

平面式 太陽熱集熱機를 이용한 紅蔘乾燥

張奎燮 · 金相達* · 洪淳根* · 尹漢教

忠南大學校 食品加工學科

*韓國人蔘煙草研究所

(1982년 7월 15일 수리)

Drying of Red Ginseng by Flat-Plate Solar Collector

Kyu-Seob Chang, Sang-Dal Kim*, Soon-Keun Hong* and Han-Kyo Yoon

Department of Food Science and Technology

Chungnam National University, Daejeon, Korea

*Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Seoul, Korea

Abstract

A closed solar collector drying system by water exchange was evaluated for the drying of ginseng. The thermal efficiency of solar collector, drying efficiency, drying characteristics and product quality were investigated. The drying period was reduced by one-thirds in comparison with typical method. The maximum and minimum thermal efficiency of the solar collector during drying period were 14.42%, and 4.73%, respectively.

The drying efficiency of solar collector and control system showed 28.34%, and 13.45%, respectively; net drying efficiency being 14.8%. The drying rate curve of red ginseng showed only falling rate period, and its equation was $Y=50.7023t^{-0.4138}$. The brown color intensity of red ginseng was higher in solar collector drying system than in typical method, and reductivity by diphenyl picryl hydrazil solution in red ginseng extract showed similar result to brown color intensity.

緒 論

1973年 石油波動 以後 에너지源의 節約과 代替 方案에 關한 研究가 世界各國에서 活潑히 進行되고 있으며, 특히 近年에 이르러 國內에서도 太陽熱住宅施工에 對한 政府의 積極的인 支援과 함께 農産物乾燥에서의 代替에너지源으로서, 太陽熱利用에 關한 關心度가 날로 높아지고 있다. 紅蔘製造에 太陽熱을 利用한 것은 紅蔘의 起源과 같다고 할 수 있겠으나, 大部分 太陽輻射熱을 露天에서 直

接 利用하였으며, 따라서 處理過程中에 많은 勞動力이 들고, 乾燥期間이 길어질뿐만 아니라 昆虫의 被害, 微生物의 汚染, 異物質의 混入等에 依한 品質低下로 이의 改善策에 對한 研究가 摸索되어 왔다.

一般的으로 太陽熱集熱裝置를 利用하여 紅蔘을 乾燥하는 方法으로는, 加熱媒體에 따라, 물加熱式과 空氣加熱式으로 大別할 수 있다. 前者는 集熱板에서 吸熱된 熱이 管속의 물을 加熱하여 蓄熱槽, 또는 直接 乾燥室內의 放熱機에 循環되어 溫度를 높이는 方法이고, 後者는 集熱機에서 吸熱된 熱이

直接 下部를 通過하는 空氣를 加熱시켜 乾燥室內의 溫度를 上昇시켜주는 것으로서, 이들 方法은 各各의 長短點을 갖고있다¹⁻³⁾.

本 研究에서는, 國內에서 처음으로, 乾燥裝置에 活用하고자 設計製作된 試製規模의 水加熱式 太陽熱集熱裝置를 利用하여 紅蔘을 乾燥할때에, 集熱機의 效率, 乾燥裝置의 效率, 處理過程中에서의 紅蔘乾燥特性和 理化學的 性分變化를 研究檢討하르로서, 太陽熱集熱裝置의 實用化可能性에 對한 基礎資料를 얻기 위하여 遂行되었으며, 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1. 原料紅蔘

六年根 水蔘을 干葉방법에 의하여 蒸蔘하여 一次 火力乾燥한 水分含量 36±2%의 紅蔘을 大片, 中片, 小片으로 區分하여 乾燥試驗用 試料로 使用하였다.

2. 裝置

本 實驗에 使用된 裝置는 水交換 集熱乾燥裝置로서 集熱機, 蓄熱槽, 乾燥室 및 除濕桶으로 構成되어 있고, 扶餘所在 高麗人蔘廠에서 實施하였으

며, 그 構成의 配置度는 Fig. 1과 같다. 集熱機는 1장의 크기가 1.2m×2.4m인것 24장으로 이루어져 있어 總面積은 69.12m²이며, 蓄熱槽의 容量은 3.5 ton이고, 放熱機는 24片으로 이루어져 있다. 乾燥室의 面積은 55.1m²이고, 內部空間은 投入사관수가 105개에 달할 수 있는 137m³ 規模였다.

