光州保健專門大學 論文集 第 13 輯 (1988)
The Journal of Kwangju Health
Junior College Vol. XIII.

韓國産 겉보리의 乾燥特性에 關한 硏究

食品加工科
助 敎 授 馬 相 朝

Ⅰ. 序 論

國內의 주요 農産物에는 쌀, 보리, 밀, 옥수수, 大豆와 其他 豆類, 감자, 고구마, 사과,배, 감, 포도, 복숭아, 밀감 및 其他, 果實類, 무우, 배추, 양배추, 토마토, 딸기, 당근, 상치, 오이, 수박, 참외, 고추, 마늘, 생강, 파, 양파 및 其他의 野菜類, 高麗人蔘, 잎담배등이 있다.

이러한 農産物중 大部分은 收穫後 즉시 消費되거나 加工되지만, 상당수의 農産物은 長期貯藏을 위해 完全乾燥 또는 豫備乾燥되어야 한다.

벼의 年間生産量은 1981年度 7,148,703㎏에서 1986年度에는 7,871,368㎏으로 증가한 반면 같은 기간에 겉보리의 생산량은 1981年度 1,217,744㎏에서 1986年度에는 632,878㎏으로 감소하였다.[1]

乾燥食品의 貯藏安定性은 그의 水分含量에 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다.[2~5]

延등[6,7]은 脫穀前에 겉보리와 쌀보리의 自然通風 乾燥方法別의 効果의 크기는平乾〉架乾〉立乾의 순서였으며, 李[8~10]는 벼, 보리 그리고 그밖의 穀物의 乾燥特性과 乾燥設備의 實驗에서 40～50℃의 溫度範圍를 사용했으며, 벼에 대한 最適 乾燥溫度는 건조벼의 germination activity를 떨어뜨리며, 穀類의 特性을 物理·化學的으로 변화시킨다고 報告하였다.

林등[11]은 여러가지 貯藏條件중에서 貯藏溫度를 2℃, 相對溫度를 75%로 하였을때 가장 좋은 長期貯藏의 効果를 얻을수 있었다고 報告하였으며, 張등[12]은 마늘의 最適 乾燥條件(재래식 건조방법)으로 乾燥溫度 60℃, 乾燥時間 12시간, 堆積 0.303g/㎤, 그리고 aluminium/polycello 필름주머니에 貯藏한 마늘의 저장수명은 435日이었고, 이것은 재래식방법에 의한 저장중 가장 좋은 貯藏法이었다고 한다.

李[8]는 高溫乾燥溫度의 穀類의 生物學的 活力에 미치는 악영향을 고려하여, 實驗에서는 乾燥溫度로써 40℃와 50℃만 사용하고 있다. 1972年에는 농촌진흥청 농공이용연구소에서 보리의 低溫貯藏[13] 및 脫穀된 보리와 도정된 보리의 貯藏實驗結果[14]를 發表하였고, 1975年度[15]에 벼와 함께 보리의 탄산가스저장에 관한 報告書를, 1976年度[16]에는 보리의 密積密閉式 貯藏方法(ATCS貯藏法)에 관한 硏究結果를 發表하였다.

쌀과는 달리 보리의 乾燥와 貯藏에 관한 국내연구는 많지 않으며, 보리의 乾燥特性에 관한

研究 또한 많지 않다.

主要한 農產物에 대한 吸濕曲線, 乾燥 및 貯藏方法과 乾燥機作에 關한 大部分의 研究는 1970年代初에 始作되었으며 수많은 研究論文들이 1970年代 후반기에서 현재까지 계속 發表되어 왔다.

本 研究에서는 보다 넓은 乾燥溫度 範圍에서 겉보리의 乾燥特性을 조사하고, 等溫吸濕曲線과 貯藏性의 關係의 分析, 以上의 乾燥條件下에서 最適, 最短 乾燥時間을 推定하였다.

Ⅱ. 實驗材料 및 方法

1) 實驗에 使用한 材料와 實驗裝置

(1) 供試材料 : 全北 남원近郊에서 收穫된 겉보리를 使用

(2) 乾燥機 : 强制循選式 熱風乾燥機(0.5Kw의 熱線 3개가 熱源으로 裝置되어 있음)

(3) 制御 및 測定裝置

a. 溫度制御裝置, 정밀도 ± 1.0℃

b. 風速測定器(Biram anemometer)

c. 風速範圍 : 自然對流, 0.5m/sec.

