되는 것으로는 米, 大麥, 감자, 고구마, 고추, 마늘 및 鹽擔배 등이 있다.

乾燥食品의 貯藏安定性은 그의 水分含量에 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다.³⁻⁶⁾

李⁷⁻⁹⁾는 벼, 보리 그리고 그 밖의 穀物의 乾燥特性和 乾燥設備의 실험에서 40~50°C의 범위의 온도를 사용했으며, 벼에 대한 最適 乾燥溫度는 건조벼의 germination activity를 떨어뜨리며, 穀類의 특성을 物理·化學적으로 변화시킨다고 보고하였다.¹⁰⁾

延^{11,12)}은 길보리와 쌀보리의 경우, 國內 檢査規格 水分含量인 14%에 도달하는데 소요되는 乾燥日數는 脫穀前에는 1~2日, 脫穀後에는 1~1.5日였었다고 한다. 또한 벼의 國內 檢査規格 水分含量인 16%에 도달하는데 소요되는 乾燥日數는 脫穀前에는 1.5~6日, 脫穀後에는 1.5~2.2日였었다고 한다.

한편, 林¹³⁾은 여러가지 貯藏條件 중에서 貯藏溫度를 2°C, 相對濕度를 75%로 하였을 때 가장 좋은 長期貯藏의 효과를 얻을 수 있었다고 보고하였으며, 孫¹⁴⁾은 콩우유의 건조비율을 相對濕度別로 20°C에서 저장 중 平衡水分含量에 도달하기 전에 過吸濕 경향을 보였으며 저장중의 吸濕速度는 모든 相對濕度에 높은 相關係數를 갖는 $\log(dw/dt) = b \log t + \log a$ 의 關係式으로 계산이 가능했다고 보고하였다.

정¹⁵⁾은 紅玉을 시료로 하여 乾燥條件을 다르게 하여 乾燥特性, 수분이동현상, 乾燥 중 시료온도 및 內部水分의 분포를 조사하여 사과와 수분확산계수는 $1.1470 \sim 2.2148 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sec}$, 확산활성화 에너지는 6.6 kcal/g mole 이었음을 보고하였다.

지금까지 연구되어 온 마늘의 貯藏法으로는 發芽抑制劑(Maleic hydrazide)의 처리,¹⁶⁾ 저온저장,¹⁷⁾ CA貯藏¹⁸⁾ 등이 있으며, 貯藏容量 부족과 貯藏費의 過多 등 문제점이 있어 端

境期の 물가안정은 물론 효과적인 貯藏法の 개발로 식품의 貯藏 중 막대한 손실을 막아야 할 것이다.

國內에서의 마늘의 收穫期는 지역에 따라 다소 차이가 있겠으나 평균 6월(Table 1 참조)이며, 多濕한 6월의 氣候(月平均 相對濕度: 77.4%)와 7월, 8월의 雨季 때문에 효과적인 건조와 안전한 長期貯藏이라는 입장에서 많은 문제를 안고 있다.

Table 1. Harvesting time and the relative humidity and the quantity of solar radiation at the harvesting time of major Korean agricultural products which require a drying process.

Name of produce	Harvesting Time (Month)	Relative Humidity (%)	Solar Radiation in KJ/m ² day
Rice (<i>Oryza sativa</i> L.)	October	72.5±4.5	10,500
Barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	June	77.4±6.4	12,200
Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	June	77.4±6.4	12,200
Onion (<i>Allium cepa</i> L.)	July-August	78.2±5.5	12,800
Red pepper (<i>Capsicum annum</i> L.)	October-November	72.3±4.5	9,100
Garlic (<i>Allium sativum</i> L.)	June	77.4±6.4	12,200
Potato (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	June	77.4±6.4	12,200
Sweet potato (<i>Ipomoea batatas</i> Lam.)	October	72.5±4.5	10,500
Ginger (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe)	October	72.3±4.5	9,100

마늘의 等温吸濕에 관한 연구는 주로 1970年代 후반에 시작되었으며, 張 등¹⁹⁾은 한국에서의 고추 및 마늘의 年間 1인당 소비량은 대략 2.2kg, 2.6kg이며, 마늘의 最適 乾燥條件(재래식 건조방법)으로 乾燥溫度 60°C, 乾燥時間 12시간, 堆積 0.303g/cm, 그리고 aluminum/polycello 필름주머니에 貯藏한 마늘의 저장수명은 435일이었고, 이것은 재래식방법에 의한 貯藏 중 가장 나은 貯藏法이었다고 한다. 또한 분말고추, 분말마늘의 等温吸濕曲線(27°C)의 연구결과도 보고하고 있다.