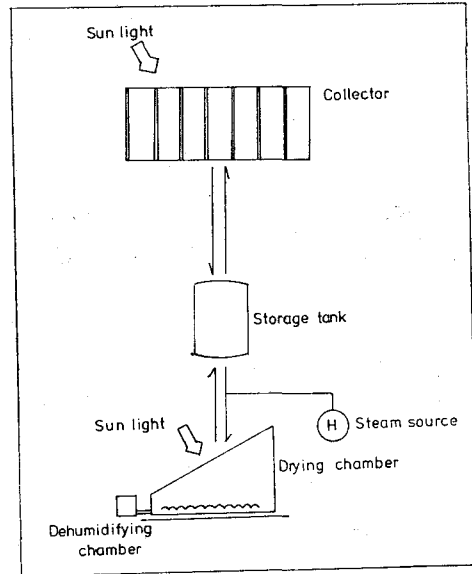


Fig. 1. Flow sheet of solar collector drying system

Table 1. Specification of solar collector and storage tank

| Solar Collector | Storage tank |
|--|--|
| Outer size : 1275W×2490L×90H(mm) | Gross size : 1740φ×2460H(mm) |
| Absorber area : 2.88m ² | Capacity : 3500 liters |
| Absorber plate material : Copper | Tank material : Steel plate (3.2mm) |
| Surface absorptance : 0.92 | Heat exchanger : Copper coil(1/2"φ×490) |
| Surface emittance : 0.12 | Insulation : Glass wool(150mm) |
| Max. working pressure : 12kg/cm ² | Operating temp. : 100°C |
| Glazing : Tempered, Low-iron(4mm) | Operating pressure : 2kg/cm ² |
| Insulation : Polyurethane foam(50mm) | Joint efficiency : 0.85 |
| Tilted angle : 45° | Corrosion allowance : 1.6mm |

集熱 및 乾燥效率를 算出하기 위하여 入口 및 出口에 各各 溫度計를 附着하여, 溫度變化를 測定하였고, 乾燥室內部에 流入되는 空氣의 濕氣를 除去하기 위하여 0.3m³規模의 除濕桶을 空氣流入口에 設置하였으며, 이때 除濕劑로는 Silica gel을 使用하였다. Table 1은 本 實驗에서 使用된 太陽熱集

熱機를 利用한 乾燥裝置의 主要材料 및 諸元을 要約하여 나타낸 것이다.

이 외에도 乾燥室內의 溫室效果를 究明하기 위하여 같은 形態 및 比率로 縮小된 內部空間 0.51m³의 對照室을 別途로 製作하여 比較實驗用으로 使用하였다.

3. 실험 方法

1) 色度：乾燥한 紅蓼을 200 mesh의 粉末로 한후 Hunter-lab color difference meter(D-25L)로 測定하였으며, 日乾燥對照區의 YI(yellow-index)에 對한 相對值로 比較하였다⁴⁾.

2) DPPH 還元能：試料粉末 5g을 75% ethanol로 70°C에서 30分間 抽出한후 遠沈시켜 그 上澄液 1ml에 DPPH(α, α' -diphenyl- β -picryl) hydrazyl溶液 5ml를 混合하여 528nm에서 吸光度를 測定하였다⁵⁾.

3) 集熱機의 熱效率：集熱機의 熱效率은 다음式에 依하여 求하였다⁶⁾.

$$\eta = \frac{Q_p C \Delta t}{HAR} \times 100$$

4) 乾燥效率：乾燥效率은 다음式에 依하여 求하였다⁷⁾.

$$DE = \frac{W_1 \cdot \Delta t \cdot C + W_2 \lambda}{V \cdot \rho \cdot C \cdot \Delta t}$$

5) 乾燥特性：乾燥曲線을 圖上微分法으로 하여 各條件에 따른 水分含量減少率($\frac{dM}{dt}$ 時間別 乾燥速度)⁸⁾에 依한 乾燥率曲線으로부터 乾燥特性을 調査하였다.

