

乾燥機 考案 製作에 關한 研究

An Experimental Study for Dryer

崔 在 甲*

Jae Kap Choi

Summary

A newly devised dryer with heated air for the farm products, especially suited for high water content materials such as red pepper, Beer ground, each Vegetables, and Low water content materials such as Rough rice was tested for its thermal efficiency and drying mechanism, and the optimum conditions for each sample were established.

In order to improve the present rural situation of drying farm products which entirely dependent upon natural solar radiation, a study upon an economic multi-purpose dryer was conducted.

A series of drying tests were run first with red pepper which is one of the important cash crop in Korean farm. And successive series of tests were also run with such products as garlic, sweet potatoes, green onion, radish, Beer ground and Rough rice.

The results from the above experiment in drying system with heat dryer can be summarized as follows.

1. Drying duration could be shortened by the tempering effect in high water content crop such as red pepper and beer ground.
2. The color changes occurred in around 20% water content in red pepper. The degree of color change was heavily affected by high temperature and short drying duration.
3. The drying condition of red pepper was most favourable at the temperature of 85°C in early stage and 80°C in middle stage and 75°C at the final stage, and with the air rate of 0.81m³/sec and with sample amount of 200kg.
4. The drying condition of Rough rice(I.R.667) was most favourable at the temperature of 40°C in early stage and 35°C in middle stage and final stage and with the air rate of 0.2m³/sec and with sample amount of 75kg.

*서울대학교 農科大學

5. In order to prevent the color change of red pepper and to assure high efficiency in drying mechanism, it was necessary to lower the temperature as the time passes in drying process.
6. For vegetable, the drying rate were short in early stage and there was also tempering effect. However, for garlics, Constant drying rates through the early and final stages were observed and there were no tempering effects.
7. The drying condition or capability were as follows;

Sample	drying temp (°C)	amount of material (kg)	drying time (hr)
Red pepper	85	200	9
Garlic	85	150	7
Sweet potato	85	200	6
Green Onion	85	200	4
Carrot	85	200	4
Radish	90	250	4
Rough rice(I.R.667)	35	75	4
Beer ground	90	320	3

Considering the above result of experiments, if this kind of dryers were distributed Korean farm and the optimum process were practiced in rural area, it would certainly help them improving the qualities of their product preventing their undue losses, and thus assuring an increase of Korean farm income and promotion of their living standards.

I. 序 論

穀類를 비롯한 菜蔬類의 其他, 農産物 乾燥方法이 急進적으로 發達하여 歐美各國에서는 長期貯藏을 가능케 하는 人工乾燥法이 大工業으로 發展이 되어가고 와어서 食生活 改善等 여러分野에 赫赫한 기여를 하고 왔다. 그러나 우리나라에서는 農産物의 大部分을 天日乾燥에만 依存하고 오는 實情이며 특히 계절적으로 生産되는 農産物은 日氣不順으로 말미암아 莫大한量의 損失을 갖어오고 있는 實情이다.

農産物에 있어서 細菌은 水分含量이 15%以下에서, 곰팡이류는 13%以下가 되면 번식이 어려운것인데 天日乾燥으로써는 農産物의 安全貯藏을 위한 上述한 狀燥까지의 水分除去가 어려울뿐만 아니라 均一乾燥가 이루어지지 않아 貯藏中 營養價 및 상품가치가 떨어질은 勿論 變質 및 腐敗에 의한 損失이 各農作物마다 莫大한 量에 達한다.

또한 米麥에 와어서는 水分과 搗精率 및 碎米率과 밀접한 관계가 있어 人工乾燥機의 研究開發이

時急히 要望되고 있다. 더욱이 水稻의 收穫作業이 機械化 趨勢에 있으므로 콤바인(Combine)과 같은 收穫機를 利用케 되면 自然 水分含量이 많아 天日乾燥에만 依存할 수 없으므로 收穫과 同時에 乾燥를 早速히 하려면 乾燥機의 活用이 要請되고 乾燥機의 活用은 農家의 勞力節減을 위해서나, 水稻作의 機械化 作業體係確立에 있어서나 絶對로 必要한 것이다.