한편, 마늘의 水分含量이 60~62%에 달할 때까지 통풍이 잘되는 陰地에서 예비조건을 행하는 것이 중요하다고 한다. 그리고 0.1mm 두께의 polyethylene film 포장을 한 후, 0°C와 2°C 사이의 貯藏溫度에서 저장하는 것이 바람직하다고 한다.²⁰⁾

趙 등²¹⁾은 放射線照射와 自然低溫에 의한 마늘의 상업적 저장법을 개발을 목표로 수확 후 1개월 된 마늘에 ⁶⁰Co γ -선을 50, 100 및 150Gy 照射시킨 뒤 自然低溫 貯藏庫(12±6°C, 75~85%RH)에 10개월 동안 저장하면서 理化學的 特性을 검토한 결과, 수확 후 마늘에 100 Gy 정도의 γ -선을 조사하여 10°C 내외의 自然低溫貯藏庫에 저장함으로써 그 품질을 비교적 우수하게 10개월 이상 보존할 수 있었다고 보고하였다.

이와 같이 최근 마늘의 長期貯藏에 관한 연구논문이 발표되긴 하였으나, 생마늘이나 細斷 乾燥된 마늘의 乾燥特性과 乾燥機作에 관한 연구는 그리 많지 않은 듯하다. 따라서 생마늘과 細斷 乾燥된 마늘의 等温吸濕機作과 乾燥機作에 관하여 실험하였기에 보고하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

實驗에 使用한 乾燥機와 實驗裝置

- (1) 乾燥機: 強制循環式熱風乾燥機(0.5kw의 熱線 3개가 熱源으로 裝置되어 있음)
- (2) 制御 및 測定裝置
 - a. 溫度制御裝置, 精밀도 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$
 - b. 風速測定器(Biram anemometer)
 - c. 風速範圍; 自然對流, 0.5m/sec .
- (3) 恒溫恒濕槽

乾燥過程

試料은 stainless steel로 된 선반($34\text{cm} \times 43\text{cm} \times 15\text{cm}$) 위에서 堆積 두께 1.5cm 로 熱風乾燥機內에서 乾燥시켰다. 乾燥曲線은 乾燥時間 15分마다 試料을 채취하여 水分含量을 측정함으로써 決定하였다.

等溫吸濕曲線의 決定

各種 飽和鹽溶液이 들어 있는 chamber에 넣어 30°C 에서 9일간 貯藏하였다. 相對濕度(RH)는 Rockland의 方法²²⁾ 및 Houston의 方法²³⁾에 의하여 各種 飽和鹽溶液으로 RH 12~92%가 되도록 조정하였으며, 試料을 經時的으로 꺼내어 무게를 칭량한 후 무게의 변화에서 試料의 水分含量을 계산하여 水分含量과 水分活性度와의 關係를 밝히었다.

III. 결과 및 고찰

粉末 및 細斷 乾燥된 마늘의 等溫吸濕曲線

곰팡이의 生育이 가능한 最小平衡相對溫度는 약 70%로 알려져 있기 때문에 본 실험에서는 일정한 溫度(30°C)에서의 粉末 및 細斷 乾燥된 마늘의 水分含量과 平衡相對濕度와의 關係를 측정·검토하였는데 이 실험에 사용한 마늘은 收穫後 즉시 본 실험실에 가져온 것이었다.

이상의 실험결과는 Fig. 1과 2, 그리고 Table 2, 3에 表示하였다. Fig. 1, 2의 等溫吸濕曲線中 粉末마늘의 경우에는 水分含量 8%, 細斷 乾燥된 마늘의 경우에는 9% 이하에서는 실험하지 않았다.

한편, Pruthis(1959)에 의하면, 粉末 乾燥마늘의 最適 水分含量은 8~9%라고 한다.