結果 및 考察

1. 乾燥期間中의 氣象

乾燥期間中인 9월 1일부터 10월 31일까지의 氣

象條件을 調査하여 分析한 結果, 9월중의 平均溫度는 19.05°C, 平均 相對濕度는 82.6%, 平均 水平面日射量은 196.59cal/cm², 平均日照時間은 8.8時間, 平均日照率은 71.05%였으며, 10월의 各 平均値는 溫度가 12.11°C, 相對濕도가 81.1%, 水平面日射量이 154.8cal/cm², 日照時間 7.9時間, 日照率 70.38%이었다. 一般의으로 9월이 10월보다 太陽熱을 利用한 乾燥條件이 良好하였으며, 氣象條件은 例年과 比較하여 類似하였다. 乾燥期間 61일중 日照率 50% 以下인 날수가 11일로서 약 18%에 달하였으며, 日照率 0%인 雨天 및 흐린날수가 4일이나 되었다.

2. 乾燥期間中 裝置의 溫濕度變化

紅蓼乾燥試驗을 1차(9월 17일~9월 28일) 및 2차(10월 3일~10월 12일)로 나누어 實施하고, 이 期間中 乾燥裝置의 各部位, 즉 集熱機, 對照室, 乾燥室에서의 入口溫度, 出口溫度 및 室內 相對濕度를 調査한 結果는 table 2와 같다. 먼저 全體平均値를 보면 集熱機의 入口溫度가 43.7°C, 出口溫度가 47.0°C로서 溫度差異는 3.3°C였고, 放熱機의 入口溫度가 52.6°C, 出口溫度가 48.0°C로서 溫度差異는 4.6°C이었다.

實際 集熱機의 熱效率을 分析하려면 加熱媒體인 물이 集熱機에 들어갈때의 溫度와, 吸熱後 集熱機를 떠날때의 溫度를 測定하여, 이 溫度差로부터 熱效率을 算出하여야 한다. 그러나 本 實驗裝置는 日

Table 2. Temperature and relative humidities of the collector, convector, control chamber and drying chamber during drying period measured at 2 p.m.

| Drying period | Date | Temp. of collector(°C) | | Temp. of convector(°C) | | Control chamber | | Drying chamber | |
|---------------|---------|------------------------|--------|------------------------|--------|-----------------|----------|----------------|----------|
| | | Inlet | Outlet | Inlet | Outlet | Temp. (°C) | R.H. (%) | Temp. (°C) | R.H. (%) |
| 1st Drying | Sep. 17 | 66 | 76 | 58 | 55 | 58 | 30 | 62.5 | 40 |
| | 18 | 45 | 50 | 53 | 51 | 51 | 50 | 53 | 49 |
| | 19 | 59 | 63 | 57 | 52 | 60 | 35 | 62 | 42 |
| | 20 | 64 | 70 | 57 | 52 | 65 | 35 | 67 | 38 |
| | 21 | 66 | 82 | 68 | 61 | 65 | 36 | 68 | 37 |
| | 22 | 62 | 64 | 58 | 54 | 55 | 36 | 67 | 35 |
| | 23 | 54 | 56 | 60 | 56 | 60 | 40 | 63 | 39 |
| | 24 | 21 | 22 | 68 | 65 | 42 | 100 | 45 | 65 |
| | 25 | 20 | 21 | 70 | 67 | 40 | 100 | 46 | 67 |
| | 26 | 66 | 70 | 52 | 48 | 55 | 29 | 59 | 42 |
| | 27 | 65 | 68 | 55 | 47 | 53 | 30 | 58 | 42 |
| | 28 | 58 | 59 | 25 | 44 | 55 | 45 | 57 | 42 |

| | | | | | | | | | | |
|------------|---------|----|------|----|------|----|------|------|------|----|
| 2nd Drying | Oct. 3 | 50 | 69 | 57 | 52 | 45 | 24 | 46 | 40 | |
| | 4 | 22 | 24 | 54 | 50 | 42 | 55 | 44 | 42 | |
| | 5 | 23 | 21 | 41 | 36 | 35 | 65 | 38 | 60 | |
| | 6 | 23 | 22 | 38 | 34 | 34 | 62 | 34 | 37 | |
| | 7 | 23 | 21 | 46 | 42 | 42 | 45 | 43 | 45 | |
| | 8 | 23 | 22 | 49 | 43 | 31 | 68 | 40 | 52 | |
| | 9 | 28 | 27 | 47 | 39 | 44 | 50 | 49.5 | 30 | |
| | 10 | 47 | 50 | 39 | 35 | 37 | 65 | 40 | 43 | |
| | 11 | 22 | 20 | 37 | 37 | 37 | 65 | 43 | 46 | |
| | 12 | 55 | 57 | 40 | 35 | 30 | 65 | 44 | 42 | |
| | Average | | 43.7 | 47 | 52.6 | 48 | 47.1 | 51 | 51.3 | 44 |

