

국산 참나무屬 數種의 위스키 원액 저장용 목통으로의 활용성 평가¹

김남훈² · 황원중² · 최인화²

Principal Study of Korean Oak Woods for Utilization with Whisky Aging Barrel¹

Nam-Hun Kim² · Won-Joong Hwang² · In-Hwa Choi²

요 약

위스키 숙성용 木桶으로서 한국산 참나무속 목재의 이용 가능성을 검토하기 위하여 도관직경, 방사조직 밀도, 방사조직 높이, 타일로시스의 존재 유·무 등 해부학적 특성과 알콜 침지 중의 밀도, 색농도 변화 및 흡수량을 조사하였다. 본 실험에 사용된 참나무속 목재는 모두 환공재였고, 단일방사조직과 광방사조직으로 구성된 복합방사조직을 가지고 있었으며, 방사유세포는 대부분이 평복세포였다. 타일로시스는 루부라참나무를 제외한 공시재 모두에서 존재하였다. 목재 밀도는 알콜 침지 후 많이 감소하였다. 알콜 색 농도는 떡갈나무와 갈참나무가 다른 수종보다 더 짙은 황갈색을 나타냈다. 흡수량은 변재가 심재보다 높았고, 특히 red oak가 white oak보다 더 크게 나타났다. 결론적으로 국산 참나무속 수종은 위스키 숙성용 木桶으로 사용될 수 있을 것으로 판단되었다.

ABSTRACT

This paper describes experimental results on the utilization of some Korean oak woods for whisky aging barrel.

Some anatomical characteristics as vessel diameter, ray spacing, ray height, existence of tyloses, water absorption and color change of alcohol during immersing of wood samples were examined. The oak woods used in this study were ring-porous. The type of ray was a compound ray consisted of uniseriate ray and broad ray. The ray parenchyma cells were almost procumbent, tyloses were presented in white oak(*Quercus aliena*, *Quercus variabilis*, *Quercus dentata*, *Quercus mongolica*), but absented in red oak(*Quercus rubura*). Density of wood samples decreased during immersing in alcohol.

1. 접수 2002년 8월 31일 Received on August 31, 2002

본 연구는 2001년도 대산농촌문화재단의 연구비로 수행되었음.

2. 강원대학교 산림과학대학 College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

Alcohol color in *Quercus dentata* and *Quercus aliena* presented more darker than other samples. Water absorption of sapwoods was higher than that of heartwoods. Especially, red oak showed more higher water absorption than white oak. Consequently, Korean white oak woods can be used as the whisky aging barrel.

Keywords : Korean white oak, anatomical characteristics, tyloses, water absorption, alcohol color, red oak

서 론

최근, 생명의 숲가꾸기 운동 등 공공근로사업에 의해 소경재(일반적으로 직경이 15cm 이하인 재를 말함)의 생산은 크게 증가되고 있다. 현재 국내의 목재사용량에 대한 자급율은 약 13%에 불과한 실정이며, 그 중의 71%정도는 간벌작업에서 얻어지는 소경재이다¹⁾.

그러나 이들 소경재는 재질면에서 대부분 미성숙재로 이루어져 있어 물리적, 역학적 성질 등이 성숙재보다 크게 떨어진 다. 특히 수축과 팽윤의 이방성이 커서 건조과정이나 마무리 가공시 할렬, 뒤틀림 등의 결점이 발생할 확률이 높다.

따라서 소경재의 용도는 펄프용재, 껍목, 표고자목 등 일반적으로 한정된 용도로 사용되고 있을 뿐 새로운 용도 개발이 이루어지지 않아 많은 양이 화목으로 사용되거나 버려지고 있는 실정이다.

한편, 위스키 원액은 White Oak의 木桶에 장기간 저장하여 숙성시키는데, 무색투명하고 알콜 특유의 향을 갖는 위스키 원액이 저장 후 황갈색의 향이 풍부한 위스키로 숙성된다.

즉, 어떤 위스키 원액을 어떤 木桶에 넣어 어떠한 환경에서 저장하는가에 따라 위스키의 맛과 향이 결정된다^{6,9,10)}.

