องค์ประกอบทางเคมีของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า

Chemical Constituents of *Eucalyptus urophylla*

สุดารัตน์ เกาลวณิชย์ [1] **(SUDARAT KAOLAWANICH)**
ปทุมวัน บุรัตน์ [2] **(PATUMWAN BURAT)**
อุมาพร จงศิริ [2] **(UMAPORN JONGSIRI)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้และเปลือกไม้จากต้นยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 7 ปี จากสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ตามมาตรฐานของ TAPPI วิธีการของ Micko, และ Wise, E.L. ผลการทดลองพบว่าเนื้อไม้และเปลือกไม้มีความชื้นร้อยละ 7.72 และ 9.45 การละลายในน้ำร้อนของเนื้อไม้และเปลือกไม้ มีค่าร้อยละ 3.32 และ 9.01 ของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง การละลายในแอลกอฮอล์–เบนซีน มีค่าร้อยละ 5.28 และ 16.08 การละลายใน 1% โซเดียมไฮดรอกไซด์ มีค่าร้อยละ 13.55 และ 45.83 ปริมาณลิกนินมีค่าร้อยละ 24.65 และ 18.91 ปริมาณเซลลูโลสของเนื้อไม้มีค่าร้อยละ 62.21 และ 63.36 และปริมาณเถ้าของเนื้อไม้มีค่าร้อยละ 0.13 และ 0.16

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากตัวอย่างใบพบว่า น้ำมันมีสีเหลืองใสมีความหนาแน่น 0.9337 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความถ่วงจำเพาะ 0.9354 ผลผลิตร้อยละ 0.61 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก และองค์ประกอบหลักทางเคมีในน้ำมันหอมระเหย คือ 1,8–Cineole ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 22.40 และ Caryophyllene ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 20.27

คำหลัก: องค์ประกอบทางเคมี ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า น้ำมันหอมระเหย

---

[1] นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e–mail : bapelaa@hotmail.com

[2] ผู้ช่วยนักวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ e–mail : patum–b@hotmail.com, ujongsiri@yahoo.com

ABSTRACT

This research analyzed the chemical composition of wood and bark from *Eucalyptus urophylla* at the age of 7 years from Sakaerat Silviculture Research Station Nakorn Ratchasrima province; by standard of TAPPI, method of Micko and Wise, E.L. The results found that the moisture content of the wood and bark were 7.72% and 9.45%, hot water solubility of wood and bark were 3.32% and 9.01% by weight of moisture free samples, alcohol–benzene solubility were 5.28% and 16.08%, solubility in 1% sodium hydroxide were 13.55% and 45.83%, lignin content were 24.65% and 18.91%, cellulose content of the wood were 62.21% and 63.36% and ash content of the wood were 0.13% and 0.16%.

Study on chemical composition of essential oil from the sample of leave found that the color was clear yellow, density was 0.9337 g/cm^3, specific gravity was 0.9354, percent yield was 0.61%(v/w) and major chemical compositions in essential oil were 1,8– Cineole which amount of 22.40% and Caryophyllene which amount of 20.27%.

Key words: Chemical composition, *Eucalyptus urophylla*, Essential oil

คำนำ

จากปัญหาการขาดแคลนพลังงานของประเทศไทย รัฐบาลได้วางแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี แทนการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง โดยวางเป้าหมายเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนให้ได้ร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานในปี 2565 ซึ่งพลังงานทดแทนที่ส่งเสริมให้นำมาใช้สูงสุดคือ พลังงานชีวมวล ที่น่าสนใจ คือ การนำไม้โตเร็วมาเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้กระถินเทพา เป็นต้น

ยูคาลิปตัส *(Eucalyptus spp.)* เป็นไม้พื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย ที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทย จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae สายพันธุ์ที่ปรับตัวและเติบโตได้ดีในประเทศไทย เช่น *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus urophylla* เป็นต้น โดยแต่ละสายพันธุ์มีคุณสมบัติ ที่แตกต่างกันไป โดยยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า เป็นไม้ขนาดกลางถึงใหญ่ ความสูง 25–45 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกประมาณ 1–2 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่ม เปลือกนอกเป็นร่องสีน้ำตาลแดง หลุดเป็นแผ่นได้ เปลือกในเรียบสีขาวเทา ใบเป็นแผ่นกลม ปลายใบมีติ่ง ช่อดอกเกิดตามง่ามใบ ชอบขึ้นตามหุบเขาและเชิงเขาที่เป็นดินดำเนื้อละเอียด ขึ้นได้ดีที่อุณหภูมิ 27–30 องศาเซลเซียส (สุดารัตน์, 2542) เนื้อไม้แน่นให้น้ำหนักดี

โดยในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ คือ ใบไม้ ขี้เลื่อยจากเนื้อไม้และเปลือกไม้มาทำให้เกิดประโยชน์ เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจสร้างรายได้แก่ชุมชน มาทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี อันเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการนำไม้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

วิธีการศึกษา

1. การเก็บและการเตรียมตัวอย่างไม้

1.1 การเก็บตัวอย่างไม้ เก็บไม้และใบไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า อายุ 7 ปี จำนวน 2 ต้น จากสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราชอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

1.2 การเตรียมตัวอย่างไม้ นำตัวอย่างไม้มาแบ่งเป็นต้นละ 2 ท่อน ยาวท่อนละ 1 เมตร จากโคนต้น รวมได้ 4 ท่อน จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้งในอากาศ จากนั้นสับแยกเป็นส่วนของเนื้อไม้และเปลือกไม้ เนื้อไม้นำเข้าเครื่องสับไม้ให้เป็นชิ้นไม้ขนาดเล็ก และคัดเลือกชิ้นที่มีลักษณะดีมาบดเป็นผงและร่อนเลือกขนาด 40–60 เมตร ของท่อนโคนมารวมกันและท่อนปลายมารวมกัน แล้วทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ตามมาตรฐานของ TAPPI และวิธีการของ Micko และ Wise, E.L.

เปลือกไม้คัดเลือกชิ้นลักษณะดี ลอกเอาเปลือกนอกสีแดงมาสับเป็นชิ้นเล็กด้วยกรรไกรตัดกิ่ง จากนั้นนำมาบดเป็นผงและร่อนเลือกขนาด 40–60 เมช โดยนำเปลือกของแต่ละท่อนโคนมารวมกันและเปลือกของแต่ละท่อนปลายมารวมกัน แล้วทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับเนื้อไม้

ใบไม้ คัดใบสดที่มีลักษณะดี ไม่มีโรคและแมลง มาทำการกลั่นน้ำมันด้วยวิธี water distillation

2. วิธีการทดลอง

2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้และเปลือกไม้ที่เตรียมไว้ รวม 4 ตัวอย่าง ตามมาตรฐานของ TAPPI วิธีการของ Micko และ Wise, E.L. ได้แก่ ปริมาณความชื้น (TAPPI T258) ค่าการละลายในน้ำร้อน (TAPPI T207) ค่าการละลายในน้ำเย็น (TAPPI T207) ค่าการละลายใน1%โซเดียมไฮดรอกไซด์ (TAPPI T212) ค่าการละลายในแอลกอฮอล์–เบนซีน (TAPPI T204) ปริมาณลิกนิน(Anonymous,1940) ปริมาณโฮโลเซลลูโลส (Wise, E.L. 1946) ปริมาณเซลลูโลส (Micko, 1987) ปริมาณเถ้า (TAPPI T211) โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 2 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

2.2 การกลั่นน้ำมันจากตัวอย่างใบ และการวัดค่าปริมาณความชื้น ทำการกลั่นน้ำมันด้วยวิธี water distillation โดยใส่ตัวอย่างใบสดในขวดก้นกลมขนาด 20 ลิตร (ปริมาณ 3 ใน 4 โดยปริมาตร) แล้วใส่น้ำกรองลงไปให้ท่วมใบเล็กน้อย ทำการกลั่นจนไม่มีน้ำมันออกมา (ประมาณ 8–9 ชั่วโมง) นำ

น้ำมันที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์ ด้วยการกำจัดน้ำโดยใช้โซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัสและชะล้างด้วยเพนเทน แล้วระเหยเพนเทนออก จะได้ตัวอย่างน้ำมันที่มีความบริสุทธิ์สูง ชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตรน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ แล้วนำมาคำนวณปริมาณผลผลิตของน้ำมันเป็นร้อยละของปริมาตรน้ำมันเทียบกับน้ำหนักใบแห้ง (v/w)

$$\% \text{ น้ำหนักน้ำมันหอมระเหย} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำมันหอมระเหย (ml)} \times 100}{\text{น้ำหนักใบแห้ง (g)}}$$