沒後, 또는 夜間에는 蓄熱槽內의 물의 溫度가 50°C 以下로 될때는 補助熱源인 스팀이 流入되기 때문에 純粹한 集熱機의 效率計算에 影響을 미치게 된다. 또한 乾燥室의 溫度效果를 檢討하기 위하여 對照室을 設置하였으며, 實際 乾燥室과의 溫度差異를 比較한 結果, 2°C정도 差異가 있었으며, 相對濕度의 차이는 약 3%였다. 그러나 對照室은 乾燥室의 크기를 縮小하여 木材로 만들었기 때문에,

벽면을 통한 熱損失에서는 약간의 差異가 있을 것으로 본다.

3. 太陽熱集熱機의 熱效率

1次乾燥期間中の 가장높은 水平面日射量을 보인 9월 21일과 가장낮은 水平面日射量을 보인 9월 25일 양일간에 集熱機效率를 分析한 結果는 table 3 과 같다.

Table 3. Thermal efficiency of solar collector on Sept. 21 (highest radiation) and Sept. 25 (lowest radiation) during 1st drying period

| Date | Hr | H(KJ/m ² hr) | R | HRA(KJ/hr) | Δt | Q _{ρCΔt} | = $\frac{Q_{\rho C \Delta t}}{HAR}$ |
|----------|-------|-------------------------|--------|------------|----|-------------------|-------------------------------------|
| Sept. 21 | 9~10 | 862.48 | 1.0297 | 71616.03 | 6 | 5365.8 | 7.5 % |
| | 10~11 | 1230.92 | 1.0027 | 99529.39 | 12 | 10731.6 | 10.78% |
| | 11~12 | 1427.70 | 0.9935 | 114381.38 | 26 | 23251.8 | 20.32% |
| | 12~13 | 1477.94 | 0.9897 | 117953.52 | 25 | 22357.5 | 18.96% |
| | 13~14 | 1444.45 | 0.9850 | 114733.24 | 16 | 14308.8 | 12.48% |
| | 14~15 | 1214.17 | 0.9871 | 96647.62 | 14 | 12520.2 | 12.96% |
| | 15~16 | 895.98 | 0.9916 | | | | |
| | 16~17 | 581.97 | 0.9888 | | | | |
| Average | | | | | | | 13.82% |
| Sept. 25 | 9~10 | 347.50 | 0.9117 | 25548.02 | 2 | 1788.6 | 7.0 % |
| | 10~11 | 584.47 | 0.9026 | 42541.04 | 2 | 1788.6 | 4.2 % |
| | 11~12 | 615.46 | 0.9028 | 44806.59 | 2 | 1788.6 | 3.99% |
| | 12~13 | 598.71 | 0.9034 | 43616.13 | 2 | 1788.6 | 4.1 % |
| | 13~14 | 514.98 | 0.9052 | 37591.13 | 2 | 1788.6 | 4.76% |
| | 14~15 | 280.52 | 0.9186 | 20779.77 | 2 | 94.3 | 4.30% |
| | 15~16 | 267.96 | 0.9122 | | | | |
| | 16~17 | 297.26 | 0.9006 | | | | |
| Average | | | | | | | 4.73% |

Surface area (A) : 80.64m², Flow rate (Q) : 213×10⁻³m³/hr, Density (ρ) : 1000kg/m³, Specific heat (C) : 4.1868KJ/kg°C

表에서 나타난바와 같이, 9월 21일에서는 11시에서 12시사이가 20.32%로서 가장 높았고,日出 직후인 9시에서 10시사이가 7.5%로 가장 낮았다. 따라서 9시에서 10시사이의 平均熱効率は 13.82%였으며, 日射量이 가장 낮은, 즉 흐리고 비가왔던 날인 9월 25일에서는 平均熱効率が 4.73%로서 9% 이상의 差異를 보여 주었다. 이러한 結果는 張登²⁾이 水交換式太陽熱集熱機를 制作하여 8月中에 大

田地方에서 分析하였을때의 平均値 44.2%보다 아주 낮은 것으로, 日射量이 8월과 10월에 크게 差異가 나는것에도 基因하겠으나, 스팀에 의한 入口出口溫度差變化에 左右된 것으로 본다. 한편 2次乾燥期間中에 日射量이 가장높은 10월 3일에는 熱効率이 14.42%, 가장낮은 10월 8일에는 7.12%로서 1次乾燥期間中에 分析한 結果보다 약간 상회하였으나 傾向은 類似하였다.

