소나무와 이태리포플러 板材의 天然乾燥에 關한 試驗

安 洙 球*·林 東 赫*·鄭 希 錫*

Study on the course of air-drying of red pine and Italian poplar boards

An SooGu, Lim HyukDong and Jung HeeSuk

Abstract

This Study was carried out to investigate the course of air-drying and drying defects of red pine (Pinus densiflora S. et Z.) and Italian poplar (Populus eurameriana I-476) boards 1, 2 and 3cm thick in the flat pile. The results are as follows.

1. Air-drying curves for red pine and Italian poplar boards were same as figure 1 and 2. These moisture contents were lower in July and August during seasoning periods.
2. Air drying time of red pine board required to dry 15 percent moisture content in one week for 1 cm board, five weeks for 2 cm board and six weeks for 3cm board respectively. In case of Italian poplar boards, in one week for 1 cm board, four weeks for 2 cm and five weeks for 3 cm board. The thickness of board influenced the time for air drying.
3. Drying defects such as checking, warping and staining happened badly in pine than in Italian poplar boards. Especially, checking was severe in thicker board and warping in thinner board.

緖 言

生材는 全乾木材 自體의 무게보다도 더 많은 量의 水分을 含有하고 있는 경우가 있다. 樹種에 따라 큰 差異가 있으나 一般的으로 生材含水率은 30~200% 範圍에 속하고 있는데, 소나무나 이태리포플라도 높은 生材含水率을 갖고 있다.

이와같이 높은 含水率을 가진 林木에서 採取된 原木이나 製材木을 乾燥하지 않고 그대로 利用하면 乾燥, 接着 및 塗裝등 加工過程에서 여러가지 缺陷이 發生하여 乾燥被害가 수반됨으로 木材는 반드시 乾燥하여 使用하게 된다. 木材乾燥를 實施하는데 있어서는 生材를 그대로 人工乾燥하는 熱氣乾燥와 高溫乾燥法이 있으나 이들 方法은 乾燥費用이 너무 많이 든다. 그리고 高溫乾燥의 경우는 乾燥技術이 아직도 完全히 確立되지 않아 널리 행해지지 않고 있다. 一般的으로 널리 實施하고 있는 方法은 木材 用途에 따라 建築構造材등은 天然乾燥로 完成하는 경우도 있으나, 家具用材, 內粧材등은 섬유포화점 이상까지 天然乾燥를 한 다음 人工乾燥를 實施하는 경우가 많다.

天然乾燥는 옛날부터 一般的으로 實施하여 오고 있는 方法인데 그 原理는 自然大氣狀態의 溫度와 濕度 그리고 空氣(바람)를 적절히 適用하여 乾燥시키는 方法이다. 이 方法의 短點으로는 乾燥 시간이 오래 걸리고 氣乾含水率 以下로 乾燥할 수 없다는 데 있으나, 乾燥費用이 적게 들어 人工乾燥의 예비건조로 널리 實施되고 있다. 天然乾燥 中에 木材 內 水分傾斜에 따른 內部應力의 發生과 木材 三方向別 收縮率의 差異로 인하여 굽거나, 뒤틀림, 그리고 割裂등의 乾燥缺陷이 일어나게 되므로 天候條件과 地上施設을 잘 適用하여 迅速히 乾燥할 수 있도록 實施되어야 한다.

* 서울大學校 農科大學 林產加工學科
Department of Forest Products and Technology, Seoul National University

이 硏究는 우리나라에서 가장 蓄積이 많은 소나무와 速成短伐期 樹種으로 크게 각광을 받고 있는 이태리포플라를 伐採하여 板材로 製材하고 두께별로 區分해서 中部地方의 氣候條件에서 氣乾狀態에 도달하는 乾燥所要時間 및 氣乾含水率을 알고자 實施하였다.