(4) 恒溫恒濕槽

(5) 水分含量測定 : Ultra-X moisture meter

2) 乾燥過程

試料는 stainless steel로 된 선반(34㎝ × 43㎝ × 1.5㎝) 위에서 堆積 두께 1.5㎝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를 채취하여 水分含量을 測定함으로써 決定하였다.

3) 等溫吸濕曲線의 決定

各種 飽和鹽溶液이 들어 있는 chamber에 넣어 30℃에서 9日間 貯藏하였다. 相對濕度는 Rockland의 方法[17] 및 Houston의 方法[18]에 의하여 各種 飽和鹽溶液으로 RH 12 ~ 92 %가 되도록 조정하였으며, 試料를 經時的으로 꺼내어 무게를 칭량한후 무게의 變化에서 試料의 水分含量을 계산하여 水分含量과 水分活性度와의 關係를 밝혔다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1) 겉보리의 等溫吸濕曲線

겉보리의 等溫吸濕曲線에 關한 實驗은 一定溫度 30℃에서 실시하였다. 이 實驗結果는

Table 1및 Fig.1과 같다. Fig.1에서 보는 바와 같이 겉보리의 安定性에 적합한 限界水分

Table 1. Moisture sorption isotherm for Unhulled Barley determined at 30℃

ERH(%)	EMC(%)	
	D.B.	W.B.
32.8	9.8	8.9
52.0	11.3	10.2
63.3	13.4	11.9
75.6	16.0	13.8
80.0	17.3	14.7
90.7	23.3	18.9

ERH = Equilibrium relative humidity above various salt solutions saturated at 30℃.

EMC = Equilibrium moisture content.

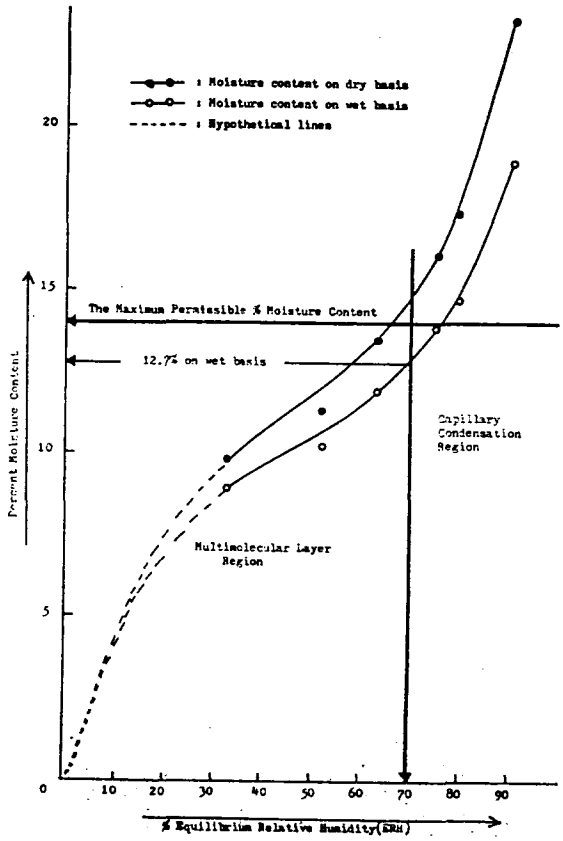


Fig. 1. Moisture sorption for Unhulled Barley (30℃)

