

졸참나무 枝材 纖維에 관한 研究¹

李 磊 宇²·嚴 永 根²

A Study on Branchwood Fiber of *Quercus serrata* Thunb.¹

Phil Woo Lee² · Young Guen Eom²

要 約

1970年以來 原資材의 減少와 木材의 需要가 增加함에 따라 原料材의 效率的 利用이 國內外的으로 要請 되고 있다.

따라서 本稿에서는 全樹體를 利用한다는 面에서 졸참나무(*Quercus serrata* Thunb.) 枝材에 關한 特性 研究의 한 方案으로 主要構成要素인 fiber의 dimension에 關한 것을 다루었으며, 樹體內에서 枝材個體, 部分 및 位置에 따라서 纖維長, 幅 그리고 膜厚를 測定하고 分析하였다. 本 研究에서 얻은 結果는 다음과 같다. 1) 枝材個體의 높이가 地上에서 樹高方向으로 增加함에 따라 纖維長, 幅 그리고 膜厚는 直線的으로 減少함을 나타냈으며 이들의 回歸式은 각기 $Y=770.03-22.643X$, $Y=27.444-0.71385X$ 및 $Y=12.308-0.57320X$ 였다. 2) 枝材內에서 樹幹에 인접한 部位로부터 가지의 끝으로 移行하여 감에 따라 纖維長, 幅 그리고 膜厚는 一次的인 直線關係로 減少함을 보였으며 이들의 回歸式은 各各 $Y=752.70-0.6724X$, $Y=26.152-0.0084867X$ 및 $Y=11.258-0.006205X$ 였다. 3) 年齡에 따라, 즉 髓로부터 樹皮方向으로, 纖維長, 幅 그리고 膜厚의 變異는 점차로 增加함이 直線으로 나타났으며 그 回歸式은 各各 $Y=679.73+11.231X$, $Y=25.382+0.0925X$ 및 $Y=10.521+0.11787X$ 였다. 4) 各 枝材個體間의 纖維長, 幅 그리고 膜厚는 各各 625 ~ 765 μ m, 26 μ m 및 11 μ m에서 가장 많은 分布量을 나타냈다.

ABSTRACT

According to the worldwide decreasing tendency in raw materials and increase in wood demands since 1970, the efficient utilization of raw materials was required internationally. Therefore this study dealt with the dimensional characteristics of branchwood fiber of *Quercus serrata* Thunb for the complete utilization of whole tree. According to the branch individuals, parts and positions within a tree, fiber length, width and wall-thickness were measured. The results obtained are as follows: 1) As the height of individual branchwood increases from ground toward, fiber length and width, and wall-thickness decreased linearly and their regression equations obtained, were $Y=770.03-22.643X$, $Y=27.444-0.71385X$ and $Y=12.308-0.57320X$ respectively 2) From the main stem to branch in distal direction, fiber length, width and wall-thickness linearly decreased and their regression equations obtained were $Y=752.70-0.6724X$, $Y=26.152-0.0084867X$ and $Y=11.258-0.006205X$, respectively. 3) As the radial direction from pith to bark increases, fiber length, width and wall-thickness increased linearly and their regression equations obtained were $Y=679.73+11.231X$, $Y=25.382+0.0925X$ and

¹ 接授 4月 11日 Received April 11, 1983.

² 서울대학교 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon, Korea.

$Y=10.521+0.11787X$, respectively. 4) Mean value of fiber length, width and wall-thickness were 625-765, 26 and $11\mu\text{m}$, respectively.

Key words : *Quercus serrata* Thunb.; branchwood fiber.

緒 論

木材는 人類의 歷史와 함께 오랜 옛날부터 가장 親近하게 使用되어온 材料이다. 오늘날 플라스틱, 시멘트 등의 他材料가 수없이 開發되고 있지만 木材의 重要性을 無視할 수 없다.