본 연구에서는 農民이 쉽게 사용할 수 있고 또 벼 보리와 같은 穀類는 勿論 經濟性이 높은 菜蔬 및 水産物까지도 乾燥할 수 있는 乾燥機를 考案 製作하여 農産物의 貯藏性 向上 및 商品價値를 높이며 收穫後의 損失을 防止하여 農家所得增大에 기여코자 한다.

II. 材料 및 方法

1. 供試機

본 연구를 위하여 試作된 乾燥機의 諸元은 表 1과 같다.

表-1.

供試機의 諸元

乾燥室 I Drying Chamber I				乾燥室 II Drying Chamber II			
長 Length	中 Width	高 Hight	材 料 Material	長 Length	中 Width	高 Hight	材 料 Material
4.2m	1.8m	1.6m 2.4m	4.5mm ply wood 0.2 sheet- iron	3.2m	0.9m	0.45m	0.9mm Sheet-iron
乾燥架 I Tray I				乾燥架 II Tray II			
型 Type	面 積 Area	層 數 Tray No.		型 Type	面 積 Area	層 數 Tray No.	
Belt conveyer	19.44m ²	6		Belt conveyer	1.68m ²	1	
送 風 機 Fan				버 너 Oil Burner			
直 徑 Diameter	所要動力 Power Required	送 風 量 Air-Blast	型 Type	長 length	中 Width	高 Hight	燃 料 Fuel
50.2cm	3H.P	Adjustable	Blower	92cm	27cm	19cm	石 油 Kerosens

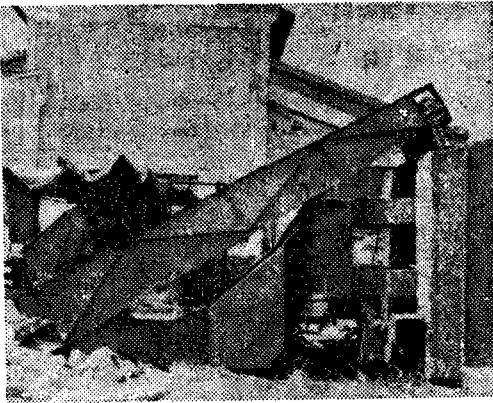


Fig. 1. 試作乾燥機의 豫備乾燥室과 熱風裝置

2. 供試機의 製作概要

가. 乾燥室

一時에 大量으로 收穫되는 農産物의 季節性을 考慮하여 2개의 乾燥室을 設置하였으며 其中 하나는 主乾燥室로 다른 하나는 廢熱을 利用하는 補助乾燥室로 되어 왔다.

1) 乾燥室 A (主乾燥室)

Belt-Conveyer Type 로 Fig 2와 같은 四角形의 상자 속에 6層으로 乾燥架를 설치 하였으며 Belt와

Belt 사이에는 熱風의 직진을 막기 위한 칸막이가 있어 水平熱과 垂直熱을 동시에 받게되어 있고 또 그 Belt는 上段으로부터 경사지게 제작하였다.

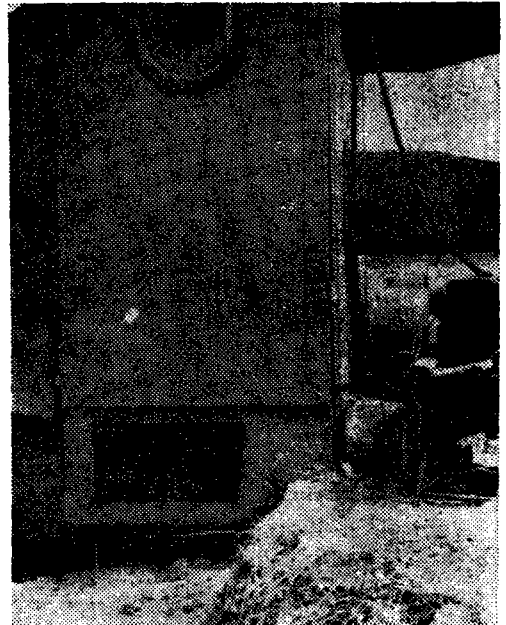


Fig. 2. Drying Chamber A

2) 乾燥室 B (豫備乾燥室)

Belt Conveyor Type 로 Fig 3. 과 같이 16° 경사지게 설치하여 上部는 투입구와 연결되어 있으며 下端에서 被乾燥物을 投入하면 上部로 移送途中 豫熱에 依해 一部가 乾燥되면서 主乾燥室로 건조물이 이동 投入되도록 製作하였다.

