

การทดสอบตัวยาซีซีเอ สามสูตร

โดยวิธีการแท่งไม้กับจุนเพาะเชื้อราในห้องปฏิบัติการ

Testing of CCA wood preservations by laboratory
agar-block test

อภัย

รณนันทน์^{๑/}

อุทัยวรรณ

แสงวณิช^{๒/}

Apai

Rananand

Uthaiwan

Sangvanit

ABSTRACT

Agar-block test was carried out to compare the effectiveness of two laboratory prepared CCA-C wood preservatives against a commercial CCA formulation. Krabak (*Anisoptera leavis*) wood blocks were used as substrate for *Polyporus sanguineus* fungi.

Results indicated that weight losses of the blocks treated with three formulations do not differ significantly. Anticipated threshold retentions cannot be determined from this test because of inadequate distribution of retention range.

เรื่องย่อ

ได้ทำการทดลองผสมน้ำยา ซี ซี เอ แบบซี ขึ้นสองสูตร นำไปอาบน้ำยาแท่งไม้กระบาก แล้วทดสอบหาน้ำหนักสูญหายด้วยวิธีการแท่งไม้กับจุนเพาะเชื้อราในห้องปฏิบัติการ ใช้เชื้อราชนิด *Polyporus sanguineus* พร้อมกับแท่งไม้ที่อาบน้ำยา ซี ซี เอ แบบ ซี ที่ผลิตขายในท้องตลาดเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวยาทั้งสามสูตร

ผลการทดลองแสดงว่าน้ำหนักสูญหายของแท่งไม้ที่อาบน้ำยาทั้งสามสูตร ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ การทดลองครั้งนี้ไม่สามารถหาปริมาณรับน้ำยาที่จุคฆ่าได้ชัดเจน เนื่องจากการกระจายปริมาณรับน้ำยาไม่เป็นไปตามพลัสที่คาดไว้ก่อนการอาบน้ำยา

^{๑/} ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

^{๒/} อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คำนำ

ซีซีเอ เป็นตัวยารักษาเนื้อไม้ประเภทละลายในน้ำที่มีส่วนผสมของคอปเปอร์โครเมียม และอาร์เซนิก ซึ่งสมาคมรักษาเนื้อไม้อังกฤษและอเมริกา (BWPA, AWP) แบ่งออกเป็น ๓ แบบ แต่ละแบบมีปริมาณโครเมียมและอาร์เซนิกต่างกัน แต่ปริมาณคอปเปอร์ใกล้เคียงกัน ปัจจุบันมีสูตรตัวยาซีซีเอ ในทางการค้าอยู่ไม่ต่ำกว่า ๑๕ สูตร แต่ละสูตรอาจใช้ออกไซด์หรือเกลือ หรือกรดของสารคอปเปอร์ โครเมียมหรืออาร์เซนิกก็ได้ เพื่อผลในการละลายน้ำและทางด้านราคาสารเคมี แต่ทั้งนี้ต้องมีอัตราส่วนขั้นสูงต่ำของสารหลักทั้งสามตามข้อกำหนดของสมาคมรักษาเนื้อไม้ดังกล่าวข้างต้น (๒)

เนื่องจากราคาของตัวยาซีซีเอ ที่ซื้อเข้าประเทศเพื่อให้ในการรักษาเนื้อไม้มีราคาสูงขึ้นทุกที จึงมีแนวความคิดที่จะทดลองใช้ส่วนผสมของสารทั้งสามขึ้น โดยผสมตามมาตรฐานของสมาคมรักษาเนื้อไม้ ซึ่งถ้าทำได้ในราคาที่ถูกลงกว่า เนื่องจากสารบางอย่างเช่น คอปเปอร์ซัลเฟต ทำได้เองในประเทศก็อาจลดปัญหาเรื่องราคาลงได้บ้าง ส่วนผสมเหล่านี้จึงต้องมีการทดสอบเทียบกับตัวยาทางการค้า เพื่อหาความเป็นไปได้ในขั้นต้น โดยใช้วิธีการแท่งไม้กับจันทน์เพาะเชื้อราในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์และวิธีการ

ไม้

ใช้ไม้กระบากจากโรงเลื่อย เป็นไม้ที่เลื่อยมาจากส่วนที่อยู่นอกสุดของซุง ขนาด ๒๕ x ๒๕ มิลลิเมตร ยาวประมาณ ๓๐๐ มิลลิเมตร จำนวนหลายท่อน เมื่อนำมาผึ่งจนเหลือความชื้นสมดุลกับอากาศแล้ว จึงได้ปรับขนาดให้เป็น ๒๐ x ๒๐ มิลลิเมตร และซอยเป็นแท่งไม้ขนาด ๒๐ x ๒๐ x ๒๐ มิลลิเมตร จำนวนประมาณ ๑๐๐ ชิ้น ชั่งน้ำหนักขึ้นต้นเพื่อจัดหมู่ตามพลัย น้ำหนัก ให้ไม่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกันที่สุดในหมู่เดียวกัน อันจะทำให้มีปริมาณรับน้ำยาไม่แตกต่างกันไปมาก