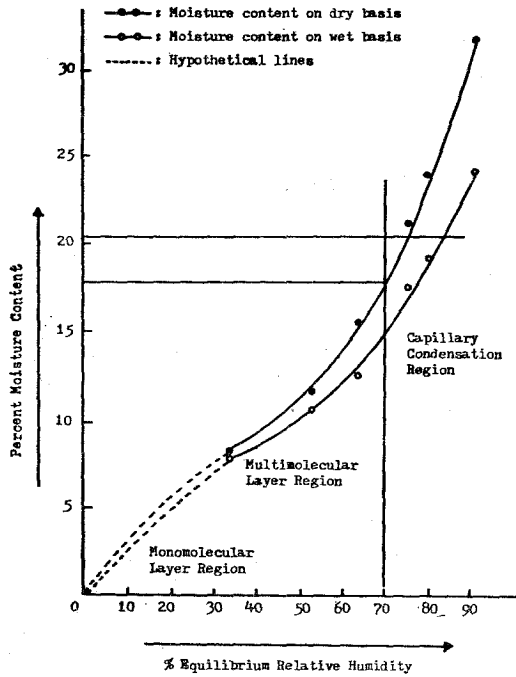


Fig. 1. Moisture sorption isotherm for powdered garlic. (30°C)

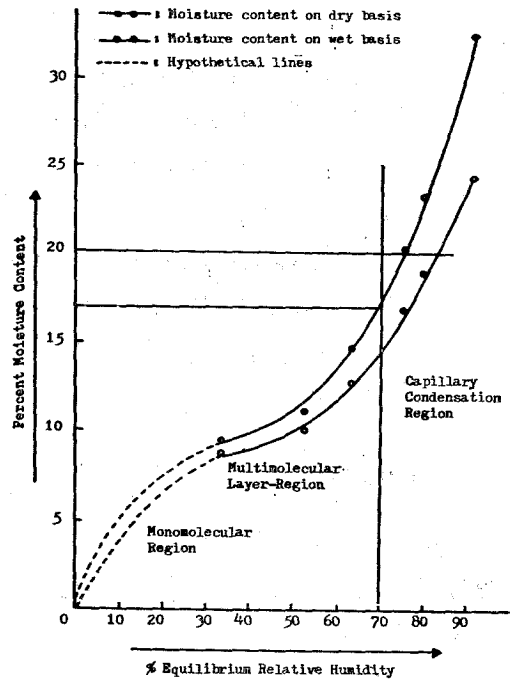


Fig. 2. Moisture sorption isotherm for sliced garlic (30°C)

Table 2. Moisture sorption isotherm for powdered Garlic determined at 30°C.

ERH (%)	EMC (%)	
	Dry Basis	Wet Basis
32.8	8.2	7.6
52.0	11.6	10.4
63.3	15.6	12.5
75.6	21.3	17.6
80.0	23.9	19.3
90.7	31.8	24.1

ERH: Equilibrium relative humidity above various salt solutions saturated at 30°C.
EMC: Equilibrium moisture content.

Table 3. Moisture sorption isotherm for sliced Garlic determined at 30°C.

ERH (%)	EMC (%)	
	Dry Basis	Wet Basis
32.8	9.6	8.8
52.0	11.2	10.1
63.3	14.7	12.8
75.6	20.2	16.8
80.0	23.1	18.7
90.7	31.7	24.1

ERH: Equilibrium relative humidity above various salt solutions saturated at 30°C.
EMC: Equilibrium moisture content.

Fig. 1, 2에서 보는 바와 같이 粉末 乾燥마늘과 細斷 乾燥마늘의 限界水分含量은 各各 17.6%와 16.8%(dry basis)였었다. 粉末 및 細斷 乾燥마늘의 水分含量의 最大許容値는 정부의 農産物檢査規格集에는 아직 規定되어 있지 않다.

생마늘의 乾燥機作

실험재료로 사용한 생마늘의 收穫後의 水分含量은 약 68%이었다. 乾燥溫度가 60°C 以上 이 되면 생마늘의 각종 향기성분을 비롯한 여러 成分의 물리적 변화가 문제가 된다. 즉, 乾燥溫度 60°C 이상에서는 熱에 의하여 allyl sulfide나 기타의 揮發性 향기성분들이 분해되기 때문에 바람직한 乾燥溫度가 되지 못한다.