最近 몇년간 國際潮流의 흐름은 世界的인 資源枯竭이라는 趨勢속에서 各國의 自國資源確保政策으로 인한 資源輸出制限 및 資源確保競爭은 더욱 深刻해지고 있다. 그러므로 資源이 不足한 우리나라로서는 이 영향이 外材依存도가 높은 國內木材關聯工業 全般에도 미치지라는 것을 누구나 豫見할 수 있다.

우리나라의 林産工業은 木材需要가 날로 增加하고 있는 實情에 비춰 볼 때, 이에 대한 對策이 時急하다. 이러한 對策의 하나로서 이미 確保한 資源을 더욱 效果의으로 利用할 수 있는 方法을 究明함이 무엇보다도 重要한 課題라고 생각한다.

不足한 木材資源의 效率의 利用을 爲해서는 지금까지 重要하게 다루지 않았던 枝材의 特性 研究를 全樹體를 利用 活用한다는 면에서 取扱하여야 할 것이다.

따라서 本 研究는 全樹體를 利用한다는 면에서 枝材의 特性에 관한 一次의인 研究로서 졸참나무 枝材의 主要構成要素인 木纖維의 fiber dimension에 관한 特性을 調査分析하여 보기로 하였다.

研究 史

一般의으로 fiber의 特性에 관한 研究는 針葉樹材를 構成하고 있는 假導管의 길이에 관해서 Chalk (1930)以來, Anderson(1951), Dinwoodie(1961), Nicholls와 Dadswell(1962), Harris(1965), Orman과 Harris(1965), Rech와 Arganbright(1968), Shelbourne와 Ritchie(1968), Voorhies와 Jameson(1969), Snyder와 Hamaker(1970), Manwiller(1972), Shikura(1980), Seth(1981), Taylor와 Burton(1982) 등의 研究가 發表되었다.

闊葉樹材의 木纖維에 관한 研究로는 Gerry(1915)가 木纖維 變異와 強度와의 關係를, Bisset와 Dads-

well(1949)은 *Eucalyptus regnans*의 木纖維長 變異에 관한 것을 研究했으며 Spurr와 Hyvarinen(1935)은 나무의 生長과 材內位置에 따른 木纖維長 關係에 關하여, Olinmaa(1958)는 Birch의 春·秋材 木纖維長 比較에 관해, Hejnawicz(1959)는 *Robinia pseudoacacia*의 樹幹에 있어서 木纖維와 導管長의 變異에 관해, Dinwoodie(1961)는 假導管과 木纖維長에 관해, Saucier와 Taras(1966)는 Red maple의 比重과 木纖維長 變異에 관해, Saucier와 Hamilton(1967)이 Green ash내에서의 木纖維 寸數 變異에 관해, Magelin(1976)이 北美産 Red oak成熟材에 있어서의 組織比率, 導管과 木纖維長 變異에 관해 Hasan Verdu와 Bensed(1980)가 Black alder에 있어서의 樹幹, 枝 및 根 細胞의 形態와 比率에 관한 研究를 소개하였으며 Core와 Moschler(1980)가 Yellow poplar 枝材의 解剖學的인 特性을 研究한 바 있다.

材料 및 方法

1. 試驗材料

1·1. 졸참나무의 枝材: 試驗用 졸참나무 枝材는 1982年 7月 12日 京畿道 水原市에 位置한 서울大 農大 附屬 演習林에서 胸高部位(Breast Height, 1.5m) 圓周가 30cm인 비교적 平穩 生長한 立木으로부터 採取한 것을 利用하였는데, 各 枝材도 比較의 爲은 것을 그림 1의 (a)와 같은 方法에 따라 4個를 採取

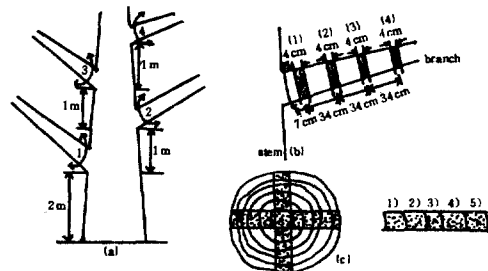


Fig. 1. (a) The height and sample no. of tested branchwoods above ground. (b) In each individual branchwood, sampled disc distance from stem and it's no. (c) no. of growth rings, sampled.