White oak가 위스키 저장용 木桶으로 사용되는 이유로서는 도관내에 tylosis가 존재하여 저장액의 증발을 억제하는 것과 위스키가 특

특한 맛, 색 및 향기를 갖게 하는 추출성분^{5,13)}이 함유되어 있는 것이 일반적으로 알려져 왔다. 위스키는 木桶의 크기에 따라서 용량당 木桶내의 표면적이 다르기 때문에 숙성속도에 영향을 미친다.

증류 직후의 위스키는 알콜 농도 55 ~ 70%로서 각기 다른 알콜 농도에 따라 木桶에서 용출되는 성분의 균형이 달라진다. 또한 木桶내 저장후의 온도나 습도도 숙성환경에 관여하는데 온도가 높으면 많은 변화가 빨리 진행하게 된다^{6,9,10)}.

최근 한국의 주류 시장은 큰 변화를 겪고 있다. 그 중에서도 프리미엄 브랜드를 선호하는 고급화 지향의 경향과 위스키 시장의 급속한 성장은 주목할만한 부분이다. 최근 조사에 따르면 소주와 맥주의 소비자 선호율이 계속 감소하는 추세에 있으나, 위스키는 향후 선호율이 지속적으로 증가할 것으로 보고 되고 있다²⁾.

그러나 현재 우리나라에서 유통되고 있는 위스키는 수입품이거나 국산이라 할지라도 거의 외국산 원액과 브랜드화한 것이며, 원액저장용 木桶도 전량 수입하고 있는 실정이다.

따라서 본 논문에서는 국산 참나무재가 위스키 숙성용 木桶으로 이용될 수 있는가에 대한 가능성을 검토하기 위하여 우선 국산 White Oak류의 해부학적 특성, 흡수량, 밀도 및 알콜의 색변화 등을 조사하였다.

材料 및 方法

1. 공시재료

본 실험에서는 강원대학교 연습림에서 채취한 White Oak류 4수종(*Quercus aliena*, *Quercus variabilis*, *Quercus dentata*, *Quercus mongolica*)과 강원대학교 묘포장에서 채취한 Red Oak류인 루브라참나무(*Quercus rubra*)를 재료로 사용하였다(Table 1). 또한 숙성에 필요한 알콜 원액(주정, 95%)은 국내 모 주류회사에서 분양받아 사용하였다.

2. 실험 방법

가. 해부학적 특성 측정

해부학적 특성을 조사하기 위한 슬라이드는 상법¹²⁾으로 제작한 후 광학현미경(ZEISS Standard 25), 주사전자현미경(JEOL, JSM-5410)과 화상분석기(BMI)를 이용하여 관찰 및 측정하였다. 공권부와 공권외부의 도관직경, 방사조직의 밀도(1mm당 방사조직 수), 방사조직의 높이(유세포 수), 방사유세포의 길이는 각각 50회씩 측정하여 평균값을 나타내었다. 여기서 방사조직의 밀도와 높이의 측정은 단열방사조직만을 대상으로 하였다.

Table 1. Sample trees.

Species	Tree ages
<i>Quercus aliena</i> Blume	25
<i>Quercus variabilis</i> Blume	38
<i>Quercus dentata</i> Thunb.	52
<i>Quercus mongolica</i> Fisch.	37
<i>Quercus rubra</i> Linn.	9

나. 위스키 숙성용 시료 제작 및 측정

각 수종마다 2.0cm × 2.0cm × 2.0cm로 위스키 숙성용 시료를 제작한 후, 어두운 실온에

서 Alcohol (95%)에 1개월간 침지하여 침지 전·후의 기건 중량, 비중, 부피의 변화량 및 위스키의 색농도 변화를 측정하였다.