硏 究 略 史

天然乾燥의 略史를 보면 Mathewson(1930)[14]이 테다소나무 板材의 天然乾燥의 乾燥速度는 섬유포화점 以上에서는 대단히 빠르나 섬유포화점 以下에서는 대단히 느리다는 것을 報告한 바 있고, Bateson(1952)[1], 은 針葉樹 板材의 春期乾燥에서 含水率 20%까지 天然乾燥時間은 1인치 板材가 2~3個月, 2인치 板材가 3~4個月로서 板材의 두께별에 따라 天然乾燥時間이 相異함을 報告하였다. Emeljjančikov(1952)[9]는 소나무와 落葉松의 天然乾燥에 관한 報告에서 乾燥 可能 含水率은 6~7月 中에는 11.8~11.5%, 1~2月 中에는 16.5~16.0%까지 乾燥되며 가장 좋은 乾燥期間은 4~9月 中이라고 報告하였다. 또한 Kydrynska(1953)[13]는 乾燥速度와 木材의 두께는 明白한 관계에 있고 乾燥期間은 初期含水率과는 무관하다고 發表했다. Hromkov(1954)[12]는 겨울동안 소나무 平均 乾燥速度를 調査한 結果 0.38%/日임을 發表했다.

Wittmann(1969)[18]은 月平均 氣溫, 含水率, 그리고 板材두께에 따른 乾燥速度에 對한 硏究報告에서 포플라는 Scots pine 보다 乾燥速度가 $1\frac{1}{3}$배 빠르다고 發表했다. Currô(1962)[7]는 이태리포플라 I-455의 天然乾燥時間은 初期含水率 約 191%에서 23%까지 乾燥되는데 44週가 所要된다고 報告했고, Carvalho(1962)[2]는 미류나무를 18%까지 乾燥하는 데 3個月이 所要된다고 報告했다.

桟木의 크기와 간격이 乾燥缺陷에 미치는 影響에 관한 硏究로는 Thomas(1939)[17]가 實施한 바 있는데 가장 좋은 桟木의 크기는 1~$1\frac{1}{4}$인치이고, 桟木間隔은 30인치 以下에서 乾燥缺陷 防止에 도움이 된다고 報告하였으며, Howland(1971)[11]는 2인치 以上의 桟木을 使用하여 Pinus patula의 乾燥時間을 短縮시켰다고 報告했다. 天然乾燥時 지붕을 設置하는 利點에 관한 硏究로서는 Peck(1956)[16] Clark(1958)[5] (1960)[6], Headlee(1960)[10] Carvalho(1962)[3] 등의 報告가 있으며, 이들 報告者들은 品質低下의 防止, 乾燥速度의 增加 및 乾燥狀態의 均一化를 위하여 지붕設置의 必要性을 主張하였다.

乾燥에 미치는 여러가지 影響因子에 따른 品質低下에 관한 調査硏究로서는 Danks(1939)[8]가 實施한 바 있는데 積材는 地上 2피트 以上이어야 하며, 排水가 잘되고 腐敗와 虫害에 걸린 植物이나 木材가 없는 곳이 좋다고 報告했다. Page(1957)[15]등은 Georgia pine 板材의 天然乾燥에 있어서 變色이 가장 심각한 問題이고 그 다음은 變形임을 報告했다. Carvalho(1962)[2]는 포플라에 있어서 靑變이나 심한 變形이 거의 없는 반면 소나무는 심한 靑變現象이 나타난다고 報告했다.

우리나라에서 行한 天然乾燥에 關한 硏究는 比較的 적은 편이다. 그 中 李弼字(1967)[20] (1969)[21]는 剝皮處理가 天然乾燥에 미치는 影響에 관한 硏究에서 리기다소나무는 完全剝皮材가 대체로 內皮付材나 無剝皮材에 比較하여 속히 乾燥하나 乾燥被害를 많이 일으키고, 赤松은 完全剝皮材와 內皮材가 無剝皮材보다 속히 乾燥하지만 역시 乾燥被害가 많이 일어났다고 報告한 바 있다.