รา

ใช้ราชื่อ *Polyporus sanguineus* จัดเป็นราพวกผู้สีขาว พบในทุกภาคของประเทศ ทำลายไม้ยาง มะค่า พลอง กะบก และไม้อื่น ๆ อีกหลายชนิด พบทำลายไม้ป้อแดง ยางได้ดีมาก (๑) เตรียมขึ้นโดยแยกเส้นใยมาจากส่วนของเนื้อไม้ที่มีเห็ดขึ้นอยู่ แล้วนำมาเลี้ยงด้วยมอลต์เอกซแทรกท์ในเปตริดิช

การเตรียมขวดเลี้ยงเชื้อรา

เตรียมมอลต์เอกซแทรกท์ตามวิธีการ นำใส่ขวดทดลองชนิดสี่เหลี่ยมมีฝาเกลียวขนาด ๘ ออนซ์ (French square bottle) ขวดละ ๓๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ ๑๒๑° ซ. นาน ๒๐ นาที ด้วยอโตเคลฟ เมื่อนำออกมาจากเครื่องนึ่งแล้ววางขวดเอียงเพื่อให้

วันลาตเทเมื่อเย็นลงจนแข็งตัว จากนั้นเขี่ยราจากแปดริชขึ้น ขนาดประมาณ ๑๐ x ๑๐ มิลลิเมตร ให้วางอยู่บนผิวอาหารในขวด ปิดฝาหลวม ๆ รอจนราเจริญเต็มผิวหน้าของอาหาร ซึ่งใช้เวลาประมาณ ๓ สัปดาห์ รอการนำแท่งไม้ที่อบน้ำยาแล้วมาเพาะบนเชื้อรา ขวดทั้งหมดวางไว้ในอุณหภูมิห้องปฏิบัติการ

ตัวยาซีซีเอ

ผสมสาร $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ในมาตรฐานของตัวยาซีซีเอ แบบซี (Type C) รวม ๒ สูตร และใช้ตัวยาซีซีเอทางการค้าที่สมาคมรักษาเนื้อไม้อเมริกากำหนดไว้เป็นแบบซี อีกหนึ่งสูตรเป็นข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบกับสองสูตรแรก รวมทั้งหมดเป็นสามสูตร

สัดส่วนซีซีเอ แบบ ซี ที่สมาคมรักษาเนื้อไม้อเมริกากำหนดไว้เป็นมาตรฐานเมื่อคิดตามออกไซด์เปรียบเทียบ มีดังนี้

	ปกติ%	สูงสุด%	ต่ำสุด%
Hexavalent chromium, as CrO_3	47.5	50.5	44.5
Copper, as CuO	18.5	21.0	17.0
Arsenic, as As_2O_5	34.0	38.0	30.0

ผสมสารทั้งสามซึ่งเป็นผงแห้ง แล้วละลายน้ำให้มีความเข้มข้นร้อยละ ๕ โดยน้ำหนัก-ปริมาตร แล้วทำให้เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ ดังนี้

ลำดับ	ความเข้มข้น	ปริมาตรรับน้ำยาที่คาดไว้
	% w/v	lb/ft ³
1	2.50	0.39
2	2.00	0.31
3	1.75	0.27
4	1.50	0.23
5	1.00	0.16
6	0.50	0.08
7	0.25	0.04
8	0.125	0.01
9	0.0625	0.01
10	0.0312	0.005
11	0.00	0.00

เมื่อผสมสารละลายน้ำยาทั้งสามสูตรให้มีระดับความเข้มข้นทั้งต้นแล้ว เตรียมใช้อบน้ำยา
แห้งไม้ต่อไป

การเตรียมและการอบน้ำยาแห้งไม้

นำแห้งไม้มาทำเครื่องหมายเพื่อรับการอบน้ำยาระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ทั้ง ๑๑
ระดับ (รวมทั้งชุดเปรียบเทียบ) และสำหรับน้ำยาทั้งสามสูตร โดยใช้จำนวนแห้งไม้ ๓ แท่ง สำหรับ
กรรมวิธีทดสอบหนึ่ง ๆ รวมทั้งหมดใช้แห้งไม้ ๔๔ แท่ง แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ ๑๐๐ - ๑๐๕° ซ.
เป็นเวลา ๔๔ ชั่วโมง ตั้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักให้ละเอียดถึง ๐.๐๑ กรัม (T₁)
เก็บไม้ที่ชั่งแล้วไว้ในเดซิเคเตอร์ที่ใส่สารดูดความชื้นไว้ก่อนนำไปอบน้ำยา

การอบน้ำยาเริ่มด้วยการนำชิ้นไม้สามชิ้นต่อความเข้มข้นระดับหนึ่ง ใส่ลงในปิกลเกอร์
ขนาด ๕๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่วงด้วยของหนักเพื่อไม่ให้ลอยพ้นระดับน้ำยา แล้วนำปิกลเกอร์ทั้งหมด
(ประมาณ ๖ ปิกลเกอร์) ลงวางเรียงในเดซิเคเตอร์ ซึ่งจะใช้เป็นถังอบน้ำยา ปิดฝาเดซิเคเตอร์
แล้วใช้สุญญากาศ ขนาด ๑๒๕ มิลลิเมตร พรอทนาน ๒๐ นาที แล้วปิดท่อสุญญากาศ เปิดท่อกรวยแยก
ซึ่งบรรจุน้ำยาซีซีเอไว้ ปลอ่ยให้น้ำยาถูกดูดลงไปในปิกลเกอร์จนท่วมไม้ โดยระวังอย่าให้อากาศถูกดูด
ลงไปด้วย ทำเช่นนี้ทุกระดับความเข้มข้นของน้ำยาทั้งสามสูตร เริ่มจากความเข้มข้นน้อยไปหามาก
โดยปลายท่อกรวยแยกสามารถปิดไปปลอ่ยน้ำยาลงไปในปิกลเกอร์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้ การ
ทำสุญญากาศครั้งหนึ่ง ๆ จึงสามารถอบน้ำยาไม้ได้ครั้งละ ๖ ระดับความเข้มข้น ระหว่างการเติมน้ำ
ยาลงในปิกลเกอร์หนึ่ง ๆ ทำสุญญากาศกลับมาให้เป็น ๑๒๕ มิลลิเมตร ก่อนที่จะปลอ่ยน้ำยาที่มีความเข้ม
เข้มข้นถัดไปลงในปิกลเกอร์นั้น ๆ สำหรับชุดเปรียบเทียบนั้นใช้น้ำกลั่นอาบแทนน้ำยา