Table 1. Sampled disc dia. in branchwoods

Branch Disc	單位 : cm			
	1	2	3	4
(1)	3.0	2.8	2.4	2.1
(2)	2.8	2.7	2.1	1.6
(3)	2.6	2.5	1.8	1.4
(4)	2.5	2.2	1.6	1.1

하고 이들의 各 枝材에서 그림 1의 (b)와 같은 方法으로 圓板을 一定한 間隔으로 4 個씩 다시 떼어낸 다음 이들 圓板을 剝皮하고 各 圓板에서 그림 1의 (c)와 같이 十字 모양으로 다시 sample을 4 個씩 採取하여 纖維解離用 供試材料로 使用하였다.

1. 2. 纖維解離液 : 濃窒酸(Conc.HNO₃, Sp. Gr., 1.52)과 蒸溜水(Distilled Water)를 重量比로 1 : 2로 混合한 다음 여기에 葉素산칼륨(KClO₃)을 飽和될 때까지 添加하여 製造한 슐츠溶液(Schultze's Solution)을 利用했다.

2. 纖維長 · 幅 · 膜厚의 測定

解離된 纖維를 random方法에 따라 한 測定項目에 50 個씩 測定했는데, 얻은 資料를 利用하여 枝材個體間, 枝材內의 樹幹으로부터 떨어진 距離사이 그리고 髓에서 水平方向間의 纖維長 · 幅 · 膜厚의 回歸分析을 시도하였으며 纖維의 分布圖를 作成하여 그 特徵을 比較하였다.

結果 및 考察

1. 枝材個體間 높이에 따른 纖維長 · 幅 및 膜厚의 變異

枝材 各 個體間의 높이와 纖維長과의 關係를 알기 위해서 纖維長 測定值를 利用하여 回歸分析法으로 算出한 式은 $Y = 770.03 - 22.643X^{**}$ 의 一次 直線式을 얻었는데 分散分析한 結果 1% 以上の 高度의 有意性이 認定되어 枝材個體間의 높이와 纖維長과의 關係가 뚜렷하게 成立함을 알 수 있었다. 이와 같은 關係를 그림으로 나타내면 그림 2의 (a)와 같으며 枝材個體間에 있어서 높은 곳에 位置한 枝材일 수록 纖維長이 짧음을 뚜렷하게 알 수 있었다.

또 枝材 各 個體間의 높이와 纖維幅 그리고 膜厚와의 關係를 알기 위해서 얻은 式은 각각 $Y = 27.444 - 0.71385X^{**}$ 와 $Y = 12.308 - 0.57320X^{**}$ 의 直線式이었는데 이들은 纖維長의 경우와 똑같이 分散分析

한 結果 1% 以上の 高度의 有意性이 認定되어 枝材個體間의 높이와 纖維幅 그리고 膜厚와의 關係가 成立함을 뒷받침하여 주고 있다. 또 이들의 關係를 그림으로 나타내면 그림 3의 (a) 및 4의 (a)와 같다. 따라서 한 나무에서 枝材가 높은 곳에 位置할수록 纖維幅과 膜厚도 뚜렷하게 減少하고 있음을 認定할 수 있다.

2. 한 枝材內에서의 位置에 따른 纖維長 · 幅 및 膜厚의 變異

가지가 樹幹에 接한 位置로부터 멀리 떨어진 位置에 따라 纖維長의 變異를 알기 위해서 測定한 資料를 利用하여 計算한 回歸式은 $Y = 752.70 - 0.6724X^{**}$ 의 一次 直線式을 얻을 수 있었는데 分散分析한 結果 1% 以上の 高度의 有意性이 認定되어 한 枝材內에서 位置에 따른 纖維長과의 關係가 뚜렷하게 成立함을 알 수 있었다. 이와 같은 關係를 그림으로 나타내면 그림 2의 (b)와 같으며 한 枝材內에서 樹幹部分에서 멀리 떨어진 位置로 纖維長이 減少하는 傾向이 뚜렷하다는 것을 알 수 있었다.