다. 흡수량 측정

공시재의 흡수량은 KS F 2204¹¹⁾에 따라 시료를 제작한 후 증류수에 7일간 침지하여 측정하였다. 이때 매일 1회씩 중량을 측정하여 흡수량의 변화를 관찰하였고, 다음 식에 의해 흡수량을 계산하였다.

$$\text{흡수량} = \frac{W_2 - W_1}{A} \quad (g/cm^3)$$

W_1 : 방수처리 후의 공시체의 무게 (g)

W_2 : 침지 완료 직후의 공시체의 무게 (g)

A : 흡수면의 총면적 (cm^2)

結果 및 考察

1. 해부학적 특성

공시수종 모두 환공재였고, 공권부의 관공 배열은 1~2열 또는 2~3열이었으며, 공권외부 소관공은 대부분이 방사상으로 배열되었다. 방사조직은 단열방사조직과 광방사조직의 복합방사조직을 보여주었으며, 방사유세포는 대부분 평복세포로 구성되어 있었다. 공권부(조재부)와 공권외부(만재부)의 도관직경, 방사조직의 밀도, 방사조직의 높이, 방사유세포의 길이는 Table 2에 보여주었다. 공시목으로 사용된 국내산 참나무속의 공권부 도관직경은 변재부가 약 220~270 μm , 심재부가 180~255 μm 의 범위였다. 수령이 9년생 정도인 루브라참나무의 도관직경은 146 μm 로서 국내산 주요 참나무속 수종의 심재부보다 다소 작게 나타났다. 공권외부의 도관직경은 27~56 μm 범위였다. 방사조직의 밀도는 갈참나무와 루브라참나무가 15.4~16.1개/mm로서 다른 수종의 8.1~12.7개/mm보다 다소 높게 나타났다. 방사조

직의 높이는 전체적으로 8~14 세포고의 범위로서 수종간 차이가 거의 없었고, 방사유세포의 길이는 번재부가 53~73 μm 로서 심재부 41~56 μm 보다 다소 길었다. 도입수종인 루브라 참나무의 방사유세포는 약 49 μm 로 굴참나무의 심재부와 차이가 없었다. 한편, 광학현미경과 주사전자현미경으로 각 단면을 관찰한 결과, 갈참나무, 굴참나무, 떡갈나무 및 신갈나무의 도관내에는 타일로스스가 현저하게 존재하였으나, 루브라참나무의 도관에서는 타일로스스가 관찰되지 않았다(Fig. 1).

갈참나무, 굴참나무, 떡갈나무, 신갈나무의 도관내 타일로스스의 존재는 Saitoh *et al.*^{14,15)}, 이⁷⁾, 박 등⁴⁾, 김 등¹⁾의 연구에서도 확인되었다.

2. 위스키 숙성용 시료의 밀도변화 및 색 농도

1개월간 침지시킨 후 변화된 위스키 숙성용 시료의 밀도는 Table 3에 보여주었다. 국산 참나무 중 떡갈나무를 제외한 다른 수종들의 밀도는 모두 심재에서 다소 감소하였으나, 루

Table 2. Anatomical characteristics of Korean oak woods.

			Earlywood vessel diameter(μm)	Latewood vessel diameter(μm)	Uniseriate ray spacing (number/mm)	Uniseriate ray height (number)	Length of ray parenchyma cell(μm)	Tylosis
Q. <i>aliena</i>	sap-wood	average	218.4	44.6	16.1	13.8	73.4	present
		range	138.2~305.0	19.0~97.2	13~20	6~23	47.6~141.3	
		SD	35.7	5.5	1.7	3.9	18.9	
Q. <i>variabilis</i>	heart-wood	average	182.4	36.5	15.1	13.9	55.8	present
		range	95.2~278.1	16.3~90.5	10~20	8~27	31.4~88.5	
		SD	41.6	16.2	2.3	4.2	14.3	
Q. <i>dentata</i>	sap-wood	average	229.6	55.6	8.1	8.2	62.3	present
		range	101.0~316.6	19.9~81.0	6~11	5~14	35.7~101.6	
		SD	51.2	35.4	1.3	2.3	15.8	
Q. <i>mongolica</i>	heart-wood	average	224.2	51.9	12.5	9.5	52.0	present
		range	171.5~302.6	23.4~88.0	9~17	6~20	29.0~72.6	
		SD	33.4	14.2	1.8	2.9	11.0	
Q. <i>rubra</i>	sap-wood	average	268.9	31.1	12.7	10.7	52.7	present
		range	171.4~359.7	17.2~51.2	10~16	4~20	35.3~93.5	
		SD	53.4	7.0	1.4	3.8	11.0	
Q. <i>rubra</i>	heart-wood	average	255.2	27.3	10.7	11.1	41.3	present
		range	135.9~312.5	18.2~39.8	7~15	6~22	29.8~59.9	
		SD	40.1	4.9	1.7	3.6	8.9	
Q. <i>rubra</i>	sap-wood	average	245.2	34.0	11.9	10.9	59.6	present
		range	68.3~344.8	20.4~68.3	9~15	4~15	41.3~89.3	
		SD	47.6	8.9	1.8	2.8	10.4	
Q. <i>rubra</i>	heart-wood	average	197.0	41.2	10.9	8.3	41.7	present
		range	128.6~266.9	18.6~69.8	8~15	5~16	27.0~58.4	
		SD	28.1	13.0	1.8	2.7	7.0	
Q. <i>rubra</i>	sap-wood	average	145.5	39.4	15.4	10.4	49.0	absent
		range	111.7~211.2	19.6~59.1	12~20	5~21	24.6~68.3	
		SD	17.9	9.6	2.0	3.4	10.6	

