บทที่ 4
ผลการทดลอง

การวิจัยนี้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งและผลมังคุดด้อยคุณภาพ โดยเริ่มต้นจากการเผาถ่านเพื่อเก็บตัวอย่างของน้ำส้มควันไม้ ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ ตรวจสอบกลุ่มสารเบื้องต้น นำน้ำส้มควันไม้มาสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ทดสอบกลุ่มสารหลังการสกัด และทดสอบฤทธิ์ของน้ำส้มควันไม้ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของราก่อโรคพืช 2 ชนิด คือ *Colletotrichum capsici* และ *Phytophthora* sp. วิ่งผลการทดลองเป็นดังนี้

4.1 การเผาถ่านและเก็บตัวอย่างน้ำส้มควันไม้จากกิ่งและผลมังคุดด้อยคุณภาพ

จากการเผาถ่าน และเก็บตัวอย่างน้ำส้มควันไม้จากกิ่งและผลมังคุดด้อยคุณภาพ ณ ศูนย์กสิกรรมโป่งแรด พบว่าการเผาและเก็บตัวอย่างน้ำส้มควันไม้ของทั้ง 2 เตา คือ เตาที่ 1 เผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพ และเตาที่ 2 เผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดใช้ระยะเวลาในการเผาและเก็บตัวอย่างน้ำส้มควันไม้ในช่วงที่ 1 มากกว่าช่วงที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิ่งและผลมังคุดด้อยคุณภาพที่นำมาเผามีความชื้นอยู่มากจึงต้องใช้ระยะเวลานานในการไล่ความชื้นออกจากเนื้อไม้และผลมังคุดด้อยคุณภาพ และในส่วนของอุณหภูมิบริเวณปากปล่องของทั้ง 2 เตา พบว่าน้ำส้มควันไม้ช่วงที่ 2 มีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำส้มควันไม้ช่วงที่ 1 เนื่องจากในช่วงที่ 2 กิ่งและผลมังคุดที่อยู่ในเตาคายความร้อนที่สะสมเอาไว้ออกมาทำให้อุณหภูมิในเตาและบริเวณปากปล่องเพิ่มสูงขึ้น ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ช่วงการเก็บตัวอย่างและอุณหภูมิในการเก็บน้ำส้มควันไม้จากกิ่งและผลมังคุดด้อยคุณภาพ

เตา	ช่วงการเก็บตัวอย่าง	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิบริเวณปากปล่อง (°C)
เตาที่ 1 เผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุด	ช่วงที่ 1 ไล่ความชื้น	31	54
	ช่วงที่ 2 ไม้กลายเป็นถ่าน	14	80
เตาที่ 2 เผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุด	ช่วงที่ 1 ไล่ความชื้น	32	56
	ช่วงที่ 2 ไม้กลายเป็นถ่าน	16	95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4.2 การศึกษาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำส้มควันไม้

นำสารตัวอย่างน้ำส้มควันไม้จากกิ่งและผลมังคุดด้อยคุณภาพทั้ง 12 ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพช่วงที่ 1 ช่วงไล่ความชื้น และช่วงที่ 2 ช่วงไม้กลายเป็นถ่านที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 เดือน และน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 ช่วงไล่ความชื้น และช่วงที่ 2 ช่วงไม้กลายเป็นถ่านที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 เดือนพบว่าน้ำส้มควันไม้ที่เก็บได้

มีกลิ่นฉุน โดยน้ำส้มควันไม้ที่เก็บในช่วงที่ 1 มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลแดง ส่วนน้ำส้มควันไม้ที่เก็บในช่วงที่ 2 มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม เมื่อนำมาตรวจสอบสมบัติทางเคมี คือ ค่า pH และสมบัติทางกายภาพ คือ จุดเดือด และความหนาแน่น พบว่า ค่า pH จุดเดือด และความหนาแน่นใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.2 โดยค่า pH ของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งและผลมังคุดอยู่ในช่วง 4.25-4.87 และ 4.98-5.10 ตามลำดับและจากการหาจุดเดือดด้วยวิธีเซมิไมโครพบว่าจุดเดือดของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากกิ่งและผลมังคุดมีค่าอยู่ในช่วง 102-111 องศาเซลเซียส และ 108-113 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สำหรับการศึกษาความหนาแน่นของน้ำส้มควันไม้โดยใช้พิคโนมิเตอร์พบว่าความแน่นของน้ำส้มควันไม้ได้จากกิ่งและผลมังคุดมีค่าอยู่ในช่วง 0.9788-1.0277 g/cm^3 และ 0.9747-1.0059 g/cm^3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาน้ำส้มควันไม้ไม่มีผลต่อค่า pH จุดเดือด และความแน่นของน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพและกิ่งไม้มังคุด

ตารางที่ 4.2 ผลการหาค่า pH ของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 12 ตัวอย่าง