และทำการวัดค่าปริมาณความชื้นโดยตัดตัวอย่างใบเป็นชิ้นเล็กๆ และทำการวัดค่าปริมาณความชื้น (TAPPI T258)

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย ชั่งน้ำมันหอมระเหยจากข้อ 3.2 ประมาณ 0.001 กรัม ใส่ในขวดสีชาขนาด 2 มิลลิลิตร แล้วเติมแอปโซลูทเอทานอลจำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วปิดฝา แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ–แมสสเปคโตรมิเตอร์(GC–MS) โดยกำหนดสภาวะดังนี้

Column : capillary column model number : Agilent 19091s–433 HP–5MS,

Colomn size (width x length x thickness) = 0.25 mm X 30 m X 0.25 μm

Conditions : initial temp 250 °C, initial flow 13 ml/min

Oven : initial temp 60 °C

Ramps : Rate 3 °C/min, Final temp 180°C, Final time 5 min, run time 45 min

Detector : Mass Selective Detector (MSD) 5973, 280°C

2.4 การวัดค่าความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหย นำน้ำมันหอมระเหยจากข้อ 3.2 ประมาณ 1.5 ml. มาวัดค่าความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยทำซ้ำ 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้และเปลือกไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า จังหวัดนครราชสีมา อายุ 7 ปี ปรากฏใน Table 1

จาก Table 1 พบว่า ตัวอย่างเนื้อไม้และเปลือกไม้มีความชื้นร้อยละ 7.72 และ 9.45 ค่าการละลายในน้ำร้อนและค่าการละลายในแอลกอฮอล์–เบนซีน โดยเฉลี่ยของเปลือกไม้ (ร้อยละ8.8, 9.1 และ 16.0, 16.1) มีค่ามากกว่าเนื้อไม้ (ร้อยละ 2.8, 3.7 และ 5.1, 5.4) แสดงว่าเปลือกไม้มีปริมาณสารแทรกมากกว่าเนื้อไม้ แสดงถึงเปลือกไม้มีความแข็งแรง ความคงตัวและความแข็งตึงมากกว่าเนื้อไม้ ค่าการละลายใน 1%

โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยเฉลี่ยของเปลือกไม้ (ร้อยละ 45.2 และ 46.4) มีค่าสูงกว่าเนื้อไม้ (ร้อยละ 12.8 และ 14.2) แสดงว่าเปลือกไม้มีความคงทนต่อเชื้อเห็ดราน้อยกว่าเนื้อไม้มาก และในท่อน 2 (ท่อนปลาย) มีค่าการละลายน้อยกว่าท่อน 1 (ท่อนโคน)ทั้งในเนื้อไม้ (ร้อยละ 12.8 และ 14.2) และในเปลือกไม้ (ร้อยละ 45.2 และ 46.4) แสดงว่าท่อน 2 มีความทนทานต่อเชื้อเห็ดรามากกว่าท่อน 1 ปริมาณลิกนินโดยเฉลี่ยในเนื้อไม้มีค่าร้อยละ 23.8 และ 25.4 โดยมีค่าสูงกว่าเปลือกไม้ (ร้อยละ 18.8 และ 18.9) แสดงว่าเนื้อไม้มีความหนาแน่นและทนทานที่ดี ทั้งนี้เพราะลิกนินจะช่วยเพิ่มความหนาแน่นและความทนทานของไม้ (ทัศนีย์และคณะ, 2528) ปริมาณเซลลูโลสโดยเฉลี่ยในเนื้อไม้มีค่าสูง คือ ร้อยละ 62.2 และ 63.3 โดยสูงกว่าเปลือกไม้ (ร้อยละ 41.9 และ 43.3) และปริมาณเซลลูโลสในท่อน 2 มีค่าใกล้เคียงกับท่อน 1 แสดงว่าเนื้อไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า มีปริมาณเส้นใยมากเหมาะใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยเลือกใช้ท่อน1 หรือท่อน2 ก็ได้ ปริมาณเถ้าโดยเฉลี่ยในเนื้อไม้มีค่าต่ำ คือ ร้อยละ 0.13 และ 0.16 และมีค่าน้อยกว่าเปลือกไม้ (ร้อยละ 2.7 และ 3.2) แสดงว่าเนื้อไม้มีแนวโน้มให้ค่าพลังงานความร้อนสูงจึงเหมาะใช้ทำเป็นไม้เชื้อเพลิงได้ดี เนื่องจากไม้ที่มีปริมาณเถ้ามากจะให้พลังงานความร้อนน้อย (วิชนี, 2545)