材料와 方法

1. 材 料

本 硏究에서 使用한 樹種은 소나무(Pinus densiflora S. et. Z)와 이태리포플라(Populus euramericana I-476) 材를 使用하였는데 모두 서울大 農大 水原演習林內에 生長한 直徑 20 cm 이상되는 林木을 選定하여 供試木으로 使用하였다.

이 두 樹種의 供試板材 크기는 두께 1 cm, 2 cm, 3 cm로 區分하고, 幅 10 cm, 材長 185 cm가 되도록 製材하였다. 供試板材의 數量은 樹種別, 두께別로 각각 6個씩 準備하였다. 그리고 소나무 板材의 경우는 邊材보다 心材가 더 많았다. 桟木은 變形을 防止하기 위하여 모두 두께 3 cm로 同一하게 하여 각 層에 3個씩 80 cm 간격으로 垂直이 되도록 하였고, 乾燥場의 지붕은 루핑을 使用하였다.

2. 方 法

가. 供試板材의 積材

供試板材는 積材前에 두께, 幅, 길이 및 무게를 測定한 後 天然乾燥場에 地上高 45 cm 位置에서 부터 平積하였다.

供試板材의 두께別에 따른 積材位置는 두께 3 cm 板材를 下部, 두께 2 cm 板材를 中間에, 그리고 두께 1 cm 板材를 上部로 하고 板材 두께別로 각각 2層으로 積材하였다. 각 層內에는 6個의 供試板材를 積材하고 소나무와 이태리 포플라의 板材를 서로 交互로 배치하여 樹種間에 乾燥條件을 가급적 均一하도록 배치하였

다. 供試板材의 積材間隔은 5 cm로 하고, 棧木의 間隔은 80 cm로 하여 變形을 防止하기 위해 垂直으로 배치하였다. 지붕의 傾斜는 6°로서 乾燥場 前端에는 供試板材와 30 cm, 後端에는 15 cm 정도 떨어지도록 하여 비를 맞지 않도록 하였다. 그리고 乾燥場 주위에는 雜草를 除去하고 乾燥場內 물이 들어가지 않도록 排水溝를 設置 하였다.

나. 供試板材의 무게 測定

供試板材의 積材期間('76.6.14~9.17) 중에 일주일 間隔으로 供試材의 무게를 測定하였다.

다. 供試板材의 含水率 測定

각 供試板材의 含水率試驗片 3個는 乾燥 前에 무게를 測定하고 100~105°C의 乾燥器內에서 恒量에 도달할 때까지 全乾시켜서 全乾 무게를 測定하여 다음 式 (1)로 含水率을 計算하고 3개의 含水率에서 平均値를 구하였다.

$$\text{含水率} = \frac{W_g - W_o}{W_o} \times 100 \qquad (1)$$

W_g : 乾燥前 무게(g)

W_o : 全乾 무게(g)

라. 供試板材의 乾燥中含水率(Current moisture content)의 計算

乾燥中 含水率은 氣乾狀態에 도달한 供試板材의 含水率을 使用하여 먼저 板材의 全乾무게를 다음 式 (2)로 구한 後, 供試板材의 乾燥中 含水率을 式 (3)으로 구하였다.

$$W_{co} = \frac{W_c}{1 + \frac{U}{100}} \qquad (2)$$

W_{co} : 供試板材의 全乾무게(g)

W_c : 乾燥中 供試板材무게(g)

U : 含水率 (%)

$$U_c = \frac{W_c - W_{co}}{W_{co}} \times 100 \qquad (3)$$

U_c : 供試板材의 乾燥中 含水率(%)

結果및 考察

1. 初期含水率과 氣乾含水率

소나무와 이태리포플라 板材의 두께別 初期含水率과 氣乾含水率은 表 1과 같다.