สารตัวอย่าง		ระยะเวลา (เดือน)	pH	จุดเดือด (°C)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
พืช	ช่วง				
ผลมังคุดด้อยคุณภาพ	1	2	5.02 ± 0.01	108± 1.73	0.9747± 0.0005
		3	5.05 ± 0.01	109± 1.15	1.0052± 0.0024
		4	4.98 ± 0.01	108± 2.30	0.9738± 0.0005
	2	2	5.08 ± 0.01	108± 1.15	0.9774± 0.0004
		3	5.10 ± 0.01	113± 3.46	1.0059± 0.0005
		4	5.10 ± 0.01	109± 0.57	0.9756± 0.0006
กิ่งมังคุด	1	2	4.85 ± 0.01	108± 1.15	1.0090± 0.0003
		3	4.87 ± 0.01	102± 2.00	1.0093± 0.0006
		4	4.75 ± 0.01	105± 0.57	0.9788± 0.0008
	2	2	4.29 ± 0.01	108± 1.73	1.0277± 0.0003
		3	4.31 ± 0.01	111± 3.05	1.0271± 0.0007
		4	4.25 ± 0.01	107± 1.73	0.9969± 0.0004

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4.3 การตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของน้ำส้มควันไม้

นำสารตัวอย่างน้ำส้มควันไม้ทั้ง 12 ตัวอย่าง มาตรวจหากลุ่มสาร ได้แก่ อัลคาลอยด์ แทนนิน สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน เทอร์พีนอยด์ และแอนทราควิโนน ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.3 ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าน้ำส้มควันไม้ทั้ง 12 ตัวอย่างมีกลุ่มสารพฤกษเคมีชนิดเดียวกันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งได้แก่ อัลคาลอยด์ เทอร์พีนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิก

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบหากลุ่มสารที่เป็นองค์ประกอบเบื้องต้นของน้ำส้มควันไม้

สารตัวอย่าง		ระยะเวลา	อัลคาลอยด์	สารประกอบฟีนอลิก	แทนนิน	ฟลาโวนอยด์	ซาโปนิน	เทอร์พีนอยด์	แอนทราควิโนน
พืช	ช่วง								
ผลมังคุดด้อยคุณภาพ	1	2 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
		3 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
		4 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
	2	2 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
		3 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
		4 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
กิ่งมังคุด	1	2 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
		3 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
		4 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
	2	2 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
		3 เดือน	+	+	-	-	-	+	-
		4 เดือน	+	+	-	-	-	+	-

หมายเหตุ + พบพฤกษเคมี ; - ไม่พบพฤกษเคมี

4.4 การสกัดน้ำส้มควันไม้ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

การสกัดน้ำส้มควันไม้ ทำโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายซึ่งในการวิจัยนี้เลือกใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เฮกเซน และไดคลอโรมีเทน ด้วยวิธีการสกัดแบบแยกส่วน (Partition) โดยเริ่มต้นจากการใช้ตัวทำละลายเฮกเซนในการสกัดเมื่อแยกส่วนสกัดได้เป็นสารสกัดชั้นเฮกเซน และนำชั้นน้ำไปสกัดต่อตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน ได้เป็นสารสกัดชั้นไดคลอโรมีเทน จากนั้นนำสารสกัดทั้งสองชนิดไปทำให้มีความเข้มข้นขึ้นด้วยการระเหยตัวทำละลายออกโดยการกลั่นแบบลดความดันที่อุณหภูมิต่ำ ได้เป็นสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้ชั้นเฮกเซน และชั้นไดคลอโรมีเทน ซึ่งสารสกัดหยาบจากน้ำส้มควันไม้ที่สกัดด้วยเฮกเซนจากผลมังคุด ช่วงที่ 1 และ 2 มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลอ่อน และสารสกัดหยาบจากน้ำส้มควันไม้กิ่งมังคุดที่สกัดด้วยเฮกเซน ช่วงที่ 1 และ 2 มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาล โดยปริมาณสารที่ได้จากการสกัด แสดงดังตาราง 4.4

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ 4.4 ปริมาณสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน

สารตัวอย่าง		ลักษณะของสารสกัด	ระยะเวลา (เดือน)	น้ำหนัก (g)	%yield
พืช	ช่วง				
ผลมังคุดด้อยคุณภาพ	1	ของเหลวหนืดน้ำตาลอ่อน	2	0.7924	0.08
			3	0.7365	0.07
			4	0.7221	0.07
	2	ของเหลวหนืดน้ำตาลอ่อน	2	1.5345	0.15
			3	1.4175	0.14
			4	1.2544	0.13
กิ่งมังคุด	1	ของเหลวหนืดน้ำตาล	2	1.3922	0.14
			3	1.3145	0.13
			4	1.1831	0.12
	2	ของเหลวหนืดน้ำตาล	2	4.5515	0.46
			3	4.0368	0.40
			4	4.2057	0.42