한 枝材內에서 樹幹部分으로부터의 거리와 纖維幅 그리고 膜厚와의 關係를 알기 위해 얻은 式은 각각 $Y = 26.152 - 0.0084867X^{**}$ 와 $Y = 11.258 - 0.006205X^{**}$ 의 直線式을 求하였는데 樹幹部分으로부터의 거리와 纖維幅과의 回歸式은 分散分析한 結果 有意性이 認定

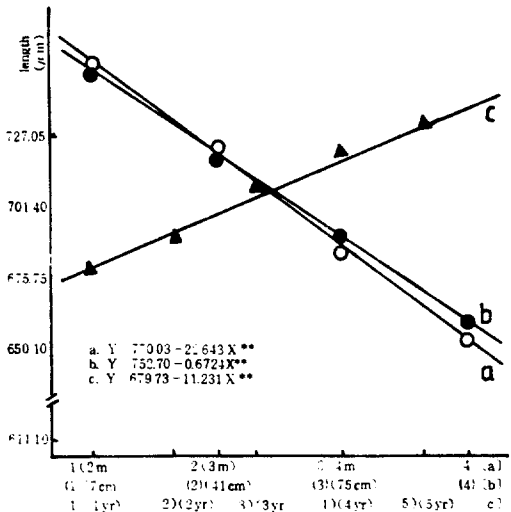


Fig. 2. Relations between fiber lengths and located positions.

- (a): Located branch above ground
- (b): Distance from stem within branch
- (c): Growth ring from pith

되지 않았으나 그림 3의 (b)에서 보여주고 있는 바와 같이 大體로 樹幹에서 멀리 떨어질 수록 纖維幅이 減少함을 알 수 있었다. 또 樹幹部分으로부터의 거리와 纖維膜厚의 回歸式에서는 5%의 水準에서 有意性이 認定되어 式이 成立함을 나타내었고 長과 幅의 경우와 같이 樹幹에서 거리가 떨어질 수록 膜厚가 減少함을 알 수가 있었고 이를 그림으로 나타내면 그림 4의 (b)와 같다.

3. 髓에서 外周로 向한 水平方向의 纖維長·幅 그리고 膜厚의 變異

髓에서 樹皮方向과 纖維長과의 關係를 알기 위해서 測定資料를 利用하여 算出한 回歸式은 $Y = 679.73 + 11.231X^{**}$ 의 一次 直線式을 얻을 수 있었는데 分散分析한 結果 1% 以上の 高度의 有意性이 認定되어 髓에서 水平方向으로 멀리 떨어짐에 따라 纖維長과의 關係가 뚜렷하게 成立함을 알 수 있었다. 이와 같은 關係를 그림으로 나타내면 그림 2의 (c)와 같으며 枝材의 髓에서 水平方向으로 멀리 떨어질 수록 纖維長이 增加함을 뚜렷하게 알 수 있었다.

水平方向의 距離와 幅·膜厚의 關係를 알기 위해서 얻은 回歸式은 각각 $Y = 25.382 + 0.0925X^{**}$ 와 $Y = 10.521 + 0.11787X^{**}$ 의 直線式을 求하였는데 이들 回歸式을 分散分析한 結果 모두 有意性이 認定되지 않았다. 그러나 그림 3의 (c)와 4의 (c)에서 보여주

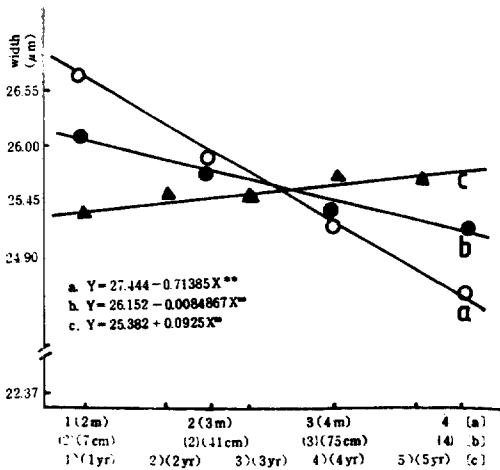


Fig. 3. Relations between fiber widths and located positions.

- (a) : Located branch above ground
- (b) : Distance from stem within branch
- (c) : Growth ring from pith

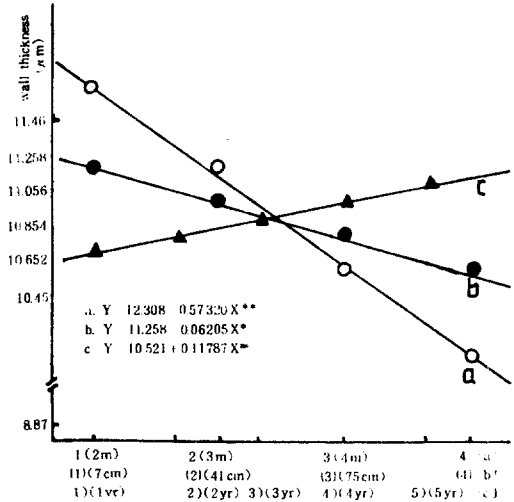


Fig. 4. Relations between fiber wall-thickness and located positions.

- (a) : Located branch above ground
- (b) : Distance from stem within branch
- (c) : Growth ring from pith

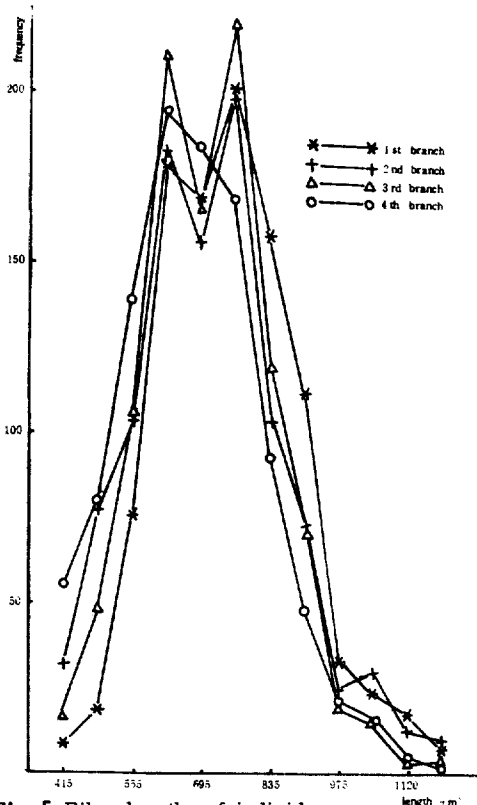


Fig. 5. Fiber lengths of individual branches and their frequency.

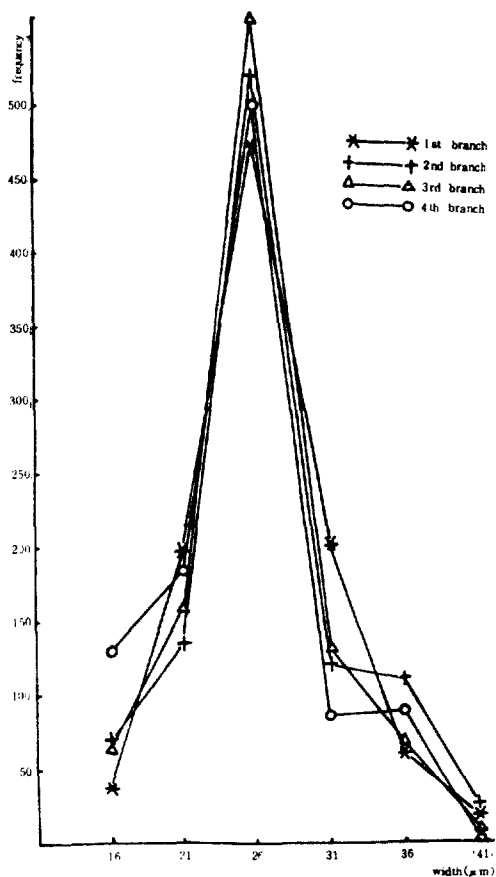


Fig. 6. Fiber widths of individual branches and their frequency.

고 있는 바와 같이 水平方向의 距離가 떨어질 수록 纖維幅과 膜厚의 크기가 大略 增加하고 있음을 알 수 있었다.

4. 枝材個體間的 纖維長·幅 및 膜厚의 分布特性

纖維長에 關한 度數分布를 그림으로 나타내면 그림 5와 같다. 이 그림에서 1, 2, 3 枝材 공히 625 μm와 765 μm에서 피크를 나타내었고 625 μm와 695 μm사이에서 약간 減少하는 傾向을 보였으며 4 枝材는 625 μm에서 피크를 나타내는 것으로 보였다. 이렇게 볼 때 枝材는 625 μm와 765 μm사이에서 가장 많은 纖維長의 分布量을 나타내었다.

纖維幅은 1, 2, 3, 4 枝材 모두가 26 μm까지 점차로 增加하다가 26 μm에서 피크를 나타내었고 그후 減少함을 보였는데 그림 6과 같다. 이 그림을 통해

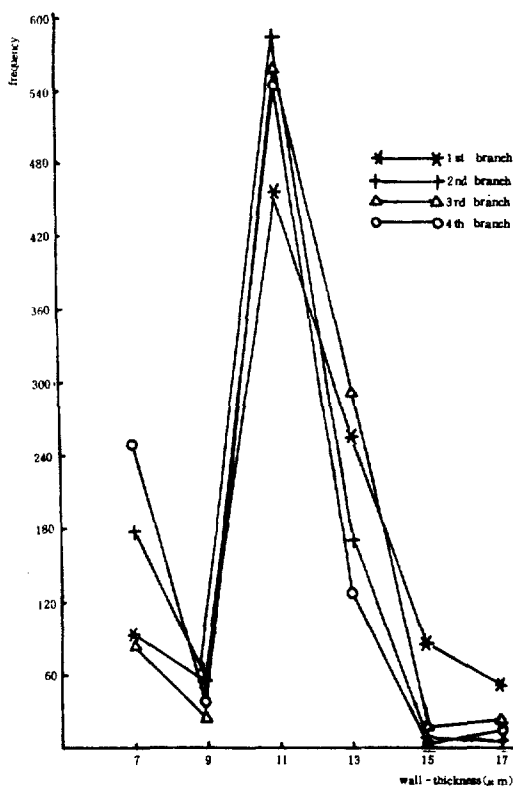


Fig. 7. Fiber wall-thickness of individual branches and their frequency

서 볼 때 幅의 分布量은 26 μm에서 가장 많음을 알 수 있었다.

그림 7은 膜厚의 分布圖로서 1, 2, 3, 4 枝材 공히 7~9 μm에서 減少하였고 9 μm以後 增加하다가 11 μm에서 피크를 이루고 그 이후 다시 減少함을 보였는데 이것은 11 μm에서 가장 많은 分布量을 나타낸다는 것을 意味하는 것이었다.

結 論

以上과 같이 枝材個體間的 높이에 따라서, 枝材內에서도 그 部位가 樹幹으로부터 떨어짐에 따라서 그리고 體에서 外周를 向하여 水平方向으로 떨어짐에 따라 纖維長·幅 그리고 膜厚의 變異를 回歸分析하여 보았고 또 各 枝材個體間 纖維長·幅 및 膜厚의 分布 曲線을 調査하여 纖維의 特性을 究明하였으며 얻은 結論을 간단히 지으면 다음과 같다.

1. 枝材個體間的 높이가 地上에서 樹高方向으로 增

加함에 따라 纖維長·幅 그리고 膜厚는 直線的으로 減少함을 나타내었으며 回歸式은 각각 $Y=770.03 - 22.643X^{**}$, $Y=27.444 - 0.71385X^{**}$ 및 $Y=12.308 - 0.57320X^{**}$ 였다.

2. 한 枝材內에서 樹幹에 인접한 位置로부터 멀어져감에 따라 纖維長·幅 그리고 膜厚는 直線的으로 減少함을 보였고 回歸式은 각각 $Y=752.70 - 0.6724X^{**}$, $Y=26.152 - 0.0084867X^{**}$ 및 $Y=11.258 - 0.006205X^{**}$ 였다.

3. 年輪에 따라, 즉 髓心으로부터 樹皮方向에 따라, 纖維長·幅 그리고 膜厚는 점차로 增加함을 보였으며 이들의 回歸式은 각각 $Y=679.73 + 11.231X^{**}$, $Y=25.382 + 0.0925X^{**}$ 및 $Y=10.521 + 0.11787X^{**}$ 였다.

4. 各 枝材個體間의 纖維長·幅 그리고 膜厚는 각기 625~765, 26 및 11 μm 부근에서 가장 많은 分布量을 나타내었다.

引 用 文 獻

1. Bisset, I.J.W., and H.E. Dadswell. 1949. The variation of fiber length with one tree of *Eucalyptus regnans*. F.V.M. Australian Forestry 13(2): 86-96.
2. Core, H., and W. Moschler, Jr. 1980. Some anatomical characteristics of yellow-poplar branchwood, Wood Sci. 13(2): 99-101.
3. Dinwoodie, J.M. 1961. Tracheid and fiber length timber-a Review of Literature-Forestry 34(2): 125-144.
4. Gerry, E. 1915. Fiber measurement studies; Length variations; Where they occur relation to the strength and uses. Wood science 61(1048): 179.
5. Hamilton, J.R. 1961. Variation of wood properties in southern redoak. For. Prod. Jour. 11(6): 267-271.
6. Hejnowicz, A., and J. Hejnowicz. 1959. Variation in length of vessel members and fibers in trunk of *Robinia pseudoacacia*. Acta. Soc. Bot. Polon 28(3): 453-460.
7. Maeglin, R., B.A. Bendtsen, and F. Denke. 1981. Comparison of mechanical and anatomical properties of eastern cottonwood and poplar hybrid NE-237. Wood Sci. 14(1): 1-14.
8. Maeglin, R.R. 1976. Natural variation of tissue proportions and vessel and fiber length in mature northern redoak. For Serv. U.S.D.A.
9. Olinmaa, P.J. 1958. Comparative studies on the length of wood fiber in the early and latewood of birch. Pap. Ja. Pnu 40(11): 599-601.
10. Saucier, J.R., and J.R. Hamilton. 1967. Within tree variation of fiber dimensions of green ash (*Fraxinus pennsylvanica*) Res. Pap. Georgia For. Res. No. 45.
11. Saucier, J.R., and M.A. Taras. 1966. Specific gravity and fiber length variation within annual height increments of red maple. For. Prod. Jour. 16(2): 33-37.
12. Spurr, S.H., and M.J. Hyvarinen. 1935. Wood fiber length as related to positions in tree and growth. Botan. Rev. 20(9): 561-575.
13. Verdu, H., and D.W. Benseid. 1980. Proportions and types of cell in stems, branches, and root of european black alder (*Ainus glutinosa* L. Gaertn). Wood. Sci. 13(1): 36-40.