소나무 板材의 두께別 初期含水率은 두께 1 cm 板材 23.8%, 두께 2 cm 板材 25.5%, 그리고 두께 3 cm 板材 38.8% 이다. 그리고 이태리포플라 板材의 두께別 初期含水率은 두께 1 cm 板材 71.2%, 두께 2 cm 板材 94.6%, 그리고 두께 3 cm 板材 85.1%이었다. 樹種間에는 이태리포플라 板材가 소나무板材보다 初期含水率이 대단히 컸고, 板材 두께別에 따라서는 두께가 두꺼운 板材가 얇은 板材보다 初期含水率이 높았다.

表 1. 소나무와 이태리포플라 供試板材의 初期含水率과 氣乾含水率

소나무					이태리 포플라			
두께	No.	초기함수율	기건함수율	심재율	두께	No.	초기함수율	기건함수율
1cm	1	26.0	13.4	80	1cm	1	49.2	12.0
	2	29.4	13.3	90		2	111.3	11.7
	3	26.7	13.7	95		3	116.0	12.1
	4	22.1	13.3	50		4	85.2	12.1
	5	20.4	12.7	80		5	26.0	11.6
	6	18.2	13.5	95		6	39.0	12.0
平均		23.8	13.3		平均		71.2	11.9
2cm	1	19.6	13.9	95	2cm	1	50.6	12.7
	2	21.1	14.6	90		2	135.5	13.1
	3	46.8	14.0	10		3	150.0	13.0
	4	23.3	14.2	90		4	131.2	13.1
	5	22.3	13.5	95		5	66.3	12.9
	6	20.1	13.9	80		6	30.6	12.9
平均		25.5	14.1		平均		94.6	13.0
3cm	1	27.5	14.3	80	3cm	1	81.3	13.5
	2	74.1	15.2	25		2	131.6	13.7
	3	55.5	14.5	45		3	53.8	13.6
	4	24.4	14.7	40		4	98.5	13.5
	5	23.6	14.5	90		5	98.2	14.0
	6	27.8	14.6	90		6	47.0	13.4
平均		38.8	14.6		平均		85.1	13.6

소나무 板材의 두께別 初期含水率은 두께 1 cm 板材 23.8%, 두께 2 cm 板材 25.5%, 그리고 두께 3 cm 板材 38.8% 이다. 그리고 이태리포플라 板材의 두께別 初期含水率은 두께 1 cm 板材 71.2%, 두께 2 cm 板材 94.6%, 그리고 두께 3 cm 板材 85.1%이었다. 樹種間에는 이태리포플라 板材가 소나무板材보다 初期含水率이 대단히 컸고, 板材 두께別에 따라서는 두께가 두꺼운 板材가 얇은 板材보다 初期含水率이 높았다.

李(1972)[22]의 報告에 의하면 冬季伐材의 경우 리기다소나무 生材의 含水率値는 梢頭木部分이 138.16%로 가장 높고, 含水率이 가장 낮은 部分은 幹材의 心材部分으로 30.15%에 不過하다. 따라서 이 試驗에 使用된 소나무의 供試板材는 表 1에서 보는 바와 같이 거의 心材로 構成되어 있기 때문에 初期含水率이 적은 것으로 生覺된다.

그리고 板材의 두께別에 따른 初期含水率의 差異는 供試板材가 製材된 後, 試驗을 着手하기 前의 乾燥現象에 基因된 것으로 生覺된다. 樹種別 板材 두께別에 따른 氣乾含水率은 表 1에서 나타난 것과 같이 소나무는 두께 1 cm 板材 13.3%, 두께 2 cm 板材 14.1%, 그리고 두께 3 cm 板材 14.6%이고, 이태리포플라는 두께 1 cm 板材 11.9% 두께 2 cm 板材 13.0% 그리고 두께 3 cm 板材 13.6%이었다. 供試板材의 氣乾含水率은 이태리포플라 板材의 경우가 소나무 板材보다 낮

은 結果를 주고 있고, 두 供試樹種에 있어서 板材의 두께가 두꺼울수록 調査된 氣乾含水率은 높은 값을 나타내고 있다. 두 樹種間의 差異는 소나무와 이태리포플라사이에 木材成分의 差異에 基因된 것으로 생각된다.

