

蒸煮人蔘의 乾燥特性和 乾燥에 隨伴하는 蔘根의 收縮

全在根·朴 薰*·徐挺植**

서울대학교 農科大學, *韓國人蔘煙草研究所, **嶺南工業專門大學

(1985년 9월 10일 수리)

The Drying Characteristics of Cooked-Ginseng Root and Its Shrinkage during Dehydration

Jae-Kun Chun, Hoon Park* and Chung-Sik Suh**

College of Agriculture, Seoul National University, *Korea Ginseng and
Tobacco Research Institute, **Yeungnam Junior College of Technology, Korea

Abstract

Hot air drying characteristics of six year old cooked ginseng root at temperature ranges of 55~75°C under 1.8m/sec air velocity and shrinkages accompanied were investigated.

Drying time to reach equilibrium moisture content of the root takes from 20 to 30 hours, depending on the subjected drying temperatures and root sizes.

Drying curve shows that it has two or three falling stages and drying constant are continuously changed. Higher drying constant was observed both at early and late stages of drying.

Shrinkage ratio of length, diameters, surface area and volume of the root were 13.0, 39.8, 47.7 and 68.5%, respectively, after 40 hours dry at 55°C. The most of shrinkage was observed at early drying stage.

緒 論

蒸煮人蔘은 水蔘을 스템에 蒸煮하여 얻어지며 홍삼과 같은 人蔘加工製品의 原料로 널리 使用되고 있다. 特히 人蔘가공제품중에서 高價의 商品의 價値를 갖는 것이 紅蔘인데 이것은 증자인삼을 乾燥하여 얻어지는 製品이다. 홍삼은 우리나라 수출상품으로 세계적으로 높이 評價받고 있기

때문에 紅蔘의 品質을 向上시키는 것은 대단히 중요한 課題인 것이다. 그런데 이러한 홍삼제조와 관련하여 응피, 白皮, 內空, 內白, 表面의 주름 생성, 뒤틀림 등과 같은 좋지 못한 現象들이 나타나 홍삼의 品質과 收率을 크게 低下시키는 것으로 알려져 왔다¹⁻⁴⁾.

그러나 지금까지 이들 현상의 發生原因에 관해서는 내공 및 내백발생정도를 原料水蔘의 比重과 연관시켜 檢討한 吳 등³⁾의 報告가 있을 뿐으

로 전혀 究明되지 못하고 있는 實情이다. 紅蔘製造와 관련된 原料處理의 모든 段階가 이 問題의 發生과 연관이 있을 것으로 推測되며 그 中에서도 水分移動에 따른 蔘根의 收縮 및 變形과 같은 物理的 變化가 가장 심하게 일어나는 단계인 蒸蔘의 乾燥過程과 특히 밀접한 關連이 있을 것으로 생각된다. 그러므로 이러한 品質低下現象의 原因 규명에 앞서서 蒸蔘의 乾燥와 관련된 乾燥特性과 이와 관련된 蔘根의 收縮 및 變形樣相등과 같은 건조에 隨伴되는 모든 現象의 理解가 必要하다고 본다. 蒸蔘의 乾燥 및 이에 隨伴되는 收縮現象에 관하여는 一次火乾한 紅蔘을 기준으로 하여 단편적이고 제한된 研究들이 報告된 바 있으나⁵⁻⁷⁾ 蒸蔘의 乾燥特性과 形態變形問題를 相互 관련지어 보고자 한 노력은 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 本研究는 紅蔘製造와 관련하여 蒸蔘의 乾燥過程에 발생하는 品質低下現象들에 대한 原因究明에 도움이 되고자 蒸蔘의 乾燥特性과 건조에 수반되는 蔘根의 變形問題를 다루었다.

材料 및 方法

1. 試料

市中에서 구입한 六年根水蔘(28~52g/本)을 試

驗材料로 사용하였다.