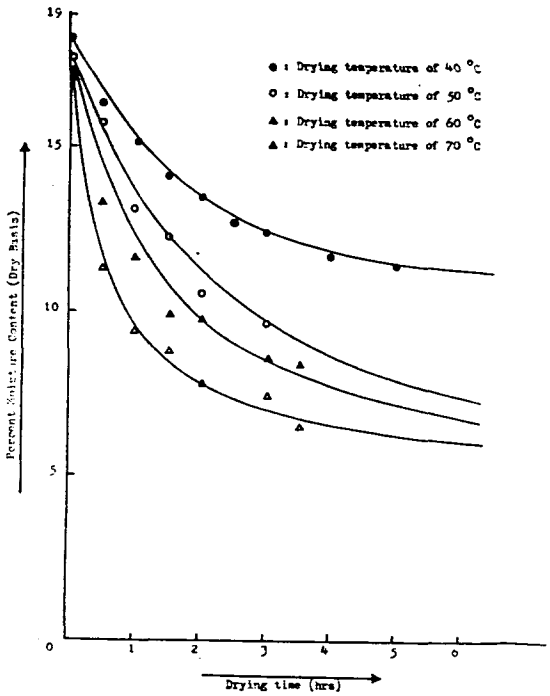


Fig. 2. Typical drying curve for Unhulled Barley

含量은 12.8%(D.B.)이며 또한 건조공기 또는 저장실의 相對濕度는 70%를 넘지 않는 것이 바람직하다.

國內의 보리 평균 수확시기는 7月이고 이 時期의 月平均 相對濕度는 약 77%에 달하는데, 이 相對濕度는 보리의 乾燥와 貯藏에 적절한 상대습도의 한계선을 넘는 相對濕度이다.

7月 및 8月사이에 오는 장마철에는 月平均 相對濕度가 거의 78%에 達한다. 따라서 적절한 乾燥機와 貯藏施設, 특히 태양열집열기(solar energy collector)와 熱貯藏室(heat reservoir)을 부착시킨 건조 또는 貯藏施設이 벼의 경우보다 겉보리의 경우 더욱 절실히 필요하다. 그러나 겉보리의 最大許容水分含量(농산물검사규격집)은 14%(W.B.)로서 이는 本實驗結果보다 약간 높은 水分含量을 보이고 있다.

收穫時 보리의 初期水分含量은 수확시의 기후조건이나 立地條件에 따라 18% 내지 30%의 水分含量을 보이고 있지만 문헌조사에 따르면 겉보리의 평균 초기 수분함량은 18%(D.B.)로 나타나고 있다.

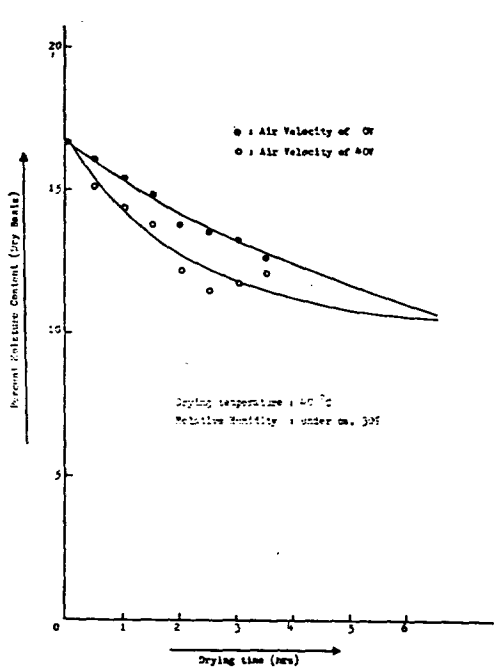
2) 겉보리의 乾燥機作

겉보리의 乾燥溫度와 乾燥時間과의 關係 및 乾燥空氣의 速度와 乾燥時間과의 關係는 Table 2, Fig. 2,3,4,5와 같다. Fig.2에서 보는 바와 같이 乾燥溫度 40℃, 50℃, 60℃ 및 70℃에서의 겉보리의 乾燥曲線으로서 乾燥時間에 대한 乾燥溫度의 영향은 乾燥溫度 範圍가 낮을수록 더 현저하였다.

Table 2. The effect of drying temperature on the drying behavior of Unhulled Barley.