เมื่อเสร็จการปลอ่ยน้ำยาครบทุกปิกลเกอร์แล้ว เลิกทำสุญญากาศ นำปิกลเกอร์ซึ่งมีไม้อาบ
น้ำยาจมอยู่ออกมาวางในอุณหภูมิห้องนาน ๓๐ นาที แล้วจึงนำแห้งไม้แต่ละชุดขึ้นมาจากปิกลเกอร์ ซับ
ด้วยกระดาษเช็ดมือทุกด้าน นำไปชั่งน้ำหนักทันที (T₂) เพื่อหาปริมาณรับน้ำยา (T₂ - T₁) คิดเป็น
ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณรับน้ำยา} = (T_2 - T_1) (\text{ความเข้มข้นร้อยละ}) (๖๒.๔) / (๑๐๐) (๔) \text{ ปอนด์/ฟุต}^3$$

การปรับสภาพความชื้นแห้งไม้

นำแห้งไม้ที่อบน้ำยาแล้วรวมทั้งชุด เปรียบเทียบใส่ถาดกันโปร่งไปผึ่งไว้ในอุณหภูมิห้อง
นาน ๗ วัน แล้วนำเข้าตู้ปรับสภาพ (Aminco) ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ ๒๗° ซ และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ
๖๕ จนได้ปริมาณความชื้นสมดุลย์ นำไปชั่งน้ำหนัก (T₃) แล้วนำไปเพาะเชื้อรา

การเพาะเชื้อราบนแห้งไม้

หลังการชั่งน้ำหนักข้างต้น นำแห้งไม้แต่ละชุดที่ทำเครื่องหมายไว้แล้วไปห่อด้วยออลูมิเนียมฟอยล์
ใส่ลงในหม้อหนึ่งปิดฝาให้สนิท ต้มน้ำให้เดือดแล้วต้มต่อไปจนครบ ๒๐ นาที ตั้งให้เย็นในหม้อ ระหว่างนั้น

น้ำแห้งแก้วรูปตัวรีมาฆ่าเชื้อโดยการอบที่อุณหภูมิ $120^{\circ} - 130^{\circ}$ ซ. นาน ๑.๕ ชั่วโมง แล้วใช้เข็มที่ปลอดเชื้อตักแห้งแก้ววางบนเชื้อราในขวด แล้ววางแห้งไม้ลงบนแห้งแก้ว โดยให้ทางด้านหน้าติดของแห้งไม้แตะแห้งแก้ว ปิดฝาขวดไว้ทึบม ๑ ถึงไว้ในอุณหภูมิห้องนานประมาณ ๔ เดือน เพื่อให้ราทำลายแห้งไม้

การคำนวณน้ำหนักสูญหายของแห้งไม้

เมื่อถึงกำหนด ๔ เดือนแล้ว น้ำแห้งไม้ออกจากขวด ปิดเฉพาะเส้นใยออกจากแห้งไม้ให้หมด นำไปวางในตู้ปรับสภาพที่ตั้งไว้ 27° ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ ๖๕ จนได้ปริมาณความชื้นสมดุล แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก (T_4)