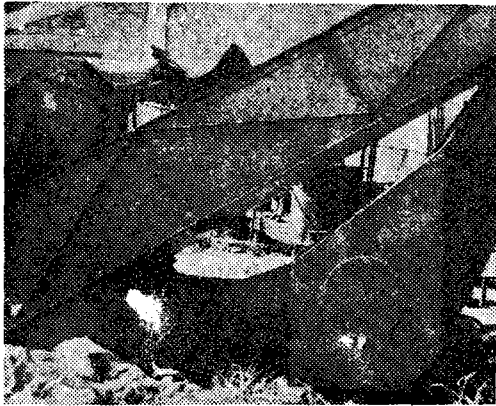


Fig. 3. Drying Chamber B

나. 動力傳達裝置

3H.P 1720r.p.m 의 動力 모우터에 의해 1/16°의 減速機를 거쳐 Chain에 의해 Belt에 연결되어 있으며 速度의 調節은 Worm Gear 와 Spur Gear, Pulley 에 의해 임의로 調節되도록 하였다.

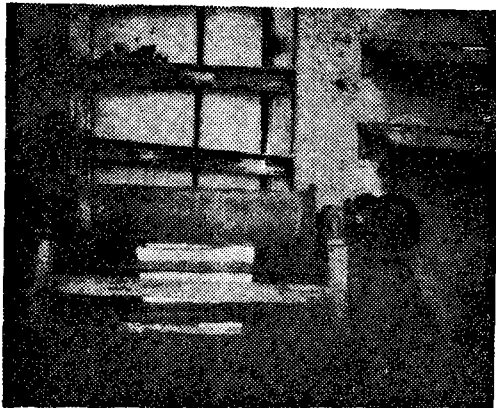


Fig. 4. Power Transmission Equipment

다. 投入量 調節裝置

투입량의 調節은 Hopper內에 設置한 Auger의 速度를 調節함으로써 自動적으로 調節되게 製作하였으며 Auger의 速度는 0.5H.P. 17°0R.P.M의 모우터에 의해 動力을 얻어 1/16Worm Gear와 Pully 에 의해 조절되도록 만들었다.

라. 加熱裝置

1/8 H.P Motar에 의해 구동되는 Buner로 空氣를 加熱하여 熱風은 45度の 角을 가지고 兩分되어서 들어가며 上, 中, 下의 3段으로 되어있어 熱의 投込口는 모두 6個所이다.

마. 排氣裝置

그림 5와 같이 21cm×32cm의 排氣口 4개를 설치하여 1개의 Duct로 강제 排氣되게끔 製作하였다.

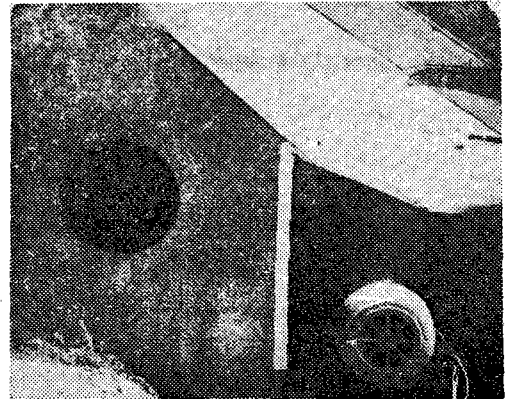


Fig. 5. Exhaust Duct

3. 供試材料

가. 種類

- 1) 벼 I.R.667, 水分 24.8wb%
- 2) 各種菜蔬, 水分 70~90w.b%
- 3) 맥주박, 水分 96w.b%

4. 試驗方法

試作機 性能에 影響을 미치는 外的要素를 熱風溫度, 熱風の 投込方法 風量 乾燥物의 投入量 등으로 보고 다음과 같이 試驗을 실시하였다.