브라참나무는 거의 변화가 없었다. 이는 White Oak와 Red Oak간의 해부학적 및 화학적 특성의 차이에 따른 결과로 생각되며 루브라참나무가 9년생의 어린 나무인 것도 배제할 수 없는 요인으로 생각된다.

침지 후 수종별, 변·심재별 색 농도 차이는 Table 4와 Fig. 2에 나타났다. 침지 완료 후 위스키의 색 농도는 떡갈나무 심재가 가장 짙은 황갈색을 보여주었고 그 다음으로 떡갈나무 변재, 갈참나무 심재, 갈참나무 변재, 신갈나무 변재, 신갈나무 심재, 굴참나무 변재, 굴참나무 심재, 루브라참나무 순이었다.

문³⁾은 지리산에서 성장한 굴참나무와 졸참나무의 화학적 조성 중 冷水, 熱水抽出物の 양은 변·심재간 거의 차이가 없었으나, Alcohol-benzol 抽出物은 굴참나무(변재부 4.89%, 심재부 2.96%)와 졸참나무(변재부 3.93%, 심재부 3.51%)의 변재부가 다소 높았고, 리그닌의 양은 굴참나무 변재부 21.76%, 심재부 18.14%이며, 졸참나무 변재부 14.11%, 심재부 19.19%로 보고하여 색농도에 관여하는 성분의 검토가 더 필요할 것으로 생각된다.