Drying Time (min.)	Drying Temperature											
	40℃				50℃				60℃			
	Air Velocity											
	0 V		40 V		0 V		40 V		0 V		40 V	
	W.B.(%)	D.B.	W.B.	D.B.	W.B.	D.B.	W.B.	D.B.	W.B.	D.B.	W.B.	D.B.
0	14.31	16.69	14.48	16.93	14.22	16.58	14.12	16.45	14.90	17.51	14.58	17.06
15	14.32	16.72	13.69	15.86	13.85	16.08	13.29	15.32	14.24	16.60	13.61	15.76
30	13.80	16.01	13.08	15.05	13.61	15.76	12.97	14.90	14.32	16.71	11.98	13.61
45	13.61	15.75	12.49	14.28	13.14	15.13	11.85	13.45	11.80	13.38	11.04	12.41
60	13.39	15.47	12.62	14.45	13.06	15.03	11.27	12.70	11.39	12.86	10.38	11.58
75	12.93	14.86	12.14	13.82	12.86	14.76	10.54	11.79	10.73	12.02	9.85	10.93
90	12.99	14.93	11.43	12.91	12.29	14.02	10.48	11.71	10.59	11.85	9.32	10.28
105	13.16	15.16	11.35	12.81	11.92	13.53	10.11	11.25	9.79	10.85	9.02	9.91
120	12.19	13.89	11.60	13.12	11.16	12.56	9.82	10.89	9.48	10.47	8.43	9.21
150	11.97	13.60	10.29	11.47	10.55	11.80	9.09	10.00	9.16	10.08	8.27	9.02
180	11.74	13.31	10.64	11.90	9.50	10.50	8.76	9.60	8.50	9.29	7.91	8.59
210	11.30	12.73	10.73	12.02	9.30	10.25	8.32	9.08	8.20	8.93	7.38	7.96

W.B.: Wet Weight Basis D.B.: Dry Weight Basis
Relative humidity: under ca. 30%



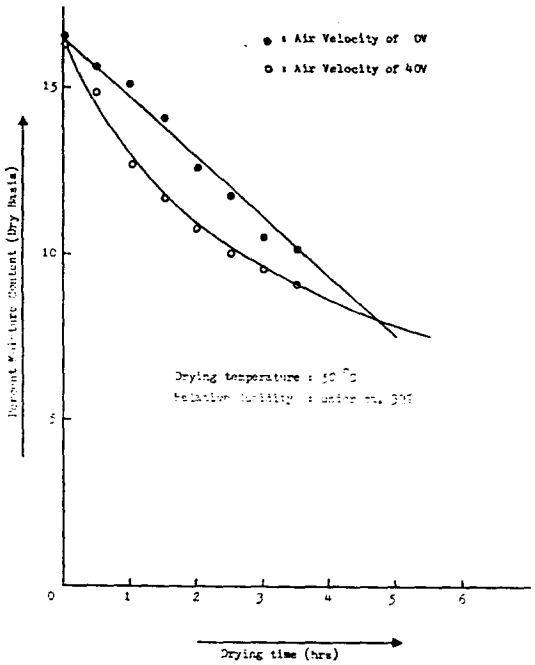


Fig. 3. Typical drying curve for Unhulled Barley **Fig. 4. Typical drying curve for Unhulled Barley**

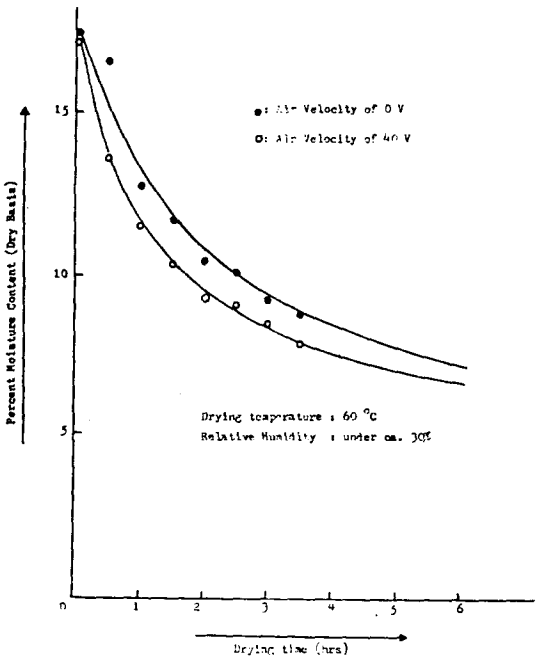


Fig. 5. Typical drying curve for Unhulled Barley

乾燥空氣의 速度와 相對溫度가 各各 1.0m/sec.와 18%일때 乾燥溫度 40℃, 50℃, 60℃, 70℃에서 水分含量은 12.8%까지 乾燥시키는데 걸리는 겉보리의 乾燥時間은 各各 132分, 72分, 30分과 15分이었다. 乾燥溫度 40℃와 60℃의 範圍內에서는 건조온도가 10% 상승될때마다 건조시간은 ½로 短縮되었다.