สำหรับสารสกัดหยาบจากน้ำส้มควันไม้ที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทนทั้งจากผลมังคุดช่วงที่ 1 และ 2 และจากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 และ 2 มีลักษณะเช่นเดียวกัน คือ เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลเข้ม โดยปริมาณสารที่ได้จากการสกัด แสดงดังตาราง 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน

สารตัวอย่าง		ลักษณะของสารสกัด	ระยะเวลา	น้ำหนัก (g)	%yield
พืช	ช่วง				
ผลมังคุดด้อยคุณภาพ	1	ของเหลวหนืดน้ำตาลเข้ม	2	2.5431	0.25
			3	2.5417	0.25
			4	2.4944	0.25
	2	ของเหลวหนืดน้ำตาลเข้ม	2	3.6142	0.36
			3	3.9623	0.40
			4	3.6825	0.37
กิ่งมังคุด	1	ของเหลวหนืดน้ำตาลเข้ม	2	5.3363	0.53
			3	4.9623	0.50
			4	4.8034	0.48
	2	ของเหลวหนืดน้ำตาลเข้ม	2	17.6593	1.77
			3	17.7759	1.78
			4	17.596	1.76

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4.5 การตรวจสอบกลุ่มสารองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากน้ำส้มควันไม้

จากการนำสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้ของผลและกิ่งมังคุด ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2, 3 และ 4 เดือน ทั้ง 24 ตัวอย่าง มาตรวจหากลุ่มสาร ได้แก่ อัลคาลอยด์ แทนนิน สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน เทอร์พีนอยด์ และแอนทราควิโนน โดยใช้วิธีการเกิดสี (Color metric method) เช่นเดียวกันกับการทดสอบกลุ่มสารเบื้องต้นก่อนการสกัด พบว่าทั้งสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน มีองค์ประกอบของพฤกษเคมีเป็นสารกลุ่มเดียวกันกับกลุ่มสารที่พบในน้ำส้มควันไม้ก่อนการสกัด คือ สารที่อยู่ในกลุ่มอัลคาลอยด์ สารประกอบฟีนอลิกและเทอร์พีนอยด์ แต่ไม่พบสารที่อยู่ในกลุ่มแทนนิน ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน และแอนทราควิโนน นอกจากนี้เมื่อนำสารในชั้นน้ำที่เหลือจากการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์มาตรวจหากลุ่มสาร พบว่าน้ำส้มควันไม้จากกิ่งและผลมังคุดทั้งช่วงที่ 1 และ 2 ที่เก็บรักษาไว้ 2, 3 และ 4 เดือน พบสารในกลุ่มอัลคาลอยด์ และเทอร์พีนอยด์ ในขณะที่สารประกอบฟีนอลิก พบเฉพาะในตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ 2 เดือนเท่านั้นแต่ไม่พบในตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ 3 และ 4 เดือน ดังแสดงผลในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบหากลุ่มสารที่เป็นองค์ประกอบเบื้องต้นของน้ำส้มควันไม้ในชั้นน้ำเหลือจากการสกัด

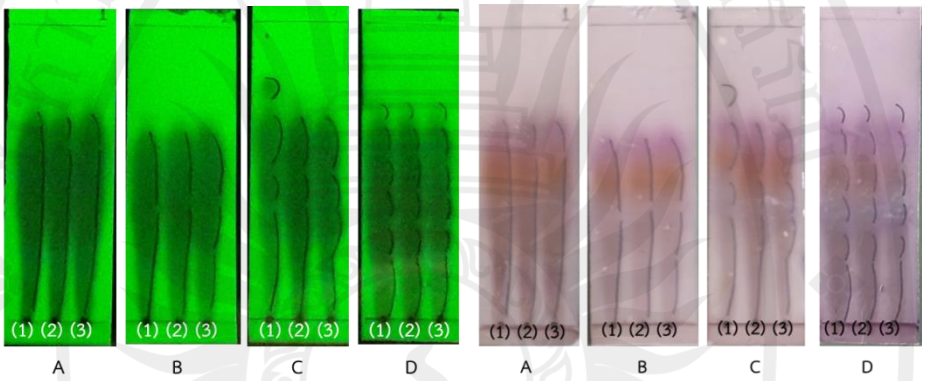
สารตัวอย่าง		ระยะเวลา (เดือน)	อัลคาลอยด์	สารประกอบฟีนอลิก	แทนนิน	ฟลาโวนอยด์	ซาโปนิน	เทอร์พีนอยด์	แอนทราควิโนน
พืช	ช่วง								
ผลมังคุดด้อยคุณภาพ	1	2	+	+	-	-	-	+	-
		3	+	-	-	-	-	+	-
		4	+	-	-	-	-	+	-
	2	2	+	+	-	-	-	+	-
		3	+	-	-	-	-	+	-
		4	+	-	-	-	-	+	-
กิ่งมังคุด	1	2	+	+	-	-	-	+	-
		3	+	-	-	-	-	+	-
		4	+	-	-	-	-	+	-
	2	2	+	+	-	-	-	+	-
		3	+	-	-	-	-	+	-
		4	+	-	-	-	-	+	-