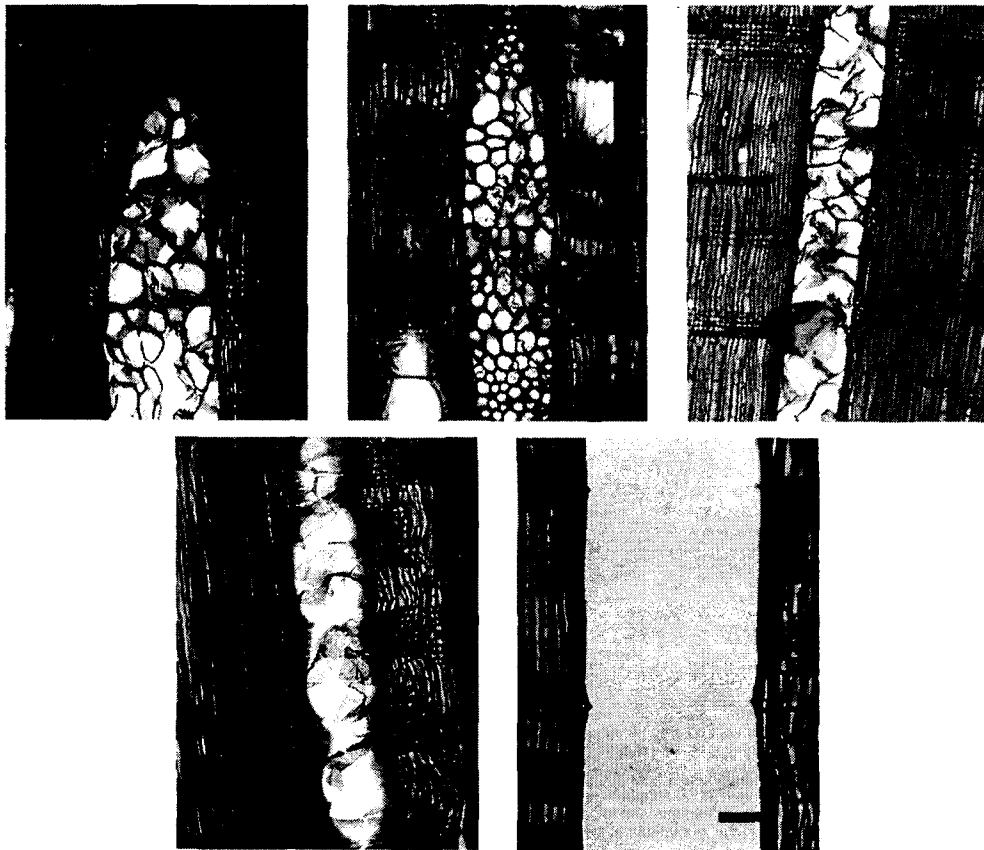


Fig. 1. Optical micrographs of radial sections in *Q. aliena*(A), *Q. variabilis*(B), *Q. dentata*(C), *Q. mongolica*(D), and *Q. rubra*(E). (scale bar : 100 μ m)

Table 3. Density before and after 95% alcohol immersion for 1 month.

		<i>Q. aliena</i>		<i>Q. variabilis</i>		<i>Q. dentata</i>		<i>Q. mongolica</i>		<i>Q. rubra</i>
		S	H	S	H	S	H	S	H	
Control	density(g/cm ³)	0.85	0.90	0.89	0.95	0.80	0.89	0.74	0.79	0.71
After immersion	density(g/cm ³)	0.82	0.85	0.88	0.89	0.79	0.88	0.71	0.76	0.70

S : sapwood H : heartwood

Table 4. Change of alcohol color by immersing of wood samples for 1 month.

	Dark color ← Yellow brown → Light color
Species	<i>Q. d.</i> > <i>Q. m.</i> > <i>Q. a.</i> > <i>Q. v.</i> > <i>Q. r.</i>
Sapwood	<i>Q. m.</i> > <i>Q. d.</i> > <i>Q. a.</i> > <i>Q. v.</i>
Heartwood	<i>Q. d.</i> > <i>Q. m.</i> > <i>Q. a.</i> > <i>Q. v.</i>
Sapwood and Heartwood	Heartwood > Sapwood