건조공기의 相對濕度는 70% 以下가 되어야만 생마늘의 表面에 있는 自由水의 증발이 활발하여 微生物에 의한 變敗가 효과적으로 억제될 수 있다고 생각된다.

생마늘의 乾燥曲線은 Fig. 3과 Table 4에 表示하였다.

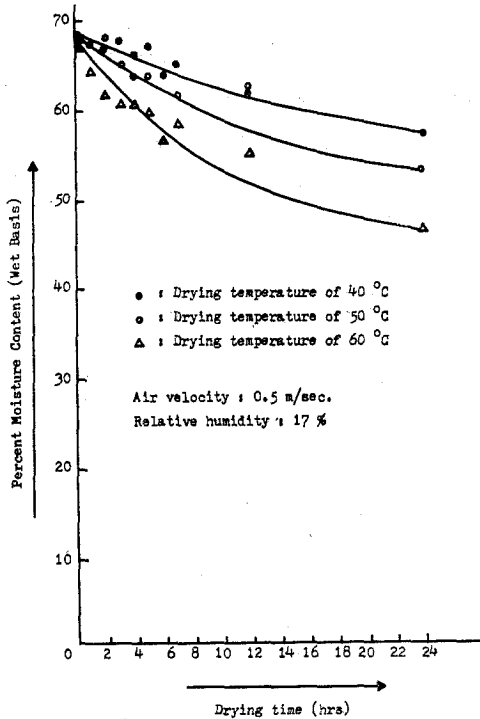


Fig. 3. Typical drying curve for garlic.

Table 4. The effect of drying temperature on the drying behavior of garlic on wet basis.

Drying Time (hrs)	Drying Temperature		
	40°C	50°C	60°C
0	68.26	68.16	67.43
1	67.31	67.34	64.15
2	68.42	67.15	61.51
3	67.66	64.85	60.20
4	66.03	63.46	60.80
5	67.35	63.82	59.65
6	63.72	65.93	56.50
7	64.67	62.04	59.10
12	62.01	62.09	54.92
24	56.88	49.47	46.43

Relative humidity: 17%.

Air velocity: 0.5m/sec.

水分含量 68.2~67.4%인 생마늘의 水分含量이 60%가 될 때까지 乾燥되는데 소요되는 乾燥時間은 乾燥溫度 40°, 50°C와 60°C에서 各各 840分, 500分과 260分이 소요되었다. 乾燥溫度 40~60°C의 범위내에서는 乾燥溫度가 10°C 상승할 때마다 乾燥時間은 40~48%만큼씩 감소하였다.

여기에서 留意해야 할 점은 생마늘의 貯藏性은 全水分含量에 의해서 좌우되는 것이 아니라, 생마늘의 표면의 水分活性도와 관계가 있다는 사실이다. 따라서, 마늘 貯藏室의 相對濕度를 할 수만 있으면 항상 70% 以下로 維持하는 것이 바람직한 듯하다.

IV. 결 론

종래 報告되었던 乾燥溫度보다 더 높은 溫度範圍(30°C)에서 粉末 및 細斷 乾燥마늘의 等溫吸濕機作과 생마늘(*Allium sativum L.*)의 乾燥特性을 조사하였다. 그 結果는 다음과 같다.

實驗에서 얻어진 等溫吸濕曲線으로 미루어 보아 안전한 長期貯藏을 위해서는 粉末 乾燥마늘의 最大水分含量은 17.6%(D.B.)였으며, 細斷 乾燥마늘은 16.8%(D.B.)였었다. 따라서 粉末 및 細斷 乾燥된 마늘의 水分含量의 最大許容値는 약 20% 内外가 될 것으로 推定된다.

한편, 생마늘의 收穫後의 水分含量은 약 68%였으며, 얇게 썬 마늘(두께 1.5cm)이 60%가 될 때까지 乾燥되는데 소요되는 乾燥時間은 乾燥溫度 40°, 50°C와 60°C에서 各各 840分 500分과 260분이 소요되었다. 생마늘의 貯藏性은 全水分含量에 의해서 좌우되는 것이 아니라 생마늘 表面의 水分活性도와 關係가 있다. 따라서 마늘 貯藏室의 相對濕度를 할 수만 있으면 항상 70% 以下로 維持하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

1. 大韓民國 農水産部: 農林統計年報(1980~1982).
2. Considine, G.D., Douglas, M. and Considine, P.E.: Food and Food Production Encyclopedia, Van Nostrand Reinhold Company, New York, p.822(1982).
3. Hunter, I.R., Houston, D.F. and Kester, E.B.: *Cereal Chem.*, **28**, 232(1951)
4. Labuza, T.P. Cassil, S. and Sinkey, A.J.: *J. Food Sci.*, **37**, 160(1972).
5. Salwin, H.: *Food Technol.*, **17**, 1114(1963).
6. Labuza, T.P.: Shelf-life Dating of Foods, Food and Nutrition Press, Westport, p.388(1982).
7. Lee, C.C.: *J. Korean Soc. of Agr. Eng.*, **11**(2), 37(1969).
8. Lee, C.C.: *Ibid.*, **11**(3), 28(1969).
9. Lee, C.C.: *Ibid.*, **11**(4), 17(1969).
10. Rohrlich M. and Brückner G.: "Das Getreide und Seine Verarbeitung" Grundlgen und Fortschritte der Lebensmitteluntersuchung Band 4, 1 Teil, s.93, Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg(1966).
11. 연기웅 외: 하·추곡의 자연건조 및 건조소요시간 조사, 국립농산물검사소, 시험사업보고서 I, pp.27~46(1974).
12. 연기웅 외: 하·추곡의 자연건조 및 건조소요시간 조사, 국립농산물검사소, 시험사업보고서 I, pp.37~58(1975).
13. 임 호·김정숙·민병용: 농어촌개발공사, 식물연구사업보고, pp.307~316(1978).
14. Son, J.W., Kim, W.J. and Kim, S.S.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**(2), 101(1985).
15. Jung, S.K., Choi, J.U.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, **18**(1), 61(1986).
16. Chung, H.D., Lee, W.S. and Lee, J.P.: *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, **14**, 31(1973).

17. 朴武鉉·高賀永·申東禾·徐奇奉: 韓國農化學會誌, 24, 218(1981).
18. 樽谷隆之: 日本園芸学会 發表要旨, 290(1968).
19. 장규섭·윤인화·한판주: 농사시험연구보고, 17, 39(1975).
20. 농촌진흥청: 농사시험 연구속보, “마늘의 장기안전 저장법”, 제84호(1980).
21. Cho, H.O., Kwon, J.H., Byun, M.W. and Yoon, H.S.: *Korean J. Food Sci. Technol.* 16(1), 66(1984).
22. Rockland, L.B.: *Food Technol.*, 23, 1241(1969).
23. Houston, D.F.: *Cereal Chem.*, 29, 71(1952).

Studies on the Drying Characteristics of Garlic

Sang-Jo Ma, Duk-Bong Cho
*Department of Food Technology,
Kwangju Health Junior College*

>Abstract<

In the present study, an attempt was made to investigate the drying characteristics of the powdered and sliced garlic at higher drying temperature(30°C) than the temperatures previously reported. The study was further supplemented with the experimental works on the relationship between the sorption isotherms and storage stability of the powdered and sliced garlic and also on the estimation of the drying characteristics of garlic(*Allium sativum* L.) at a given set of conditions. The results of the sorption studies seem to indicate that the optimum moisture contents of the powdered and sliced garlic for safe long-term storage seemed to be 17.6% and 16.8% on dry basis respectively. The maximum moisture contents to be employed for drying or storage should not exceed more than 20% in either case. The flow-rate of the drying air was 0.5m/sec. Moisture contents of garlic at the time of harvest are ca. 68%. It took ca. 840, 500 and 260 minutes for the thinly spread(1.5cm thickness) garlic to reach a moisture contents 60%(on wet basis) at the drying temperatures of 40°, 50° and 60°C. The storage stability of the whole garlic does not seem to depend on the total moisture content, but rather on the equilibrium moisture content of the surface area of the whole garlic. The relative humidity of the air to be used for the drying of garlic which is intended for a long time storage should be less than 70%.