หมายเหตุ +พบพฤกษเคมี; - ไม่พบพฤกษเคมี

สิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4.6 ผลการศึกษาสารที่เป็นองค์ประกอบของน้ำส้มควันไม้ด้วยวิธีทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี

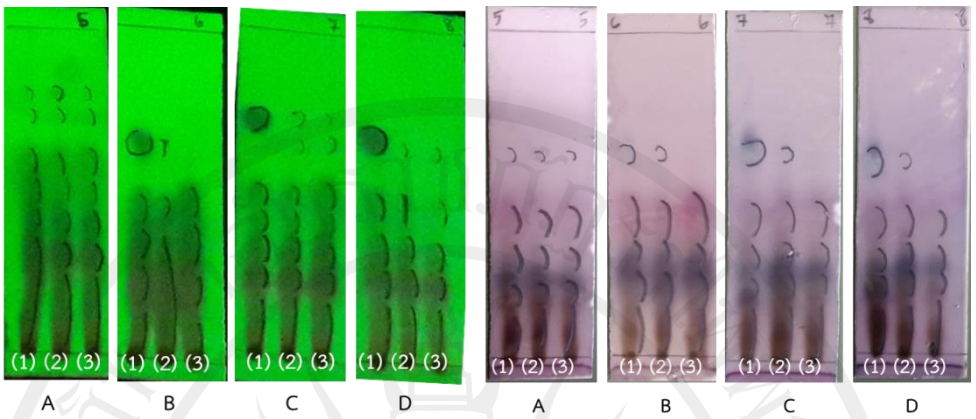
จากการศึกษาสารที่เป็นองค์ประกอบของน้ำส้มควันไม้ด้วยวิธีทินเลเยอร์โครมาโทกราฟีโดยใช้ซิลิกาเจล (Silica gel) เป็นเฟสคงที่ (Stationary phase) และใช้เฮกเซน : เอทิลอะซิเตต (70:30) เป็นเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) โดยในการตรวจสอบจุดสารใช้การส่องภายใต้แสงยูวีที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร สารละลายวานิลีนเป็นน้ำยาตรวจสอบ พบว่า TLC ของสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดน้ำส้มควันไม้ด้วยเฮกเซนของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 เกิดความเปลี่ยนแปลงของ TLC คือ ในช่วงการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 2 เดือนจะพบจุดบนสุด (R_f = 0.7560) แต่เมื่อเข้าสู่เดือนที่ 3 และ 4 ของการเก็บรักษา กลับไม่พบจุดดังกล่าว ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 TLC ของสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้ที่สกัดด้วยเฮกเซน ซ้าย: ส่องใต้แสงยูวีความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ขวา: ทดสอบโดยใช้สารละลายวานิลีน (1): เก็บรักษาไว้ 2 เดือน (2): เก็บรักษาไว้ 3 เดือน (3): เก็บรักษาไว้ 4 เดือน A: สารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดช่วงที่ 1, B: สารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดช่วงที่ 2, C: สารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1, D: สารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 2

ในส่วนของ TLC ของสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดน้ำส้มควันไม้ด้วยไดคลอโรมีเทนของสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดช่วงที่ 2 และสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 และ 2 มีการเปลี่ยนแปลง คือ จุดบนสุด (R_f = 0.7560) ที่ปรากฏบน TLC ค่อย ๆ หายไป โดยที่ระยะเวลาการเก็บรักษาไว้ 2 เดือนจะปรากฏจุดบนสุดเห็นเด่นชัด เมื่อเข้าสู่เดือนที่ 3 จุดบนสุดจางลงและมีขนาดเล็กลง และไม่ปรากฏเลยเมื่อเข้าสู่เดือนที่ 4 ดังรูป 4.2 ดังนั้นสรุปได้ว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตัวอย่างมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ นอกจากนี้ยังพบว่า TLC ของสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดน้ำส้มควันไม้ด้วยเฮกเซนและไดคลอโรมีเทนของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 2 มีความแตกต่างจากช่วงที่ 1 คือ TLC ของช่วงที่ 2 พบจุดสารมากกว่า ช่วงที่ 1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