一般的으로 木材의 平衡含水率에 影響하는 因子는 溫度, 關係濕度, 木材의 成分, 應力등이 있는 바, 本實驗에서와 같이 두 樹種이 모두 同一한 關係濕度 및 應力條件下에서 乾燥가 이루어진 것을 생각한다면, 다만 木材成分의 差異에 따라 氣乾含水率이 달라졌을 것으로 생각된다. Christensen(1959)[4]은 木材의 平衡含水率은 셀로로오스, 헤미셀로로오스, 리그닌의 構成比率에 따라 상당한 差異를 나타낸다고 하였다.

2. 含水率과 氣象因子와의 關係

소나무 板材와 이태리포플라 板材의 天然乾燥 經過는 그림 1~2에서 表示된 바와 같이, 木材가 乾燥되는 동안에 氣象的인 因子가 含水率에 미치는 影響은 대단히 크다.

本 實驗過程中 板材의 含水率이 높을 때에는 乾燥速度가 대단히 컸었다. 그러나 含水率이 20%에 달한 이후에는 乾燥速度가 대단히 緩慢하였고, 氣象條件에 크게 左右되고 있었다. 가장 濕度가 높았던 8月 中에는 板材의 氣乾含水率은 높은 關係濕度로 因하여 含水率이 增加되는 傾向을 나타내고 있다.

그러므로 水原地方과 같은 氣象條件에서는 7~8月 中에 溫度가 높아서 氣乾含水率이 낮을 것 같으나, 關係濕度가 높기 때문에 氣乾含水率이 높았다. 다음 表 2와 같이 서울과 우리나라의 平均 月別 氣溫, 關係濕度, 그리고 氣乾含水率과의 關係를 살펴보면, 7~8月 中의 溫度와 關係濕度에 따른 氣乾含水率은 本實驗의 結果와 거의 비슷하게 나타나고 있다.

3. 乾燥日數

天然乾燥의 日數는 初期含水率과 末期含水率, 樹種, 心材와 邊材, 板材의 두께 및 積材方法 등에 따라 다르다.

그림 1~2에서와 같이 水原地方에서 6月 18日부터 시작한 天然乾燥에서, 소나무의 경우 두께 1 cm 板材는 初期含水率 23.8%에서 氣乾狀態에 도달하는 乾燥日數는 1週日, 두께 2 cm 板材는 初期含水率 25.5%에서 氣乾狀態에 도달하는 乾燥日數는 5週日, 두께 3 cm 板材는 初期含水率 38.8%에서 氣乾狀態에 도달하는 乾燥日數는 5~6週日 程度 所要되었다. 그리고 이태리포플라 板材의 경우 두께 1 cm 板材는 初期含水率 71.2%에서 氣乾狀態에 도달하는 乾燥 日數는 1週日, 두께 2 cm 板材는 初期含水率 96.4%에서 氣乾狀態에 도달하는 乾燥日數는 4週日, 두께 3 cm 板材는 初期含水率 85.1%에서 氣乾狀態에 도달하는 乾燥日數는 4週日이 각각 所要되었다.

樹種間의 乾燥速度의 比較는 初期含水率이 너무나 큰 差異가 있기 때문에 正確한 比較는 어려우나, 이태리포플라 板材가 소나무 板材보다 乾燥速度가 多少 빠른 傾向이 있다. Wittmann(1969)[19]에 의하면 포플라 乾燥速度는 Scots pine의 乾燥速度보다 $1\frac{1}{3}$배 程度 빠르다고 報告한 바 있다.

각 樹種의 두께에 따른 乾燥速度는 그림 1에 나타난 바와 같이 소나무 板材는 높은 心材率로 因해 初期含水率이 낮고, 板材두께에 따라 상당한 差異가 있기 때

表 2. 서울과 우리나라의 月別 氣溫, 關係濕度, 平衡含水率, 氣乾含水率 調査

地域	區分(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
서울	氣溫(°C)	−0.4	1.2	5.5	11.4	16.5	20.3	24.3	25.3	20.7	14.9	9.0	2.7	11.1
	關係濕度(%)	62	63	65	67	70	77	82	80	77	69	67	64	69
	平衡含水率(%)	12.2	12.2	12.0	11.8	12.1	13.8	16.0	15.3	13.8	15.0	13.1	12.5	13.2
	氣乾含水率(%)	14.75	13.84	13.03	12.19	12.45	13.62	15.37	15.55	15.45	14.80	14.52	13.74	14.08
우리나라	氣溫(°C)	−4.9	−1.9	3.6	10.5	16.3	20.8	24.5	25.4	20.3	13.4	6.3	−1.2	12.7
	關係濕度(%)	64	64	64	63	66	73	81	78	73	68	68	66	70
	平衡含水率(%)	11.7	11.9	12.2	12.7	13.2	15.0	16.8	15.8	15.0	13.0	12.7	12.1	13.4
平均	氣乾含水率(%)	14.81	13.95	12.96	11.66	12.34	13.92	15.36	15.79	14.81	10.44	14.94	13.98	14.11

1. 氣溫, 關係濕度, 平衡含水率(1931~1960 林業試驗場統計)
2. 氣乾含水率(1970~1973, 소나무, 신갈나무, 미송, 레드나왕을 材料로 實驗한 林業試驗場 統計)

문에 板材 두께別로 比較하기가 어려우나, 그림 2에서 나타난 바와 같이 이태리포플라 板材는 初期含水率에 뚜렷한 差異가 나타나기 때문에 比較가 可能하였다. 乾燥速度는 두께 1 cm 板材가 가장 빠르고, 그 다음 2 cm, 3 cm 順으로 나타난다. 이것은 板材의 두께가 얇을수록 乾燥速度가 빠르다는 것을 나타낸다. Kydrynska(1953)[13]는 乾燥速度와 木材의 두께는 明白한 關係가 있다고 報告하였고, Walker(1938)[16]는 두께 $\frac{1}{2}$~1인치 板材는 12~16%까지 乾燥시키는데 3個月이 所要되나, $1\frac{1}{2}$인치 板材는 1~2週 더 所要된다고 하였는바 本實驗의 結果와 잘 一致하고 있다.

4. 乾燥 缺陷

天然乾燥 期間中에 發生하는 乾燥缺陷은 木材의 品質에 지대한 影響을 미친다. 板材 두께別 乾燥缺陷에 있어서 소나무 板材는 두께가 두꺼울수록 割裂이 比較的 심하게 일어났다. 굽음은 두 樹種에서 모두 板材의 두께가 얇을수록 심하게 일어났다.

위와같은 乾燥缺陷을 防止하는 方法으로 Thomas (1939)[17]는 桟木의 크기는 1~$1\frac{1}{4}$인치가 適當하고 桟木의 間隔은 30인치 이상 떨어지지 않게하고 무거운 木材를 쌓아 重量을 加하여 防止할 수 있다고 報告 하였다. Carvalho(1962)[2]는 포플라는 青變現象이 나타나지 않는데 반해 소나무는 青變現象이 나타났다고 報告하였다.

本 實驗에서 포플라는 青變現象이 나타나지 않는데 반해 소나무는 약간의 青變現象을 나타내었는데 이것은 소나무 自體에 特別히 發生하는 菌類感染 때문인 것으로 생각된다.