가. 溫度變化 試驗

벼 고추, 맥주박 등을 各己 風量 投込量의 두계를 一定하게 하고 溫度만을 變化시키되 初期와 終期는 一定하게 하여 시험 하였고 水分含量 측정은 繼續 45분과 10分 間격으로 試料를 채취하여 Dring Oven 에 의한 105°C 건조법에 의해 하였다.

나. 風量變化 試驗

벼 고추의 품질과 상품가치에 影響을 미치지않는 風量을 究明하기 위하여 投入量과 投入 熱風溫度를 一定하게 하고 風量을 變化시켜 試驗하였다.

다. 熱風投入 試驗

熱風の 投入을 強制投入과 強制排氣 狀態로 나누어 乾燥性能을 試驗하였다.

라. 投入量 變化試驗

맥주박을 熱風溫度를 一定하게 하고 熱風의 強制 投入 強制排氣인 同一狀態下에 놓고 試驗하였다.

마. 主要菜蔬類의 乾燥試驗

다음과 같은 조건하에 시험하였다.

表-2. 시 료

I	teur		건 조 온 도 Air Temp			풍 량 Air Rate	투 입 량 Wet Material
			上段 Upper portion	中段 M.P	下段 B.P		
A.	마늘	3mm절단 Sliced	85°C	80°C	75°C	0.81m ³ /sec	150kg
B.	고구마	3×3mm절단 Sliced	"	"	"	"	200kg
C.	파	10mm절단 Cutting	"	"	"	"	200kg
D.	당근	3mm절단 Sliced	"	"	"	"	250kg
E.	무	7×7mm절단 Sliced	90°C	85°C	80°C	"	250kg

Ⅲ. 試驗結果 및 考察

1. 溫度變化 試驗

가. I.R. 667의 溫度變化 試驗

그림 6에서 보는 바와 같이 初期 乾燥速度는 入口溫度의 영향을 크게 받아 高溫일수록 速度가 빨랐으며 後期 乾燥速度는 入口溫度와는 관계없이 완만한 曲線을 나타내었다. 胴割의 현상은 45°C區에서 乾燥 시작後 2時間 30분만에 나타났다.

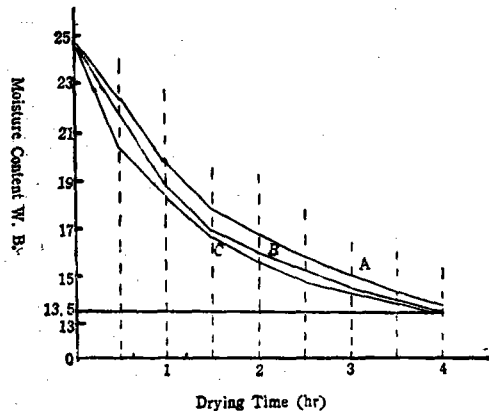
나. 고추의 溫度變化 試驗

그림 7에서 보는 바와 같이 건조속도는 溫度上昇에 비례하여 증가하였으며 건조 개시후 3시간(수분함량으로는 30%)까지 빠른 속도로 건조되었으며 含水量 30% 이후에는 완만한 곡선을 그리며 건조됨을 알수있다. 특히 그림 7에서 특기 할 것은 건조 시작 45분마다 변곡점을 이루며 건조속도의 증가를 보여준 것이다. 이 건조속도의 증가는 온도변화에 관계없이 시간의 경과에 따라 감소했다. 그 原因은 45분마다 입구온도의 영향을 가장 많이 받는 위치에 이동 되었기 때문이라 생각되며 Tempering의 효과가 나타난 것으로 보인다. 또한 Tempering의 효과는 고수분에서는 크나 이미 水分이 감소된 건조후기에서는 큰 효과가 없음을 그림 7에서 볼수 있다. 그리고 그림 7에서 점 G₁, G₂, G₃, G₄ 고추의 색깔에 변화를 이트킨點으로 고추의 변색은 건조

온도가 높을수록 빨리 이루어지며 수분함량 20%를 전후하여 발생함을 시험결과 알수있었다.

고추의 안전한 저장을 위한 수분 12%까지의 건조 소요시간은 입구온도 85°C에서 5시간 15분 소요되었다.