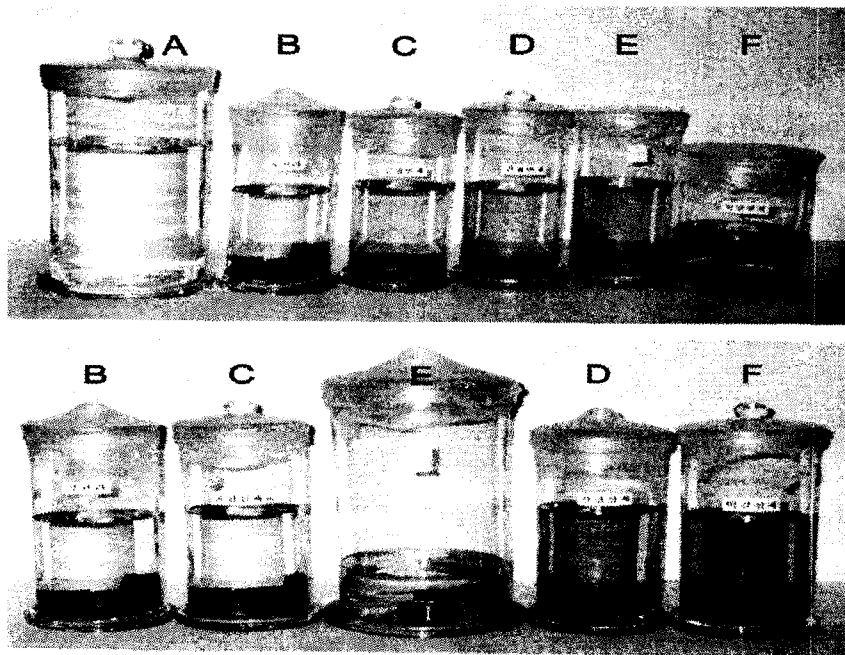


Fig. 2. Change of alcohol color in different *Quercus* spp.
 (Top : sapwood, Bottom : heartwood)
 A : alcohol(95%) B : *Q. rubra* C : *Q. variabilis*
 D : *Q. mongolica* E : *Q. aliena* F : *Q. dentata*

3. 흡수량

Fig. 3~6은 흡수량 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 흡수량은 전체 흡수량의 42~59% 정도가 2일 동안 급격히 이루어졌으며, 그 후 점차적으로 일정하게 나타났다. 변·심재부 및 단면별 흡수량의 차이는 변재부 접선단면, 변재부 방사단면, 심재부 접선단면, 심재부 방사단면 순으로 변재부가 심재부보다 크고, 접선단면이 방사단면보다 크게 나타났다. 또한 7일 경과 후 흡수량은 루브라참나무가 가장 큰 흡수량을 나타내었는데, 그 이유는 해부학적 특징의 하나로서 타일로시스가 존재하지 않기 때문에 도관에서 흡수할 수 있는 양이 많았던 것으로 생각된다.

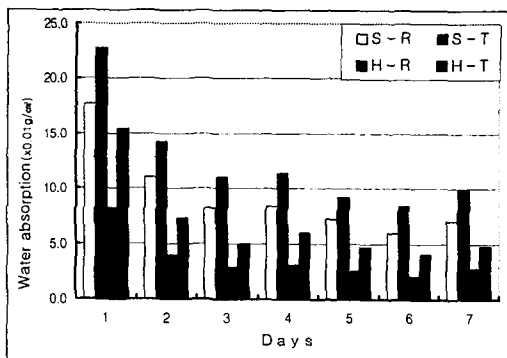


Fig. 3. Water absorption of *Q. aliena*.

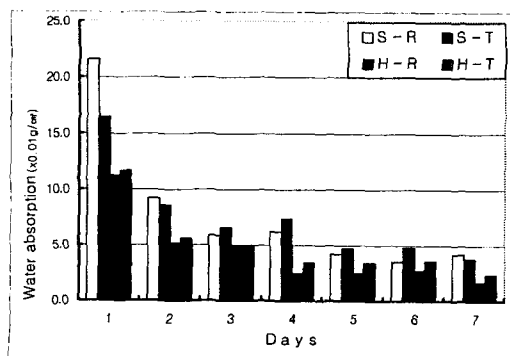


Fig. 4. Water absorption of *Q. dentata*.

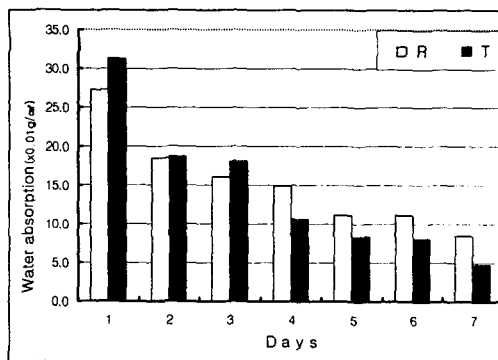


Fig. 5. Water absorption of *Q. rubra*.

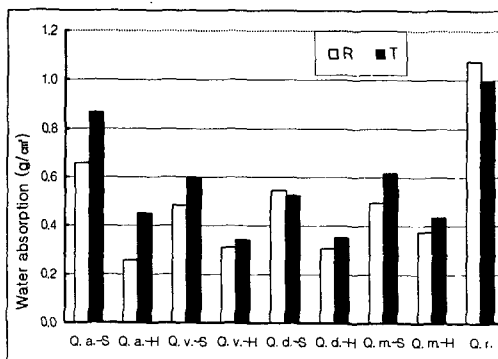


Fig. 6. Water absorption of sapwood and heartwood in different *Quercus* spp.
S : sapwood, H : heartwood,
R : radial section, T : tangential section

