

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญตาราง	ก
สารบัญรูป	ก
ABSTRACT	ฉ
บทคัดย่อ	1
1. บทนำ	2
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	3
3. การวิจารณ์ผลการทดลอง	13
4. สรุปผลการทดลอง	62
5. ข้อเสนอแนะ	82
6. เอกสารอ้างอิง	83
	84

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 2.1	องค์ประกอบทางเคมีของไม้สนุ่ค่าส่วนต้นที่คละอายุการปลูก	15
ตารางที่ 2.2	องค์ประกอบทางเคมีของไม้สนุ่ค่าอายุ 1 ปี	15
ตารางที่ 2.3	องค์ประกอบทางเคมีของไม้สนุ่ค่าอายุ 2 ปี	16
ตารางที่ 2.4	องค์ประกอบทางเคมีของไม้ยูคาลิปตัส	16
ตารางที่ 2.5	ผลสรุปสภาวะเบื้องต้นของการผลิตเชื้อด้วยกรรมวิธี โซดา ค่าแคปปานัมเบอร์ และผลผลิตเชื้อจากไม้สนุ่ค่าส่วนต้นที่คละอายุ การปลูก	24
ตารางที่ 2.6	สภาวะการผลิตเชื้อด้วยกรรมวิธี โซดาแอนทราควิโนน ค่าแคปปานัมเบอร์และผลผลิตเชื้อจากไม้สนุ่ค่าส่วนต้นที่คละ อายุการปลูก	25
ตารางที่ 2.7	สภาวะการผลิตเชื้อด้วยกรรมวิธี โซดาแอนทราควิโนน ค่าแคปปานัมเบอร์และผลผลิตเชื้อจากไม้สนุ่ค่าส่วนกิ่งอายุ 1 ปี	26
ตารางที่ 2.8	สภาวะการผลิตเชื้อด้วยกรรมวิธี โซดาแอนทราควิโนน ค่าแคปปานัมเบอร์ และผลผลิตเชื้อจาก ไม้สนุ่ค่าส่วนต้นอายุ 1 ปี	27
ตารางที่ 2.9	สภาวะการผลิตเชื้อด้วยกรรมวิธี โซดาแอนทราควิโนน ค่าแคปปานัมเบอร์ และผลผลิตเชื้อจาก ไม้สนุ่ค่าส่วนกิ่งผสมต้นอายุ 1 ปี	28
ตารางที่ 2.10	สภาวะการผลิตเชื้อด้วยกรรมวิธี โซดาแอนทราควิโนน ค่าแคปปานัมเบอร์ และผลผลิตเชื้อจาก ไม้สนุ่ค่าส่วนกิ่งอายุ 2 ปี	27
ตารางที่ 2.11	สภาวะการผลิตเชื้อด้วยกรรมวิธี โซดาแอนทราควิโนน ค่าแคปปานัมเบอร์ และผลผลิตเชื้อจาก ไม้สนุ่ค่าส่วนต้นอายุ 2 ปี	29
ตารางที่ 2.12	สภาวะการผลิตเชื้อด้วยกรรมวิธี โซดาแอนทราควิโนน ค่าแคปปานัมเบอร์ และผลผลิตเชื้อจาก ไม้สนุ่ค่าส่วนกิ่งผสมต้นอายุ 2 ปี	30
ตารางที่ 2.13	สภาวะที่เหมาะสมของการผลิตเชื้อด้วยกรรมวิธี โซดาแอนทราควิโนน ค่าแคปปานัมเบอร์ และผลผลิตเชื้อเฉลี่ยของไม้สนุ่ค่าส่วนกิ่ง ต้น และ กิ่งผสมต้น ที่คละอายุการปลูก อายุ 1 และ 2 ปี	31

สารบัญญัตราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 2.14	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำไม่ฟอกส่วนคั้นคละอายุ	39
ตารางที่ 2.15	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำฟอกจางสีส่วนคั้นคละอายุ	40
ตารางที่ 2.16	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำไม่ฟอกส่วนกึ่งอายุ 1 ปี	40
ตารางที่ 2.17	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำไม่ฟอกส่วนคั้นอายุ 1 ปี	41
ตารางที่ 2.18	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำไม่ฟอกส่วนคั้นผสมกึ่ง (ทั้งคั้น) อายุ 1 ปี	41
ตารางที่ 2.19	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำฟอกจางสีส่วนกึ่งอายุ 1 ปี	41
ตารางที่ 2.20	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำฟอกจางสีส่วนคั้นอายุ 1 ปี	42
ตารางที่ 2.21	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำฟอกจางสีส่วนคั้นผสมกึ่ง (ทั้งคั้น) อายุ 1 ปี	42
ตารางที่ 2.22	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำไม่ฟอกส่วนกึ่งอายุ 2 ปี	43
ตารางที่ 2.23	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำไม่ฟอกส่วนคั้นอายุ 2 ปี	43
ตารางที่ 2.24	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำไม่ฟอกส่วนคั้นผสมกึ่ง (ทั้งคั้น) อายุ 2 ปี	43
ตารางที่ 2.25	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำฟอกจางสีส่วนกึ่งอายุ 2 ปี	44
ตารางที่ 2.26	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำฟอกจางสีส่วนคั้นอายุ 2 ปี	44
ตารางที่ 2.27	สมบัติแผ่นทดสอบเยื่อสบูดำฟอกจางสีส่วนคั้นผสมกึ่ง (ทั้งคั้น) อายุ 2 ปี	44
ตารางที่ 2.28	เปรียบเทียบสมบัติแผ่นทดสอบเยื่อไม่ฟอกระหว่างไม้สบูดำส่วนกึ่ง อายุ 1 และ 2 ปี	45
ตารางที่ 2.29	เปรียบเทียบสมบัติแผ่นทดสอบเยื่อไม่ฟอกระหว่างไม้สบูดำส่วนคั้นที่ คละอายุการปลูก อายุ 1 และ 2 ปี	47
ตารางที่ 2.30	เปรียบเทียบสมบัติแผ่นทดสอบเยื่อไม่ฟอกระหว่างไม้สบูดำ ส่วนคั้นผสมกึ่ง อายุ 1 และ 2 ปี	49
ตารางที่ 2.31	เปรียบเทียบสมบัติแผ่นทดสอบเยื่อฟอกจางสีระหว่างไม้สบูดำส่วนกึ่ง อายุ 1 และ 2 ปี	51
ตารางที่ 2.32	เปรียบเทียบสมบัติแผ่นทดสอบเยื่อฟอกจางสีระหว่างไม้สบูดำส่วนคั้น ที่คละอายุการปลูก อายุ 1 และ 2 ปี	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 2.33	เปรียบเทียบสมบัติแผ่นทดสอบเชื้อฟอกจางสี ระหว่างไม้สนบุ้ค่าส่วนต้นผสมกิ่ง อายุ 1 และ 2 ปี	55
ตารางที่ 2.34	เปรียบเทียบสมบัติแผ่นทดสอบเชื้อไม้ออกระหว่างไม้สนบุ้ค่าส่วนต้นที่คละอายุการปลูก อายุ 1 และ 2 ปี กับเชื้อจากไม้ยูคาลิปตัส	57
ตารางที่ 2.35	เปรียบเทียบสมบัติแผ่นทดสอบเชื้อฟอกจางสี ไม้สนบุ้ค่าส่วนต้นที่คละอายุการปลูก อายุ 1 และ 2 ปี กับเชื้อจาก ไม้ยูคาลิปตัส	60

สารบัญรูป

	หน้า	
รูปที่ 1.1	โครงสร้างเส้นใย	6
รูปที่ 1.2	โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส	8
รูปที่ 1.3	โครงสร้างเซลลูโลส	8
รูปที่ 1.4	สายโมเลกุลเซลลูโลส	9
รูปที่ 1.5	โครงสร้างทางเคมีของเฮมิเซลลูโลส	9
รูปที่ 1.6	โครงสร้างทางเคมีของลิกนิน	10
รูปที่ 2.1	ขั้นตอนการเตรียมชิ้นไม้	17
รูปที่ 2.2	ท่อนไม้สับค้ำที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อ	18
รูปที่ 2.3	สับท่อน ไม้สับค้ำด้วยเครื่องสับชิ้น	18
รูปที่ 2.4	ชิ้นไม้สับค้ำที่ผ่านการสับด้วยเครื่องสับชิ้น	18
รูปที่ 2.5	อบหรือผึ่งชิ้นไม้ให้แห้ง	18
รูปที่ 2.6	ล้างไม้สับค้ำด้วยน้ำเพื่อขจัดสิ่งปนเปื้อน	20
รูปที่ 2.7	แช่น้ำข้ามคืน	20
รูปที่ 2.8	เทชิ้นไม้ใส่ Rotary autoclave	20
รูปที่ 2.9	ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในน้ำ	21
รูปที่ 2.10	เทสารละลายใส่ใน autoclave	21
รูปที่ 2.11	ปิดฝา autoclave ให้แน่น	21
รูปที่ 2.12	ล้างเยื่อหลังต้มด้วยน้ำสะอาดจนหมดค่าง	21
รูปที่ 2.13	ล้างเยื่อหลังกระจายเยื่อด้วยน้ำสะอาด	22
รูปที่ 2.14	เยื่อที่เป็นผลผลิตจากไม้สับค้ำ	22
รูปที่ 2.15	หาค่าความชื้น และผลผลิตเยื่อเป็นร้อยละของเยื่อที่ผลิต	22
รูปที่ 2.16	วิเคราะห์หาค่าแคลปานัมเบอร์	23
รูปที่ 2.17	ขั้นตอนการผลิตเยื่อชนิดไม่ฟอก และฟอกจางสีจากไม้สับค้ำ	32
รูปที่ 2.18	การเปรียบเทียบเยื่อก่อนและหลังการฟอกจางสี	33
รูปที่ 2.19	ขั้นตอนการทำแผ่นทดสอบเยื่อ	36
รูปที่ 2.20	เยื่อไม่ฟอกก่อนบด	37

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 2.21	เชื้อไม่พอกหลังบด	37
รูปที่ 2.22	เชื้อพอกก่อนบด	37
รูปที่ 2.23	เชื้อพอกหลังบด	37
รูปที่ 2.24	ผสมน้ำเชื้อในเครื่องผสม (Mixer)	37
รูปที่ 2.25	แผ่นเชื้อบนตะแกรงเครื่องทำแผ่น	37
รูปที่ 2.26	เรียงแผ่นเชื้อบนเครื่อง Press เพื่อรีดน้ำออก	38
รูปที่ 2.27	ตากแผ่นเชื้อบนเครื่องตากเชื้อ	38
รูปที่ 2.28	แขวนแผ่นเชื้อในห้องควบคุมสภาวะที่ 27 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $65 \pm 2\%$	38
รูปที่ 2.29	แผ่นทดสอบเชื้อชนิดพอกจางสี และชนิดไม่พอก	38
รูปที่ 2.30	เปรียบเทียบค่า Tear index แผ่นทดสอบเชื้อสปู๋ค่าส่วนกิ่งไม่พอกอายุ 1 และ 2 ปี	45
รูปที่ 2.31	เปรียบเทียบค่า Burst index แผ่นทดสอบเชื้อสปู๋ค่าส่วนกิ่งไม่พอกอายุ 1 และ 2 ปี	46
รูปที่ 2.32	เปรียบเทียบค่า Tensile index แผ่นทดสอบเชื้อสปู๋ค่าส่วนกิ่งไม่พอกอายุ 1 และ 2 ปี	46
รูปที่ 2.33	เปรียบเทียบค่า Tear index แผ่นทดสอบเชื้อสปู๋ค่าส่วนต้นไม่พอกที่ คละอายุ, อายุ 1 และ 2 ปี	47
รูปที่ 2.34	เปรียบเทียบค่า Burst index แผ่นทดสอบเชื้อสปู๋ค่าส่วนต้นไม่พอกที่ คละอายุ, อายุ 1 และ 2 ปี	48
รูปที่ 2.35	เปรียบเทียบค่า Tensile index แผ่นทดสอบเชื้อสปู๋ค่าส่วนต้นไม่พอก ที่คละอายุ, อายุ 1 และ 2 ปี	48
รูปที่ 2.36	เปรียบเทียบค่า Tear index แผ่นทดสอบเชื้อสปู๋ค่าส่วนต้นผสมกิ่งไม่พอก อายุ 1 และ 2 ปี	49
รูปที่ 2.37	เปรียบเทียบค่า Burst index แผ่นทดสอบเชื้อสปู๋ค่าส่วนต้นผสมกิ่งไม่พอก อายุ 1 และ 2 ปี	50

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 2.38	เปรียบเทียบค่า Tensile index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนคั้นผสมกิ่ง ไม้พอกอายุ 1 และ 2 ปี	50
รูปที่ 2.39	เปรียบเทียบค่า Tear index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนกิ่งพอกจากสี อายุ 1 และ 2 ปี	51
รูปที่ 2.40	เปรียบเทียบค่า Burst index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนกิ่งพอกจากสี อายุ 1 และ 2 ปี	52
รูปที่ 2.41	เปรียบเทียบค่า Tensile index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนกิ่งพอกจากสี อายุ 1 และ 2 ปี	52
รูปที่ 2.42	เปรียบเทียบค่า Tear index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนคั้นพอกจากสี ที่คละอายุ, อายุ 1 และ 2 ปี	53
รูปที่ 2.43	เปรียบเทียบค่า Burst index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนคั้นพอกจากสี ที่คละอายุ, อายุ 1 และ 2 ปี	54
รูปที่ 2.44	เปรียบเทียบค่า Tensile index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนคั้นพอกจากสี ที่คละอายุ, อายุ 1 และ 2 ปี	54
รูปที่ 2.45	เปรียบเทียบค่า Tear index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนคั้น ผสมกิ่งอายุ 1 และ 2 ปี	55
รูปที่ 2.46	เปรียบเทียบค่า Burst index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนคั้น ผสมกิ่งอายุ 1 และ 2 ปี	56
รูปที่ 2.47	เปรียบเทียบค่า Tensile index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนคั้น ผสมกิ่งอายุ 1 และ 2 ปี	56
รูปที่ 2.48	เปรียบเทียบค่า Tear index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนคั้น ที่คละอายุการปลูกอายุ 1 และ 2 ปี กับเยื่อจากไม้ยูคาลิปตัส	58
รูปที่ 2.49	เปรียบเทียบค่า Burst index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนคั้น ที่คละอายุการปลูก อายุ 1 และ 2 ปี กับเยื่อจากไม้ยูคาลิปตัส	58
รูปที่ 2.50	เปรียบเทียบค่า Tensile index แผ่นทดสอบเยื่อสมุนไพรส่วนคั้น ที่คละอายุการปลูก อายุ 1 และ 2 ปี กับเยื่อจากไม้ยูคาลิปตัส	59

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า	
รูปที่ 2.51	เปรียบเทียบค่า Tear index แผ่นทดสอบเชื้อสปู่ค้ำฟอกจางสีส่วนต้น ที่ระยะเวลาการปลูก อายุ 1 และ 2 ปี กับเชื้อจากไม้ยูคาลิปตัส	61
รูปที่ 2.52	เปรียบเทียบค่า Tensile index แผ่นทดสอบเชื้อสปู่ค้ำฟอกจางสี ส่วนต้นที่ระยะเวลาการปลูก อายุ 1 และ 2 ปี กับเชื้อจากไม้ยูคาลิปตัส	61

๕
ขอ

๑๗ พ.ค. ๕๖

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 50-07

การวิจัยและพัฒนาวัสดุเป็นเชื้อเพลิงทดแทนอย่างครบวงจร

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE
สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



1110015153

โครงการย่อยที่ 9

การศึกษากระบวนการผลิตเชื้อกระดาษจากต้นสับดำ

รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

การศึกษากระบวนการผลิตเชื้อกระดาษจากต้นสับดำ

วิจัย
เลขหมู่ฯ
ภ 50-0๗/๕๑
เลขทะเบียน 19969
วันที่ 17 พ.ค. 2556

114913

โดย

รมณี หวังศิธรรม

กิตติภณ เจริญพรพิทักษ์

ไพศักดิ์ อนันต์นฤกุล

ยุทธนันท์ สิงห์คำมา

บรรณาธิการ

ลิขิต หาญางสิทธิ์

บุญเรียม น้อยชุมแพ

พิสุทธิ์ พลับสวาท

วว. กรุงเทพฯ 2554

สงวนลิขสิทธิ์