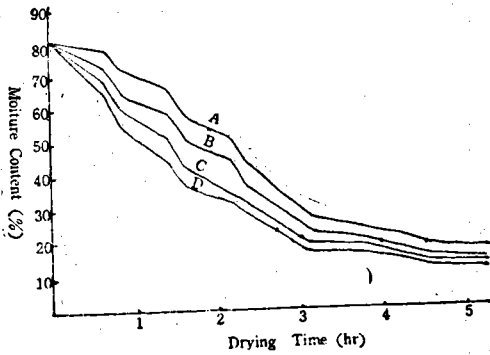
그림 8은 고추의 變色을 방지하고 건조효과를 높이기 위하여 3단계의 입구온도를 변화시켜 시험을 수행한 결과 건조시간의 경과에 따라 건조온도를



sample: I. R. 667
thickness: 40mm
air Temp. A 35°C
B 40°C
C 45°C

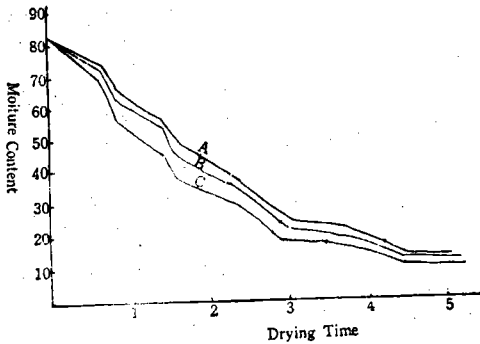
Air. velocity: 0.2m/sec

Fig. 6. temp. change



Sample Red pepper
 Wet Material 200kg
 Inlet Temper A 70°C
 B 75°C
 C 80°C
 D 85°C

Fig. 7. Temp change



Sample Red Pepper
 Inlet Temperature I II III
 A 85°C 80°C 75°C
 B 85°C 85°C 85°C
 C 90°C 85°C 75°C

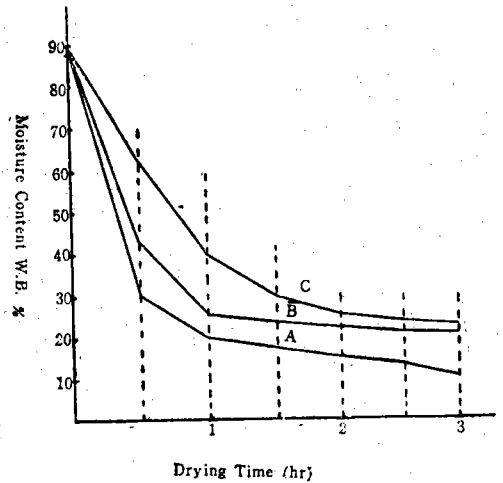
Air Rate 0.81m³/sec

Fig. 8. Temp change

낮게 하는 것이 변색방지에 효과가 있는 것으로 생각된다. 즉 고추의 변색은 85°C로 일정하게 유지했을 때 보다 초기에 90°C 후기에 75°C로 한것이 오히려 변색점이 낮다. 또한 Tempering의 효과도 초기온도가 고온 일수록 좋았으며 시간의 경과에 따라 완만해 졌다. (Fig. 7.8.)

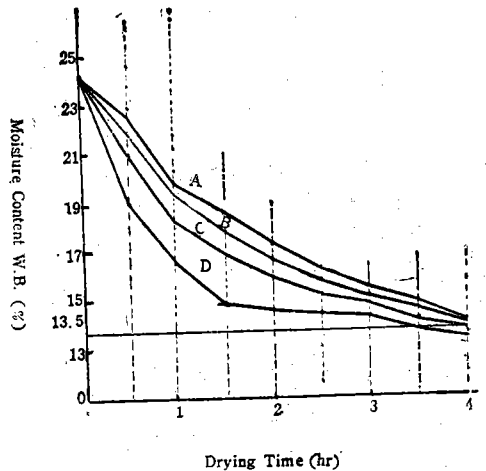
다. 맥주박의 溫度變化 試驗

맥주박에 있어서도 溫度는 초기 건조속도에 크게 영향을 띠었으며 후기에는 그다지 영향이 미치지 않는다는 것을 그림 9에서 분수 와다.(Fig. 9)