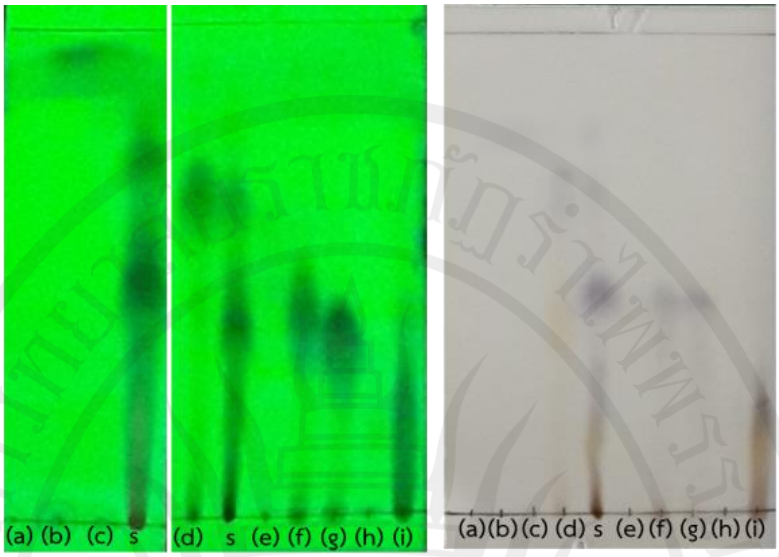


รูปที่ 4.2 TLC ของสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้ที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน ซ้าย: ส่องใต้แสงยูวีความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ขวา: ทดสอบโดยใช้สารละลายวานิลีน (1): เก็บรักษาไว้ 2 เดือน (2): เก็บรักษาไว้ 3 เดือน (3): เก็บรักษาไว้ 4 เดือนA: สารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดช่วงที่ 1, B: สารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดช่วงที่ 2, C: สารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1, D: สารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 2

4.7 การแยกองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ด้วยวิธีพรีพาราทีฟทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วย TLC พบว่าสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากไม้มังคุดช่วงที่ 1 ที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทนมีความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีอย่างเด่นชัด ดังนั้น จึงเลือกสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 ที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทนที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 2 เดือน มาทำการแยกองค์ประกอบทางเคมีของน้ำส้มควันไม้ด้วย PLC โดยใช้ซิลิกาเจลเป็นเฟสคงที่ (Stationary phase) ใช้ ไดคลอโรมีเทน:เอทิลอะซิเตต (90:10) เป็นเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) เมื่อตรวจสอบภายใต้แสงยูวีที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร จากการแยกสารด้วย PLC สามารถแยกสารได้ทั้งหมด 9 ส่วน เมื่อนำแต่ละส่วนมาเช็ค TLC ดังภาพที่ 4.3 พบว่าส่วน (a) ไม่มีจุดสารเกิดขึ้น และส่วน (b) และ (c) ปรากฏจุดสารที่ตำแหน่งเดียวกันจึงรวมเป็นส่วนเดียวกัน ดังนั้นจึงสรุปว่าสามารถแยกได้ทั้งหมด 7 ส่วน แสดงผลดังตารางที่ 4.7

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ 4.3 TLC ของสารที่แยกได้จาก PLC เฮกเซน ซ้าย: ส่องใต้แสงยูวีความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ขวา: ทดสอบโดยใช้สารละลายวานิลิน (a): ไม่มีจุดสารเกิดขึ้น (b) และ (c): ส่วนที่ 1, (d): ส่วนที่ 2, (e): ส่วนที่ 3, (f): ส่วนที่ 4, (g): ส่วนที่ 5, (h): ส่วนที่ 6, (i): ส่วนที่ 7, s: สารสกัดหยาบของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1

ตาราง 4.7 ปริมาณสารที่แยกได้จากพรีพาราทีฟทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี

TLC	Fraction	ลักษณะของสาร	น้ำหนัก(g)	%yield(w/w)
(b) + (c)	1	ของเหลวหนืดสีเหลืองอ่อน	0.0047	1.17
(d)	2	ของเหลวหนืดสีเหลือง	0.1181	29.53
(e)	3	ของเหลวหนืดสีเหลือง	0.0167	4.18
(f)	4	ของเหลวหนืดสีเหลือง	0.0049	1.23
(g)	5	ของเหลวหนืดสีเหลืองอ่อน	0.0084	2.10
(h)	6	ของเหลวหนืดสีเหลืองอ่อน	0.0071	1.77
(i)	7	ของเหลวหนืดน้ำตาลอมเหลือง	0.0224	5.60

และเมื่อนำสารที่แยกได้จาก PLC ทั้ง 7 ส่วนมาทดสอบหาสารในกลุ่มอัลคาลอยด์แทนนิน สารประกอบฟีนอลิกฟลาโวนอยด์ ซาโปนินเทอร์พีนอยด์ และแอนทราควิโนน พบว่าส่วนที่ 1 ไม่พบสารทั้ง 7 กลุ่ม ข้างต้น สำหรับส่วนที่ 2 พบสารในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก และเทอร์พีนอยด์ และส่วนที่ 3-7 พบสารในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ แสดงผลดังตาราง 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบหากลุ่มสารที่เป็นองค์ประกอบเบื้องต้นของสารที่แยกได้จากพรีพาราทีฟทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี

Fraction	แอลคาลอยด์	สารประกอบฟีนอลิก	แทนนิน	ฟลาโวนอยด์	ซาโปนิน	เทอร์พีนอยด์	แอนทราควิโนน
1	-	-	-	-	-	-	-
2	-	+	-	-	-	+	-
3	-	-	-	-	-	+	-
4	-	-	-	-	-	+	-
5	-	-	-	-	-	+	-
6	-	-	-	-	-	+	-
7	-	-	-	-	-	+	-