한편, 보리의 生物學的 特性을 고려하지 않더라도 보리의 乾燥溫度가 60℃ 以上일 때는 乾燥特性上으로 보아도 非效率的이며, 별로 도움이 되지 않음을 이 實驗結果는 시사하고 있다.

Ⅳ. 結 論

지금까지 보고된 것보다 더 廣範圍한 乾燥溫度 범위에서 겉보리(*Hordeum vulgare L.*)의 等溫吸濕機作과 乾燥特性을 調査하였다. 그 結果는 다음과 같다.

겉보리의 等溫吸濕機作 硏究의 結果, 安全하고 長期的인 貯藏을 위한 最適 水分含量은 14.7%(D.B.)였으며, 한편 乾燥 및 貯藏에 使用되는 相對濕度는 70%였었다.

겉보리의 乾燥(=5*cm*)는 乾燥過程 初期의 20分~30分 동안은 50~60℃의 乾燥溫度를 使用하고 그 후에는 40℃의 乾燥溫度에서 건조를 完結하는 것이 바람직하며, 또 乾燥過程중 자주 機械的 攪拌을 實施하는 것이 중요하다.

참 고 문 헌

1. 農林水産部 : 農林水産統計年報, pp.76~77(1987).
2. Hunter, I.R., Houston, D.F. and Kester, E.B. : *Cereal Chem.*, *28*, 232(1951).
3. Labuza, T.P., Cassil, S. and Sinkey, A.J. : *J. Food Sci.*, *37*, 160(1972).
4. Salwin, H. : *Food Technology*, *17*, 1114(1963).
5. Labuza, T.P. : "Shelf-life Dating of Foods", Food and Nutrition Press, Westport, p.388(1982).
6. Yeon, K.W. et al. : Annual Report of National Agr. Products Inspection Bureau, pp.27~46(1974).
7. Yeon, K.W. et al. : *Ibid.*, pp.37~58(1975).
8. Lee, C.G. : "Studies on the drying characteristics and drying conditions of Korean rice, barley and otheragricultural products", Code No. RES-TF-6819, Ministry of Science and Technol. USAID, pp. 90~431(1970).
9. Lee, C.C. : "Studies on ACTS Storage of barley", Inst. of Agr. Engineering & Utilization, ORD (1972).
10. Lee, C.C. : "Low-temperature storage of barley", Inst. of Agr. Engineering & Utilization, ORD(1972).
11. Kim, S.R., Kim, H.Y. & Seo, S.R. : Report of Inst. of Agr. Engineering & Utilization, ORD(1976).
장규섭, 윤인화, 한판주 : 농사시험연구보고, 17, 39(1975).
13. 농공이용연구소 : "대맥의 저온저장시험", 시험연구보고서(1972).
14. 농공이용연구소 : "대맥의 조제형태별 창고별 저장시험", 시험연구보고서(1972).

15. 농공이용연구소 : "양곡의 탄산가스저장시험", 시험사업보고(1975).
16. 농공이용연구소 : "맥류의 밀집밀폐식 저장확대 시험", 시험연구보고서(1976).
17. Rockland, L. B. : *Food Technol.*, 23, 1241(1969).
18. Houston, D. F. : *Cereal Chem.*, *29*, 71(1952).

Studies on the Drying Characteristics of Unhulled Barley

Sang-jo Ma
Department of Food Technology,
Kwangju Health Junior College

〉*Abstract*〈

In the present study, sorption behavior and drying characteristics of unhulled barley(*Hordeum vulgare L.*) at a broader range of drying temperatures than previously reported were studied.

Judging from the results of the sorption studies carried out here, the optimum moisture contents of unhulled barley for safe long-term storage seemed to be 14.7% on dry basis respectively and the maximum percent relative humidity to be employed for drying or storage should not exceed more than 70%.

It may be advisable to use a drying temperature of 50 to 60℃ for the first 20 minutes, and then to switch to a drying temperature of around 40℃ until the completion of the drying. Frequent mixing of stacked barley(thickness=5㎝) during the drying period seems very important and desirable.