5. 結 論

本 實驗은 소나무와 이태리포플라 板材를 두께 1, 2, 3cm 別로 각각 製材하여 6月 14日 부터 9月 17日까지 天然乾燥하여 두 樹種의 氣乾含水率, 氣象條件과 含水率의 關係, 乾燥日數, 乾燥速度, 乾燥缺陷 등을 調査한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 소나무 板材의 天然乾燥 經過曲線은 그림 1과 같고, 이태리포플라 板材의 天然乾燥 經過曲線은 그림 2와 같이 7~8月 中에는 氣乾含水率이 比較的 높았다.
2. 氣乾 狀態에 도달하는 乾燥日數는 소나무 板材의 경우, 두께 1 cm 板材는 1週日, 두께 2 cm 板材는 5週日, 두께 3 cm 板材는 5~6週日이었고, 이태리포플라 板材의 경우, 두께 1 cm 板材는 1週日, 두께 2cm 板材와 3cm 板材는 4週日 程度였다.
3. 乾燥速度는 板材의 두께가 두꺼울수록 느렸다.
4. 割裂, 굽음 및 青變現象등의 乾燥缺陷은 이태리포플라 보다는 소나무에서 심하게 일어났다. 두께別 乾燥缺陷은 板材가 두꺼울수록 割裂이 심하게 일어났고, 굽음은 板材의 두께가 얇을수록 심하게 일어났다.

引 用 文 獻

1) Bateson, R.C., (1952) Timber drying and the behavior of seasoned timber in use, 3rd. ed.
2) Carvalho, A. De., (1962) Air seasoning of timber results of trial. Estud Inform. Serv. Flor. Agüi-Portugal. No. 156—E3 pp.31
3) Carvalho, A. De., (1962) Air seasoning of Pinu pinaster wood stacked in summer. Estud Inform Serv, Flor. Agüic Portugal. No.160-E3 pp.37
4) Christensen, G.N. and Kelsey, K.E., (1959) The rate of sorption of water vapor by wood
5) Clark, W.P. and Headlee, T.M., (1958) Roof your lumber and increase your profits. For. Prod. J. 8(12) 19A-21A
6) Clark, W.P. and Headlee, T.M., (1960) It pays to roof your lumber. Sth. Lumberm 200(2492 39-40. 44
7) Currö, P., (1962) Seasoning poplar board. cellulose carta 13(11) 21-3
8) Danks, F.S., (1939) Air seasoning of timber Tech. Pamphl. For. Dep. Cyprus No.3 pp.16
9) Emeljjančikov, A.N., (1952) Air seasoning of sawn timber in the climatic conditions of krasnoyarsk, Lesn. Prom 12(7) 26-7
10) Headlee, T.M., (1960) Should I roof my lumber?, Tech. Pap. Cent. st. For. Exp. Sta. No. 171 pp.5
11) Howland, P., (1971) The air seasoning of Pinus patula lumber in Malawi., Res. Rec. Malawi For. Res. Inst. No.51 pp.18
12) Hromkov, M., (1954) Air Drying of sawn timber in winter, Perv. lesohim Prom 3(6)
13) Kydrynska, M., (1953) Air Drying of sawn scots pine in sawmill depots., Preliminary investigations Prace Inst. Bad. Lesn No. 90. pp.59
14) Mathewson, J.S., (1930) The air seasoning of wood, U.S. Dep. Agr. Tech. Bull. No.174

15) Page, R.H. and Carter, R.M., (1957) Heavy losses in air seasoning Georgia pine and how to reduce them., sta. pap stheast. For. Exp. Sta. No.85, pp.20

16) Peck, E.C. (1959) Air drying 4/4 red oak in southern Wisconsin, For. Prod. J. 9(7) 236-42

17) Thomas, A.V., (1939) Seasoning experiment with meranti bakau, Mal. For. 8, 24-6

18) Walker, F.S.(1938) Air seasoning of rengas timber, Mal. For. 7. 136-7

19) Wittmann, G.(1969) Air drying of sawn timber of populus 'robusta,' Faip Kutatás 83-8

20) 李弼宇, (1967) 리기다소나무 造林木의 天然乾燥에 미치는 剝皮處理의 効果, 韓國林學會誌 第6號, pp.37-42

21) 李弼宇, (1969) 剝皮處理가 赤松材의 天然乾燥에 미치는 影響, 서울大論文集 生農系 20輯, pp. 53-66

22) 李弼宇, (1972) 리기다소나무의 木材解剖學的 및 物理學的 性質에 關한 硏究, 韓國林學會誌 第16號. 33-62