หมายเหตุ + : พบพฤกษเคมี, - : ไม่พบพฤกษเคมี

ดังนั้นจากผลการทดลองจะเห็นว่าส่วนที่ 1 ไม่พบสารทั้ง 7 กลุ่ม จึงเป็นไปได้ว่าสารส่วนที่ 1 อาจเป็นสารกลุ่มไฮโดรคาร์บอนในส่วนของน้ำมันเบา ซึ่งเมื่อทิ้งไว้เป็นระยะเวลาที่นานขึ้นจึงทำให้เกิดการแยกตัวออกจากน้ำส้มควันไม้ ดังนั้นจึงไม่พบสารนี้ใน TLC ของสารสกัดหยาบน้ำส้มควันไม้เดือนที่ 3 และ 4 พบ นอกจากนี้ยังพบสารกลุ่มเทอร์พีนอยด์ในส่วนที่ 2-7 และสารประกอบฟีนอลิกในส่วนที่ 2 อีกด้วย และจากการทดสอบหาสารที่แยกได้จาก PLC พบว่าสารที่แยกได้ทั้ง 7 ส่วนไม่พบสารในกลุ่มอัลคาลอยด์ ทั้งที่สารสกัดหยาบของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 ก่อนนำมาแยกด้วย PLC พบสารในกลุ่มอัลคาลอยด์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ อัลคาลอด์มีฤทธิ์เป็นเบสเมื่อนำมาแยกโดยใช้ซิลิกาเจลที่มีฤทธิ์เป็นกรดทำให้อัลคาลอยด์ติดอยู่กับซิลิกาเจล เมื่อนำมาทดสอบหาอัลคาลอย์หลังการแยกด้วย PLC จึงไม่พบสารกลุ่มแอลคาลอยด์

4.8 ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum capsici* และ *Phytophthora* sp. ของน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพ

จากการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum capsici* โดยใช้สารตัวอย่างน้ำส้มควันไม้ 8 ตัวอย่าง ได้แก่น้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพ ช่วงที่ 1 และ 2 ที่มีอายุการเก็บรักษานาน 2, 3, 4 และ 6 เดือน ตามลำดับโดยเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งกับยาคาร์เบนดาซิม (Carbendazim) โดยใช้วิธี Poisoned food technique พบว่าชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสารตัวอย่าง หรือยาคาร์เบน-

ดาซิม จะใช้เวลา 10 วัน ในการเจริญจนเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อ และมีลักษณะทางสันฐานวิทยา ดังรูปที่ 4.4 และผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแสดงดังตารางที่ 4.7 และ 4.8

รูปที่ 4.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ *Colletotrichum capsici* บนอาหาร PDA ชุดควบคุม

ตารางที่ 4.9 ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum capsici* ของน้ำส้มควันไม้ช่วงที่ 1 และ 2 ที่เก็บเป็นระยะเวลา 2, 3, 4 และ 6 เดือน

สารตัวอย่าง		**ร้อยละการยับยั้งเชื้อราที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (%w/v)**										
ช่วงที่	**ระยะเวลา (เดือน)**	**6**	**8**	**9**	**9.5**	**10**	**12**	**14**	**16**	**16.5**	**17**	**18**
1	2	-	-	-	-	2.56	7.70	12.82	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	22.19	35.19	40.35	-	-	100.00
	4	-	-	-	-	-	23.59	44.36	53.84	-	100.00	100.00
	6	-	-	-	-	-	8.51	13.66	25.64	39.95	55.64	-
2	2	20.51	43.59	-	-	50.00	-	-	-	-	-	-
	3	24.50	47.50	-	-	61.96	100.00	-	-	-	-	-
	4	28.97	47.43	51.46	-	100.00	-	-	-	-	-	-
	6	21.39	43.30	48.45	56.19	70.89	-	-	-	-	-	-

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ 4.10 ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum capsici* ของยาคาร์เบนดาซิม

สารตัวอย่าง	**ร้อยละการยับยั้งเชื้อราที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (% w/v)**			
	0.4	**0.6**	**0.8**	**1.0**
ยาคาร์เบนดาซิม	24.59	48.50	66.30	82.05