結 論

본 연구에서는 “국산 참나무재가 위스키 숙성용 木桶으로 이용될 수 있는가?”에 대한 가능성을 검토하기 위하여 먼저 국산 White Oak류의 해부학적 특성, 밀도와 침지 후 알콜색의 변화 그리고 흡수량을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 갈참나무, 굴참나무, 떡갈나무, 신갈나무

그리고 Red Oak재인 루브라참나무는 모두 환공재였으며, 단일방사조직과 광방사조직으로 구성된 복합방사조직을 가지고 있었고, 방사유세포는 대부분이 평복세포로 구성되어 있었다.

2. 타일로시스는 White Oak재에 존재하고 있었지만, Red Oak재인 루브라참나무에서는 존재하지 않았다.
3. 국산 참나무속중 떡갈나무를 제외한 수종들의 밀도는 심재에서 많이 감소하였으나, 루브라참나무는 거의 변화가 없었다.
4. 위스키의 색 농도는 떡갈나무심재가 가장 농후한 황갈색을 띄었으며, 그 다음으로 떡갈나무변재, 갈참나무심재, 갈참나무변재, 신갈나무변재, 신갈나무심재, 굴참나무변재, 굴참나무심재, 루브라참나무 순이었다.
5. 흡수량은 변재가 심재보다, 접선단면이 방사단면보다, Red Oak가 White Oak보다 더 크게 나타났다.

따라서 국내산 White재는 외국산 White Oak재의 해부 및 물리학적 특성과 유사한 것으로 판단되므로, 국내산 White Oak류가 위스키 숙성용 木桶으로 사용될 수 있을 것으로 판단되었다. 그러나 숙성조건에 맞는 온도와 습도 등의 관련된 다른 인자와, 보다 장시간 숙성시키는 과정 등에 관한 연구는 금후 계속적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

參考文獻

1. 김남훈, 황원증, 박완근, 최인화. 1999. 위스키 원액 저장용 木桶으로 이용하기 위한 국산 참나무속 數種의 기초재질 평가. 한국임산에너지학회. 99학술연구발표회 35-40.
2. 김동주. 1996. 위스키 시장의 현황과 전망. 酒類工業 16(4):42-47.
3. 문창국. 1982. 智異山産 굴참나무材와 졸참나무材의 化學的 組成. 한국임학회지 58:23-26.
4. 박충식, 안민선, 허준호, 김대영, 이원용. 1997. 참나무과 수종의 Tylosis 형태. 목재과학. 강원대학교. 16:3-13.
5. 배영수. 1995. 참나무의 추출 성분. 숲과 문화 연구회. pp.208-212.
6. 백락승. 1987. 위스키 개관. 酒類工業 7(2):24-28.
7. 이원용. 1997. 한국산 목재의 조직구조. 향문사. pp.80-85.
8. 이춘택. 1993. 소경재의 이용방안. 목재공학 21(1):65-73.
9. 지일선. 1985. 위스키원주의 제조 관리에 관하여. 酒類工業 5(1):49-66.
10. 지일선. 1996. 우리나라 주류제조 현황과 제품개발 과제 I. 酒類工業 16(2):56-71.
11. 한국공업규격. 1999. KS F 2204. 목재의 흡수량 측정 방법.
12. 日本木材學會·物理·工學編編輯委員會. 1985. 木材科學實驗書 I, 物理·工學編, 中外産業. pp.53-94.
13. Omori, S., F. Nishimoto and K. Taneda. 1991. The Extractives Components of Oak Heartwood and Commercial Whisky. Mokuzai Gakaishi 37(1):82-87.
14. Saitoh, T., Jun Ohtani & Kazumi Fukazawa. 1992. SEM Observations on the Occurance and Morphology of Tylosis. Mokuzai Gakkaishi 38(3):215-221.
15. Saitoh, T., Jun Ohtani & Kazumi Fukazawa. 1993. The Occurrence and Morphology of Tylosis and Gum in the Vessels of Japanese Hardwoods. IAWA Journal 14(4):359-371.