Sample: Beer Grounds
 Thickness: 2cm
 Air Temp: A 85°C
 B 75°C
 C 65°C

Fig. 9. Temp Change



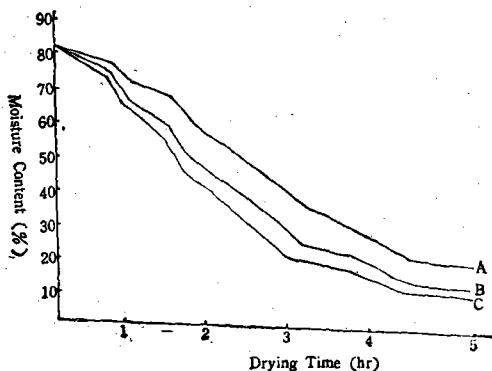
Sample: I.R. 667
 Thickness: 40mm
 Air Temp: 35°C
 Air Velocity: A 0.2m/sec
 B 0.5 "
 C 1.0 "
 D 2.0 "

Fig. 10. Air Velocity Change

2. 風量變化 試驗

가. 버(I.R. 667)의 風量變化 試驗

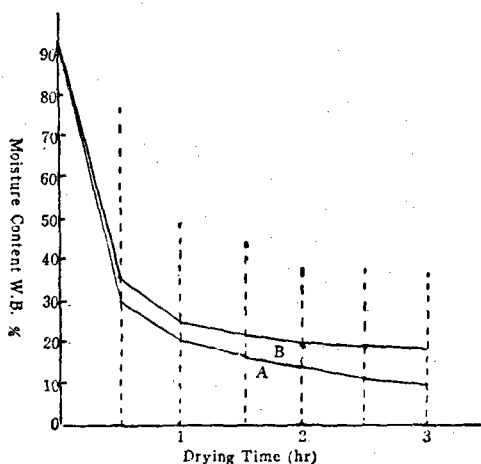
건조속도는 풍량에 큰 영향을 받으며 특히 2.0 m³/sec에서는 초기 건조속도가 빨라 건조 시작후 1.5時間이면 15w.b%까지 건조되었다. 이때 胴割率을 조사해 본 결과 13.67%로 높고 品質에 영향이 미치지 않을程度의 風速은 0.5m³/sec 以下라고 考



Sample Red paper wet material 200kg
Air Rate A: 0.60m³/sec
B: 0.81m³/sec
C: 0.93m³/sec

I II III
Inlet temper 85°C 80°C 75°C

Fig. 11. Air Velocity Change



Sample: Beer Grounds
Thickness: 2cm
Air Temp 85°C
Heated Air Throwing Method
A Forced Exhaust
B Forced Inlet

Fig. 12. Throwing Method Change

察되었다.

나. 고추의 풍량변화 시험

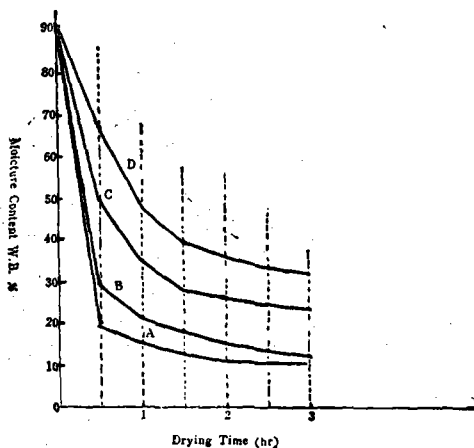
풍량은 건조속도에 절대적인 영향을 끼치며 건조 효과도 증가하며 동시에 Tempering의 효과도 증가한다고 고찰되었다. 풍량이 0.93m³/sec에서는 변색점이 2時間 45分 0.81m³/sec에서는 4時間 20分에 나타났으나 0.60m³/sec에서는 변색점을 찾을수 없었다. 고추는 품질과 상품가치를 떠려 트리지 않으려면 최대 풍량이 0.60m³/sec라고 생각되었다.

3. 熱風投入 方法 試驗

熱風の投入을 強制투입, 강제배기 등 두가지 方法으로 試驗해본 結果 그림12와 같이 강제배기 가 건조효과가 크다고 고찰되었다.

4. 投入量變化 試驗

試料 맥주박의 투입량은 투입 두께 2cm以上에서는 初期에는 가능했으나 후기에는 건조가 不可能하였다. 이것은 高水分의 被乾燥物은 내부의 건조가 용이하지 않기 때문이라고 고찰되었다.(Fig. 13)



Sample: Beer Grounds
Thickness: A 1cm
B 2 "
C 3 "
D 4 "

Air Temp.: 85°C
Heated Air Throwing
Forced Exhaust

Fig. 13. Thickness

5. 主要菜蔬類의 건조시험

기초시험을 이상과 같이 수행하고 I.R. 667各 채

表-3.

試料 Sample	入口溫度°C Inlet Tempere	風量 m/sec Air Velocity	한 번 처리량kg Inlet material	건조 시간 Drying time
벼 I.R 667	40°C	1.1	70	4
고추 Red Pepper	85°C	1.9	200	9
마늘 Garlic	85°C	1.7	150	7
고구마 Sweet potat	85°C	1.9	220	6
파 Green Onion	85°C	1.9	240	4
당근 Carrot	80°C	1.9	70	4
무 Radish	85°C	1.9	70	4
Beer 맥주박 Ground	85°C	2.0	320	3

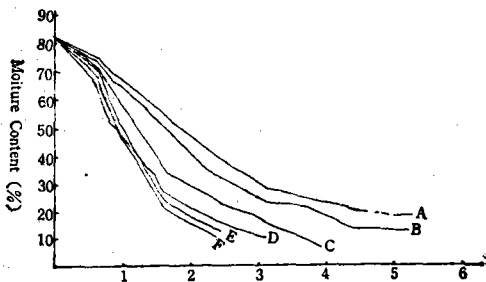


Fig-14 Drying Time (hr)

- Sample A Garlic(3mm sliced)
- B Sweetpoato(3mm sliced)
- C Green Onion(3×3mm sliced)
- D Carrot(3mm Sliced)
- E Radish(7×7mm sliced)

I II III
 Air Temperature 85°C 80°C 75°C
 Air Rate 0.81m³/sec

Fig. 14.

소, 맥주박 별로 시험을 수행한 결과 表-3 및 그림 14와 같은 결과를 얻었다.(Fig. 14)

IV. 結 論

이 乾燥機는 穀類의 乾燥에만 그치지 않고 菜蔬類 其他 漁村에서 水産物도 乾燥할수 있고 特別히 各 麥酒工場의 廢物인 맥주박을 건조하여 飼料로써 수송 利用코져 乾燥試驗을한 結果이 乾燥機는 多目的에 利用할 수 있어 可動日數가 150以上 運用할수 있다.

1. 벼의 乾燥는 45°C 以上으로 급격한 건조는 胴割率이 많고 品質이 나빠지므로 40°C 以下로 완만한 乾燥를 하는 것이 効果적 임을 나타냈다.

2. 고추와 맥주박 같은 수분이 많은 물질의 건조는 Tempering의 效果를 줌으로써 건조시간을 단축할 수 있었다.

3. 고추의 변색은 함수량 20%를 전후하여 발생되었다. 변색은 건조온도가 높고 건조 속도가 빠를수록 빨리 그리고 심하게 나타났다.

4. 고추의 변색을 방지하고 건조효과를 높이기 위하여는 건조가 진행됨에 따라 온도를 낮게하는 것이 좋았다.

5. 벼 I.R.667은 風量이 높을수록 初期의 乾燥速度는 빠르나 胴割率이 높고 品質이 低下되므로 0.5 m³/sec 以下로 서서히 건조하는 편이 効果적이다.

6. 고추 도 풍량이 높을수록 乾燥速度는 빠르지만 변색점이 빨리 나타나고 품질이 저하되므로 0.6 m³/sec 以下로 하는것이 効果적이다.

7. 熱風의 投入은 강제투입 보다 강제배기 가 건조효과를 높일수 있었다.

8. 水分이 많은 맥주박 같은 건조물은 투입량을 적게하고 건조속도를 빨리 함이 能率적이고 有利했다.