จากตารางที่ 4.7 เมื่อเปรียบเทียบน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดช่วงที่ 1 ที่ความเข้มข้นเดียวกัน คือ 12 และ 14% (w/v) ที่ระยะเวลา 2, 3, 4 และ 6 เดือน พบว่าน้ำส้มควันไม้ที่เก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราสูงที่สุด โดยมีร้อยละการยับยั้งเท่ากับ 23.59 และ 44.36 ตามลำดับ โดยจะสังเกตเห็นว่าฤทธิ์การยับยั้งจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากเดือนที่ 2 และสูงที่สุดในเดือนที่ 4 หลังจากนั้นเมื่อเก็บไว้นานจนถึง 6 เดือน ฤทธิ์การยับยั้งเชื้อรากลับลดลง เช่นเดียวกันกับน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดในช่วงที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบที่ความเข้มข้นเดียวกันคือ 10% (w/v) พบว่าเดือนที่ 4 มีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อราสูงสูดโดยมีร้อยละการยับยั้งเท่ากับร้อยละ 100 และเมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดทั้งสองช่วงพบว่าที่ความเข้มข้นเดียวกันและระยะเวลาในการเก็บรักษาเท่ากันน้ำส้มควันไม้ช่วงที่ 2 จะมีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อราที่ดีกว่าช่วงที่ 1 แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพ กับยาคาร์เบนดาซิม แล้วพบว่ายาคาร์เบนดาซิมให้ผลในการยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum capsici* ที่ดีกว่าโดยใช้เพียงความเข้มข้นต่ำ 1.0% (w/v) ก็สามารถยับยั้งเชื้อราได้ถึงร้อยละ 82.0 ดังตารางที่ 4.8

สำหรับฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 8 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับยาเมทาแลกซิล (Metalaxyl) โดยใช้วิธีเดียวกับการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum capsici* พบว่าชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสารตัวอย่าง หรือยาเมทาแลกซิล จะใช้เวลา 5 วัน ในการเจริญจนเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อ และมีรัศมีโคโลนี คือ 4.40 เซนติเมตร ตัวอย่างลักษณะทางสันฐานวิทยาของเชื้อ *Phytophthora* sp. ในอาหาร CA ชุดควบคุมแสดงดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ *Phytophthora* sp. ในอาหาร CA ชุดควบคุม

ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ของสารตัวอย่างน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพ สำหรับน้ำส้มควันไม้ช่วงที่ 1 ที่เก็บเป็นระยะเวลา 3, 4 และ 6 เดือน ตามลำดับ พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาน้ำส้มควันไม้มีผลต่อฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา โดยผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเป็นดังตารางที่ 4.9

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ 4.11 ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ของน้ำส้มควันไม้ช่วงที่ 1 และ 2 ที่เก็บเป็นระยะเวลา 3, 4 และ 6 เดือน และยาเมทาแลกซิล

สารตัวอย่าง		ร้อยละการยับยั้งเชื้อราที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (% w/v)											
ช่วงที่	ระยะเวลา (เดือน)	0.0001	3	4	5	6	7	8	8.5	9	9.5	10	12
1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
	4	-	-	4.15	-	27.03	-	40.24	-	-	-	100.00	100.00
	6	-	-	-	-	-	-	37.04	43.21	46.42	48.89	53.09	57.75
2	3	-	-	-	-	59.26	-	100.00	-	-	-	100.00	100.00
	4	-	-	46.34	-	100.00	100.00	100.00	-	-	-	-	-
	6	-	39.51	44.34	52.59	56.79	64.94	73.76	-	-	-	-	-
ยาเมทาแลกซิล		100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 4.9 เมื่อเปรียบเทียบน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุด ช่วงที่ 1 ที่ความเข้มข้นเดียวกัน คือ 8, 10 และ 12% (w/v) พบว่าที่ระยะเวลา 4 เดือน มีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อราสูงกว่าที่ระยะเวลา 6 เดือน โดยมีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. ร้อยละ 40.24, 100 และ 100 ตามลำดับ เช่นเดียวกับน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดในช่วงที่ 2 ที่ความเข้มข้นเดียวกัน คือ 6% (w/v) ระยะเวลา 4 เดือน มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราร้อยละ 100 ในขณะที่ ระยะเวลา 3 และ 5 เดือน มีร้อยละการยับยั้งเพียง 59.26 และ 56.79 เท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควันไม้ทั้งสองช่วงจะเห็นว่าน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดช่งที่ 2 มีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. ได้ดีกว่าช่วงที่ 1 แต่อย่างไรก็ตามน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้ต่ำกว่า ยาเมทาแลกซิล โดยที่ความเข้มข้นต่ำสุดของยาเมทาแลกซิล คือ 0.0001% (w/v) สามารถยับยั้งเชื้อราได้เท่ากับร้อยละ 100.00

4.8 ฤทธิ์การยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. และ *Colletotrichum capsici* ของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุด

จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. ของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดทั้งสองช่วงที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 2, 3, 4 และ 6 เดือน เทียบกับยาเมทาแลกซิลได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.10

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตารางที่ 4.12 ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Phytophthora* sp. ของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 และ 2 ที่เก็บเป็นระยะเวลา 2, 3, 4 และ 6 เดือน และยาเมทาแลกซิล