Table 4. Thermal efficiency of solar collector on Oct. 3 (highest radiation) and Oct. 8 (lowest radiation) during 2nd drying period

| Date | Hr | H(KJ/m ² hr) | R | HRA(KJ/hr) | Δt(°C) | QρCΔt(KJ/hr) = $\frac{Q\rho C\Delta t}{HAR}$ | $\frac{Q\rho C\Delta t}{HAR}$ |
|---------|-------|-------------------------|--------|------------|--------|--|-------------------------------|
| Oct. 3 | 9~10 | 828.99 | 1.1184 | 74764.76 | 7 | 6260.1 | 8.37% |
| | 10~11 | 1147.18 | 1.0756 | 99502.25 | 13.5 | 12073.05 | 12.12% |
| | 11~12 | 1297.91 | 1.0635 | 111309.59 | 28 | 25040.4 | 22.49% |
| | 12~13 | 1477.94 | 1.0415 | 124127.10 | 25 | 22357.5 | 18.01% |
| | 13~14 | 1444.45 | 1.0360 | 120673.74 | 19 | 16991.7 | 14.08% |
| | 14~15 | 1314.66 | 1.0313 | 109332.43 | 14 | 12520.2 | 11.45% |
| | 15~16 | 1089.19 | 1.0297 | | | | |
| Average | | | | | | | 14.42% |
| Oct. 8 | 9~10 | 280.52 | 0.8976 | 20304.73 | 2 | 1788.6 | 8.81% |
| | 10~11 | 330.76 | 0.8943 | 23853.20 | 2 | 1788.6 | 7.50% |
| | 11~12 | 314.01 | 0.8954 | 22673.11 | 2 | 1788.6 | 7.89% |
| | 12~13 | 381.00 | 0.8931 | 27439.46 | 2 | 1788.6 | 6.52% |
| | 13~14 | 397.75 | 0.8925 | 28626.54 | 2 | 1788.6 | 6.25% |
| | 14~15 | 431.24 | 0.8924 | 31033.38 | 2 | 1788.6 | 5.76% |
| | 15~16 | 297.26 | 0.8980 | | | | |
| Average | | | | | | | 7.12% |

Surface area (A) : 80.64m², Flow rate (Q) : 213.6×10⁻³m³/hr, Density (ρ) : 1000kg/m³, Specific heat (C) : 4.186KJ/kg°C.

Table 5. Analysis of drying efficiency in control and drying chamber

| | Control chamber | Drying chamber connected collector | | |
|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------|---|---------|
| Weight of sample W, (kg) | 1.8 | 490 | Sp. heat of ginseng C, (kcal/kg) | 0.82 |
| Initial moisture content (%) | 36.37 | 36.37 | Vap. heat of water λ, (kcal/kg) | 573.2 |
| Moisture content after drying (%) | 14.32 | 14.58 | Vol. flow rate Qμ (m ³ /min) | 0.13 |
| Temp. difference Δt, (°C) | 9.75 | 17.4 | Time taken for drying (hrs) | 192 |
| Vol. of chamber (m ³) | 0.51 | 137.2 | Q ₁ (kcal) | 284.94 |
| | | | Q ₂ (kcal) | 2118.50 |
| | | | Efficiency $\left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)$ (%) | 13.45 |
| | | | Net efficiency (%) | 28.34 |
| | | | | 14.89 |

4. 乾燥効率

本裝置를 使用하여 紅蔘을 乾燥하였을때의 乾燥效率를 算出한 結果는 Table 5와 같다.

表에서 나타남과 1次火力乾燥後 36.37%의 水分을 含有한 紅蔘을 15%以下까지 乾燥시키는데 所要되는 時間과 水分의 蒸發潛熱등을 式에 代入하여 算出한 效率는 集熱機를 利用한 乾燥室에서는 28.34%였고, 對照室에서는 13.45%였다.