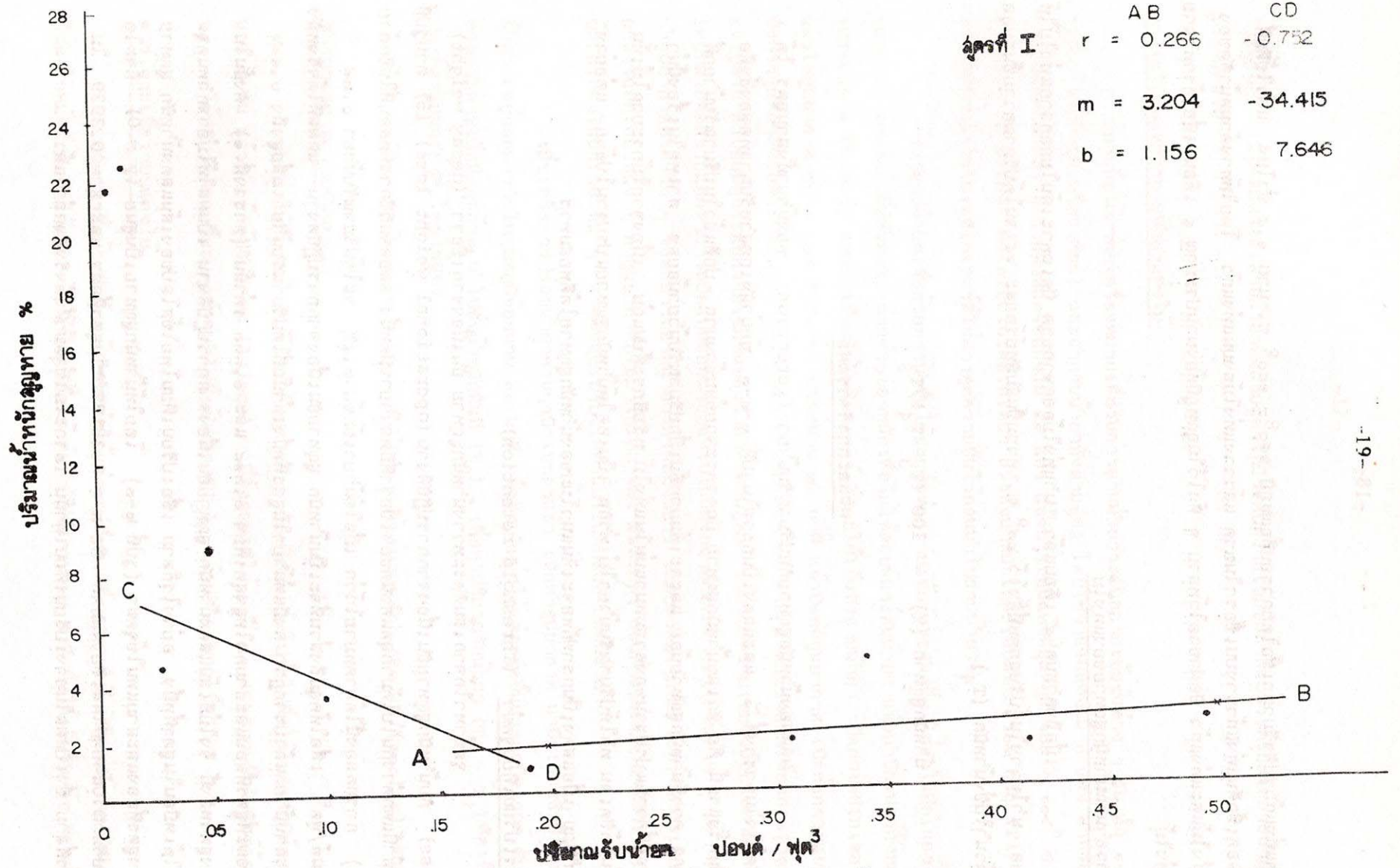
$$\text{น้ำหนักสูญหาย (\%)} = 100 (T_3 - T_4) / T_3$$

ผลและการวิจารณ์ผล

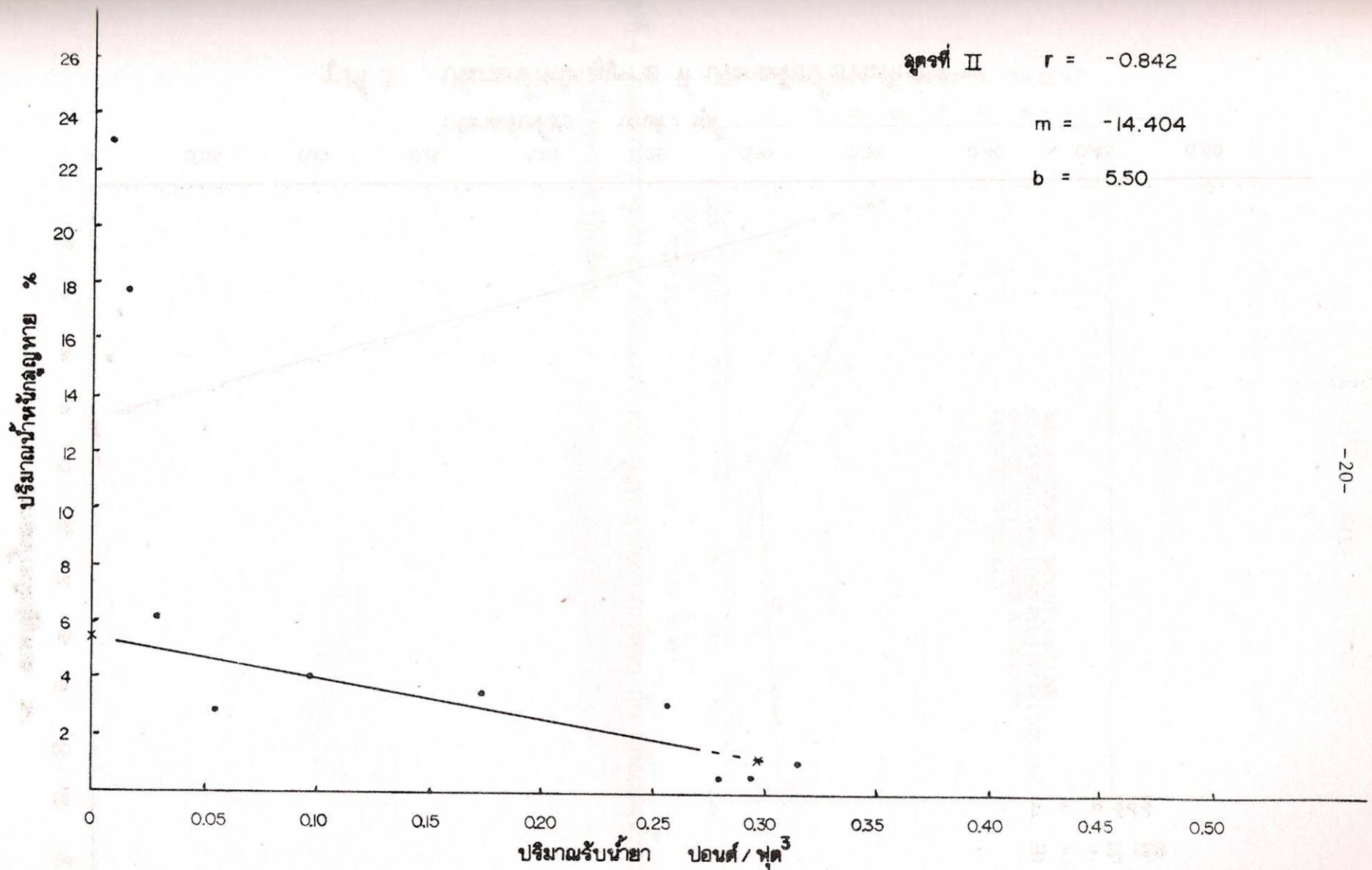
ผลแสดงน้ำหนักสูญหายกับปริมาณรับน้ำยา (retention) ของน้ำยาทั้งสามสูตร ได้แสดงไว้ในตารางที่ ๑ และแสดงเป็นกราฟในรูปที่ ๑-๒-๓ ขื่อนำสังเกตสำหรับการทดลองซึ่งถือเป็นครั้งแรกนี้ คือ ตัวเลขน้ำหนักสูญหาย มีการกระจายค่อนข้างมาก ปกติแล้วในปริมาณรับน้ำยาที่มาก ควรมีน้ำหนักสูญหายน้อย และจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณรับน้ำยาน้อยลง สาเหตุในเรื่องนี้น่าจะอยู่ที่ความแปรปรวนของความหนาแน่นในแห้งไม้ หรือมีกระฟีนปนกัน เนื่องจากไม้กระบากไม่เห็นแก่นได้ชัดเจน ทำให้ปริมาณรับน้ำยาไม่เท่ากัน เป็นเหตุให้น้ำหนักสูญหายแปรปรวนไปด้วย แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อแสดงเป็นกราฟก็พอจะเห็นแนวโน้มของน้ำหนักสูญหายได้ดีพอสมควร

การเปรียบเทียบจุดฆ่า (Threshold retention)

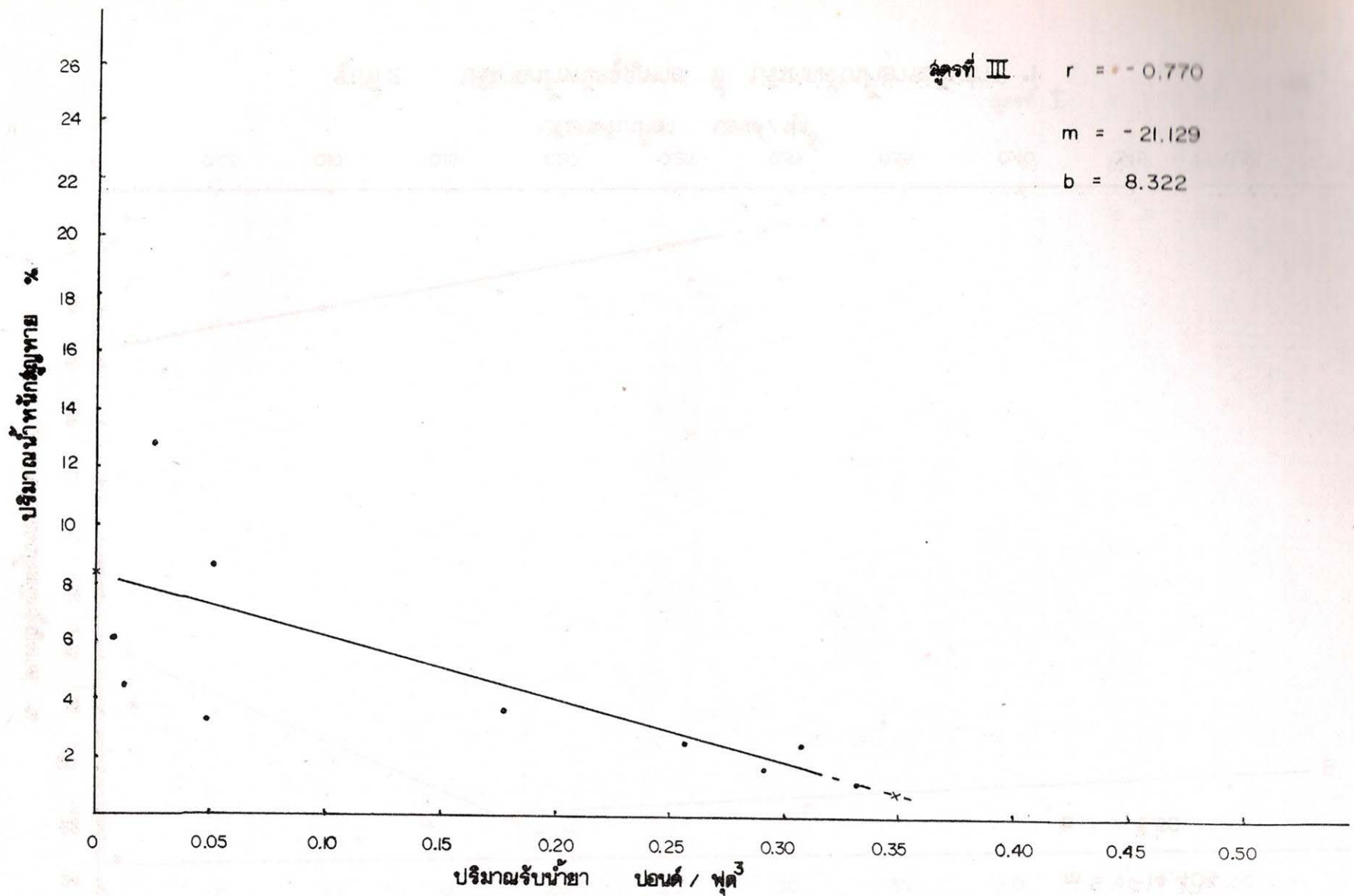
จุดฆ่าหาได้จากเส้นตัดระหว่างน้ำหนักสูญหาย อันเนื่องมาจากเชื้อรา (decay weight loss) กับน้ำหนักสูญหายอันเนื่องจากการปฏิบัติงาน (operational weight loss) (5) ตามรูปที่ ๔ จุดฆ่านี้แตกต่างกันไปได้มากที่สุดแต่ชนิดของเชื้อราที่มีต่อน้ำยาชนิดหนึ่ง ตลอดจนวิธีการทดสอบที่ใช้อีกด้วย (๖) การทดลองนี้ได้คาดหมายไว้ว่า เมื่อใช้น้ำยาเข้มข้น ๒.๕% จะได้ปริมาณรับน้ำยา ๐.๓๔ ปอนด์/ฟุต^๓ เพื่อให้คลุมถึงส่วนที่จะเป็นน้ำหนักสูญหายอันเนื่องจากการปฏิบัติงาน แต่ผลที่ได้จริงหลังการอบน้ำยาแล้วปรากฏว่า คงมีแต่น้ำยาในสูตรที่หนึ่งเท่านั้นที่ได้ปริมาณรับน้ำยาเฉลี่ยสูงถึง ๐.๔๕๖ ในขณะที่สูตรที่สองและสามคงให้สูงสุดเพียง ๐.๓๑๘ และ ๐.๓๓๓ เท่านั้น (ตารางที่ ๑) ดังนั้นในสองสูตรหลังนี้ จึงไม่มีเส้นแสดงน้ำหนักสูญหายอันเนื่องจากการปฏิบัติงาน เป็นผลให้ไม่อาจกำหนดจุดฆ่าได้เหมือนในสูตรที่หนึ่ง อย่างไรก็ตาม เพื่อเปรียบเทียบโดยใช้สโลปของเส้นแสดงน้ำหนักสูญหายของสูตรที่สองและสามแทนใช้จุดฆ่า (รูปที่ ๒-๓) โดยให้น้ำหนักสูญหายเป็นศูนย์ ($y = 0$) ก็จะได้ค่าปริมาณรับน้ำยาที่ใกล้เคียงกันมาก คือ $x = 0.3818$ ในสูตรที่สอง และ $x = 0.3939$ ในสูตรที่สาม ซึ่งเป็นผลในทางเปรียบเทียบเท่านั้น เพราะไม่ใช่จุดฆ่าที่แท้จริงดังกล่าแล้ว



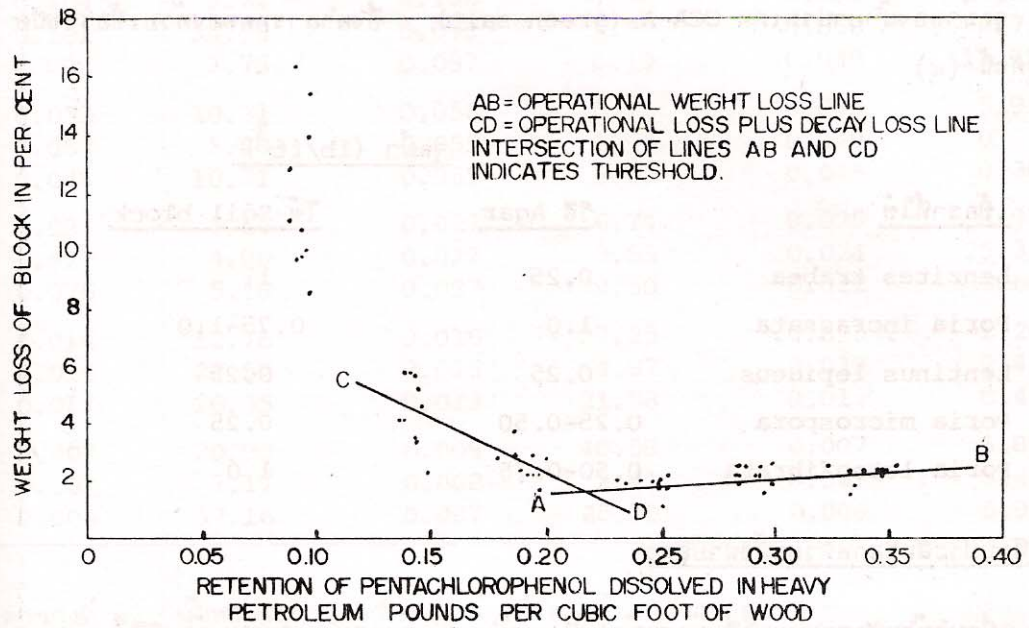
รูปที่ 1. ปริมาณน้ำที่นักดูเหยหาย ที่ ปริมาณรับน้ำฯ ระดับต่าง ๆ



รูปที่ 2 ปริมาณน้ำหนักสูญหาย ที่ ปริมาณรับน้ำยาจะต่าง ๗



รูปที่ 3 ปริมาณน้ำที่ดูดซับโดยวัสดุ ที่ ปริมาณรับน้ำจะต่างกัน



รูปที่ 4 แสดงการหาจุดตัดจากเส้นแสดงน้ำหนักสูญหายเนื่องจากเห็ดรา กับ เส้นแสดงน้ำหนักสูญหายเนื่องจากการปฏิบัติงาน

Formulation 1	Formulation 2	Formulation 3
PCP	PCP	PCP
0.000	0.000	0.000
0.001	0.001	0.001
0.002	0.002	0.002
0.003	0.003	0.003
0.004	0.004	0.004
0.005	0.005	0.005
0.006	0.006	0.006
0.007	0.007	0.007
0.008	0.008	0.008
0.009	0.009	0.009
0.010	0.010	0.010
0.011	0.011	0.011
0.012	0.012	0.012
0.013	0.013	0.013
0.014	0.014	0.014
0.015	0.015	0.015
0.016	0.016	0.016
0.017	0.017	0.017
0.018	0.018	0.018
0.019	0.019	0.019
0.020	0.020	0.020
0.021	0.021	0.021
0.022	0.022	0.022
0.023	0.023	0.023
0.024	0.024	0.024
0.025	0.025	0.025
0.026	0.026	0.026
0.027	0.027	0.027
0.028	0.028	0.028
0.029	0.029	0.029
0.030	0.030	0.030
0.031	0.031	0.031
0.032	0.032	0.032
0.033	0.033	0.033
0.034	0.034	0.034
0.035	0.035	0.035
0.036	0.036	0.036
0.037	0.037	0.037
0.038	0.038	0.038
0.039	0.039	0.039
0.040	0.040	0.040

สำหรับสูตรที่หนึ่ง (รูปที่ ๑) จุดฆ่าที่ได้จากการทดลองนี้ เมื่อดูจากเส้นตัดทั้งสอง
ปรากฏว่าอยู่ในปริมาณรับน้ำยา ๐.๑๗๕ ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต แต่วิธีปฏิบัติในการหาจุดฆ่าที่แน่นอน
นั้น จะต้องทำการทดลองซ้ำจนแน่ใจ ไม่อาจหาจากการทดลองเพียงครั้งเดียว

จุดฆ่าของน้ำยาประเภท CCA-A (green salt) ซึ่งทำการทดลองด้วยเชื้อราชนิด
ต่าง ๆ นั้นมีดังนี้ (๔)

เชื้อราที่ใช้	จุดฆ่า (lb/ft ³)	
	วิธี Agar	ใช้ Soil block
Lenzites trabea	0.25	1
Poria incrassata	1.0	0.75-1.0
Lentinus lepideus	0.25	0.25
Poria microspora	0.25-0.50	0.25
Poria luteofibrata	0.50-0.75	1.0

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยยาทั้งสามสูตร

เมื่อนำน้ำหนักสูญหายเฉลี่ยของแท่งไม้ที่อาบน้ำยาทั้งสามสูตรมาทดสอบด้วยวิธี
(๗) เพื่อหาความแตกต่างของประสิทธิภาพด้วยยา ผลการทดสอบทางสถิติปรากฏว่าไม่มีความแตก
ต่างกัน ตารางที่ ๒ แสดงว่าสูตรที่ผสมขึ้นทั้งสองสูตร มีประสิทธิภาพในแง่สถิติเท่ากับสูตรที่ใช้ใน
ทางการค้า

ตารางที่ ๑ ปริมาณรับน้ำยา และน้ำหนักสูญหายของด้วยยาทั้งสามสูตร

Formulation I		Formulation II		Formulation III	
PCF	% Weight Loss	PCF	% Weight Loss	PCF	% Weight Loss
0.499	3.87	0.331	0.57	0.338	1.78
0.494	1.26	0.315	2.52	0.335	0
0.494	1.74	0.307	0	0.325	1.84
0.445	1.06	0.304	0.18	0.312	2.75
0.402	2.47	0.292	1.28	0.307	4.20
0.402	1.33	0.292	0	0.307	0.52
0.358	7.95	0.287	1.75	0.305	0.94
0.345	4.29	0.285	0.296	2.74	
0.325	1.51	0.277	0	0.276	1.50
0.314	2.14	0.268	0.18	0.263	1.71
0.311	2.65	0.255	3.97	0.255	5.93
0.298	1.16	0.255	5.24	0.252	0.18

ตารางที่ ๑ (ต่อ)