สำหรับตัวอย่างใบพบว่า มีความชื้น 50.37% และน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวอย่างใบ มีสีเหลืองใส มีกลิ่นแรง มีความหนาแน่น 0.9337 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความถ่วงจำเพาะ 0.9354 และได้ผลผลิตร้อยละ 0.61 (v/w) และแสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีปรากฏใน Table 2

Table 1. Average chemical composition of wood bark and leaves of *Eucalyptus urophylla* from Nakorn Ratchasrima province

Portions of wood	Chemical compositions (%w/w)								
	MC (%)	CW	1% NaOH	Ash	AB	H–W(AB)	Lignin	Holocellulose	Cellulose
Tewh	7.6888	3.2693	14.2438	0.1647	5.1186	3.7455	23.8760	71.6853	63.3641
Tewt	7.7538	2.2304	12.8635	0.1388	5.4466	2.894	25.4322	70.3782	62.2100
Ave.	7.7213	2.7499	13.5537	0.1518	5.2826	3.3198	24.6541	71.0318	62.7871
Tebh	9.5186	25.6947	46.4599	2.7187	16.1303	8.8855	18.8552	57.1614	41.9285
Tebt	9.3816	25.3261	45.2084	3.2101	16.0271	9.1391	18.9631	58.9366	43.3827
Ave.	9.4501	25.5104	45.2084	2.9644	16.0787	9.0123	18.9092	58.049	42.6556
L.	50.3727								

MC = moisture content **CW** = cold water solubility **NaOH** = sodium hydroxide solubility **AB** = alcohol–benzene solubility

H–W(AB) = hot water solubility after extract with alcohol–benzene Tebh = bark of Tewh

Tewh = wood cut at 1 meter above ground of tree no.1 and no.2 Tebt = bark of Tewt

Tewt = wood cut at 1 metre next to tewh Ave. = Average L. = Leaves of tree no.1 and no.2

Table 2. Chemical compositions and retention time of *Eucalyptus urophylla* leaves oil from Nakorn Ratchasrima province

Peak No.	Chemical composition	% Area	Retention time
1	α–pinene	1.61	5.11
2	o–cymene	3.78	7.63
3	1–Limonene	2.36	7.76
4	1,8–Cineole	22.40	7.86
5	Unknown	1.87	14.01
6	α–limonene	5.02	20.90
7	Caryophyllene	20.27	23.87
8	α–Humulene	2.06	25.31
9	Viridiflorene	1.82	27.08
10	Germacrene B	4.44	27.12
11	△–Cadinene	5.59	28.25
12	Unknown	2.85	30.41
13	ɣ–Gurjunene	10.80	30.66
14	β– Gurjunene	3.55	30.97
15	Unknown	2.46	31.07
16	Aromadendrene	2.62	31.40
17	Cadina–1,4–diene	3.83	32.44
18	Copaene	2.66	32.97

จาก Table 2 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีที่พบมากในตัวอย่างใบ คือ 1,8–Cineole (22.40%)และ Caryophyllene (20.27%) รองลงมา คือ ɣ–Gurjunene (10.80%), △- Cadinene (5.59%) และ α–limonene (5.02%) โดย 1,8–Cineole หรือ Eucalyptol จัดอยู่ในกลุ่มออกไซด์ (oxides) มีคุณสมบัติในการบำบัดรักษา ด้านละลายเสมหะ ระบบหายใจ กระตุ้นการทำงานของไต มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ เช่น โรคหอบหืด ปอดเรื้อรัง เป็นต้น (คมสัน , 2551)

กลุ่มสาร Caryophyllene, ɣ–Gurjunene, △–Cadinene, Aromadendrene, Copaene และ Viridiflorene จัดอยู่ในกลุ่ม sesquiterpenes มีคุณสมบัติในการบำบัดรักษาด้านป้องกันการติดเชื้อ

(antiseptic) ต้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial) ต้านการอักเสบ (anti–inflammatory) ทำให้สงบ (calming) ลดความดัน (hypotensive) (คมสัน , 2551)

กลุ่มสาร α–limonene, α–pinene และ o–cymene จัดอยู่ในกลุ่ม monoterpenes มีคุณสมบัติในการบำบัดรักษาด้านป้องกันการติดเชื้อ(antiseptic) ต้านเชื้อไวรัส (antiviral) ต้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial) ลดอาการคัดจมูก (decongestant) และบรรเทาอาการปวด(analgesic) (คมสัน , 2551)

สรุปผล

1. วิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่างเนื้อไม้และเปลือกไม้ อายุ 7 ปี จากอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบว่า มีความชื้นร้อยละ 7.72 และ 9.45 ตามลำดับ ค่าการละลายตัวอย่างไม้ในน้ำร้อนและค่าการละลายในแอลกอฮอล์–เบนซีน โดยเฉลี่ยของเปลือกไม้ (ร้อยละ8.8, 9.1 และ 16.0, 16.1) มากกว่าเนื้อไม้ (ร้อยละ 2.8, 3.7 และ 5.1, 5.4) แสดงถึงเปลือกไม้มีปริมาณสารแทรกมากกว่าเนื้อไม้ และเปลือกไม้มีความคงทนต่อเชื้อเห็ดราน้อยกว่าเนื้อไม้ และตัวอย่างท่อน 2 มีความคงทนต่อเชื้อเห็ดรามากกว่าท่อน 1 ปริมาณลิกนินและเซลลูโลสในตัวอย่างเนื้อไม้ (ร้อยละ 24.8, 25.4 และ 62.2, 63.3) มีค่ามากกว่าเปลือกไม้ (ร้อยละ 18.8, 18.9 และ 41.9, 43.3) ดังนั้นเนื้อไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า จึงเหมาะนำมาใช้ทำกระดาษ และเนื้อไม้มีปริมาณเถ้าต่ำมาก (ร้อยละ 0.13 และ 0.16)

2. น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากตัวอย่างใบ มีสีเหลืองใส กลิ่นแรง มีความหนาแน่น 0.9337 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความถ่วงจำเพาะ 0.9354 ผลผลิตร้อยละ 0.61 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก สารเคมีที่พบมากในน้ำมันหอมระเหย คือ 1,8–Cineole (22.40%) และ Caryophyllene (20.27%) รองลงมาคือ γ–Gurjunene (10.80%), △-Cadinene (5.59%) และ α–limonene (5.02%) ซึ่งเป็นสารสำคัญสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ร่วมแผนงานวิจัย คุณจันไท จิตรจักร และคุณวสุธร มะลิเงิน เจ้าหน้าที่งานพัฒนาเคมีผลิตผลป่าไม้ ที่มีส่วนช่วยให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

คมสัน หุตะแพทย์. 2551. การสกัดน้ำมันหอมระเหย การใช้ประโยชน์และการทำผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย. สำนักพิมพ์เกษตรกรรมธรรมชาติ. กรุงเทพฯ. 108 หน้า.

ทัศนีย์ รัติวานิช อรรณพ อภิชาตบุตร และรัตนา หม้อมณี. 2528. คุณสมบัติทางเคมีของไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส. *ใน* การประชุมการพัฒนาป่าไม้เพื่อพัฒนาชาติ 18–22 พฤศจิกายน 2528. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. หน้า 330–337.

วิชนี บุญญะปฏิภาค. 2545. ไม้ฟืน. สำนักวิชาการป่าไม้. กรมป่าไม้. ร 579. 75 หน้า.

สุดารัตน์ วิสุทธิเทพกุล. 2542. ชีววิทยาของดอกยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า. *ใน* เอกสารผลงานทางวิชาการ. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

Anonymous. 1940. CCA_5. Determination of Lignin in Wood and unbleached Pulp. Stockholm.

Micko, M.M. 1987. Wood quality differences. Canada. 42 p.

TAPPI T204 cm–07. 2007. Solvent Extractives of Wood and Pulp.

TAPPI T207 cm–08. 2008. Water Solubility Of Wood And Pulp.

TAPPI T211 om–12. 2012. Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard.

TAPPI T212 om–12. 2012. One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood And Pulp.

TAPPI T258 om–11. 2011. Basic Density And Moisture Content Of Pulpwood.

Wise, E.L. 1946. Tech. ASSOC. Progress. Papers. 29: 210.