이와같은 結果는 一般乾燥機의 平均效率인 40%보다 약간 낮은 것이며, 그 理由로는 벽면을 통한 熱損失量이 크기 때문인 것으로 보인다. 또한 對

照室의 效率를 除한 集熱裝置를 利用한 乾燥室에서의 純粹效率는 14.89%로서 앞으로 效率를 더 높이기 위하여는 斷熱材施工과 室內除濕裝置가 必要할 것으로 본다.

5. 乾燥特性

本乾燥裝置는 1次 火力乾燥한 紅蔘을 水分含量 15%以下로 減少하는데 利用되었으며, 乾燥方法에 따른 期間을 比較檢討하고, 乾燥過程에서의 特性을 究明하기 위하여 1次期間中 乾燥時間에 따른 水分含量變化를 調査하였다.

Table 6. Changes of moisture content in middle size red ginseng during 1st drying period from Sept. 17 to Sept. 28, 1981

| Day (date) | Collector (%) | | Control (%) | | Typical method (%) | |
|-------------|---------------|-----------|-------------|-----------|--------------------|-----------|
| | wet basis | dry basis | wet basis | dry basis | wet basis | dry basis |
| Sept. 16(0) | 36.34 | 57.08 | 36.34 | 57.08 | 36.34 | 57.08 |
| 17(1) | 29.26 | 41.36 | 30.28 | 43.43 | 31.58 | 46.16 |
| 18(2) | 23.28 | 30.34 | 26.46 | 35.98 | 27.24 | 37.44 |
| *19(3) | 22.56 | 29.13 | 25.51 | 34.25 | 26.53 | 36.11 |
| 20(4) | 18.25 | 22.32 | 23.59 | 30.87 | 23.12 | 30.07 |
| 21(5) | 16.14 | 19.39 | 20.30 | 25.47 | 19.87 | 24.08 |
| 22(6) | 15.22 | 17.95 | 19.98 | 24.37 | 17.82 | 21.68 |
| 23(7) | 14.38 | 16.79 | 18.41 | 22.56 | 16.21 | 19.35 |
| *24(8) | | | 18.22 | 22.28 | 19.54 | 18.96 |
| *25(9) | | | 17.45 | 21.14 | 15.58 | 18.46 |
| 26(10) | | | 16.06 | 10.13 | 14.73 | 17.27 |
| 27(11) | | | 15.38 | 18.15 | 14.32 | 16.71 |
| 28(12) | | | 14.47 | 16.92 | | |

* denote rainy or cloudy day

試料의 初期水分含量은 乾物重으로 57.08%(濕物重 36.34%)였고 最終水分含量이 乾物重 17%(濕物重 14.5%)以下로 乾燥시키는데 걸리는 時間은 集熱機를 利用한 것이 7일, 對照室이 12일, 天日乾燥가 11일이었다. 따라서 集熱裝置를 利用한 乾燥가 天日乾燥보다 4일더 短縮되었으며, 이러한 結果는 물交換式太陽熱集熱機를 利用하여 고추와 버를 乾燥한 張等^{10,11)}의 研究結果와 比較할때 類似한 傾向을 나타내었다. Fig. 2는 2次乾燥試驗中의 期間에 따른 水分含量變化를 나타낸 것으로서, 乾燥期間에서 方法에 따라 약간의 差異를 나타내고 있는데, 이는 흐리거나 비가온날에 基因된 것으로 보인다.

이와같은 傾向을 좀더 具體的으로 檢討하기 위하여, 1次實驗結果인 Table 2로부터 作成된 乾燥曲線을 圖上微分하여 各條件에서의 水分含量減少率($\frac{dM}{dt}$)을 求하여 乾燥率曲線으로 나타낸 結果는 Fig. 3과 같다.

時間別 水分含量減少率은 各乾燥方法에 따라 類似한 傾向으로 減少되었는데, 集熱乾燥裝置에서의 乾燥는 2일까지 急速히 減少하였다가 緩慢한 기울기로 되었다. 3가지 乾燥方法모두에서도 初期는 恒率乾燥期를 거치지 않고 바로 減率乾燥期로 들어가는 傾向이었으며, 6일 이후에야 恒率乾燥期의 傾向을 나타냈는데, 이것은 고추의 乾燥特性과도 類似하였다. 이 曲線을 式으로 表示하면 太陽熱集熱

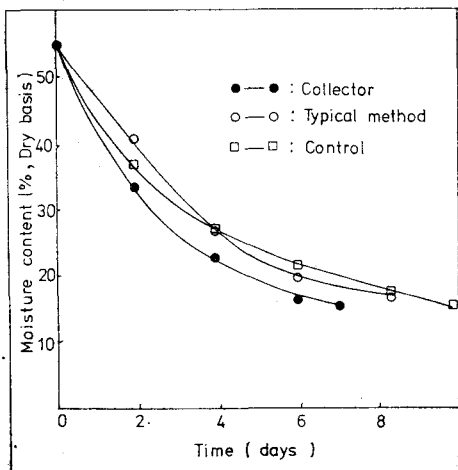


Fig. 2. Drying curves of red ginseng on the different methods in 2nd drying period from Oct. 3to Oct. 13, 1981

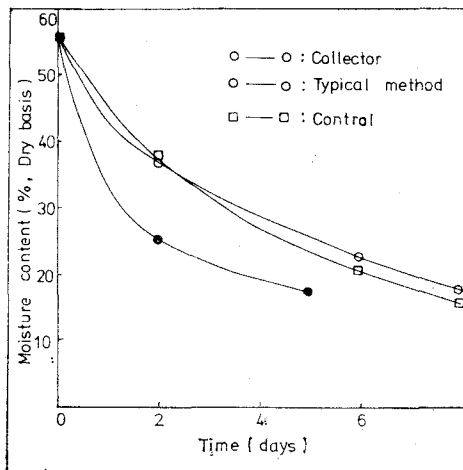


Fig. 3. Drying rate curves of red ginseng on the different methods in 1st drying period from Sept. 17 to Sept. 27

機를 使用하는 경우 $M=50.7023t^{-0.4138}$ 로 나타낼 수 있다. 이와같은 乾燥率曲線에서 보여준 特性은 2次試驗期間에서도 비슷한 傾向을 보였다.

6. 紅蔘의 色度

太陽熱集熱裝置를 利用한 乾燥紅蔘과 慣行方法인 天日露天에서 乾燥한 紅蔘, 그리고 對照區에서 乾燥된것의 褐色度를 比較하여본 結果는 Table 7과 같다.

Table 7. Comparison of brown color intensity of red ginseng dried by solar collector, control and typical method. (%)

| | Small | Middle | Large | Average |
|----------------|-------|--------|-------|---------|
| Collector | 147.9 | 132.8 | 126.2 | 135.6 |
| Control | 121.6 | 115.3 | 111.5 | 116.1 |
| Typical method | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

表에서 보는 바와 같이 慣行方法에 依한 紅蔘製品의 色度を 100으로 하였을때, 集熱機에 依해 乾燥한 것이 平均 135.6%, 對照區가 平均 116.1%로서 各各 35.6% 및 16.1%가 增加되어 紅蔘의 색깔을 向上시켰다. 따라서 紅蔘의 色度を 增加시키는 데는 太陽熱集熱裝置를 利用하는 것이 더 効果的이라 할 수 있겠으나, 한편 肉眼으로 觀察하였을때는 그 色相이 오히려 慣行區보다 약간 탁한 褐白을 띄웠는데, 이러한 現象은 太陽熱集熱機

를 利用한 乾燥區가 慣行區에 比하여 溫度가 높기 때문에 急速한 乾燥에 基因된 것으로 보인다.

6. 紅蔘의 DPPH還元能

紅蔘의 褐變反應 生成物이 抗酸化能을 나타낸다는 事實은 Hodge¹²⁻¹⁴⁾ 등의 報告에 依해 알려져 있는데, 이 抗酸化能의 特徵的指表인 DPPH還元能을 調査하므로써 乾燥方法에 따른 紅蔘의 生理的活性의 差異를 比較檢討할 수가 있다. 따라서 Fig. 4

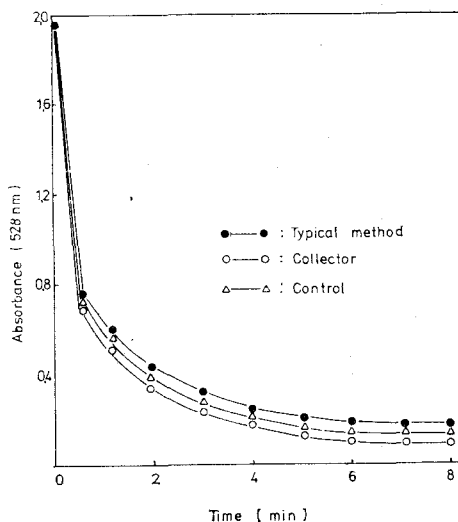


Fig. 4. Reductivity of red ginseng extract as measured by absorbance change of DPPH at 528nm.

에서 보논바와 같이 紅蓼抽出物의 還元性은 太陽熱集熱機에 依한 것, 對照區, 慣行法에 依한 紅蓼의 순서대로 抗酸化能이 強하였는데, 이와같은 傾向은 褐變反應이 더 足進된 것이 還元能과는 比例하기 때문인 것으로 보인다.

이 以外에도 乾燥方法에 따른 紅蓼製品의 品質을 內空, 內白, 龜裂等의 項目에 따라 肉眼으로 調查한 結果, 乾燥方法에 따른 相互差異를 나타내지 않았다.

以上的 結果를 바탕으로 하여 製品을 評價하여 보면, 太陽熱集熱機를 利用한 것이 慣行法에 依한 紅蓼보다 오히려 더 좋았으며, 따라서 앞으로 더 效率의이고, 設置經費가 低廉한 裝置가 改發된다면, 에너지源의 代替效果와 아울러 品質面에서도 더 良質의 紅蓼을 얻을수 있을 것으로 본다.

抄 錄

密閉式을 交換太陽熱集熱乾燥裝置를 利用하여 紅蓼을 乾燥할때의 集熱效率, 乾燥效率, 乾燥特性 및 製品의 品質을 各各 調查하였다. 乾燥期間은 太陽熱集熱裝置를 利用한 것이 慣行法보다 3分の 1 程度를 더 短縮할 수 있었다. 乾燥期間中集熱機의 最大效率는 14.42%, 最低效率는 4.73%였고 乾燥效率는 集熱裝置를 利用한것이 28.34%, 對照區가 13.45%로서 純粹乾燥效率는 14.89%이었다. 紅蓼의 乾燥率曲線은 減率乾燥期만을 나타내었으며, 이때의 式은 $Y=50.7023t^{0.4138}$ 이었다. 乾燥紅蓼의 色度는 慣行法과 比較하여 더 높았으며, diphenyl picryl hydrazyl 還元能도 같은 傾向을 보였다.

記 號

- η =Thermal efficiency (%)
- Qu =Flow rate (m³/hr)
- ρ =Density (1000kg/m³)
- C = Specific heat (4.1868KJ/Kg°C)
- t =Temp. difference (°C)

- H =Horizontal radiation (KJ/m². hr)
- A =Surface area (m²)
- R =Orientation factor
- DE =Drying efficiency (%)
- W_2 =Weight of water (kg)
- λ =Latent heat(kcal/kg)
- V =Volume of drying chamber (m³)

參 考 文 獻

1. Bhardwaj, R.K. and Gupta, B.K.: Solar Energy, 11(3) : 162 (1967)
2. Hottel, H.C. and Whillier, A.: Trans. Conf. on the Use of Solar Energy, 2 : 74 (1958)
3. Liu, B.Y.H. and Jordan, R.C.: Solar Energy, 7(2) : 53 (1963)
4. 朴吉童·崔鎮浩·成絢淳: 韓國營養學會誌, 11 : 25 (1982)
5. Kirigaya, N. Kato, H. and Fujimaki, M.: Agr. Biol. Chem., 32 : 287 (1968)
6. Whillier, A.: Solar Energy, 8(1) : 31 (1964)
7. Hall, C.W., Farral, A.W., and Rippen, A. L.: Encyclopedia of Food Engineering, AVI Pub. Co., Westport, Conn. (1971)
8. Shedd, C.K.: J. of A.S.A.E.,: 462 (1955)
9. 張奎燮·金滿秀: 韓國農業機械學會誌, 2(2) : 37 (1977)
10. 金東萬·金滿秀·張奎燮: 忠南大學校農業技術研究報告 6(1) : 56 (1979)
11. 張奎燮·金滿秀·金東萬: 韓國食品科學會誌, 11 : 264 (1979)
12. Hodge, J.E. and Rist, C.E.: J. Am. Chem. Soc., 75 : 316 (1953)
13. Cooney, P.M., Hodge, J.E. and Evans, C.D.: J. Am. Oil. Chem. Soc., 35 : 167 (1958)
14. Itoh, H., Kawashima, K. and Chibata, I.: Agr. Biol. Chem., 39 : 283 (1975)