2. 水蔘의 蒸煮와 乾燥

水蔘의 蒸煮는 慣行方法에 準하였다⁹⁾. 即 증기 솥에 水蔘을 넣고 常壓下에서 98°C수증기로 2時間동안 蒸煮하였다. 蒸煮直後 바로 熱風乾燥를 시작하였으며 熱風의 溫度는 55, 65, 75±1°C로 구분되었고 풍속과 공기의 상대습도는 각각 1.8m/sec, 65~70%이었다. 蒸蔘乾燥에 사용한 건조기는 Fig. 1과 같았으며 試料는 건조실내에 수직으로 매달아 열풍이 蔘根의 뿌리부분으로부터 윗쪽으로 흐르도록 하였다.

3. 乾燥曲線과 乾燥常數

蒸蔘의 건조과정중 經時的으로 시료의 무게를 測定하고 이로부터 건조곡선을 作圖하였다. 한편 乾燥常數는 확산기작⁹⁾에 근거를 둔 (1)式과 같은 건조공식에 적용하여 算出하였다.

$$\ln(M - M_e) / (M_0 - M_e) = -kt \dots (1)$$

式에서 M: 건조시간 t에서의 수분함량 (% , D.B.)

M_e: 평형수분함량(% , D.B.)

M₀: 초기수분함량(% , D.B.)

t: 건조시간(h)

k: 건조상수(h⁻¹)

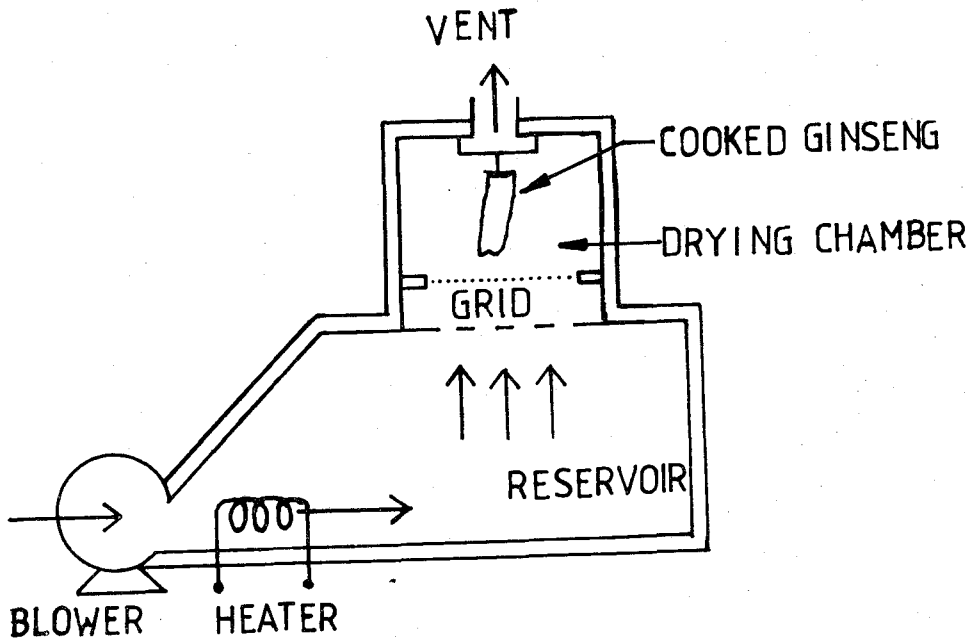


Fig. 1. Sectional view of drying apparatus.

4. 蔘 根 의 收 縮 率 測 定

건조과정중에 蔘 根 의 收 縮 率 을 測 定 하 고 자 上 記 한 55°C 건조온도에서 건조한 蒸 蔘 根 에 대 하여 胴 體 의 長 이 와 圓 둘 레 를 各 各 經 時 的 으 로 測 定 하 였 다. 卽 蒸 蔘 根 胴 體 에 임 의 로 上, 下 두 지 점 을 測 定 하 여 胴 體 둘 레 에 橫 線 을 긋 고 이 들 지 점 간 의 거 리 를 測 定 하 였 고, 한 편 上 記 의 表 示 된 두 지 점 의 圓 둘 레 를 各 各 실 자 로 測 定 하 고 이 들 값 을 平 均 하 여 蔘 根 의 圓 둘 레 값 으 로 하 였 다. 蔘 根 을 完 全 한 圓 筒 型 으 로 가 정 하 고 上 記 의 實 測 된 값 들 로 부 터 蔘 根 의 直 徑, 表 面 積, 體 積 을 各 各 算 出 하 여 건 조 조 기 값 에 대 한 비 율 로써 相 對 的 收 縮 度 를 표 시 하 고 이 로 부 터 수 축 율 을 구 하 였 다.

結 果 및 考 察

1. 蒸 蔘 의 乾 燥 曲 線

蒸 蔘 의 건 조 온 도 별 乾 燥 曲 線 은 乾 物 基 準 水 分 含 量 으 로 乾 燥 時 間 에 대 하여 作 圖 한 결 과 Fig. 2와 같이 모든 건 조 온 도 들 에 서 乾 燥 初 期 에 乾 燥 速 度 가 最 大 이 었 다.

紅 蔘 製 造 시 慣 行 上 一 次 火 力 乾 燥 를 行 하 여 水 分 을 급 격 히 減 少 하 여 40% 정 도 의 수 분 함 량 (濕 量 基 準, W.B.) 에 서 一 次 火 乾 (수 분 함 량 40%, W.B.) 을 끝 마 친 다음 日 乾 이 나 火 力 건 조 를 한 다.

蒸 蔘 을 紅 蔘 의 건 조 에 서 一 次 乾 燥 後 의 상 태 에 도 달 하 는 데 所 要 되 는 건 조 시 간 은 熱 風 溫 度 55°C

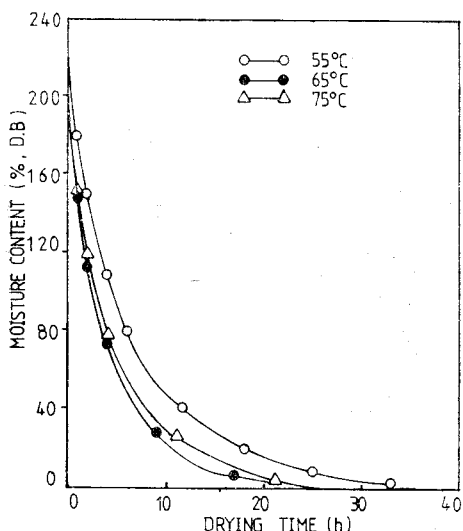


Fig. 2. Drying curve of steamed-ginseng upon hot air drying

에 서 7시 간, 65°C 에 서 4.5시 간, 75°C 에 서 5.6시 간 이 었 다. 한 편 홍 삼 제 품 의 수 분 함 량 수 준 인 13% W.B. 까 지 건 조 시 키 는 데 는 55°C 에 서 21시 간, 65°C 에 서 13시 간, 75°C 에 서 15시 간 이 소 요 되 었 다. 그 리 고 평 형 수 분 함 량 에 도 달 하 는 시 간 은 이 들 各 溫 度 에 서 各 各 43, 32, 29시 간 이 었 다.

그 러 나 65°C 의 경 우 가 75°C 보 다 건 조 속 도 가 더 低 速 을 보 이 는 데 이 는 65°C 에 서 사 용 한 蔘 根 이 작 았 기 때 문 에 나 타 난 差 異 일 뿐 이 다.

洪 等⁵⁾, 洪 等⁶⁾, 張 等⁷⁾ 의 紅 蔘 乾 燥 에 서 는 慣 行 乾 燥 의 一 次 乾 燥 以 後 의 水 分 含 量 수 준 (70%, D.B.) 까 지 건 조 한 것 이 기 때 문 에 本 研 究 結 果 와 직 접 比 較 가 곤 란 하 다.

그 러 나 홍 삼 제 조 의 一 次 건 조 以 前 에 對 應 하 는 蒸 蔘 乾 燥 時 間 (증 삼 으 로 부 터 慣 行 一 次 乾 燥 기 간) 에 서 건 조 속 도 가 크 다 는 사 실 은 이 기 간 에 서 蔘 根 의 形 態 變 形 이 크 게 發 生 하 는 기 간 이 되 므 로 蒸 蔘 의 乾 燥 는 重 要 한 의 미 를 갖 는 다.

2. 蒸 蔘 의 건 조 기 작

증 삼 은 蒸 煮 라 는 一 次 의 加 工 工 程 을 거 치 므 로 一 般 的 農 產 物 의 乾 燥 樣 相 과 는 差 異 가 있 을 것 으 로 생 각 된 다. 뿐 만 아 니 라 그 형 태 도 他 農 產 物 에 비 하 여 특 특 한 관 계 로 일 반 농 산 물 의 건 조 기 작 을 그 대 로 따 른 다 고 는 보 기 어 렵 다. 건 조 기 작 으 로 는 毛 細 管 移 動 이 나 擴 散 移 動 등 의 기 작 을 대 표 적 으 로 들 고 있 으 나 증 삼 의 형 태 적 인 면 을 고 려 할 때 擴 散 기 작 이 지 배 적 일 것 으 로 추 정 되 어 乾 燥 結 果 를 (1) 式 에 적 용 시 키 보 았 으 며 그 결 과 는 Fig. 3과 같 다. 卽 모 든 건 조 온 도 에 서 共 히 直 線 으 로 나 타 나 지 않 았 고 曲 線 의 형 태 를 취 하 고 있 다. 이 들 曲 線 을 건 조 온 도 에 따 라 서 는 2~3個 의 다 른 勾 配 를 가 지 는 直 線 을 包 含 한 형 태 를 취 하 고 있 다. 이 는 곧 蒸 蔘 의 건 조 기 작 이 乾 燥 全 期 에 걸 쳐 (1) 式 으 로 단 代 辦 하 기 곤 란 하 며 乾 燥 段 階 에 따 라 各 各 相 異 한 건 조 기 작 을 따 른 다 고 볼 수 있 다. 이 와 같 은 건 조 곡 선 의 형 태 는 蒸 蔘 乾 燥 가 減 率 乾 燥 에 속 하 나 2 期 내 지 3 期 의 減 率 乾 燥 期 間 을 가 직 을 뜻 한 다. 또 한 건 조 온 도 나 시 료 의 크 기 와 상 관 없 이 대 체 로 類 似 한 曲 線 의 形 태 를 가 지 므 로 原 料 水 蔘 自 體 의 個 體 크 기 나 形 태 가 多 樣 함 에 도 不 拘 하 고 대 체 로 同 一 한 건 조 기 작 을 가 직 을 알 수 있 었 다.

3. 乾 燥 常 數 의 變 化

(1) 式 은 擴 散 係 數 나 直 徑 이 一 定 하 다 고 假 定 한

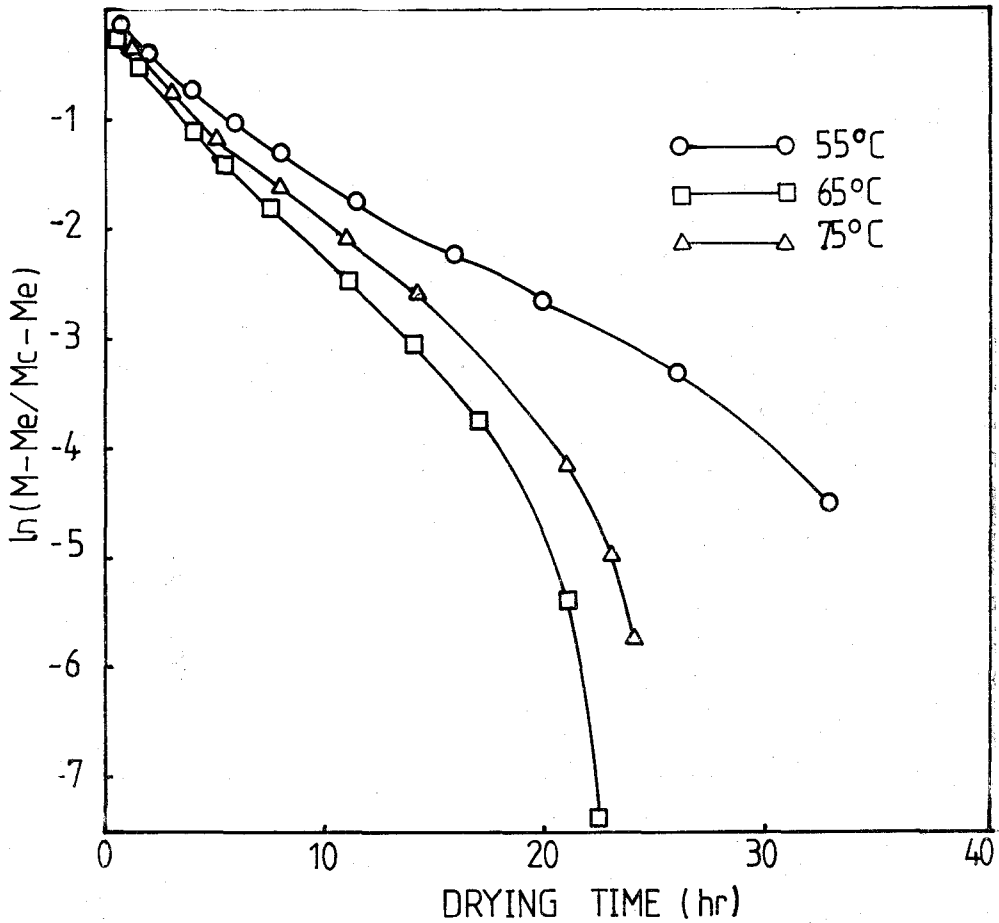


Fig. 3. Plot of $\ln(M-M_e/M_c-M_e)$ vs. drying time at various drying temperature of steamed-ginseng.

狀態에서誘導된式인데 실제로 확산계수가 일정한 경우는 드물고 水分量, 溫度, 濕度에 따라 변한다고 알려져 있으며⁹⁾ 本研究에서는 건조중 收縮으로 因하여 또한 直徑의 減少도 예상되며, 前述한 바와 같이 건조초기 乾燥段階에 따라 相異하므로 乾燥常數 k 가 一定한 값을 취할 수 없을 것으로 推測된다. 따라서 건조중 k 값의 變化樣相을 알아보기 위하여 實驗值를 (1)式에 代入하여 k 값을 算出하고 乾燥時間에 따라 圖示하였으며 그結果는 Fig. 4와 같다. 即, 乾燥常數 k 가 건조진행에 따라 일정한 값을 가지지 않고 계속 변하며 그 變化樣相도 건조온도에 따라 差異를 보이고 있다. 건조온도 55°C에서는 乾燥常數의 變化幅이 좁았으나 건조온도가 上昇할수록 커짐을 보여주었으며 특히 乾燥初期段階에 k 값이 激減하는 傾向을 보이다가 대체로 건조시간 5~7時間에서 그 變化가 크게 둔화되었다. 이 時期에 k 의 減少傾向이 줄

어든다는 것은 紅蔘의 一次火乾을 완료하는 시기와 거의 一致한다는 점에서 흥미있는 사실이다. 이러한 乾燥常數의 減少는 건조중에 계속적으로 수분이동을 阻害하는 各種要因들의 發生에 起因된 結果로 思料된다. 따라서 특히 k 값의 減少가 심한 건조초기와 높은 건조온도에서 蔘根의 收縮, 變形 등이 클 것으로 예상되므로 良質의 紅蔘을 얻기 위해서는 이런 점에 유의할 필요가 있을 것이다.

한편 건조상수값도 건조온도가 높을수록 큰 값을 취하는 傾向을 볼 수 있는데 이는 乾燥常數가 乾燥溫度에 뚜렷이 依存함을 보여주는 結果로 생각된다.

4. 蔘根의 收縮率

根菜類나 其他 食品의 乾燥時에 일어나는 變化의 하나가 收縮現象이며 식품이 完全한 彈性體가

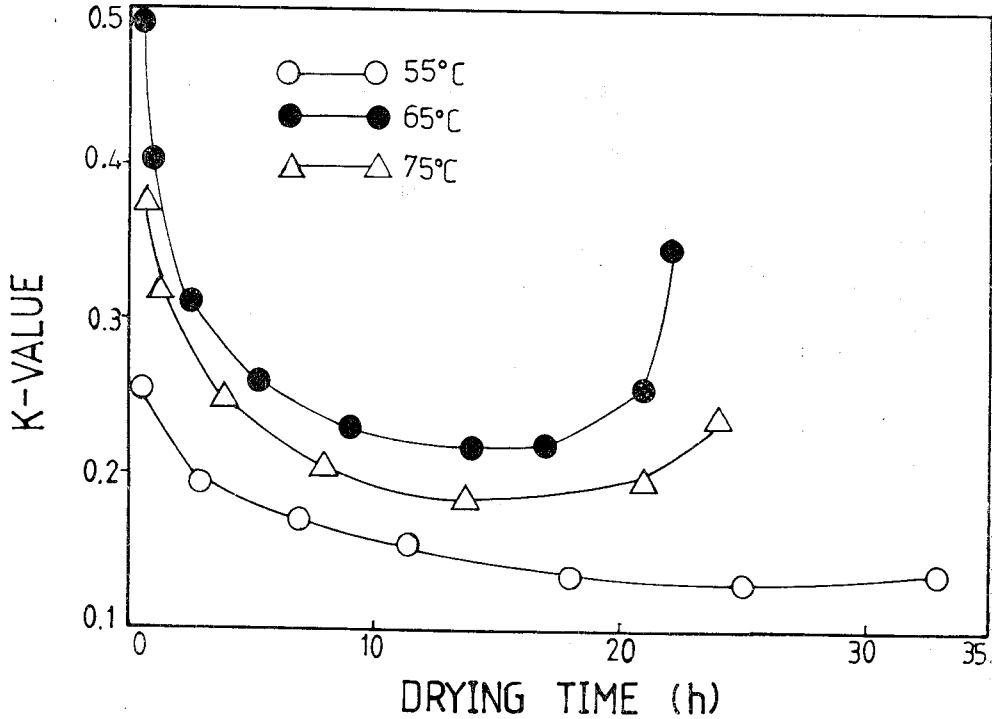


Fig. 4. Changes of k-value at various drying temperature.

아니므로 均一한 수축양상을 보기가 어렵고 食品의 種類나 乾燥方法에 따라 다른 收縮樣相을 보인다. 特히 水分이 많고 柔軟한 組織을 갖는 食品을 熱風乾燥한 경우 體積收縮이 가장 현저하고 또한 乾燥速度나 건조단계에 따라서도 그 收縮樣相에 상당한 差異를 갖는 것으로 報告된 바 있다¹⁰⁻¹³⁾. 本研究에서는 蒸蔘의 乾燥에 隨伴되는 蔘根의 收縮樣相을 보기 위하여 [前述한 바와같이 蔘根을 完全한 圓筒型으로 假定하고 直徑, 길이, 表面積, 體積의 收縮率을 算出하고 乾燥時間에 따른 變化를 檢討하였다.

1) 길이와 직경: 건조온도 55°C에서 일어난 蔘根의 길이와 直徑의 收縮률을 건조시간에 따라 圖示한 結果는 Fig. 5와 같다. 即 건조됨에 따라 길이와 直徑이 모두 수축이되며 重量의 減少에서 처럼 乾燥初期段階에 수축이 심하게 일어남을 볼 수 있으며 또한 길이보다 直徑方向으로의 수축이 훨씬 甚하였다. 紅蔘의 一次火乾燥時의 水分含量에 도달하는데 所要된 건조시간 7時間제와 거의 平衡水分含量에 도달한 때인 건조시간 40시간제를 比較하여 볼 때 길이의 수축율은 각각 5.4%와 13.0%, 直徑의 수축율은 각각 19.2%와 39.8%

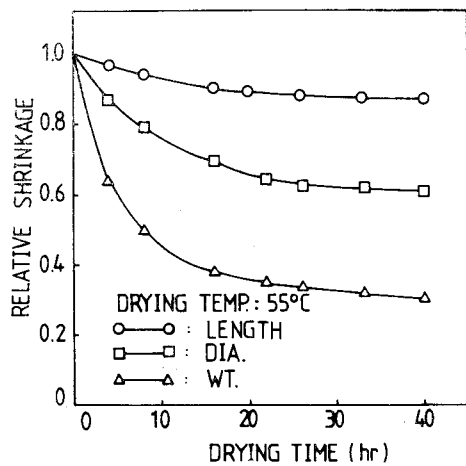


Fig. 5. Relative shrinkage of steamed ginseng upon hot air drying (about length and diameter).

를 기록하였는데 이는 重量減少가 甚할 때 收縮이 甚하게 일어나고 重量減少가 둔화된 시기 即 건조가 많이 進行되어 組織이 硬化된 以後에는 수축이 일어나기 어렵다는 것을 뜻한다. 또한 前述한 바와 같이 건조시간 7시간제까지 건조상수

값의 변화가 심한 시기이었다는 점을 고려할 때 수축과 건조양상과는 相互 밀접한 관계를 가짐을 알 수 있다. 25~35%의 直徑收縮率을 報告한 洪等⁵⁾, 洪等⁶⁾의 結果와 본 연구결과는 건조방법의 相異에도 不拘하고 대체로 類似한 變化樣相이었다.

한편 方向에 따른 수축율의 差異는 蔘根組織上의 差異때문인 것으로 보여지며 이로 因하여 蔘根方向에 따라 內部張力의 不均衡을 초래하여 內空, 내부균열 等の 組織變化를 同伴할 수 있을 것으로 推測된다.

2) 表面積과 體積: 乾燥에 따른 蔘根의 表面積, 收縮率을 계산하여 重量變化와 比較하였으며 그 結果는 Fig. 6과 같다. 即 건조에 따른 蔘根의 表面積과 體積의 收縮이 重量의 減少와 더불어 매우 甚하게 일어남을 보여주었는데 그 收縮率도 건조시간 7시간과 40시간에 있어서 表面積은 각각 23.5%, 47.7%을 기록하였고 體積은 각각 38.2%, 68.5%을 기록하여 表面積보다는 體積收縮이 더 일어남을 볼 수 있다. 또한 수축양상을 보면 重量減少가 甚한 乾燥初期에서 수축이 극심하였으며 건조가 진행됨에 따라 차츰 줄어들어 건조 후반부에 이르러서는 거의 收縮을 보이지 않았다. 이와같이 건조초기가 건조후기에 비하여 극심한 수축현상을 동반하므로 乾燥速度 및 常數의 減少現象, 극심한 蔘根內部組織의 變化 등이 예상되므로 紅蔘乾燥에 따른 形態變化를 最小化하기 위하여서는 乾燥速度를 減少시키는 等の 적절한 조치가 特히 乾燥初期段階에서 必要하다고 본다. 이러한 점에서 紅蔘製造時 慣行上 一次火力

乾燥를 行하고 있는 現行紅蔘製造方法의 再檢討가 要求된다.

한편 건조에 따른 體積收縮率과 重量減少率을 비교할 때 重量減少率이 多少 큰 값을 나타내어 체적수축보다는 重量 감소가 더 심한 경향이 있는데 특히 건조초기에 뚜렷한 差異를 볼 수 있으며 건조시간 7시간부근에서 最大의 差異를 기록하였고 이후 그 차이가 줄어들어 건조말기에서는 거의 差이를 볼 수 없다. 이는 乾燥初期에 水分이 除去된만큼 體積의 減少가 일어나지 않아 蔘根組織內에 커다란 空間이 形成되었다가 乾燥進行에 따라 차츰 空間이 줄어들음을 意味하는데 이 過程에서 組織의 硬化로 因하여 彈力性있는 수축을 期待할 수 없으므로 甚한 內部組織의 變化가 예상된다. 따라서 空間生成을 最小化하려면 初期乾燥速度를 調節必要가 있다고 思料된다. 本實驗 結果는 Kilpatrick等¹⁰⁾, Suzuki等¹¹⁾의 根菜類收縮現象에 관한 報文에서 乾燥初期에 收縮된 體積이 除去된 물의 量에 거의 가깝다는 報告와는 一致하지 않았는데 이는 主로 試料處理 및 乾燥方法의 差異에 起因된 結果로 思料된다.

以上的 結果에서 乾燥段階別로 수축의 差異가 甚하며, 特히 內部組織이 完全히 硬化될 때까지 蔘根의 直徑, 길이, 表面積, 體積, 重量 等서로 간의 變化속도 差異로 因하여 內外組織에 미치는 힘의 不均衡을 초래하며 蔘根의 變形을 일으킨다고 볼 수 있다.

抄 錄

紅蔘製造와 관련된 品質低下現象의 原因究明을 위하여 蒸蒸人蔘의 熱風乾燥過程에 따른 乾燥特性과 이에 隨伴되는 收縮樣相을 檢討하였다. 乾燥初期에 급격한 乾燥現象을 볼 수 있으며 확산기작식에 적용한 결과 乾燥段階가 乾燥溫度에 따라서는 2期 내지 3期の 減率乾燥期로 區分되었다. 또한 乾燥常數 k 가 건조온도별로 뚜렷한 差異를 가져 溫度依存性이 큼을 알 수 있으나 乾燥中 一定한 값을 갖지 않고 계속 變하였다. k 값의 減少는 乾燥初期에 심하였고 5~7時間 經과후에 크게 둔화되었다.

한편 蔘根胴體의 길이, 直徑, 表面積, 體積收縮率이 乾燥 40時間에 있어서 13.0, 39.8, 47.7, 68.5%를 各各 기록하여 서로간에 차이는 있지만 건조중 甚한 收縮現象이 同伴되었으며, 特히 乾

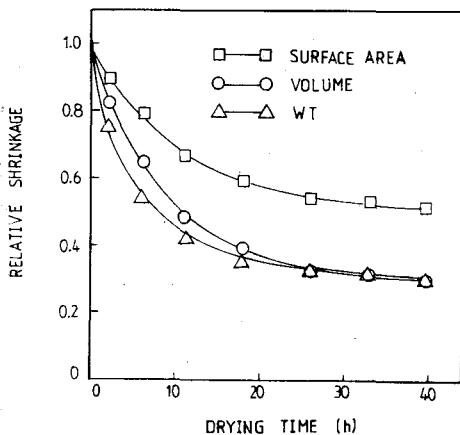


Fig. 6. Relative shrinkage of steamed ginseng upon hot air drying (about surface area and volume).

燥初期에 수축이 심하였다. 길이보다는 直徑 수축이 훨씬 심하여 蔘根組織의 方向에 따른 差異를 나타내었고 또한 體積收縮率이 重量減少率에 비해 다소 작았는데 그 差異가 乾燥初期에 뚜렷하였다.

參 考 文 獻

1. 이양희 : 한국과학기술연구소보고서 BSG 272-892-5(1976).
2. 吳勳一, 金相達, 都在浩, 李松載, 盧惠媛 : 인삼연구보고(고려인삼연구소), 67(1979).
3. 吳勳一, 都在浩, 盧惠媛 : 인삼연구보고(고려인삼연구소), 3(1980).
4. 吳勳一, 金相達, 李松載 : 인삼연구보고(고려인삼연구소), 37(1980).
5. 洪淳根, 金友政, 吳勳一, 金相達, 都在浩, 李松載, 盧惠媛 : 인삼연구보고(고려인삼연구소) 39(1979).
6. 洪淳根, 吳勳一, 金相達 : 인삼연구보고(고려인삼연구소), 21(1980).
7. 張奎燮, 金相達, 洪淳根, 尹漢教 : 한국농화학회지, 25(3) : 111(1982).
8. 專賣廳 : 紅蔘 및 紅蔘製品品質教範, 9(1979).
9. Perry, R.H. and Green, D.W.: Perry's Chemical Engineer's Handbook, 6th Ed., 20~21, McGraw-Hill Book Company(1984).
10. Hilpatrick, P.W., Lowe, E. and Van Arsdell, W.B.: Advances in Food Research, 6 : 360(1955).
11. Suzuki, K., Kubota, K., Hasegawa, T. and Hosaka, H.: J. Food Sci., 41 : 1189(1976).
12. Potter, N.N.: Food Science, 3rd Ed., p.271~273, AVI Publishing Company, INC., Westport, Connecticut(1978).
13. 木村進(總編集) : 乾燥食品事典, p.168~170, 朝倉書店(1984).