Formulation I		Formulation II		Formulation III	
PCF	% Weight Loss	PCF	% Weight Loss	PCF	% Weight Loss
0.182	1.49	0.185	5.21	0.206	5.27
0.196	0.57	0.183	1.62	0.172	4.74
0.195	0.75	0.158	4.19	0.154	1.65
0.104	3.22	0.100	4.42	0.055	11.19
0.101	34.58	0.098	7.68	0.050	2.72
0.098	3.78	0.097	0.19	0.049	11.99
0.053	10.31	0.056	0.75	0.049	5.93
0.053	5.68	0.055	1.95	0.048	0
0.048	10.71	0.055	6.02	0.046	0.36
0.027	3.54	0.027	6.74	0.025	8.97
0.027	4.80	0.027	2.55	0.024	25.35
0.026	5.18	0.027	9.50	0.022	4.60
0.014	12.76	0.016	27.25	0.013	2.29
0.014	28.57	0.015	4.87	0.013	2.47
0.013	26.35	0.013	21.58	0.012	8.42
0.007	20.90	0.008	40.58	0.007	6.88
0.007	7.17	0.008	3.41	0.007	5.45
0.006	37.16	0.007	25.70	0.006	5.92

ตารางที่ ๒ น้ำหนักสูญหายเฉลี่ยของแท่งไม้ที่อาน้ำยาทั้งสามสูตร

	Formulation I	Formulation II	Formulation III
	weight loss %	weight loss %	weight loss %
1	2.29	1.03	1.20
2	1.62	0.49	2.49
3	4.58	0.64	1.73
4	1.98	3.13	2.61
5	0.93	3.67	3.89
6	3.51	4.10	8.63
7	8.90	2.91	3.14
8	4.51	6.26	12.97
9	22.56	17.90	4.39
10	21.74	23.23	6.08
T	72.62	63.36	47.13
$\bar{Y}$	7.262	6.336	4.713

การวิเคราะห์ทางสถิติ

Type of total	total of squares	No. of items squared	No. obs. per squared item	total of squares per obs.
Grand	33529.2721	1	30	1117.6424
Sample	11509.3903	3	10	1150.9390
Observation	2417.9397	30	1	2417.9397

Source	SS	DF	MS	F
Among sample	33.2966	2	16.6483	0.355
Within sample	1267.0007	27	46.9260	
Total	1300.2973	29	44.8378	

Critical Region at 5% Significant level : 3.3541

การเปรียบเทียบความเป็นกรดต่าง และความถ่วงจำเพาะ

การเปรียบเทียบ pH และความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างที่ผสมขึ้นกับตัวอย่างที่ทำขึ้น เป็นการค้ำชื่อ Tanalith C ซึ่งเป็นตัวอย่างประเภท CCA-C เช่นเดียวกัน ตามตารางที่ ๓ แสดงว่าค่าของ pH และความถ่วงจำเพาะอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน (๓)

ตารางที่ ๓. pH และความถ่วงจำเพาะของ CCA-C ตามความเข้มข้น ๓ ระดับ

	ความเข้มข้น ๓%		ความเข้มข้น ๕%		ความเข้มข้น ๘%	
	pH	sp gr.	pH	sp gr.	pH	sp gr.
Tanalith C	2.00	1.0158	1.86	1.0305	1.75	1.0655
	2.11	1.0079	1.92	1.0271	1.85	1.0384

สรุป

จากการทดสอบตัวอย่างซีซีเอ ที่ผสมขึ้นสองสูตรเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้ในทางการค้า โดยวิธีแห้งไม้กับวัน เพาะเชื้อราในห้องปฏิบัติการ ใช้เชื้อรา Polyporus sanguineus ไม่ปรากฏจุดขาวที่ชัดเจน เนื่องจากปริมาณรับน้ำยาไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ แต่มีแนวโน้มของน้ำหนักสูญหายใกล้เคียงกัน และผลการทดสอบทางสถิติแสดงว่าตัวอย่างทั้งสามสูตรให้ผลค่อนน้ำหนักสูญหายไม่แตกต่างกัน ค่า pH และความถ่วงจำเพาะก็อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน.

เอกสารอ้างอิง

๑. ชีระ ไม้ประเสริฐ. ๒๕๒๔. การทำลายเนื้อไม้เหียง โดยรา *Fomes lamaeisis*, *Polyporus adustus* และ *P. sanguineus*. วิทยานิพนธ์พิเศษเสนอต่อภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
๒. อภัย วัฒนกันธน์. ๒๕๒๒. ส่วนผสมของตัวยารักษาเนื้อไม้ ซีซีเอ แอนไฮดริส และออกไซด์ เบลิส การประชุมป่าไม้ ปี ๒๕๒๒. สาขานานผลิตภัณฑ์ กรมป่าไม้. ๓๑๒ - ๓๑๘.
๓. ————. ๒๕๒๔. ความถ่วงจำเพาะและความเป็นกรดของตัวยารักษาเนื้อไม้ซีซีเอ เอกสารวิจัย เลขที่ ๕๓ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
๔. American Wood Preservers' Assn. 1978 : Standards for waterborne preservative (P 5-78)
๕. ASTM D 1413-76 : Standard method of testing wood preservatives by laboratory soil block cultures.
๖. Hunt, G.M. and G.A. Garratt. 1967 : Wood preservation. McGraw-Hill Book Co. 3 rd Ed.
๗. Li, J.C. 1957 : Introduction to statistical inference. Edwards Brother, Inc. U.S.A.
๘. Nanayanamurti, D. and P. Purushotham. 1956 : Ascu wood preservative Indian Forest Records. Indian Press. Allahabad.