สารตัวอย่าง			ร้อยละการยับยั้งเชื้อราที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (% w/v)								IC_{50} (% w/v)
ช่วงที่	ระยะเวลา (เดือน)	0.0001	0.25	0.5	1	1.5	1	2	2.5	10	
1	2	-	-	-	-	-	2.2	8.9	35.6	-	
	3	-	-	-	-	-	20	37.8	75.9	100	3.67
	4	-	-	-	-	-	-	64.4	100	100	
	6	-	-	-	-	-	15.6	28.9	64.4	100	4.39
2	2	-	-	-	17.8	-	17.8	100	100	-	
	3	-	15.5	22.2	57.8	100	-	-	-	-	0.83
	4	-	-	73.3	100	100	-	-	-	-	
	6	-	9.5	21.4	38.1	-	-	-	-	-	
ยาเมทาแลกซิล		100	-	-	-	-	-	-	-	-	

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่ได้ทำการทดสอบ

จากผลการทดสอบจะเห็นว่าน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดทั้งสองช่วงเมื่อเก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลาต่าง ๆ จะมีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากเดือนที่ 2 และสูงที่สุดในเดือนที่ 4 จากนั้นฤทธิ์การยับยั้งจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปนานถึง 6 เดือน และน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดในช่วงที่ 2 จะมีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อราที่สูงกว่าช่วงที่ 1 โดยสังเกตได้จากที่ระยะเวลาเดียวกันคือที่ 3 เดือน น้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 มีค่า IC_{50} สูงกว่าช่วงที่ 2 ซึ่งแสดงว่ามีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราที่ต่ำกว่า โดย IC_{50} ของทั้งสองช่วงมีค่า เท่ากับ 3.67 และ 0.83 % w/v ตามลำดับ ซึ่งให้ผลการทดสอบนี้สอดคล้องกับน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าฤทธิ์การยับยั้งเชื้อราของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดมีค่าต่ำกว่ายาเมทาแลกซิลซึ่งความเข้มข้นต่ำเพียง 0.0001% ก็สามารถยับยั้งได้ถึงร้อยละ 100

สำหรับฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum capsici* ของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดทั้งสองช่วงที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 3, 4 และ 6 ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.11 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่า IC_{50} ของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 พบว่ามีค่าสูงว่าช่วงที่ 2 แสดงให้เห็นว่าน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 2 มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum capsici* ดีกว่า ซึ่งยังคงมีฤทธิ์การยับยั้งต่ำกว่ายาคาร์เบนดาซิมที่มีค่า IC_{50} เพียง 0.75± 0.07 (% w/v) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่า IC_{50} ของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดที่ระยะเวลาต่าง ๆ จะเห็นว่า มีค่าใกล้เคียงกันมากจนถือได้ว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นั่นแสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดไม่มีผลต่อฤทธิ์การยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum capsici*

ตารางที่ 4.13 ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum capsici* ของน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 และ 2 ที่เก็บเป็นระยะเวลา 3, 4 และ 6 เดือน และยาคาร์เบนดาซิม

สารตัวอย่าง		ร้อยละการยับยั้งเชื้อราที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (% w/v)									IC_{50} (% w/v)
ช่วงที่	ระยะเวลา (เดือน)	0.4	0.6	0.8	1	1.5	2	2.5	5	10	
1	3	-	-	-	-	-	-	23.3	48.8	100	4.19
	4	-	-	-	-	-	-	0	28.9	100	6.36
	6	-	-	-	-	-	-	13.3	42.2	100	5.67
2	3	-	-	-	20.9	30.2	-	100	-	-	1.69
	4	-	-	-	-	11.1	100	100	-	-	1.72
	6	-	-	-	-	15.6	28.9	44.4	100	-	1.80
ยาคาร์เบนดาซิม ครั้งที่ 1		20.0	37.8	-	66.7	-	-	-	-	-	0.75 ± 0.07
ยาคาร์เบนดาซิม ครั้งที่ 2		24.4	33.3	-	53.3	-	-	-	-	-	
ยาคาร์เบนดาซิม ครั้งที่ 3		24.4	35.6	-	51.1	-	-	-	-	-	

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่ได้ทำการทดสอบ

นอกจากนี้หากเปรียบเทียบระหว่างน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพและน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดโดยสังเกตฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราร้อยละ 100 จะพบว่าที่ระยะเวลาเดียวกันอย่างเช่นที่ 3 เดือน น้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดช่วงที่ 1 และ 2 ใช้ความเข้มข้นเพียง 10 และ 2.5% ตามลำดับเพื่อยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum capsici* ให้ได้ร้อยละ 100 ในขณะที่น้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพช่วงที่ 1 และ 2 ต้องใช้ความเข้มข้นถึง 18 และ 12% จึงจะสามารถยับยั้งเชื้อราได้ร้อยละ 100 ซึ่งฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าน้ำส้มควันไม้จากกิ่งมังคุดแสดงฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราทั้งสองชนิดนี้ได้ดีกว่าน้ำส้มควันไม้จากผลมังคุดด้อยคุณภาพ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี