การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากชาจากอุตสาหกรรมการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มมาเป็นวัสดุปลูก

Possibility of Tea residual from Tea Beverage Industry as Planting Material

ซลิตา เสือเงิน
ธีรพล แสงทอง
พินทุสร อึ้งสุวรรณ

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากชาจากอุตสาหกรรมการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มมาเป็นวัสดุปลูก

Possibility of Tea residual from Tea Beverage Industry as Planting Material

ชลิตา เสือเงิน

ธีรพล แสงทอง

พินทุสร อึ้งสุวรรณ

b 12884194

i

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลงทะเบียน 149504

วัน เดือน ปี 8 มี.ค. 2561

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

ภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Possibility of Tea residual from Tea Beverage Industry as Planting Material

Chalita Sueangoen
Theeraphol Sangthong
Pintusorn Ouengsuwan

A SPECIAL PROJECTSUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (Environmental Chemistry)
DEPARTMENT OF Chemistry, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากชาจากอุตสาหกรรมการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มมาเป็นวัสดุปลูก Possibility of Tea residual from Tea Beverage Industry as Planting Material
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชลิตา เสือเงิน รหัสนักศึกษา 56050682 นายธีรพล แสงทอง รหัสนักศึกษา 56050705 นางสาวพินทุสร อึ้งสุวรรณ รหัสนักศึกษา 56050732
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชา	เคมี
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.เสาวณีย์ บัวโทน

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย ประธานกรรมการ	
อ.ปัทมา ลีพหาวงศ์ กรรมการ	
ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	
ดร.เสาวณีย์ บัวโทน กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	เสาวณีย์ บัวโทน

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากชาจากอุตสาหกรรมการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มมาเป็นวัสดุปลูก
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชลิตา เสือเงิน รหัสนักศึกษา 56050682
	นายธีรพล แสงทอง รหัสนักศึกษา 56050705
	นางสาวพินทุสร อึ้งสุวรรณ รหัสนักศึกษา 56050732
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชา	เคมี
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.เสาวนีย์ บัวโทน

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากชาจากอุตสาหกรรมการผลิตชาเขียวพร้อมดื่ม มาเป็นวัสดุอนุบาลพืชทดแทนวัสดุปลูกจากธรรมชาติ คือ พีทมอส โดยนำกากชามาสกัดแทนนินออกโดยใช้ เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย ใช้เวลาในการสกัด 2 ชั่วโมง จากนั้นเตรียมวัสดุปลูก โดยนำกากชาที่สกัดแทนนิน กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน พีทมอส และขุยมะพร้าว ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก ได้แก่ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง อินทรียวัตถุ และธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) จากนั้นนำกากชาที่สกัดแทนนิน กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส ผสมกับขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50 ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีเช่นเดียวกัน นำวัสดุปลูกทั้งหมดมาเป็นวัสดุอนุบาลพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คือ ต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 และเพาะเมล็ด คือ เมล็ดพริกขี้หนู จากนั้นทดสอบอัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 และต้นพริกขี้หนู พบว่า ต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 และต้นพริกขี้หนู มีอัตราการรอดตายสูงในทุกอัตราส่วน จากนั้นศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 และต้นพริกขี้หนูในวัสดุปลูกอัตราส่วนต่างๆ โดยทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) วัดความยาวลำต้น ความยาวราก จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง พบว่า วัสดุปลูกกากชาที่สกัดแทนนิน:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ให้การเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ดีกว่าวัสดุปลูกอัตราส่วนอื่นๆ และพบว่า ต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูกพีทมอส:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ให้การเจริญเติบโตดีกว่าวัสดุปลูกอัตราส่วนอื่นๆ รวมทั้งยังศึกษาอัตราการงอกของต้นพริกขี้หนู พบว่า ต้นพริกขี้หนูที่เพาะเมล็ดในวัสดุปลูก กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน ไม่พบการงอกของเมล็ดพริกขี้หนู ดังนั้น กากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน สามารถนำมาทดแทนวัสดุปลูกจากธรรมชาติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุอนุบาลพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่หากจะนำมาเพาะเมล็ดพืชควรนำกากชามาผสมกับขุยมะพร้าว

คำสำคัญ : วัสดุปลูก, กากชา, แทนนิน, สับปะรด **พันธุ์** MD2, พืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, การอนุบาลพืช, พริกขี้หนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Possibility of Tea residual from Tea Beverage Industry as Planting Material		
Students	Miss Chalita	Sueangoen	Student ID 56050682
	Mr. Theeraphol	Sangthong	Student ID 56050705
	Miss Pintusorn	Ouengsuwan	Student ID 56050732
Degree	Bachelor of Science (Environmental Chemistry)		
Department	Chemistry		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2016		
Advisor	Dr. Glinsukol Suwannarat		
Co-advisor	Dr. Saowanee Buatone		

Abstract

This special project is a possibility study on the tea residue from tea beverage industry for nursery plant from tissue culture. Become to substitute natural plant material is peat moss. In this experiment by spending tea residual extracted tannin out by way of using a 95% ethanol solvent. The tannin extraction process takes 2 hours. Then prepare the planting material. By bring the tea residue extracted tannin, tea residue without extracted tannin, peat moss and coconut coir to analyzed chemical properties such as moisture, pH, Organic Matter and main nutrients (Nitrogen, Phosphorus and Potassium). Then bring the tea residue extracted tannin, tea residue without extracted tannin and peat moss mixed with coconut coir at a ratio of 50:50 to analyze chemical properties as well. Bring all of materials to plant MD2 pineapple and seeding chili peppers. After that, test a survival rate of MD2 pineapple and Chili peppers. The result showed, MD2 pineapple and Chili peppers have a high survivor rate in all materials. Studies growth of MD2 pineapple and Chili peppers by using Completely-Randomized-Design (CRD) method. After that measuring the stem length, root length, number of leaves, fresh and dry weight. It was found that MD2 pineapple that plant on tea residue extracted tannin: coconut coir (50:50 ratio) has a growth rate higher than other materials. And Chili peppers that plant on peat moss: coconut coir

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(50:50 ratio) has growth rate higher than other materials. And then, studied germination rate of Chili peppers shown the Chili peppers that plant on tea residue without extracted tannin did not grow. So, two type of tea residue (tannin and Non-tannnin) can be used as a natural plant material and for nursery plant from tissue culture. However, for seeding should be mixed tea residue with coconut coir.

Keywords : Planting Material, Tea residual, Tannin, MD2 Pineapple, Tissue Culture Plant, Nursery planting, Bird Chili, Chili pepper

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่ายด้วยกัน ซึ่งผู้จัดโครงงานพิเศษนี้จึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ขอขอบพระคุณ ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ และ ดร.เสาวณีย์ บัวโทน อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความกรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา และคำแนะนำ และดูแลเอาใจใส่ตลอดจนตรวจสอบ ติชมผลงานให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ปัทมา ลีพหาวงศ์ และ ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย อาจารย์กรรมการที่ช่วยชี้แนะข้อบกพร่องและแนวทางการแก้ไข รวมถึงตรวจสอบ ติชมผลงาน ทำให้โครงงานพิเศษนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บริษัท ยู-นิ เพรสซิเดนท์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์กากชาใช้ในการดำเนินโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่คอยให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกจนทำให้โครงงานพิเศษนี้ผ่านไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขาดไม่ได้ถ้าไม่ได้รับกำลังใจและแรงบันดาลใจจากบิดา มารดา อันมีค่ามากมายมหาศาลจนทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จ ตลอดจนบุคคลอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวมา ทางผู้จัดทำโครงงานจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ชลิตา เสือเงิน

ธีรพล แสงทอง

พินทุสร อึ้งสุววรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฏ
คำย่อ/สัญลักษณ์ ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3
1.3 ขอบเขตงานวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 วัสดุปลูก 5
2.1.1 วัสดุปลูกที่ใช้ในการขยายพันธุ์และปลูกพืช 5
2.2 ชา 10
2.2.1 ประวัติของชา 10
2.2.2 พันธุ์ชาและวิธีการปลูก 11
2.2. 3 องค์ประกอบของชา 12
2.2.4 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชา 13
2.2.5 ผลิตภัณฑ์จากชา 14
2.2.6 ชาเขียว 14
2.2.7 ประโยชน์ของชา 14
2.3 แทนนิน 15
2.3.1 ชนิดของแทนนิน 16
2.4 การสกัดแทนนิน 17
2.5 วิธีการสกัดแทนนิน 17
2.5.1 มาเซอเรชัน(marceration) 17
2.5.1 เพอร์โคเลชัน(percolation) 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

2.5.3 การสกัดแบบต่อเนื่อง(continuos extraction) 18
2.6 ข้อมูลต้นสับปะรด MD2 19
2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 19
2.6.2 การขยายพันธุ์สับปะรดพันธุ์MD2 21
2.6.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม 22
2.6.4 การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว 22
2.7 ข้อมูลต้นพริกขี้หนู 23
2.7.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 23
2.8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 29
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 29
3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ 30
3.2 วิธีการทดลอง 31
3.2.1 แหล่งที่มาของวัสดุ 31
3.2.2 การเตรียมวัสดุปลูกจากกากชา 32
3.2.3 การสกัดแทนนินจากกากชา 32
3.2.4 การเตรียมวัสดุปลูกในอัตราส่วนต่างๆ 33
3.2.5 การสกัดแทนนินจากกากชา 34
3.2.6 อัตราส่วนของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต
ของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 35
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 37
4.1 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแทนนิน 37
4.2 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก 37
4.2.1 ความชื้น 38
4.2.2 ความเป็นกรด-ด่าง 38
4.2.3 อินทรียวัตถุ 38
4.2.4 ไนโตรเจนทั้งหมด 39
4.2.5 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 39
4.2.6 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

4.2.7 โพแทสเซียมทั้งหมด....40
4.3 สมบัติทางเคมีของขุยมะพร้าว....40
4.4 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกกับขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50....42
4.4.1 ความชื้น....42
4.4.2 ความเป็นกรด-ด่าง....42
4.4.3 อินทรียวัตถุ....43
4.4.4 ไนโตรเจนทั้งหมด....43
4.4.5 ฟอสฟอรัสทั้งหมด....43
4.4.6 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์....44
4.2.7 โพแทสเซียมทั้งหมด....46
4.5 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ในวัสดุปลูกกากชา ที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาไม่สกัดแทนนิน100% และพีทมอส 100%....46
4.5.1 อัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2....46
4.5.2 ความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2....46
4.5.3 จำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2....46
4.5.4 น้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2....47
4.5.5 น้ำหนักแห้งของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2....47
4.6 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ในวัสดุปลูก ขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50....47
4.6.1 อัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2....47
4.6.2 ความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2....48
4.6.3 จำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2....48
4.6.4 น้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2....48
4.6.5 น้ำหนักแห้งของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2....48
4.7 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนู ในวัสดุปลูกกากชา ที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาไม่สกัดแทนนิน100% และพีทมอส 100%....49
4.7.1 อัตราการงอกของต้นพริกขี้หนู....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

4.7.2 อัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนู....49
4.7.3 ความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนู....50
4.7.4 ความยาวรากของต้นพริกขี้หนู....50
4.7.5 จำนวนใบของต้นพริกขี้หนู2....50
4.7.6 น้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนู....50
4.7.7 น้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนู....50
4.8 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ในวัสดุปลูก ขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50....51
4.8.1 อัตราการงอกของต้นพริกขี้หนู....51
4.8.2 อัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนู....51
4.7.3 ความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนู....52
4.8.4 ความยาวรากของต้นพริกขี้หนู....52
4.8.5 จำนวนใบของต้นพริกขี้หนู2....52
4.8.6 น้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนู....53
4.8.7 น้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนู....53
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ....57
5.1 สรุปผลการวิจัย....57
5.2 ข้อเสนอแนะ....59
เอกสารอ้างอิง....60
ภาคผนวก ก....63
ภาคผนวก ข....83
ภาคผนวก ค....94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชทั่วไป และความเข้มข้นในเนื้อเยื่อ 8

2.2 หน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืช และอาการขาดแคลนธาตุอาหารของพืช 9

2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชา 13

3.1 อัตราส่วนของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกต้นสับปะรดและต้นพริกขี้หนู 34

3.2 การวิเคราะห์สมบัติของกากชาและวัสดุปลูก 35

4.1 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแทนนิน 37

4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก 41

4.4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีวัสดุปลูกกับขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50 45

4.5 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 54

4.6 อัตราการงอกของต้นพริกขี้หนู 55

4.6 ผลศึกษาการเจริญเติบโตของพริกขี้หนู 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ผลสับปะรด MD2 19
2.2 ลักษณะของต้นสับปะรด MD2 20
2.3 ต้นพริกขี้หนู 23
4.1 กากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
X1	กากชาที่สกัดแทนนิน:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 0:100
X2	กากชาที่สกัดแทนนิน:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50
Y1	กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 0:100
Y2	กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50
Z1	พีทมอส:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 0:100
Z2	พีทมอส:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ชา (Tea) เป็นพืชที่จัดอยู่ในสกุล Cameliiaมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ Camellia sinensis ถือกำเนิดในประเทศจีนประมาณ 2,000 กว่าปี (ขุนพล และคณะ, 2552) ชามีสายพันธุ์มากมายสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ที่นิยมคือ ชาเขียว ชาดำ และชาอื่นๆ ในแต่ละปีมีการผลิตชารวมกันทั่วโลกมากกว่า 2.75 ล้านเมตริกตัน ในจำนวนนี้แบ่งเป็นการผลิตชาดำประมาณ 72% ชาเขียว 23% และชาอื่นๆ 5% (นิพัฒน์, 2547) จึงเป็นเหตุผลทำให้มีกากชาที่เป็นเศษเหลือทิ้งจากการผลิตชาจำนวนมาก

ชาเขียว นับเป็นเครื่องดื่มที่ผู้คนนิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะชาวจีนในสมัยโบราณจะดื่มชาเขียวเพื่อใช้ในการรักษาโรคปวดศีรษะไปจนถึงโรคซึมเศร้า ชาเขียวเป็นพืชที่อุดมไปด้วยสารฟลาโวนอยด์ (falvonoids) ซึ่งออกฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และสารโพลีฟีนอล (polyphenols) จะเป็นส่วนประกอบสำคัญถึงร้อยละ 36 ของใบชาแห้ง ส่วนประกอบอื่นๆของใบชาเขียวสดประกอบไปด้วยเมธิลแซนทีน (methylxanthines: including caffeine), โปรตีน และกรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรท ไขมัน และวิตามิน (รวมทั้งไวตามินบี) และแร่ธาตุ กลุ่มที่สำคัญของโพลีฟีนอลในชาคือ แคทีชิน (catechins) ซึ่งเป็น subclass ของสารฟลาโวนอยด์ จะเป็นสารตัวสำคัญเกี่ยวกับการต้านอนุมูลอิสระของร่างกาย (กรมอนามัย,2549)

กากชาเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตชาพร้อมดื่มซึ่งมีปริมาณมากซึ่งควรมีแนวทางที่จะสามารถนำกากชามาใช้ประโยชน์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำกากชามาเป็นวัสดุปลูกพืช ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากชาเพื่อทดแทนวัสดุปลูกจากธรรมชาติที่ใช้ทั่วไปเช่น ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าว สแฟกนัมมอส พีทมอส เป็นต้นซึ่งวัสดุปลูกบางชนิด เช่น พีทมอสและสแฟกนัมมอส หรือ มอสข้าวตอกฤาษี เป็นพวกพืชชั้นต่ำที่ขึ้นอยู่ในหนองน้ำ ต้องนำมาจากธรรมชาติการที่จะเกิดพีทมอสได้หนาประมาณ 2-3 ฟุต ใช้เวลาสะสมและย่อยสลายกว่า 1000 ปี (บ้านเฟิน ,2555) และผู้วิจัยได้ทดลองอนุบาล และปลูก ต้นสับปะรดสายพันธุ์ MD2จากการถ่ายโอนไม้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และต้นพริกขี้หนู ซึ่งมีทั้งการปรับปรุงคุณภาพของกากชาด้วยการสกัดแทนนินออกจากกากใบชาและแบบที่ไม่ได้สกัดแทนนินออกจากใบชา เนื่องจากพบแทนนินในใบชาเขียวแห้งประมาณร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนัก โดยแทนนินในกากชามีความเป็นพิษต่อรากของพืช (Muthukumarและคณะ,1985) และศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกากชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมกับวัสดุปลูกอื่นๆได้แก่ ขุยมะพร้าว และพีทมอส ใช้เป็นวัสดุปลูกต้นสับปะรดสายพันธุ์ MD2 และต้นพริกขี้หนู

สับปะรดพันธุ์ MD2 เป็นสับปะรดที่พัฒนาขึ้นที่ฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีคุณสมบัติเด่นทั้งภายในและภายนอกคือ รสชาติหวาน มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว เนื้อมีสีเหลืองเข้ม เนื้อตันแน่น และไม่เป็นโพรง น้ำหนักผลโดยเฉลี่ย 1.7-1.8 กิโลกรัม ลักษณะของใบจะมีสีเขียวตลอดใบ ไม่มีหนาม มีข้อมูลพบว่ามีวิตามินซีสูงถึง 4 เท่า เมื่อเทียบกับสับปะรดพันธุ์อื่นๆ เมื่อทานแล้วไม่กัดลิ้น ผลของสับปะรดพันธุ์ MD2 ผลแก่จะเปลี่ยนจากผิวสีเขียวเป็นสีเหลืองทองทั้งผล ทำให้เป็นที่นิยมของตลาด การผลิตสับปะรดพันธุ์ MD2 เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ แต่การผลิตในประเทศยังมีอยู่น้อย จึงต้องเร่งขยายพันธุ์ให้มีจำนวนมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีเกษตรกรที่จังหวัดระยอง นิยมเพาะปลูกต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 จำนวนมาก (สราวุธ เรืองเอี่ยม,2554) พริกขี้หนู ถือเป็นพืชผักสวนครัวชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นในการประกอบอาหารหลายชนิด เป็นพริกที่นิยมนำมารับประทานหรือนำมาใช้ประโยชน์มากในบรรดาพริกทั้งหลาย เนื่องจากรสเผ็ดทำให้เพิ่มรสชาติอาหารได้เป็นอย่างดี สีแดงสดสวยงาม ถือเป็นพืชที่นิยมปลูกมากเป็นอันดับต้นๆ ทั้งปลูกเพื่อบริโภคเอง และส่งจำหน่ายในประเทศและต่างประเทศทำให้เกษตรกรในบางพื้นที่มีรายได้หลักจากการปลูกพริก (เว็บเพื่อพืชเกษตรไทย,2554)ผู้วิจัยจึงได้เลือกต้นสับปะรด MD2 จากการถ่ายโอนเนื้อเยื่อพืช โดยศึกษาอัตราการรอดและการเจริญเติบโต ต้นพริกขี้หนูจากการเพาะเมล็ด โดยศึกษาอัตราการรอด และการเจริญเติบโต โดยใช้กากชาเป็นวัสดุปลูก โดยมุ่งหวังจะพบอัตราส่วนของกากชาและวัสดุปลูกอื่นๆได้แก่ขุยมะพร้าวและพีทมอสที่จะทำให้ต้นสับปะรด MD2และต้นพริกขี้หนูเจริญเติบโตได้ดีและนำกากชาที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการอุตสาหกรรมมาใช้เป็นวัสดุปลูกแทนวัสดุปลูกบางชนิดเช่น พีทมอส และสแฟกนัมมอส ที่ต้องนำมาจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และเป็นการลดของเสียจากกากชา ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มมาใช้ให้เกิดประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแทนนิน

2) เพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของกากชาที่สกัดแทนนินและกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน กับพีทมอส

3) เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กากชาที่สกัดแทนนิน และไม่สกัดแทนนินเป็นวัสดุปลูกเปรียบเทียบกับพีทมอส

4) เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กากชาที่สกัดแทนนิน และไม่สกัดแทนนินเป็นวัสดุปลูก ผสมกับขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 50:50 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่นิยมใช้ทางการค้าเปรียบเทียบกับพีทมอสผสมกับขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 50:50

5) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากชาที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มที่สกัดแทนนิน และไม่สกัดแทนนินมาทดแทนพีทมอส

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแทนนิน โดยใช้เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย และแปรผันเวลาที่ใช้สกัด คือ 1 2 และ 3 ชั่วโมง

2) นำกากชาที่สกัดแทนนิน ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอสวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความชื้น (Moisture), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen), ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus), ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total Potassium)

3) พืชที่นำมาศึกษาการเจริญเติบโต คือ ต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 และต้นพริกขี้หนู โดยวัดความยาวลำต้น ความยาวราก จำนวนใบ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง อัตราการงอก และอัตราการรอดตาย

4) เปรียบเทียบการเจริญเติบโตโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ คือ SPSS Version 23 วิเคราะห์ด้วยวิธีสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ช่วยลดวัสดุหลือทิ้งจำพวกกากชา ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตชาเขียวพร้อมดื่ม

2) เพื่อลดการรบกวนธรรมชาติจากวัสดุปลูกหลายชนิดที่นำมาจากธรรมชาติ

3) ลดค่าใช้จ่ายของวัสดุปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัสดุปลูก

วัสดุปลูก (Composition Material for Planing) หมายถึง วัสดุต่างๆที่เลือกสรรมาใช้ปลูกพืช และทำให้พืชเจริญเติบโตได้ปกติ วัสดุดังกล่าวอาจเป็นวัสดุปลูกชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดผสมกันก็ได้ หน้าที่ของวัสดุปลูกคือ ต้องคอยค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้กักเก็บน้ำและธาตุอาหารต่างๆ สามารถแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับบรรยากาศได้ดี ซึ่งวัสดุปลูกที่เหมาะสมที่สุดทางทฤษฎีควรมีคุณสมบัติดังนี้

1) ความหนาแน่นรวม 721-962 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ 0.15-0.5 กรัมต่อมิลลิลิตร
2) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเป็น 10-30 มิลลิกรัมสมมูลต่อดินแห้ง 100 กรัม
3) ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.05-6.50
4) ความสามารถในการดูดยึดน้ำ (Water Holding Capacity) 30-60% โดยปริมาตร
5) ช่องว่างอากาศทั้งหมดอยู่ในช่วง 5-20% โดยปริมาตร
6) เกลือที่ละลายน้ำได้ควรน้อยกว่า 200 ppb

2.1.1 วัสดุปลูกที่ใช้ในการขยายพันธุ์และปลูกพืช (คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550)

1) ดิน (soil) โครงสร้างของดินมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของดินเช่น ทราย ดินตะกอนและดินเหนียวที่อยู่รวมกันเป็นอนุภาคดิน การรักษาโครงสร้างของก้อนดินให้ร่วนพอดีเป็นสิ่งสำคัญ ความอุดมสมบูรณ์ของดินควรประกอบด้วยแร่ธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้อย่างครบถ้วน อินทรียวัตถุเป็นส่วนประกอบที่มีในเนื้อดินอีกอย่างหนึ่งที่ สำคัญซึ่งได้จากการเน่าเปื่อยที่เรียกว่าฮิวมัส ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารคอลลอยด์ที่ช่วยดูดยึดน้ำและธาตุอาหารพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทราย (sand) เกิดจากการผุพังของหินชนิดต่างๆ กลายเป็นหินก้อนเล็กๆ จึงมีน้ำหนักมาก ไม่มีแร่ธาตุอาหาร ไม่สามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกจึงมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เก็บความชื้นได้ไม่ดี แต่มีความอยู่ตัวสูง ระบายน้ำได้ดี ทรายที่ใช้ทั่วไปมีแบบทรายหยาบเหมาะสำหรับนำมาใช้ผสมวัสดุปลูก ส่วนทรายละเอียดหรือทรายขี้เป็ดมีเม็ดละเอียด สีคล้ำ มีดินตะกอนและอินทรียวัตถุปนอยู่บ้าง การระบายน้ำไม่ดีจึงไม่เหมาะนำมาใช้ในการปลูกพืช

3) พีท (peat) เกิดจากซากพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำในสภาพที่สลายตัวไม่สมบูรณ์ จึงขึ้นอยู่กับแหล่งที่มา ซึ่งมีความแตกต่างกันตามสถานที่เกิด ขั้นตอนการสลายตัว แร่ธาตุอาหารและความเป็นกรดด่าง เช่น พีทมอส ได้มาจาก sphagnum สามารถอุ้มน้ำได้มากถึง 15 เท่าของน้ำหนักแห้ง มีความเป็นกรดสูง มีธาตุอาหารอยู่น้อยหรือไม่มีเลย มีการนำมาใช้กันมากในการเพาะเมล็ดทางพืชสวน มีราคาค่อนข้างสูง ถ้าเติมในวัสดุมากอาจทำให้น้ำซึมผ่านได้ยาก

4) สแฟกนัมมอส (sphagnum moss) เป็นซากพืชที่ขึ้นตามหนองบึง หรือเป็นส่วนที่ยังมีชีวิตอยู่มาทำให้แห้ง มีน้ำหนักเบา สามารถอุ้มน้ำได้สูงถึง 10-20 เท่า เป็นวัสดุที่ค่อนข้างสะอาด มีแร่ธาตุอาหารน้อย นิยมนำมาใช้ปลูกกล้าไม้ที่เล็กๆ หรือเก็บความชื้นให้กับรากและกิ่งขณะทำการขนส่ง จัดเป็นวัสดุที่ใช้ได้ดีกับต้นกล้ามีสารยับยั้งการเกิดโรคเน่าคอดินได้ด้วย

5) เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) แร่ไมก้าที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากการผ่านความร้อน มีน้ำหนักเบา ไม่ละลายน้ำ สามารถอุ้มน้ำได้ 3-4 แกลลอนต่อลูกบาศก์ฟุต มีการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้สูงแล้วปลดปล่อยออกมาทีละน้อย ประกอบด้วยธาตุแมกนีเซียมและโพแทสเซียมมากพอที่จะให้กับพืชทุกชนิด ที่มีจำหน่ายอยู่มีหลายเกรด ตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง การนำมาใช้ไม่ควรอัดแน่นขณะเปียกจะทำให้รูพรุนเสียไป

6) เพอร์ไลท์ (perlite) เป็นซิลิกาสีขาวอมเทาได้มาจากลาวาของภูเขาไฟ ผ่านการบดและสภาพความร้อนสูงถึง 760 องศาเซลเซียส จึงขยายตัวพองเหมือนฟองน้ำ มีน้ำหนักเบา สามารถอุ้มน้ำได้ 3-4 เท่า ไม่มีธาตุอาหารพืชและไม่สามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกได้ ถ้าใช้กับพืชที่อ่อนแอต่อฟลูออไรด์จะมีปัญหา

7) พัมมิซ (pumice) ประกอบด้วยซิลิคอนไดออกไซด์และอะลูมิเนียมออกไซด์เป็นส่วนมาก ช่วยทำให้วัสดุชำโปร่งขึ้น ระบายน้ำได้ดี

8) ร็อควูล (rockwool) เป็นวัสดุที่ได้มาจากการหลอมหินชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส แล้วนำมาปั่นจนเป็นเส้นใย มีความสามารถดูดน้ำได้ปริมาณมาก มีการนำมาใช้หลายรูปแบบเช่น แท่ง ชิ้น เม็ด แผ่น และสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ เป็นต้น

9) เปลือกไม้ชิ้นเล็กๆ และขี้กบ (shredded bark and wood shavings) ได้มาจากการตัดป่นเปลือกไม้หรืออุตสาหกรรมไม้แปรรูป จึงมีราคาไม่แพง น้ำหนักเบา การสลายตัวช้า อาจพบมีสารที่สะสมอยู่ในเนื้อไม้ที่เป็นพิษออกมาบ้างเช่นแทนนิน เรซิน ฟีนอล จึงควรหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ด้วยการเติมปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการสลายตัวระยะหนึ่ง ประมาณ 10-14 สัปดาห์ ก่อนนำมาใช้

10) พลาสติกสังเคราะห์ (synthetic plastic aggregates) หรือเม็ดโฟม (urea formaldehyde foam) สามารถนำมาใช้ช่วยเพิ่มการระบายน้ำและอากาศ และลดความหนาแน่นของเครื่องปลูก มีน้ำหนักเบา แต่ผสมให้เข้ากับวัสดุอื่นอย่างสม่ำเสมอได้ยาก

11) ปุ๋ยหมัก (compost) ได้มาจากอินทรีย์วัตถุที่หมักสลายตัวแล้วส่วนใหญ่ได้มาจากใบไม้ ช่วยเพิ่มฮิวมัสทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น

12) ขุยมะพร้าว (coconut dust) ได้มาจากการแยกเส้นใยมะพร้าวออกจากเปลือกของผล มีน้ำหนักเบา สามารถอุ้มน้ำได้มากอยู่ในสภาพสะอาดพอสมควร การถ่ายเทอากาศดี มีความยืดหยุ่นตัวดีไม่อัดแน่นง่าย มีส่วนประกอบของธาตุโพแทสเซียมอยู่ด้วย สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับตอนกิ่ง และผสมกับทรายหยาบเป็นวัสดุเพาะเมล็ดได้ดี ในการผสมดินปลูกควรร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนเป็นส่วนผสมเพื่อทำให้ไม่แสดงอาการใบเหลือง แคระแกร็นได้

13) แกลบดิบหรือเปลือกข้าว เป็นวัสดุที่ได้จากการสีเปลือกข้าว น้ำหนักเบา หาได้ง่าย ราคาถูก มีสภาพสะอาดพอสมควร มีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศได้ดี จึงนิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุปลูก

14) ถ่านแกลบหรือขี้เถ้าแกลบ (paddy huskcharcoals) ได้จากการเผาแกลบดิบในสภาพเผาไหม้ยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ มีน้ำหนักเบา สามารถอุ้มน้ำได้ดี มีความเป็นด่างสูงก่อนนำมาใช้จึงควรล้างด่างออก นิยมนำมาใช้ผสมกับทรายหยาบเป็นวัสดุสำหรับตัดชำได้ดี ถ้าใช้ในกระบะพ่นหมอกสามารถนำมาใช้ได้เลย เพราะมีการพ่นน้ำเป็นประจำจึงไม่มีอันตรายกับพืชวัสดุปลูกควรมีแร่ธาตุอาหารทั่วไปที่จำเป็น เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชทั่วไป และความเข้มข้นในเนื้อเยื่อซึ่งจัดว่าเพียงพอ

ธาตุ	สัญลักษณ์ธาตุ	รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	ความเข้มข้นในเนื้อเยื่อพืช	
			%	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ไฮโดรเจน	H	H_2O	6	-
คาร์บอน	C	CO_2	45	-
ออกซิเจน	O	O_2,H_2O	45	-
ไนโตรเจน	N	NH_4^+ , NO_3^-	1.5	-
โพแทสเซียม	K	K^+	1	-
แคลเซียม	Ca	Ca^{2+}	0.5	-
แมกนีเซียม	Mg	Mg^{2+}	0.2	-
ฟอสฟอรัส	P	$H2PO_4^-$,HPO_4^{2-}	0.2	-
กำมะถัน	S	SO_4^{2-}	0.1	-
คลอรีน	Cl	Cl^-	-	100
เหล็ก	Fe	Fe^{2+}, Fe^{3+}	-	100
โบรอน	B	H_3BO_3 , $B_4O_7^{2-}$	-	20
แมงกานีส	Mn	Mn^{2+}	-	50
สังกะสี	Zn	Zn^{2+}	-	20
ทองแดง	Cu	Cu^+, Cu^{2+}	-	6
โมลิบดินัม	Mo	MoO_4^{2-}	-	0.1

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการธาตุใดธาตุหนึ่งของพืชนั้น เป็นความเฉพาะเจาะจง เพราะธาตุดังกล่าวมีหน้าที่เฉพาะในโครงสร้างของเซลล์ สำหรับหน้าที่สำคัญและอาการขาดธาตุอาหารทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอาหารดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 หน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืช และอาการขาดแคลนธาตุอาหารของพืช

ธาตุ	หน้าที่สำคัญ	อาการขาดธาตุ
ไนโตรเจน	เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ในพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน	พืชโตช้า ใบเหลืองซีดทั้งแผ่นใบมีขนาดเล็กลง ลำต้นแคระแกร็น และให้ผลผลิตต่ำ
ฟอสฟอรัส	ช่วยสังเคราะห์โปรตีนและสารอินทรีย์ที่สำคัญในพืช มีหน้าที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของราก ควบคุมการออกดอก ออกผล และการสร้างเมล็ด	ระบบรากจะไม่เจริญเติบโต ใบแก่จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลและหลุดร่วงลำต้นแกร็นไม่ผลิดอกออกผล
โพแทสเซียม	ช่วยสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายของน้ำตาลจากใบไปยังผล ผลจะเจริญเติบโตเร็ว ต้านทานต่อโรคบางชนิด	ใบล่างเหลืองกลายเป็นสีน้ำตาลตามขอบใบ แผ่นใบโค้งเล็ก รากเจริญช้า ลำต้นอ่อนแอ
ทองแดง	ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การหายใจ การใช้โปรตีนและแป้ง กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด	ตายอดจะชะงักการเจริญเติบโตและกลายเป็นสีดำ ใบอ่อนเหลืองและพืชทั้งต้นจะชะงักการเจริญเติบโต
คลอรีน	มีบทบาทบางประการเกี่ยวกับฮอร์โมนในพืช	พืชจะเหี่ยวง่าย ใบสีซีด และบางส่วนแห้งตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 หน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืช และอาการขาดแคลนธาตุอาหารของพืช(ต่อ)

ธาตุ	หน้าที่สำคัญ	อาการขาดธาตุ
แมงกานีส	ช่วยในการสังเคราะห์แสงและการทำงานของเอนไซม์บางชนิด	ใบอ่อนจะมีสีเหลืองในขณะที่เส้นใบยังเขียว ต่อมาใบที่มีอาการดังกล่าวจะเหี่ยวแล้วร่วงหล่น
แคลเซียม	เป็นองค์ประกอบในสารที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกันที่ช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ด และช่วยให้เอนไซม์บางชนิดทำงานได้ดี	ใบที่เจริญใหม่จะหงิกงอ ตายอด ไม่เจริญ อาจมีจุดดำที่เส้นใบ รากสั้น ผลแตก และมีคุณภาพไม่ดี
โมลิบดินัม	ช่วยให้พืชใช้ไนโตรเจนให้เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน	พืชจะมีอาการคล้ายขาดไนโตรเจน ใบมีลักษณะโค้งคล้ายถ้วย ปรากฏจุดเหลืองๆ ตามแผ่นใบ
สังกะสี	ช่วยในการสังเคราะห์ฮอร์โมนออกซิน คลอโรฟิลล์ และแป้ง	ใบอ่อนจะมีสีเหลืองซีดและปรากฏสีขาวๆ ประปรายตามแผ่นใบ โดยเส้นใบยังเขียว รากสั้นไม่เจริญตามปกติ

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541

2.2 ชา (วนิตา, 2548)

2.2.1 ประวัติของชา

ชาถือกำเนิดขึ้นในโลกมานานกว่า 5,000 ปี มีแหล่งกำเนิดอยู่ศูนย์กลางตะวันออกเฉียงใต้ของจีนใกล้กับต้นน้ำอิระวดี และกระจายพันธุ์ไปตามพื้นที่คล้ายรูปพัด ตามแนวชายแดนของรัฐอัสสัม และพม่าไปถึงจังหวัดซีเกียงของจีนตะวันออก และลงสู่ทิศใต้ตามเทือกเขาของพม่า ตอนเหนือของไทยจนไปสิ้นสุดที่เวียดนาม

การปลูกชาในประเทศไทยมีแหล่งกำเนิดเดิมอยู่ตามภูเขาทางภาคเหนือของประเทศแถบจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน แพร่ น่าน ลำปาง และตาก สำหรับในประเทศไทยอุตสาหกรรมการผลิตชาได้เริ่มพัฒนาขึ้นในรูปของชาจีนในปี พ.ศ.2528 เกิดโรงงานชาขึ้นในประเทศ ในนามบริษัทใบชาตราภูเขา ต่อมาได้มีการขยายพื้นที่ปลูกสวนชาและส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกชามากขึ้นในจังหวัดเชียงใหม่ในนามบริษัทชาระมิงค์ ผลิตทั้งชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จีนและฝรั่ง และในปี พ.ศ.2530 บริษัทชาระมิงค์ได้ขยายสัมปทานให้แก่บริษัทชาสยาม มีการส่งเสริมให้เกษตรกรชาแบบใหม่และรับซื้อใบชาสดจากเกษตรกรนำมาผลิตชาฝรั่งในนามชาลิปตันจนถึงปัจจุบัน ทางภาครัฐได้มีการส่งเสริมและพัฒนาอุสาหกรรมชาโดยมีการทดลองนำพันธุ์ชาเข้ามาจากไต้หวัน อินเดีย และญี่ปุ่นเพื่อทดลองปลูกตามสถานีทดลองพืชสวนต่างๆ หลังจากนั้นอุตสาหกรรมการปลูกชาแห่งดอยแม่สลองก็ได้เติบโตขึ้น มีการลงทุนจากภาคเอกชนโดยเฉพาะจากไต้หวันเข้ามาตั้งโรงงานผลิตชาขึ้นมากมายในเขตพื้นที่ดอยแม่สลองและดอยวาวี จังหวัดเชียงราย เนื่องจากบริเวณนี้มีสภาพภูมิประเทศและอากาศเหมาะสมสำหรับการปลูกชา ซึ่งชาที่ผลิตส่วนใหญ่เป็นชาจีน ทำให้เป็นที่รู้จักกันดีว่าชาจีนคุณภาพดีที่ผลิตในเมืองไทยคือ ชาจากจังหวัดเชียงราย เพราะได้มาตรฐานในด้านการผลิตและเทคโนโลยีในระดับสากล

2.2.2 พันธุ์ชาและวิธีการปลูก

2.2.2.1 พันธุ์ชาต้นชามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Camellia sinensis จัดเป็นพืชสวนอุตสาหกรรมที่ใช้แปรรูปเป็นเครื่องดื่ม และผลิตภัณฑ์ต่างๆ หลายชนิด ซึ่งผลิตภัณฑ์ชาแต่ละชนิดล้วนมาจากต้นชาตระกูลเดียวกัน จะแตกต่างกันที่พันธุ์ ซึ่งพันธุ์ชาแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1) กลุ่มชาอัสสัม (Camellia sinensisVar. assamica) เช่น พันธุ์อัสสัมใบจาง อัสสัมใบเข้ม มานิปุริ พม่า และลูไช

2) กลุ่มชาจีน (Camellia sinensisVar. sinensis) เช่น พันธุ์หย่วนจือ ชินชิงเบอร์ 12 ชินชิงอูหลง เถกวนอิน ฯลฯ

3) กลุ่มชาเขมร (Camellia sinensisVar. Indo-china)

4) ลูกผสมระหว่าง 3 กลุ่ม เช่น ลูกผสมระหว่างชาอัสสัมและชาจีนที่ปลูกในศรีลังกาในเมืองไทยนิยมปลูกชา 2 กลุ่ม คือกลุ่มชาอัสสัม และกลุ่มชาจีนซึ่งนำมาผลิตเป็นชาใบในรูปของชาจีนและชาเขียว

2.2.2.2 ปัจจัยที่สำคัญในการปลูกชา สามารถแบ่งได้ 6 ปัจจัย ดังนี้

1) ดิน ควรเป็นดินร่วน ระบายน้ำได้ดี มีอินทรียวัตถุสูง มีธาตุไนโตรเจนมาก เป็นกรดเล็กน้อย (pH 4.5-6.0) ความลาดชันไม่ควรเกิน 45 องศา

2) ความชื้นและปริมาณน้ำฝน พื้นที่ปลูกชาต้องมีแหล่งน้ำที่สมบูรณ์และมีฝนตกสม่ำเสมอตลอดปี ปริมาณน้ำฝน ควรอยู่ช่วง 40-50 นิ้วต่อปี เนื่องจากเป็นพืชที่ต้องการความชื้นสูง เพื่อให้มีการเจริญเติบโตทางใบ

3) อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ตลอดปี ทำให้ชาสามารถสร้างยอดใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ความสูงพื้นที่ พื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,000-2,200 เมตร ขึ้นไปซึ่งสภาพอากาศเย็นจะให้ใบชาที่มีคุณภาพสูง ชามีกลิ่นหอมและรสชาติดี แต่ปริมาณผลผลิตที่ได้จะต่ำกว่าการปลูกชาในที่ต่ำ ส่วนพื้นที่ราบ ควรเลือกพันุ์ปลูกที่เหมาะสม มีอากาศเย็นตลอดปี อุณหภูมิระหว่าง กลางวันและกลางคืนไม่แตกต่างกันมากนัก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 400 เมตร ขึ้นไปมีแหล่งน้ำสะอาดพอเพียง อยู่ใกล้โรงงานแปรรูปชา สามารถผลิตชาที่มีคุณภาพดีได้ เพื่อให้ได้ผลผลิตทีมีคุณภาพดี

5) แหล่งน้ำสะอาด ทั้งพื้นที่ราบและพื้นที่สูง ควรมีแหล่งน้ำสะอาดเพียงพอต่อการใช้น้ำของต้นชา โดยเฉพาะช่วงที่ตัดแต่งกิ่ง ช่วงการเจริญของยอดชาและก่อนการเก็บเกี่ยว มีความจำเป็นต้องให้น้ำระบบสปริงเกิล เพื่อชำระฝุ่นผงออกจากยอดชาก่อนเก็บเกี่ยว 1 วัน นอกจากนี้การมีน้ำสะอาดอย่างเพียงพอยังมีส่วนช่วยในการลดอุณหภูมิในพื้นที่ลงได้

6) แสงแดด เป็นพื้นที่ที่สามารถรับแสงแดดได้ตลอดทั้งวัน โดยไม่มีต้นไม้อื่นบังแสงแดด (ยกเว้นในระยะเริ่มปลูกระยะแรกเท่านั้น ควรใช้ร่มบังแดดแก่ต้นชา) โดยเฉพาะช่วงเช้าต้นชาจะต้องได้รับแสงแดดอย่างทั่วถึง เพื่อต้นชาสามารถปรุงอาหารได้เพื่อการเจริญเติบโตให้ยอดชาที่สมบูรณ์ สามารถเก็บเกี่ยวได้ตามกำหนด ไม่ควรให้ต้นชาได้รับแสงแดดในช่วงบ่าย เพราะต้นชาที่เป็นโรคบางชนิด เช่น โรงสาหร่ายแดง จะทำให้ขยายตัวในวงกว้าง

2.2.3 องค์ประกอบของชา

สารประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในใบชาประมาณ 52% เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ คือ cellulose, protein, fat, chlorophyll และ starch ส่วนอีก 48% จะเป็นพวกที่ละลายน้ำ คือ polyphenols, caffeine, sugar, gummy, amino acids และแร่ธาตุอื่นๆ (วนิตา จาดดำ, 2548 Marly, 1988 : 85-88) องค์ประกอบโดยประมาณของส่วนยอดของชาผลิตจากชาอัสสัมแห้ง ประกอบด้วยสารประกอบโพลีฟีนอลิค (ส่วนใหญ่เป็นสารคาเทชินฟลาวานอล 6 ชนิด) 30-35% โพลีแซคคาไรค์และคาร์โบไฮเดรต 22% โปรตีน15% คาเฟอีน3-5% กรดอะมิโน 4% สารอินทรีย์ 5% กรดอินทรีย์ (ส่วนใหญ่เป็นแอสคอร์บิค) 0.5% สารระเหย 0.01% รวมทั้งสารเซลลูโลสที่ไม่ละลายน้ำ 7% ลิกนิน 6% และไขมัน 3% (วนิตา จาดดำ, 2548) ในชาจะมีตัวกำหนดคุณภาพคือ polyphenol ซึ่งสารนี้จะมีอยู่ในใบแต่ละใบในต้นชาจะมีปริมาณของสารนี้อยู่แตกต่างกันคือ ใบแรกจะมี 35% ใบที่ 2 มี 25% และใบที่ 3 มีอยู่ 15% ดังนั้นในการเก็บใบชาจะต้องคำนึงถึงอายุของใบ และใบจะต้องอยู่ในส่วนบนหรือส่วนยอดมากที่สุด ในการรับซื้อจากเกษตรจึงมีการกำหนดคุณภาพใบชาที่จะต้องเก็บไม่เกินใบที่ 3 (วนิตา จาดดำ, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชา (วนิตา, 2548)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชาแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชา

ชื่อสามัญ	Tea
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Camellia sinensis*
ต้น	เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ทรงต้นรูปกรวย สูงประมาณ 30 ฟุต
ใบ	ใบเดี่ยวเรียงตัวแบบสลับ มี 1 ใบใน 1 ข้อขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย ปลายใบแหลม แผ่นใบหน้า ด้านบนใบมัน ใต้ใบมีขนอ่อนปกคลุม ใบยาว 7-30 เซนติเมตร ชาจีนมีใบแคบ สีเขียวแก่ ชาอัสสัมมีใบขนาดใหญ่ ปากใบมีมากบริเวณใต้ใบ
ดอก	มีทั้งดอกเดี่ยวและดอกช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกสรตัวผู้มีจำนวนมาก ยอดเกสรตัวเมียมี 3-5 ช่อ กลีบดอกประดับสีขาว 5-8 กลีบ มีกลีบเลี้ยงสีเขียว 5-6 กลีบ ดอกมีกลิ่นหอมเล็กน้อย
ผล	เป็นแคปซูล มี 3 ช่อง เปลือกหุ้มหนา สีน้ำตาลปนเขียว ผลแก่ 9-12 เดือน หลังติดผล ผลแก่แตกง่าย ภายในเมล็ดในช่องแคปซูล 1-3 เมล็ด ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของผล
เมล็ด	รูปร่างกลม มีใบเลี้ยง 2 ใบ งอกได้ 2-3 สัปดาห์หลังเพาะ โดยเพาะในกระบะที่มีทรายหรือถ่ายแกลบเป็นวัสดุเพาะ วิธีการนี้ใช้สำหรับการปรับปรุงพันธุ์เท่านั้น แต่การปลูกชาโดยทั่วไปมักใช้วิธีปลูกด้วยกิ่งปักชำ
ราก	ต้นเพาะเมล็ดเป็นระบบรากแก้ว หยั่งลึก 1.5-3 เมตร มีรากฝอยหาอาหาร กิ่งปักชำเป็นระบบรากฝอย ส่วนต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำ เป็นระบบรากฝอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ผลิตภัณฑ์จากชา

ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่ได้จากการนำใบชามาผ่านขบวนการแปรรูป มีหลายชนิด ได้แก่

1) ชาเขียว (Green Tea)

2) ชาเขียว หรือชาจีน

3) ชาผง หรือชาฝรั่ง (Black tea)

4) ชาขาว

5) ชาผงสำเร็จรูป (Instant tea)

6) ชาปรุงสำเร็จ

2.2.6 ชาเขียว

ผลผลิตของชาเขียวของโลกระหว่างปี ค.ศ. 1995-1998 โดยเฉลี่ย 572,000 ตันต่อปี โดยประเทศจีนมีปริมาณชาเขียวมากที่สุด คือ 406,000 ตันต่อปี สำหรับในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ประเทศอินโดนีเซียเป็นประเทศผู้ผลิตที่สำคัญที่สุดผลผลิตรวม 30,000 ตันต่อปี สำหรับประเทศไทยมีปริมาณการใช้ชาเขียวประมาณ 2,600 ตันต่อปี (วนิตา, 2548) โดยในปี พ.ศ. 2542 มีการส่งออกใบชาเขียว 43 ตัน มูลค่า 6.6 ล้านบาท และปี พ.ศ. 2541 มีการนำเข้าใบชาเขียวประมาณ 347 ตัน มูลค่า 25.1 ล้านบาท

2.2.7 ประโยชน์ของชา (วนิตา, 2548)

1) มีธาตุอาหารหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ เช่น วิตามินซี โปรตีน น้ำตาล ใช้บำรุงร่างกายทำให้มีสุขภาพดี

2) ช่วยกระตุ้นให้ระบบประสาทให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยกระตุ้นระบบไหลเวียนของโลหิต ช่วยขยายหลอดเลือด ช่วยป้องกันโรคหัวใจตีบตัน ช่วยรักษาอาการกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด ช่วยรักษาอาการเจ็บหน้าอก ช่วยให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ช่วยรักษาโรคหวัด ช่วยรักษาโรคปวดหัว อิทธพลต่อระบบเมตาโบลิซึมของเซลล์ร่างกาย

3) มีคาเฟอีนเป็นองค์ประกอบ

4) มีสารโพลีฟีนอลช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรียสาเหตุของโรคไทฟรอยด์ อหิวาตกโรค

5) มีสารไดเมทธิลแซนธีน ช่วยระบบขับถ่ายให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ช่วยแก้กระหาย ดื่มแล้วชุ่มคอ ชื่นใจ ช่วยย่อยอาหาร แก้ร้อนใน และลดไขมัน

7) ช่วยลดอาการอักเสบ และช่วยสมานแผล

8) ช่วยชะล้างสารพิษออกจากร่างกาย

9) ใช้เป็นส่วนประกอบของยา

10) ชาผงใช้ในการแต่งกลิ่นอาหาร

11) ใช้ระงับกลิ่น เช่น กากใบชาที่เหลือจากการชงชาแล้ว ผึ่งไว้ให้แห้ง บรรจุภาชนะต่างๆ เช่น ถุงผ้า เป็นต้น สามารถดับกลิ่นในตู้เสื้อผ้า ดับกลิ่นในตู้เย็น ดับกลิ่นในตู้ไมโครเวฟ ดับกลิ่นในตู้ที่อับชื้น ดับกลิ่นในรถยนต์ ดับกลิ่นในห้องน้ำ ดับกลิ่นในห้องครัว เป็นต้น

12) ขยายหลอดลม

13) ป้องกันมะเร็ง ที่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ ปอด ผิวหนัง กระเพาะอาหาร ตับ และ ลำไส้เล็ก เป็นต้น

14) ลดโคเลสเตอรอล และน้ำตาลในเลือด

15) ลดอัตราการแบ่งตัวของไวรัส

จากงานวิจัยพบว่าพบแทนนินในใบชาเขียวแห้งประมาณร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนัก เนื่องจาก แทนนินมีความเป็นพิษต่อรากของพืช (Muthukumarและคณะ,1985) จึงทำการปรับปรุงคุณภาพของกากชาด้วยการสกัดแทนนินออกจากกากใบชาและแบบที่ไม่ได้สกัดแทนนินออกจากใบชาก่อนนำไปเป็นวัสดุปลูก

2.3 แทนนิน (ประกร, 2553)

แทนนินเป็นสารประกอบจำพวกฟีนอลที่มีหมู่ hydroxyl เป็นจำนวนมากและโมเลกุลมีโครงสร้างที่ซับซ้อน น้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง500-3,000 มีสถานะเป็นกรดอ่อน รสฝาด เป็นสารให้ความฝาดในพืช พบได้ในพืชหลายชนิดจากราก เปลือก ก้าน ใบ ผล รวมถึงเมล็ด แทนนิน มี2 ชนิด คือ คอนเดนส์แทนนิน (condensedtannins) และไฮโดรไลซ์แทนนิน (hydrolysabletannins) แทนนินมีคุณสมบัติในการฟอกหนัง ซึ่งก็คือการตกตะกอนกับโปรตีน โดยแทนนินจะทำปฏิกิริยากับโปรตีน หนังที่ฟอกแล้วจะมีสีและไม่เน่าเสียหลังการฟอก นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มบางชนิด เช่น การทำให้เบียร์ใส และทำให้เกิดรสขม ฝาด รวมทั้งกลิ่นในเครื่องดื่มเบียร์ ไวน์ ชา กาแฟ อีกด้วย ใช้ย้อมแห อวน เชือก และเรือใบ ทำให้ทนทานต่อการใช้งานที่สัมผัสกับน้ำเค็ม ซึ่งอาศัยคุณสมบัติการตกตะกอนกับ macromolecules ช่วยในการผลิตกาว สีย้อมและช่วยให้สีติดแน่นทนทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นโปรแอนโทรไซยานิดินแทนนิน (proanthocyanidintannins) สามารถนำมาใช้ผลิตแผ่นไม้อัดแทนการใช้ฟีนอลสังเคราะห์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากปิโตรเคมี นำมาใช้รับประทานเป็นยาแก้ท้องเสียหรือท้องเดิน โดยแทนนินมีกลไกไปจับกับ fungal protein, bacteriaprotein หรือ viral protein หรือ macromoleculesอื่นๆ ของเชื้อที่รุกรานทำให้เชื้อไม่สามารถทำอันตรายกับร่างกายได้ นำมาใช้เป็นยาภายนอกในการรักษาแผล โดยแทนนินจะไปจับกับผิวหนังชั้นนอกและเนื้อเยื่อที่ผลิตเมือก(mucosa) คลุมผิวให้สามารถป้องกันน้ำได้และมีฤทธิ์ทำให้เส้นเลือดหดตัว(vasoconstrictor)ต่อเส้นเลือดบริเวณผิวหนัง (superficial vessels)ได้ทำให้ลดการสูญเสียน้ำจากบาดแผล ซึ่งเป็นผลให้เนื้อเยื่อที่เป็นแผลหรือเนื้อเยื่อที่โดนแผลไฟไหม้หรือน้ำร้อนลวกนั้นซ่อมแซมตัวเองได้ดีขึ้นแผลจึงหายเร็วขึ้น ลดการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกาย โดยแทนนินบางชนิดมีคุณสมบัติในการทำลายอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นและยับยั้งการเกิดsuperoxide ion ขึ้นมาใหม่อีกด้วย อาจจะช่วยลดการเกิดมะเร็งต่าง ๆ ได้นอกจากนี้แทนนินยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด เช่น lipoxygenase,Angiotensin converting enzyme และจากการที่แทนนินบางกลุ่มมีโครงสร้างของสารกลุ่มflavonoids อยู่ก็อาจมีคุณสมบัติทำให้หลอดเลือดมีความยืดหยุ่นที่ดีขึ้น ไม่เปราะแตกง่าย

2.3.1 ชนิดของแทนนิน

สามารถแบ่งแทนนิน ได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.3.1.1 คอนเดนส์แทนนิน (condensed tannins) เป็นสารประกอบ polyphenols ที่มีความซับซ้อน โครงสร้าง polyphenols นั้นเป็นอนุพันธ์ของสารประกอบกลุ่ม flavonoids พืชที่เป็นแหล่งของคอนเดนส์แทนนิน ได้แก่เปลือกอบเชย เปลือกชินโคนา เปลือกหลิวเปลือกโอ๊ค เปลือกและใบของ hamamelisราก krameriaรากmale fern เปลือกโกโก้ ใบชาเป็นต้น สารประกอบกลุ่มนี้เมื่อนำมาต้มกับกรดเจือจางหรือนำมาทำปฏิกริยากับเอนไซม์ จะได้สารประกอบที่เป็น polymer รูปอสัณฐานสีแดงไม่ละลายน้ำ ซึ่งเรียกว่า phobaphenesหรือtannin red จึงเรียกสารกลุ่มนี้ว่า phobatanninsเมื่อนำสารประกอบกลุ่มนี้มากลั่นแบบ drydistillationจะได้สารประกอบที่เป็น catecholtanninsสารประกอบกลุ่มนี้จึงถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า catechol tannins

2.3.1.2 ไฮโดรไลซ์แทนนิน (hydrolysable tannins) บริเวณกึ่งกลางของไฮโดรไลซ์แทนนินประกอบด้วยหมู่ polyol carbohydrate (D-glucoase) ที่สามารถถูกแยกออกเป็นโมเลกุลเล็กๆ ได้ทำปฏิกิริยากับกรดอ่อนหรือเบสอ่อนจะได้เป็นคาร์โบไฮเดรตและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กรดฟีนอลิก พบมากในส่วนใบ ฝัก และส่วนที่ปูดออกมาจากปกติเมื่อต้นไม้ได้รับอันตราย (gall) เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนของน้ำตาล มักเป็นน้ำตาลกลูโคสเป็นส่วนใหญ่หรือสารประกอบ polyols อื่นๆส่วนที่สองเป็น phenolic acid เช่น gallic acidหรือ hexahydroxydiphenic acid (HHDP) หรืออนุพันธ์ของ HHDP ที่มักอยู่ในรูปออกซิไดซ์โดยส่วนที่เป็น phenolic acid จะมากกว่าส่วนของน้ำตาลหรือ polyolsมาเชื่อมโยงกันด้วยพันธะเอสเตอร์ (ester linkage) ที่เรียกว่า depside linkage

2.4 การสกัดแทนนิน (ประกร, 2553)

หลักการเบื้องต้นของการสกัดสารแทนนินออกจากพืชคือ solid-liquid extraction ซึ่งทฤษฎีพื้นฐานคือการละลาย คุณสมบัติเบื้องต้นของการละลายคือความมีขั้ว ตัวถูกละลายจะละลายได้ดีที่สุดในตัวทำละลายตามหลักที่เรียกว่า like dissolve like และนอกจากตัวถูกละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกันแล้ว ตัวทำละลายยังสามารถละลายตัวถูกละลายที่มีขั้วต่ำกว่าได้ด้วย ยกเว้นน้ำซึ่งจะละลายได้เฉพาะตัวถูกละลายที่มีขั้วสูงเท่านั้น โดยสารแทนนินจะละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ มีหลายวิธีในการสกัดแทนนิน เช่นการกลั่นและการสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นต้น

2.5 วิธีการสกัดแทนนิน (ปนิศา และคณะ, 2555)

วิธีการสกัดแทนนินมีดังนี้

2.5.1 มาเซอเรชัน (marceration)

เป็นวิธีการสกัดสารจากพืชโดยวิธีการหมักกับน้ำยาสกัดจนกระทั่งเนื้อเยื่อของพืชอ่อนนุ่มและน้ำยาสกัดสามารถแทรกซึมเข้าไปละลายองค์ประกอบภายในของพืชออกมาได้ การหมักควรทำในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทในน้ำยาสกัดที่เหมาะสม จะทำเป็นเวลานาน 7 วันหรือจนกระทั่งองค์ประกอบที่ต้องการไหลออกมาหมด ในระหว่างที่หมักพืชอยู่ควรเขย่าหรือคนเป็นครั้งคราวเพื่อเพิ่มอัตราเร็วของการสกัด เมื่อครบกำหนดเวลาจึงกรองแยกกาก (marc) ออกจากน้ำยาสกัด วิธีการสกัดนี้เหมาะกับพืชที่มีโครงสร้างหรือเนื้อเยื่อที่ไม่แข็งแรงมากนัก เช่น ใบ ดอก ซึ่งทำให้อ่อนนุ่มได้ง่ายจัดเป็นวิธีที่ใช้น้ำยาสกัดน้อย จึงประหยัด และเนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ใช้ความร้อน แต่วิธีการสกัดนี้มักจะไม่สมบูรณ์เนื่องจากไม่ค่อยมีการที่ของน้ำยาสกัด เมื่อสารในพืชละลายออกมาถึงระดับหนึ่งจะเกิดความสมดุลขององค์ประกอบภายในพืชและน้ำยาสกัดที่ใช้ ทำให้อัตราเร็วของสารสกัดลดลง จึงไม่เหมาะที่จะใช้สกัดในกรณีที่ต้องการสกัดจนสมบูรณ์ เนื่องจากการสกัดแบบวิธีมาเซอเรชันช้าใช้เวลานานจึงมีผู้ดัดแปลงใช้ mixer หรือ homogenizer มาช่วยให้เซลล์พืชแตกออกก่อนทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

149504

การสกัด เพื่อย่นระยะเวลาในการสกัด ต่อมาพัฒนามาใช้เสียงที่มีความถี่สูงเกิน 20,000 เฮิรตซ์ ร่วมในการสกัด เรียกวิธีนี้ว่า ultrasound extraction แต่วิธีนี้อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำไปเป็นเพอร์ออกไซด์ ซึ่งอาจมีผลต่อการสกัดอัลตราซาวน์ทำให้เกิดช่องว่างและมีอากาศแทรกเข้าไปในตัวทำละลาย

2.5.2 เพอร์โคเลชัน (percolation)

เป็นวิธีการสกัดสารจากพืชโดยการปล่อยให้น้ำยาสกัดไหลผ่านผงพืชอย่างช้าๆ พร้อมกับละลายองค์ประกอบจากพืชออกมา โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า percolator คือ นำผงพืชมาหมักกับตัวทำละลายก่อน 1 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการพองตัวเต็มที่แล้วค่อยๆ บรรจุผงยาทีละชั้นลงในเพอร์โคเลเตอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นคอลัมน์ ปลายเปิดทั้ง 2 ด้าน โดยด้านบนจะกว้างกว่าด้านล่าง เพื่อที่สามารถควบคุมอัตราการไหลของสารสกัดเพอร์โคเลตจากเพอร์โคเลเตอร์ เติมตัวทำละลายหรือน้ำยาสกัด (mentrum) ลงไปให้ระดับน้ำยาสกัดไหลผ่านผงพืชในอัตราเร็วที่พอเหมาะ พร้อมกับเติมน้ำยาสกัดใหม่ลงไปเรื่อยๆ จากนั้นนำเพอร์โคเลตที่เก็บได้ทั้งหมดรวมกันนำไปกรอง วิธีการสกัดแบบ

เพอร์โคเลชันจัดเป็นวิธีกาที่ดีสำหรับการสกัดสารจากพืชแบบสมบูรณ์และไม่ต้องใช้ความร้อน แต่วิธีนี้มีข้อเสีย คือ เปลืองน้ำยาสกัดและใช้เวลาในการสกัดนาน ดังนั้นจึงมีการดัดแปลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด โดยจะใช้เพอร์โพเลตต่อกันหลายๆตัว และให้มีการเคลื่อนที่ของตัวทำละลาย

2.5.3 การสกัดแบบต่อเนื่อง (continuous extraction)

เป็นวิธีการสกัดสารจากพืชคล้ายกับเพอร์โคเลชัน แต่ต้องใช้ความร้อน และมี soxhlet extractor โดยใช้ตัวทำละลายจุดเดือดต่ำ เมื่อได้รับความร้อนจาก heating mantle หรือหม้ออังไอน้ำ น้ำยาสกัดจะระเหยขึ้นไปแล้วกลั่นตัวลงมาใน thimble ซึ่งบรรจุพืชไว้ น้ำยาสกัดจะผ่านผงพืชซ้ำแล้วซ้ำอีกไปเรื่อยๆ จนกระทั่งองค์ประกอบในพืชถูกสกัดออกมา เมื่อน้ำยาสกัดใน extracting chamber สูงถึงระดับจะเกิดกาลักน้ำ สารสกัดจะไหลลงไปในภาชนะวนเวียนเช่นนี้จนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์ วิธีการสกัดแบบต่อเนื่องเหมาะสำหรับการสกัดองค์ประกอบที่ทนต่อความร้อนและใช้น้ำยาสกัดน้อย ไม่สิ้นเปลือง แต่มีข้อเสีย คือ ไม่เหมาะที่จะใช้กับองค์ประกอบที่ไม่ทนต่อความร้อน และน้ำยาสกัดที่ใช้ไม่ควรเป็นของผสม เพราะจะเกิดการแยกของตัวทำละลายแต่ละชนิดเนื่องจากมีจุดเดือดต่างกัน จะมีผลทำให้สัดส่วนของน้ำยาสกัดแตกต่างไปจากเดิม และผลของการสกัดไม่ดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ข้อมูลของต้นสับปะรด MD2

รูปที่ 2.1 ผลสับปะรด MD2 (วีระวิทย์, 2557)

MD2 รู้จักกันในชื่อ Golden Ripe , Super Sweet, Rompine หรือ Gold เมื่อเทียบกับพันธุ์สับปะรดอื่น MD2 มีคุณสมบัติที่ดีกว่าสับปะรดหลายๆสายพันธุ์คือ ผลสีทองสม่ำเสมอสม่ำเสมอ รสหวาน มีวิตามินสูงกว่าสับปะรดพันธุ์อื่นๆถึง 4 เท่า เส้นใยต่ำ ความเป็นกรดต่ำ เมื่อรับประทานจึงไม่กัดลิ้น มีเปลือกบาง ผลเล็กเฉลี่ย 1.5 กิโลกรัมและมีอายุการเก็บรักษานานกว่า MD2 มีอายุการเก็บนานกว่า 30 วันเทียบกับพันธุ์อื่นๆ 21 วัน จึงมีประสิทธิภาพในการจัดส่งทางไกลนอกจากนี้ยังมีราคาสูงกว่าสับปะรดพันธุ์อื่นถึง 3 เท่า นี่เป็นปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นให้เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดปลูก (AgricultureScience Journal,2558)

2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (สำราญ, ม.ป.ป)

วงศ์ (Family): Bromeliaceae

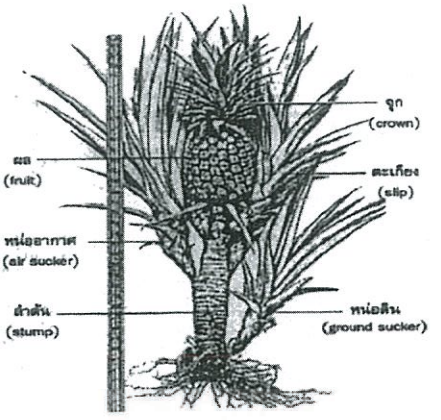
จีนัส (Genus): Ananas

สปีชีส์ (Species): comosu

ชื่อสามัญ (Common name): pineapple

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name): *Ananascomosus* (L.) Merr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ลักษณะของต้นสับปะรด (วีระวิทย์, 2557)

1).รากสับปะรดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีอายุหลายปี เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วพุ่มใบกว้างและสูงประมาณ 100 เซนติเมตร รากเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) ประกอบด้วยราก adventitious root เป็นจำนวนมากเกิดจากจุดกำเนิดราก

2).ลำต้นของสับปะรดมีลักษณะสั้นและหนาคล้ายกระบองมีความยาว 20-30 เซนติเมตร ส่วนที่กว้างที่สุดจะกว้างประมาณ 5 เซนติเมตร ลำต้นส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินมักจะตั้งตรง ส่วนที่อยู่ใต้ผิวดินจะโค้งเล็กน้อยโดยเฉพาะถ้าต้นสับปะรดนั้นขยายพันธุ์มาจากส่วนของหน่อหรือตะเกียง เนื่องจากหน่อและตะเกียงเจริญออกมาจากตาทางด้านข้างของต้นแม่

3).ใบสับปะรดมีลักษณะเรียวยาวและเป็นร่องโค้ง ช่วยให้ใบมีความแข็งแรงและทนทานต่อการหักพับได้ดีเป็นพิเศษ การเรียงตัวของใบเป็นแบบเวียนรอบลำต้น มีรอบการเรียงตัว (phyllotaxy) ซึ่งลักษณะเด่นของใบสับปะรดสายพันธุ์ MD2 คือลักษณะของใบจะมีสีเขียวตลอดใบ ไม่มีหนาม

4).ลักษณะช่อดอกของสับปะรดมี ช่อดอกของสับปะรดแต่ละช่อดอกมีดอกย่อย 100-200 ดอก และแกนกลางของช่อดอกเป็นส่วนที่ต่อเนื่องมาจากก้านช่อดอกซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เป็นการต่อเนื่องรูปแบบการเกิดใบ ดอกย่อยแต่ละดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกสรตัวเมียมีความยาวมากกว่าเกสรตัวผู้เล็กน้อยและมีขนาดสั้นกว่ากลีบดอกเล็กน้อย กลีบดอกมีสีขาวที่โคนและสีม่วงอมฟ้าที่ส่วนปลาย รูปร่างของกลีบดอกเป็นแบบยาวรี ยาวประมาณ 16 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 5 มิลลิเมตร

5). ผลสับปะรดเป็นผลรวม (multiple fruit) เกิดจากการเชื่อมติดกันของผนังรังไข่และส่วนประกอบของดอกย่อยที่เรียงตัวอยู่ติดกันบนแกนกลางของช่อดอก ที่ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนสุดของผลจะเป็นกลุ่มของใบซึ่งจะเจริญไปพร้อม ๆ กับผลและพัฒนาเป็นจุกต่อไป แกนกลางของจุกและผลสับปะรดเป็นส่วนที่เจริญต่อเนื่องมาจากเนื้อเยื่อเจริญที่ปลายยอดของต้นสับปะรด ผลของสัปปะรดสายพันธุ์ MD 2 เมื่อผลแก่จะเปลี่ยนจากสีเขียว เป็นสีเหลืองทองทั้งผล มีรสชาติหวานกว่าสายพันธุ์อื่นๆ

6).การแบ่งกลุ่มพันธุ์สับปะรดที่ปลูกกันทั่วโลกมีมากมายหลายชนิดแต่สามารถจำแนกเป็นกลุ่มพันธุ์ตามเกณฑ์การพิจารณาจากลักษณะทางด้านรูปร่าง รูปทรง คุณภาพ และรสชาติซึ่งเป็นรูปพรรณสัณฐานภายนอกที่สังเกตได้เป็นเกณฑ์มาตรฐาน แบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม Smooth cayenne , กลุ่ม Queen , กลุ่ม Spanish กลุ่ม Maipure หรือ Perolera และกลุ่ม Abacaxiหรือ Pernambuco สำหรับในประเทศไทยโดยอาศัยพื้นฐานด้านรูปพรรณสัณฐานเป็นเกณฑ์สามารถจำแนกสับปะรดที่ปลูกในประเทศไทยได้ประมาณ 10 พันธุ์ และแบ่งเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่มพันธุ์คือ

1. กลุ่ม Smooth cayenne สับปะรดในกลุ่มนี้มีรสชาติหวานเปรี้ยว ได้แก่พันธุ์ปัตตาเวีย นางแล และลักกะตา

2. กลุ่ม Queen สับปะรดในกลุ่มนี้มีรสชาดดีมีกลิ่นหอม เนื้อกรอบ มีสีทองปนส้มสม่ำเสมอได้แก่พันธุ์สวี ภูเก็ต ตราดสีทอง สิงคโปร์ปัตตาเวีย และปัตตานี

3. กลุ่ม Spanish สับปะรดในกลุ่มนี้มีรสเปรี้ยว ได้แก่ พันธุ์อินทรชิตแดง และอินทรชิตขาว

2.6.2 การขยายพันธุ์สับปะรดพันธุ์ MD2

การขยายพันธุ์สามารถทำได้ทั้งการแยกหน่อ จุก และชำเหง้า หลังจากการเก็บเกี่ยวสับปะรดไปแล้วจะยังคงเหลือเหง้า จะนำเหง้าสับปะรดไปฝังดินไว้ ไม่นานเหง้าสับปะรดจะแตกงอกเป็นต้นขึ้นมาพ้นดิน เมื่อหน่อสับปะรดมีขนาด 1 คืบมือหรือน้ำหนักประมาณ 200 กรัม จึงทำการถอนแยกหน่อออกมาปลูกลงแปลงหรือชำลงถุงดำ เพื่อให้ตาข้างของเหง้าได้แตกยอดใหม่ขึ้นมาแทน โดยแปลงขยายพันธุ์เหง้าสามารถเก็บหน่อที่งอกใหม่ได้นานนับปี ก่อนจะรื้อแปลงขยายพันธุ์ทิ้ง การขยายพันธุ์ที่เหมาะสมกว่าคือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพราะเกิดการกลายพันธุ์น้อยกว่าการเพาะเนื้อเยื่อ(สราวุธ, 2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกสับปะรด

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกสับปะรด ได้แก่ ดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายชายทะเลมีการระบายน้ำได้สะดวก สภาพเป็นกรดของดินเหมาะสมต่อการปลูกสับปะรด (pHประมาณ4.4-5.5) สับปะรดไม่ชอบดินทีมี pH สูงเกินกว่า 6.0เนื่องจากจะทำให้ขาดธาตุเหล็กในรูปที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนั้น ยังมีปัจจัยเรื่องปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมกับสับปะรด แหล่งปลูกสับปะรดให้มีคุณภาพต้องมีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 1,000-1,500 มม. ต่อปี มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทำให้ต้นสับปะรดไม่ชะงัก อีกปัจจัยที่สำคัญคือ อุณหภูมิ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่จะอยู่ตามแนวพื้นที่ชายทะเล เพราะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของอุณหภูมิและความชื้นน้อยกว่าพื้นที่ระดับเดียวกันที่อยู่ภายในของทวีป ดังนั้นแหล่งปลูกสับปะรดจึงอยู่ในเขตจังหวัดชายทะเล เช่นจังหวัดเพชรบุรีประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี และชุมพร (จารุพันธ์, 2526)

2.6.4 การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว

การปลูกสับปะรดพันธุ์MD2 คล้ายกับการเพาะปลูกสับปะรดอื่นๆ ในการเตรียมพื้นที่การเพาะปลูก ลักษณะของวัสดุปลูก การเก็บเกี่ยวขั้นสุดท้ายและการขยายพันธุ์ แต่มีความแตกต่างบางอย่างเกี่ยวกับการควบคุมโรคและฮอร์โมนสับปะรดพันธุ์ MD2 มีแนวโน้มที่จะเกิดการเน่าของหัวจากแบคทีเรียที่เกิดจากเชื้อ Erwiniachrysanthemi และเชื้อราสีดำจากเชื้อรา Thielaviposparadoxa แบคทีเรียที่ยอดของสับปะรดได้รับการรายงานครั้งแรกในปีพ.ศ. 2500 ในประเทศมาเลเซีย โรคยอดเน่าจากแบคทีเรียของสับปะรดได้รับการรายงานครั้งแรกในปีพ.ศ. 2500 ในประเทศมาเลเซียโรคเหล่านี้ยังถือได้ว่าเป็นโรคร้ายแรงสำหรับผู้ปลูกสับปะรดพันธุ์อื่นๆทั่วโลกเกษตรกรผู้ปลูก MD2 ต้องพ่นยาฆ่าเชื้อรา benomyl50% ในสัปดาห์แรกหลังจากการเพาะปลูกสารฆ่าเชื้อราอื่นๆที่ใช้ ได้แก่ copper hydroxide 77%, Mancozeb80% และThiram80%สำหรับการใช้ฮอร์โมนให้ออกดอกใช้ส่วนผสมของ 140 mg Ethrel(2-Chloroethylphosphonicacid) นำปุ๋ยยูเรีย180 กรัมและน้ำ18 ลิตรเตรียมไว้สำหรับการใช้สเปรย์ควรผสมน้ำให้เข้ากัน 50 มิลลิลิตรรดลงบริเวณปลายยอด การใช้ฮอร์โมนจะดีที่สุดเมื่อมีการเปิด stomata ของพืชซึ่งเป็นก่อน 9:00 น. และหลังเวลา 17:30 น. สับปะรด stomata ปิดในเวลากลางวันเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำMD2 พร้อมสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกที่ประมาณ 142 ถึง 150 วันหลังจากที่ออกดอกเป็นครั้งแรก (AgricultureScience Journal,2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ข้อมูลของต้นพริกขี้หนู

รูปที่ 2.3 ต้นพริกขี้หนู (หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ, 2559)

2.7.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นไม้ทรงพุ่มขนาดเล็กสูงประมาณ 45-75 ซม. ลักษณะลำต้นเป็นสี่เหลี่ยม ใบเดี่ยวออกเรียงสลับกันและตรงข้าม ลักษณะใบคล้ายรูปไข่ ปลายใบแหลม ดอกขนาดเล็กสีขาว ดอกเดี่ยวออกตามข้อของลำต้น ประมาณ 1-3 ดอก ผลขนาดเล็ก ยาวประมาณ 1-1.5 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25-0.6 นิ้ว ผลอ่อน มีสีเขียว เมื่อโตเต็มที่จะเปลี่ยนเป็นสีส้ม แดง หรือ แดงปนน้ำตาล ผิวเป็นมัน ขนาดและรูปร่างของผลแตกต่างกันตามพันธุ์ มีรสเผ็ดมากน้อยตามชนิดพันธุ์

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Capsicum annuum L.* (Syn. Capsicum frutescens L. var. frutescens)

ชื่อสามัญ ChilliPadi, Bird's Eye Chilli, Bird Chilli, Thai pepper

วงศ์ Solanaceae

ชื่อท้องถิ่น พริกขี้หนู(คนเมือง), หน่าวแกฟั่นจิว(เมี่ยน), หมูอี๊ซะ(กะเหรี่ยงเชียงใหม่หม่าปรี๊สะแก้(ปะหล่อง) พริกขี้หนู

1) ลำต้น ต้นพริกขี้หนูมีการเติบโตของกิ่งแบบ Dichotomous คือ กิ่งแตกออกจากลำต้นเพียงกิ่งเดียวและจะแตกเพิ่มเป็น 2 เท่า เรื่อยๆ เป็น 2 กิ่ง เป็น 4 กิ่ง และ 8 กิ่ง จนมีลักษณะเป็นทรงพุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) รากประกอบด้วยรากแก้ว และรากฝอยจำนวนมาก มีลักษณะการแผ่ออกด้านข้างเป็นรัศมีได้มากกว่า 1 เมตร และหยั่งลึกได้มากกว่า 1.20 เมตร บริเวณรอบๆโคนต้นจะมีรากฝอยสานกันหนาแน่

3) ใบเป็นชนิดใบเดี่ยว มีลักษณะแบนเรียบ สีเขียวอ่อน และเขียวเข้มตามอายุของใบ รูปร่างของใบมีลักษณะรูปไข่จนถึงเรียวยาว ปลายใบแหลม ใบออกบริเวณกิ่งแบบตรงข้ามกัน ใบพริกขี้หนูจะมีขนาดเล็กในระยะต้นกล้า และมีขนาดใหญ่ เมื่อต้นโตเต็มที่

4) ดอกพริกขี้หนูเป็นดอกชนิดเดี่ยว ขนาดเล็ก แตกออกบริเวณข้อตรงที่มุมด้านบนของก้านใบหรือกิ่ง ดอกมีกลีบรอง มีลักษณะเป็นพู สีขาวหรือสีม่วงประมาณ 5 กลีบ เกสรตัวผู้มีประมาณ 1-10 อัน เป็นกระเปราะขนาดเล็ก และยาว ส่วนเกสรตัวเมียมี 1- 2 รังไข่ มีลักษณะชูขึ้นเหนือเกสรตัวผู้ รูปร่างเหมือนกระบองหัวมน รังไข่มี 3–4 พู มักจะออกดอกและติดผลในช่วงวันสั้น

5) ผล เป็นผลประเภท Berry มีลักษณะเป็นกระเปาะ ผลมีลักษณะแบน กลมยาวจนถึงพองอ้วนสั้น ผลมีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ ผนังผล (Pericarp) อาจบางหรือหนา ผลเมื่ออ่อนสีเขียวเข้ม บางพันธุ์อาจมีสีขาวออกเหลืองเขียว เมื่อผลแก่จะเปลี่ยนเป็นแดงหรือเหลือง ขนาดผลทั่วไปประมาณ 1- 1.5 นิ้วมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/4 -2/3 นิ้ว เมล็ดด้านในจะเกิดรวมกันที่รก (Placenta) ตลอดจากโคนจนถึงปลายผล ในช่วงที่ผลพัฒนา หากอุณหภูมิในช่วงกลางวันสูง ความชื้นต่ำ จะทำให้ผลมีรูปร่างบิดเบี้ยว ผลมีขนาดเล็ก การติดเมล็ดต่ำ

6) เมล็ดพริกขี้หนูจะเกิดรวมกันที่รก (Placenta) ตลอดแนวยาวจากโคนถึงปลายผล เมล็ดมีรูปร่างคล้ายเมล็ดมะเขือเทศ คือ มีรูปกลม แบน สีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล ผิวเมล็ดไม่ค่อยมีขนเหมือนผลในมะเขือเทศแต่มีขนาดใหญ่กว่าการผสมเกสรของพริกขี้หนูสามารถเกสรด้วยการผสมตัวเอง(Self pollination) แต่อาจเกิด การผสมข้ามต้น (Cross pollination) ที่ 9 – 32 % โดยอาศัยธรรมชาติ คือ กระแสลม และแมลงต่างๆ ลักษณะความพร้อมของเกสรจะ พบว่า เกสรตัวผู้มักพร้อมที่จะผสมได้หลังจากดอกบานแล้ว 2-3 วัน แต่เกสรตัวเมียพร้อมที่จะผสมทันทีที่ดอกบาน จึงทำให้เกสรตัวผู้จากดอกหรือต้นอื่นเข้าผสมได้ก่อน ลักษณะการผสมเกสรของพริกดังกล่าวจึงทำให้เกิดพันธุ์พริกใหม่ๆมากขึ้น จากผสมข้ามต้นหรือข้ามสายพันธุ์

7) พันธุ์พริกขี้หนูเป็นพืชที่ผสมเกสรด้วยตัวเองได้ และมีโอกาสผสมข้ามต้นหรือสายพันธุ์ได้ 9– 32 % จึงทำให้ลักษณะพันธุ์มีความปรวนแปรมาก พันธุ์พื้นเมืองที่มีอยู่ในปัจจุบันได้แก่ พริกจินดา พริกมัน พริกเหลือง เป็นต้น ส่วนพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรส่งเสริมให้ปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ พันธุ์ห้วยสีทน เป็นพริกที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ และคัดพันธุ์ จากพริกพันธุ์จินดา มีลักษณะเด่น คือ ผลชี้ขึ้น ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่มีสีแดงจัด ความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีดังนี้

1. พันธุ์นาเคนทร์1 (NAKENTR 1)
2. พันธุ์นาเคนทร์2 (NAKENTR 2)
3. พันธุ์ฮ๊อทชอต (HOT SHOT)
4. พันธุ์มันดำ #02 (MUN DUM #02)
5. พันธุ์หัวเรือ #03 (HOU RUA #03)
6. พันธุ์จินดา #04 (JINDA #04)
7. กำแพงแสน 513 (KAMPHAENGSAEN 513)
8. ไพร็อท 498 (PILOT 498)
10. พลาซ่า 349 (PLAZA 349)

8). สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

พริกเป็นพืชเขตร้อนหรือกึ่งเขตร้อน สามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี ไม่ชอบดินขึ้นแฉะ มีน้ำขัง พื้นที่ปลูกพริกควรเป็นที่โล่งแจ้ง ได้รับแสงทั้งวัน ไม่ควรเป็นที่ลุ่มหรือดอนๆ เพราะที่ลุ่มมักประสบปัญหาน้ำท่วมขัง การระบายน้ำยาก ทำให้เสี่ยงเป็นโรคเหี่ยวเฉาได้ง่าย ส่วนพื้นที่สูงหรือเป็นที่ดอนมักจะมีปัญหาในเรื่องดินแห้ง และขาดน้ำได้ง่าย ต้องให้น้ำบ่อย การใช้น้ำสิ้นเปลืองไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้ต้นพริกแคระแกร็น ดอกร่วงไม่ติดผลการปลูกพริกไม่ควรปลูกติดต่อกันมาหลายปี เพราะอาจทำให้มีการสะสมของโรค และแมลงได้ ควรสลับการปลูกพืชอื่นในแปลงเดียวกัน ประมาณ 2-3 ปี แต่หากจำเป็นต้องปลูกซ้ำ ควรเตรียมดินด้วยการไถพรวน และตากดินทุกครั้ง ประมาณ 7-14 วันพริกขี้หนูสามารถเติบโตได้ดีในดินทุกชนิด ทั้งดินเค็ม และดินเปรี้ยว แต่เติบโตได้ดีในดินร่วนปนทราย มีอินทรียวัตถุสูง การระบายน้ำดี ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ประมาณ 6.0 – 6.8

9). การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว

พริกขี้หนูเป็นพืชที่ไม่ต้องการน้ำมาก แต่ต้องการน้ำอย่างเพียงพอ และสม่ำเสมอจึงควรให้น้ำเพียงเพื่อให้ดินชุ่มประมาณ 1-2 ครั้ง/วัน เท่านั้น ก็เพียงพอ แต่ควรเพิ่มปริมาณในช่วงที่พริกขี้หนูติดดอก และผล การใส่ปุ๋ยครั้งแรกอาจเริ่มในระยะก่อนปลูกด้วยการรองก้นหลุม หรือ ใส่เมื่อต้นกล้าตั้งต้นได้หลังการปลูกแล้วประมาณ 1 เดือน ด้วยปุ๋ยสูตร 15-15-15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และให้อีกครั้งเมื่อถึงระยะก่อนออกดอกประมาณ 15-30 วัน หรือเมื่อต้นแตกกิ่ง และทรงพุ่มเต็มที่แล้ว ด้วยปุ๋ยสูตร 12-12-24 ในอัตราของทั้งสองระยะที่ 30 กก./ไร่ ทั้งนี้ ควรให้ร่วมกับปุ๋ยคอกด้วย เพื่อป้องกันการเสื่อมของดินการเก็บผลผลิตพริกขี้หนู จะมีอายุจากวันงอกจนถึงเก็บเกี่ยวผลพริกสดครั้งแรก ประมาณ 65-90 วัน ผลผลิตในระยะแรกจะน้อย และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และลดลงในระยะสุดท้าย การเก็บควรเก็บทุกๆ 7 วัน ด้วยการเด็ดทีละผลโดยใช้เล็บจิกตรงก้านผลที่ต่อกับกิ่ง ไม่ควรใช้มือดึงที่ผล เพราะจะทำให้กิ่งหักได้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Estrella Aspéและ Katherina Fernández (2011) ศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิคการสกัดแทนนิน 4 วิธีคือ Convemtion Maceration, Soxhlet Extraction, Microwave Assisted Extraction (MAE) และ Ultrasound Assisted Extraction (UAE) สำหรับการสกัดแทนนินจากเปลือกสน สำหรับแต่ละเทคนิคจะนำมาวัดมวลที่สกัดได้ (g ของสารที่สกัดได้/ g ของเปลือกสน), ฟีนอลทั้งหมด (โดยวิธี Folin–Cicalteau) ความเข้มข้นของแทนนิน (โดยวิธีการตกตะกอน) และความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ (โดยใช้ Diphenylpicrylhydrazyl, DPPH) ในการสกัดหนึ่งขั้นตอน มวลที่สกัดได้เพิ่มขึ้นตามลำดับต่อไปนี้ คือ Maceration < UAE < MAE <Soxhletm ที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05$ โดยการใช้เทคนิค Soxhlet Extraction สามารถสกัดฟีนอลทั้งหมดและแทนนินออกมาได้มากที่สุด การสกัดด้วยเทคนิค MAE และ UAE จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขพารามิเตอร์บางอย่าง เทคนิค MAE ยังแสดงความสามารถในการสกัดสารต่อต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าเทคนิค Soxhlet และ Pycenogenol ดังนั้นเทคนิค MAE จึงเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วที่เหมาะจะนำมาใช้สกัดเปลือกสน และในการนำตัวอย่างไปแสกนในกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน (SEM) พบว่าเทคนิค Soxhlet, MAE, และ UAE ได้ทำลายผนังเซลล์ของเปลือกสน โดยเทคนิค maceration มีการทำลายเซลล์พอร์เพียงเล็กน้อยจึงทำให้สารแทนนินที่สกัดได้มีปริมาณต่ำ

Hilary Y. Baldosano, Ma. Beatriz Micaela G. Castillo,Chantal Danica H. Elloranและ Florinda T. Bacani (2015) ศึกษาปริมาณแทนนินในเปลือกไม้ต้นมะกอกแดง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของขนาดอนุภาค ชนิดตัวทำละลาย และเวลาในการสกัดสารแทนนินจากเปลือกไม้ต้นมะกอกแดง ผ่านการสกัดวิธีการสกัดแบบซอกเลต อัตราส่วนของตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำคือ 0:1, 1:1 และ 0.5:9.5 ในระยะเวลาสกัดที่ 4, 6 และ 8 ชั่วโมง สารสกัดถูกวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) ยี่ห้อ Perkin Elmer ด้วยเครื่องตรวจจับ UV/Vis โดย HPLC โดยใช้รีเวิร์สเฟสคอลัมน์ C-18 เป็นเฟสคงที่และเมทานอล (ตัวทำละลาย A) และ 1:25 สารละลายกรดอะซิติก (ตัวทำละลาย B) เป็นเฟสเคลื่อนที่ ขนาดของอนุภาคสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้สารสกัดแทนนินมีความเข้มข้นสูงหากอนุภาคไม่เกาะกลุ่มกันในเครื่องมือสกัด เมื่อระยะเวลาที่สกัดมากก็จะทำให้แทนนินถูกสกัดออกมามากเช่นกัน และถ้าตัวทำละลาย คือ เอทานอล มีปริมาณมาก ก็จะทำให้แทนนินถูกสกัดออกมาได้มาก ในขณะที่น้ำเป็นตัวทำละลายที่สกัดแทนนินออกมาได้ต่ำที่สุด ดังนั้นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือ เอทานอล 95% มีการตั้งข้อสังเกตว่า ถ้าใช้ตัวทำละลาย คือ เอทานอล 95% สกัดเป็นเวลานานที่สุด คือ 8 ชั่วโมง จะสามารถสกัดแทนนินออกมาได้มากที่สุด คือ 19.19 % และ 17.13 % จากเปลือกไม้ 10 กรัม วิเคราะห์โดยใช้ตาราง ANOVA ซึ่งผลที่ได้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ R^2 ที่ระดับความเชื่อมั่น$p<0.0001$ ดังนั้น แสดงว่าผลที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Shoib A. Babaaและ Shahid A. Malikba (2015) ประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านจุลชีพของสารสกัดเมทานอลสกัดจากรากของ Arisaemajacquemontiiโดยใช้ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) , nitroblue tetrazolium (NBT) และทดสอบการลดลงของเฟอริก สารสกัดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในการวิเคราะห์มีค่า 64.16 ± 0.19% ใน DPPH และ 62.16 ± 0.17% ในการวิเคราะห์ NBT การลดลงของ Fe^{3+} สารประกอบเชิงซ้อน เฟอร์ไรไซยาไนด์ เป็นเฟอร์รัส (Fe^{2+}) ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและความเข้มข้นของการยับยั้งที่ต่ำสุดถูกคำนวณโดยวิธี broth dilution method สารสกัดจากรากขัดขวางการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบที่มีความเข้มข้นต่ำสุดของการยับยั้งคือ 0.24-0.41 mg/ml ตัวต้านเชื้อรายับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยที่ 28.32-36.50% การต้านเชื้อจุลินทรีย์และสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฟีนอลทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ ในการสกัด

กมณชนก วงศ์สุขสิน และ ปนัดดา ผ่านสำแดง (2558) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแทนนินจากตัวอย่างใบมันสำปะหลังที่เก็บมาจากอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา โดยศึกษาสภาวะที่ใช้ในการสกัด ได้แก่ ชนิดของตัวทำละลาย คือ น้ำ เมทานอลกับน้ำร้อยละ 30 50 7080 90 เอทานอล เอทานอลกับน้ำร้อยละ 30 50 70 80 90 และอะซีโตน อะซีโตนกับน้ำร้อยละ 30 50 70 80 90 โดยปริมาตรอัตราส่วนระหว่างตัวอย่างใบมันสำปะหลังต่อตัวทำละลาย คือ 1 : 10 1 : 20 1 : 30 และ 1 : 40 กรัมต่อมิลลิลิตร อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด คือ อุณหภูมิห้อง และ 50 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการสกัด คือ 1 3 และ 5 ชั่วโมง โดยใช้วิธีการสกัดแบบแช่ครั้งเดียว และวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนินทั้งหมดโดยให้สารที่สกัดได้ทำปฏิกิริยากับโฟลิน - เดนนีส รีเอเจนต์ แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี - วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแทนนินจากตัวอย่างใบมันสำปะหลัง คือ อะซีโตนกับน้ำร้อยละ 80 อัตราส่วน 1 : 20 ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาในการสกัด 3 ชั่วโมง ซึ่งพบว่า มีปริมาณสารแทนนินสูงที่สุด คือ 644.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เจนวิทย์ สมอคร, ปริยานุช จุลกะ และ สุรวิช วรรณไกรโรจน์ (2557) การศึกษาวัสดุปลูกทดแทนพีทมอสสำหรับต้นกล้าหม้อข้าวหม้อแกงลิงชนิด Nepenthes ampullaria ที่ได้จากเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยเปรียบเทียบการใช้พีทมอส กับการใช้ขุยมะพร้าว ขุยมะพร้าวหมัก ขุยมะพร้าว:แกลบ อัตรา 3:1 หรือขุยมะพร้าว:แกลบ:ปุ๋ยหมัก อัตรา 1:1:1 ระหว่างเดือน สิงหาคม-ตุลาคม 2556 โดยวางแผนการทดลองแบบบล็อคสมบูรณ์มี10 บล็อค ๆ ละ 4 ต้น เมื่อครบ 6 สัปดาห์พบว่าต้นที่ปลูกด้วยพีทมอสมีขนาดทรงพุ่ม ความสูง ความกว้างและความยาวใบตลอดจนน้ำหนักแห้งของยอดและรากสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับต้นที่ปลูกด้วยขุยมะพร้าวหมักดังนั้นการปลูกต้นกล้าหม้อข้าวหม้อแกงลิงชนิด Nepenthes ampullariaจึงอาจใช้ขุยมะพร้าวหมักแทนพีทมอสได้

ปริยานุช จุลกะ, พิจิตรา แก้วสอน และ ปนัดดา จีนประสม (2557) กากกาแฟเป็นเศษผงของกาแฟคั่วบดที่เหลือจากการนำไปคั้นเอาน้ำไว้ชง กากกาแฟมีอินทรียวัตถุและธาตุไนโตรเจนซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ งานวิจัยนี้จึงศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากกาแฟต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ ณ แปลงทดลอง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศในวัสดุปลูกต่างชนิด คือ T1 พีทมอส T2 ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยหมัก:กากกาแฟ อัตราส่วน 75:20:5 T3 ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 75:25 และ T4 ขุยมะพร้าว:กากกาแฟ อัตราส่วน 75:25 พบว่า การใช้พีทมอสเพียงอย่างเดียว (T1) และขุยมะพร้าว:ปุ๋ยหมัก:กากกาแฟ อัตราส่วน 75:20:5 (T2) เป็นวัสดุเพาะช่วยให้เมล็ดมีความงอกสูงที่สุด คือ 89.9% และ 87.5% ตามลาดับ การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศโดยใช้วัสดุปลูกต่างชนิด คือ T1 ขุยมะพร้าว:กาบมะพร้าวสับ:ปุ๋ยหมักอัตราส่วน 40:40:20T2, T3 และ T4 ขุยมะพร้าว:กาบมะพร้าวสับ:ปุ๋ยหมัก:กากกาแฟ อัตราส่วน 40:40:15:5, 40:40:10:10 และ 40:40:5:15 ตามลาดับ และ T5 ขุยมะพร้าว:กาบมะพร้าวสับ:กากกาแฟ อัตราส่วน 40:40:20 พบว่าต้นกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุผสมของขุยมะพร้าว:กาบมะพร้าวสับ:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 40:40:20 หรือ ขุยมะพร้าว:กาบมะพร้าวสับ:ปุ๋ยหมัก:กากกาแฟ อัตราส่วน 40:40:15.5 มีการเติบโตสูงที่สุด ทั้งนี้การเพิ่มสัดส่วนของกากกาแฟในวัสดุปลูกมีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 สารเคมี

1) กรดแทนนิก (Tannic acid) เกรดวิเคราะห์บริษัทCARLO ERBA

2) โฟลิน-เดนิส รีเอเจนต์ (Folin - Denis reagent) บริษัทCARLO ERBA

3) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เกรดวิเคราะห์ บริษัท CARLO ERBA

4) เอทานอล (Ethanol) เข้มข้น 95% เกรดการค้า องค์การสุรา กรมสรรพสามิต จังหวัดฉะเชิงเทรา ประเทศไทย

5) Buffer pH 4, 7, 9

6) กรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4) เกรดวิเคราะห์ บริษัท CARLO ERBA

7) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เกรดวิเคราะห์ บริษัท CARLO ERBA

8) กรดบอริก (Boric acid) เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

9) โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) เกรดวิเคราะห์ บริษัทLoba

10) โบโมกลีซอลกรีน (Bromocresol Green) เกรดวิเคราะห์ บริษัทAcros

11) เมธิลเรด (Methyl Red) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Fisher

12) กรดไนตริกเข้มข้น (conc.HNO_3) เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

13) คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

14) เซลิเนียม (Se) เกรดวิเคราะห์บริษัท MERCK

15) กรดไฮโดรคลอลิก (HCL) เกรดวิเคราะห์วิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

16) โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต ($HKC_8H_4O_4$) เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

17) ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

18) แอมโมเนียมโมลิบเดต [$(NH_4)_6Mo_7O_{24}{\cdot}4H_2O$] เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

19) แอมโมเนียมเมตาวานาเดต (NH_4VO_3) เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

20) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

21) สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 1000 ppm (1000 ppm K) บริษัท

22) โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23) เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต [$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2{\cdot}6H_2O$] เกรดวิเคราะห์ บริษัท CARLO ERBA

24) เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO47H2O) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Fisher

25) ออร์โทฟีแนนโทรลีน (O-phenanthroline) เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

26) แอมโมเนียมฟลูออไรค์ (NH_4F) เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

27) แอนติโมนีโพแทสเซียมตาร์เตรท ($KSbO.C_4H_4O_6$) เกรดวิเคราะห์ บริษัท CARLO ERBA

28) แอสคอบิกแอซิด เกรดวิเคราะห์ บริษัทCARLO ERBA

29) น้ำกลั่น (Distilled water)

30) กากชา (Tea Waste)

31) ขุยมะพร้าว (Coconut coir)

32) พีทมอส (Peat moss)

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible Spectrophotometer) รุ่น Genesis 10S UV-Vis ยี่ห้อ Thermo Scientific บริษัท Thermo Fisher Scientific Inc. ประเทศอังกฤษ

2) เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible Spectrophotometer) รุ่น T60 ยี่ห้อ PG Instruments บริษัท PG Instruments Limited ประเทศอังกฤษ

3) เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชั่น สเปคโทรสโกปี (Atommic Absorption Spectrophotometer) รุ่น AA-200

4) เครื่องย่อยของเจดาห์ล (Kjeldahl digestion apparatus)

5) เครื่องกลั่นของเจดาห์ล (Kjeldahldistilltion apparatus)

6) หลอดแก้ว Digestion tube ขนาด 250 ml

7) ตู้อบ (Oven) รุ่น UN55 ยี่ห้อ Memmert บริษัท Jebsen& Jessen Techonology ประเทศเยอรมนี

8) เครื่องเขย่า (Shaker) รุ่น Orbital shaker ยี่ห้อ Gallenkampบริษัท Jebsen& Jessen Techonology ประเทศเยอรมนี

9) เครื่องวัดพีเอช (pH Meter) รุ่น 827pH lab ยี่ห้อ Metrohm บริษัท Metrohm Siam ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) เตาให้ความร้อน (Hot plate) รุ่น IP 21 KLO ยี่ห้อ Fisher Scientific บริษัท Thermo Fisher Scientific Inc.ประเทศสหรัฐอเมริกา

11) ชุดสกัดซอกเลต (Soxhlet extraction set)

12) เครื่องชั่งแบบละเอียด 4 ตำแหน่ง (Analytical balance) รุ่น MS204TS ยี่ห้อ Mettler Toledo บริษัท Mettler-Toledo GmbH ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

13) เครื่องกรองสุญญากาศ (Suction pump) รุ่น Aspirator A-3s ยี่ห้อ Eyela บริษัทTokyo Rikakikai Co., LTD. U.S.A. branch office ประเทศสหรัฐอเมริกา

14) ไมโครปิเปต (Micropipet) ขนาด 1,000 µL รุ่น Pipet-Lite XLS+ ยี่ห้อ Rainin บริษัท Rainin Instrument, LLC ประเทศสหรัฐอเมริกา

15) กระดาษกรอง (Filter paper) ขนาด 42 ยี่ห้อ Whatman บริษัท GE Healthcare Life Sciences สหราชอาณาจักร

16) เซลล์ควอตซ์ (Quartz cell)

17) ตะแกรงร่อน (Sieved) ขนาด 10mesh

18) เดซิเคเตอร์ (Desiccator)

19) ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash bottle)

20) ครกหินและสากหิน (Mortar and Pestle)

21) ผ้าขาวบาง (Cheesecloth)

22) ถุงซิปล็อค (Zip lock bags)

23) ถาดสแตนเลส (Stainless steel tray)

24) กระถางพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว

25) เครื่องแก้ว (Glassware) ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 แหล่งที่มาของวัสดุ

1) กากชา กากชาที่ใช้ในการทดลองได้รับความอนุเคราะห์มาจาก บริษัท ยู-นิ เพรส ซิเดนท์ จำกัด จังหวัดนครปฐม โดยได้รับมาวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2559 ปริมาณ 20 กิโลกรัม

2) ขุยมะพร้าว และพีทมอส นำมาจากร้านค้าทั่วไป

3) ต้นกล้าสับปะรด พันธุ์ MD2 ได้รับความอนุเคราะห์มาจาก ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษารังสิต

4) เมล็ดพันธุ์ พริกขี้หนู (Bird chilli)ของบริษัท เจียไต๋ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเตรียมวัสดุปลูกจากกากชา

1) นำกากชา มาผึ่งแดดให้แห้ง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

2) นำกากชาไปบดให้ละเอียดด้วยครกหินและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 10 mesh

3) นำกากชาที่บดแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก แล้วใส่ถุงซิปล็อค จากนั้นนำไปเก็บไว้ในเดซิเคเตอร์

3.2.3 การสกัดแทนนินจากกากชา

3.2.3.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานแทนนิกเข้มข้น 1000 ppm และ 100 ppm

1) เตรียมสารละลายมาตรฐานแทนนิกเข้มข้น 1000 ppm โดยชั่งแทนนิก 0.025 กรัม ละลายในเอทานอลบริสุทธิ์และปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

2) ปิเปตสารละลายมาตรฐานแทนนิกเข้มข้น 1000 ppm มา 2.5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยเอทานอลให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร จะได้ได้สารมาตรฐานแทนนิกเข้มข้น 100 ppm

3.2.3.2 การสร้างกราฟมาตรฐานกรดแทนนิก

1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกเข้มข้น 100.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 0.50 1.00 2.00 4.00 6.00 และ 8.00 ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100.00 มิลลิลิตร 6 ขวด

2) เติมสารละลายโฟลิน - เดนนีส รีเอเจนต์ 4 หยด และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 10.00 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรเป็น 100.00 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

3) ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ในที่มืด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี - วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ และเขียนกราฟมาตรฐานของกรดแทนนิก

3.2.3.3 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในสกัดตัวอย่างกากชา และการวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนิน

1) สกัดโดยใช้เครื่องมือ Soxhletใช้อัตราส่วนกากชาต่อเอทานอล 1:30 ใส่กากชาจำนวน 5.0000 กรัม ใส่ลงบนผ้าขาวบาง และใช้สารละลายเอทานอล 95 % จำนวน 150 มิลลิลิตร

2) นำสารสกัดแทนนินที่ได้เติมโฟลิน - เดนนีส รีเอเจนต์ 4 หยด เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 10.00 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ในที่มืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 762 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี - วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ เทียบหาปริมาณสารแทนนินจากกราฟมาตรฐาน โดยใช้ระยะเวลาสกัด 1 2 และ 3 ชั่วโมง

3.2.3.4 การสกัดแทนนินจากกากชา

1) สกัดโดยใช้เครื่องมือ Soxhletใช้อัตราส่วนกากชาต่อเอทานอล 1:30 ใส่กากชาจำนวน 5.0000กรัม ใส่ลงบนผ้าข้าวบาง และใช้สารละลายเอทานอล 95 % จำนวน 150 มิลลิลิตร โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมตามข้อ 3.2.3.3

3.2.4 การเตรียมวัสดุปลูกในอัตราส่วนต่างๆ

การหาอัตราส่วนของวัสดุปลูกในการอนุบาลต้นสับปะรด พันธุ์ MD2และต้นพริกขี้หนู

3.2.4.1 อัตราส่วนของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

ย้ายกล้าต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 จากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ลงในกระถางพลาสติกขนาด 2 นิ้ว กระถางละ 1 ต้น โดยใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 4 ชนิดและนำวัสดุปลูกมาชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 3.1

3.2.4.2 อัตราส่วนของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการอนุบาลต้นพริกขี้หนู

เพาะเมล็ดพริกขี้หนูจำนวน 3 เมล็ดต่อ 1 กระถาง ลงในกระถางพลาสติกขนาด 2 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 4 ชนิดและนำวัสดุปลูกมาชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกต้นสับปะรดและต้นพริกขี้หนู

ชุดการทดลอง	ชนิดวัสดุปลูก	อัตราส่วน (%)	ปริมาณวัสดุปลูก (g)	จำนวน (กระถาง)
ชุดการทดลองที่ 1 (X)	กากชาสกัดแทนนิน:ขุยมะพร้าว	X1 ;100:0	0:35	5
	กากชาสกัดแทนนิน:ขุยมะพร้าว	X2 ;50:50	17:17	5
ชุดการทดลองที่ 2 (Y)	กากชาไม่สกัดแทนนิน: ขุยมะพร้าว	Y1 ;100:0	0:35	5
	กากชาไม่สกัดแทนนิน: ขุยมะพร้าว	Y2 ; 50:50	17:17	5
ชุดการทดลองที่ 3 (Z)	พีทมอส:ขุยมะพร้าว	Z1 ;100:0	0:35	5
	พีทมอส:ขุยมะพร้าว	Z2 ; 50:50	17:17	5

3.2.4.3 การวางแผนการทดลอง

การหาอัตราส่วนของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 และต้นพริกขี้หนู การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุปลูกในอัตราส่วนต่างๆมาปลูกต้นสับปะรด และต้นพริกขี้หนู ในการทดลองนี้ การวางแผนการทดลองเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากการทดลองมีความสม่ำเสมอของปัจจัยต่างๆ ที่ควบคุมการเจริญเติบโตของต้นสับปะรดและต้นพริก ดังนั้นในโครงงานพิเศษจึงเลือกการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) สาเหตุที่เลือกการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ เพราะต้องการศึกษาวัสดุปลูกในอัตราส่วนต่าง 100:0 และ 50:50 และกากชาที่สกัดแทนนินกับกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน โดยมีวิธีการดังนี้ จำนวนชุดการทดลองทั้งหมด 3 การทดลอง (treatment = 3)ได้แก่ ชุดการทดลอง X Y และ Z ในแต่ละชุดการทดลอง จะมีทั้งกากชาที่สกัดแทนนินและกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน ในอัตราส่วนของวัสดุปลูกก็จะแบ่งเป็น 100:0 50:50 20:80และ 80:20 ในแต่ละอัตราส่วน100:0 และ 50:50 ในแต่ละการทดลองจะทำการทดลองซ้ำ 5 ซ้ำ และทำการทดลองโดยการหาความยาวลำต้น ความยาวราก จำนวนใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง

3.2.5 การวิเคราะห์สมบัติของกากชาและวัสดุปลูก

การนำกากชา และวัสดุปลูก ได้แก่ พีทมอส และขุยมะพร้าว มาศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เป็นวัสดุปลูกพืช จำเป็นต้องศึกษาสมบัติทางเคมีบางประการเพื่อให้ทราบถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นวัสดุปลูกพืช โดยวิเคราะห์พารามิเตอร์ ดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์สมบัติของกากชาและวัสดุปลูก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์	วิธีการ/เครื่องมือวิเคราะห์
ความชื้น (Moisture)	วิธีการชั่งน้ำหนัก
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	เครื่องวัดพีเอช*
อินทรียวัตถุ (Organic Matter)	วิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และวิธีวอลค์เลย์แอนด์แบล็ค
ไนโตรเจน (Total Nitrogen)	วิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก และกลั่นแบบเจดาห์ล
ฟอสฟอรัส (Total Phosphorus)	วิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และวิธีแวนาโดโมลิบเดต
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus)	วิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และใช้สารละลายตามวิธีของเบรย์ ทู ในการสกัด
โพแทสเซียม (Total Potassium)	วิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และวิเคราะห์โดยใช้เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชัน สเปคโทรสโกปี

* ใช้อัตราส่วนระหว่างตัวอย่างกับน้ำ เท่ากับ 1:10

3.2.6 การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวัสดุปลูกในอัตราส่วนต่างๆมาเป็นวัสดุอนุบาลต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 และการเพาะเมล็ดพริกขี้หนู

1) นำต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 ลงอนุบาลในใส่วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 4 ชนิด ลงในกระถางพลาสติกขนาด 2 นิ้ว กระถางละ 1 ต้นเป็นจำนวน 5 กระถางในแต่ละชุดการทดลอง และนำเมล็ดพริกขี้หนูเพาะลงในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 4 ชนิด ลงในกระถางพลาสติกขนาด 2 นิ้ว กระถางละ3 เมล็ด เป็นจำนวน 5 กระถางในแต่ละชุดการทดลอง

2) รดน้ำวันเว้นวัน วันละ 25 มิลลิลิตรจากนั้นวางกระถางไว้ในโรงเรือน ที่คลุมด้วยสแรนที่มีความเข้มประมาณ 50 % ใช้เวลาอนุบาลพืชตั้งแต่ วันที่ 1 เมษายน 2560 ถึง วันที่ 20 พฤษภาคม 2560

3) วัดจำนวนใบของต้นสับปะรดพันธุ์ MD2 วัดความยาวลำต้นและจำนวนใบของต้นพริกขี้หนูเป็นเวลา 3 วันคือ วันที่ 3 พฤษภาคม 2560, 13 พฤษภาคม 2560 และ 20 พฤษภาคม 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) นำต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 และต้นพริกขี้หนู มากำจัดเศษวัสดุปลูกให้หลุดออกจากต้น จากนั้น บันทึกความยาวราก และจำนวนใบทันที บันทึกน้ำหนักสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 24 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์นาน 30 นาที รีบนำไปชั่งน้ำหนักแห้งทันที ในวันที่ 20 พฤษภาคม 2560

5) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาการเจริญเติบโต และนำข้อมูลความยาวรากของเมล็ดพริกขี้หนู มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกสัมพัทธ์ของเมล็ด (Percentage of Relative Seed Germination, %RSG) เปอร์เซ็นต์ความยาวรากสัมพัทธ์ (Percentage of Relative Root Growth, %RRG) จากสูตร

$$\%RSG = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกในวัสดุปลูกแต่ละสูตร}}{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกในชุดควบคุม}} \times 100$$

$$\%RRG = \frac{\text{ความยาวรากเฉลี่ยในวัสดุปลูกแต่ละสูตร}}{\text{ความยาวรากเฉลี่ยในชุดควบคุม}} \times 100$$

นำข้อมูลการรอดตายของต้นต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 และต้นพริกขี้หนูมาคำนวณหาอัตราการรอดตาย (สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ, 2554) จากสูตร

$$\text{อัตราการรอดตาย} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้ที่รอดตาย}}{\text{จำนวนต้นไม้ที่ปลูก}} \times 100$$

6) นำข้อมูลจากข้อที่ 5 มาเปรียบเทียบทางสถิตินำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analytical of Variance, ANOVA) เพื่อทดสอบว่าวัสดุปลูกแต่ละชุดการทดลองความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ถ้าพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละชุดการทดลอง จึงทำการเปรียบเทียบวัสดุปลูกแต่ละสูตรด้วยวิธี CRDเพื่อทดสอบว่าวัสดุปลูกชุดการทดลองใดบ้างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแทนนิน

เนื่องจากในกากชามีสารประกอบแทนนิน เป็นองค์ประกอบ ซึ่งสารประกอบแทนนิน มีผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของรากพืช โดยไปยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิล (Geissman และคณะ, 1971) ซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นการงอกของเมล็ด (Olszewski และคณะ, 2002) งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการสกัดสารประกอบแทนนินออกจากกากชา โดยศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบแทนนินออกมาให้ได้มากที่สุด โดยใช้วิธี Soxhlet Extraction และใช้เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย ผลของระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแทนนิน ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความเข้มข้นของแทนนินที่สกัดได้ในระยะเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้น (ppm)
1	3766.23
2	12597.40
3	11590.91

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแทนนินออกจากกากชาคือ 2 ชั่วโมง โดยสามารถสกัดแทนนินออกมาได้ 12597.40 ppm

4.2 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

ในการศึกษาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก โดยนำกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก ทั้งหมด 7 พารามิเตอร์ คือ ความชื้น (Moisture), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), อินทรียวัตถุ (Organic Matter), ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen), ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) และโพแทสเซียมทั้งหมด (Total Potassium)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 กากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส

4.2.1. ความชื้น

ผลการวิเคราะห์หาความชื้นในวัสดุปลูก โดยวิธีการชั่งน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 4.2พบว่าความชื้นของกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินและพีทมอส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.68±0.24%, 6.04±0.16% และ 4.77±0.92% ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อสกัดแทนนินออกจากกากชาโดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายเอทานอลจะไปทำลายโครงสร้างผิวของกากชา ทำให้กักเก็บความชื้นได้น้อยลง อีกทั้งกากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนินมีโครงสร้างที่จับตัวกันเป็นก้อน หนาแน่น ทำให้สามารถกักเก็บความชื้นได้มากกว่าพีทมอส

4.2.2. ความเป็นกรด-ด่าง

ผลการวิเคราะห์หาความเป็นกรด-ด่างในวัสดุปลูก โดยใช้อัตราส่วนระหว่างวัสดุปลูกต่อน้ำ เท่ากับ 1:10 และวิเคราะห์โดยใช้เครื่องวัดพีเอช ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าความเป็นกรด-ด่างของกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.77±0.02, 5.21±0.01 และ 6.07±0.18 ตามลำดับ เนื่องจากกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน มีสารประกอบแทนนินซึ่งมีหมู่ฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ทำให้กากชาที่ไม่สกัดแทนนินมีความเป็นกรดจัด (strongly acid) (สำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) ซึ่งมากกว่ากากชาที่สกัดแทนนินและพีทมอส

4.2.3. อินทรียวัตถุ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุในวัสดุปลูก โดยวิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และวิธีวอลค์เลย์แอนด์แบล็ค ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุของกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.39±0.04%, 0.12±0.04% และ 0.28±0.03% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก (Very low) (สำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) เนื่องจากในการสกัดแทนนินใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ทำให้โครงสร้างของกากชามีความหนาแน่นลดลง เมื่อนำมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์โดยใช้โพแทสเซียมไดโครเมต ซึ่งเป็นตัวออกซิไดซ์ ทำให้อินทรียวัตุในกากชาออกมาในปริมาณมากขึ้น จึงทำให้กากชาที่สกัดแทนนินมีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่ากากชาไม่สกัดแทนนิน และพีทมอสจัดเป็นอินทรียวัตถุประเภทหนึ่งเกิดจากการย่อยสลาย และทับถมของมอสเป็นเวลานาน จึงมีค่าอินทรียวัตถุสูงที่สุด

4.2.4. ไนโตรเจนทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในวัสดุปลูก โดยวิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก และกลั่นแบบเจดาห์ล ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07±0.02%, 3.79±0.01% และ 0.55±0.03% ตามลำดับ กากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน มีธีอะนินซึ่งเป็นหมู่อะมิโน มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในโครงสร้าง จึงทำให้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์สูงมาก แต่พีทมอสเป็นวัสดุที่มีธาตุอาหารต่ำจึงมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

4.2.5. ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในวัสดุปลูก โดยวิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และวิธีแวนาโดโมลิบเดต ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.061±0.00%, 0.057±0.00% และ 0.037±0.00% ตามลำดับ กากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากในกากชามีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 0.3 –0.9 เปอร์เซ็นต์ (ศุภนารถ และอัญชลี, ม.ป.ป) จึงทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของกากชามีไม่มากนัก

4.2.6. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในวัสดุปลูก โดยวิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และใช้สารละลายตามวิธีของเบรย์ ทู ในการสกัด ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.93 mg/kg, 14.78 mg/kg และ 10.89 mg/kg ตามลำดับ กากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Medium) แต่พีทมอสมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ ต่ำ (Low) (สำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

4.2.7. โพแทสเซียมทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในวัสดุปลูก โดยวิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และวิเคราะห์โดยใช้เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชัน สเปคโทรสโกปี ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าของกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.89±0.22%, 0.91±0.01% และ 0.54±0.00% ตามลำดับ กากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากในกากชามีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดประมาณ 1.5 – 2.0 เปอร์เซ็นต์ (ศุภนารถ และอัญชลี, ม.ป.ป) จึงทำให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของกากชามีไม่มากนัก

4.3 สมบัติทางเคมีของขุยมะพร้าว

งานวิจัยนี้ได้ทำการผสมขุยมะพร้าวลงในวัสดุปลูกกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอสลงไปในปริมาณ 50% ของวัสดุปลูกแต่ละชนิด เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่นิยมใช้ในการปลูกพืชทางการค้า และได้ทำการศึกษาสมบัติทางเคมีของขุยมะพร้าว ทั้งหมด 7 พารามิเตอร์ คือ ความชื้น (Moisture), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), อินทรียวัตถุ (Organic Matter), ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen), ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) และโพแทสเซียมทั้งหมด (Total Potassium) ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก (Mean±S.D.; n=3)

วัสดุปลูก	พารามิเตอร์						
	ความชื้น (%)	ความเป็นกรด-ด่าง	อินทรียวัตถุ (%)	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	โพแทสเซียมทั้งหมด (%)
กากชาที่สกัดแทนนิน 100%	5.68±0.24	5.77±0.02	0.39±0.04	4.07±0.02	0.061±0.00	11.93±0.55	0.89±0.22
กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100%	6.04±0.16	5.21±0.01	0.12±0.04	3.79±0.01	0.057±0.00	14.78±0.17	0.91±0.01
พีทมอส 100%	4.77±0.92	6.07±0.18	0.28±0.03	0.55±0.03	0.037±0.00	10.89±0.00	0.54±0.00
ขุยมะพร้าว 100%	6.85±0.54	6.09±0.06	3.20±0.03	0.25±0.03	0.035±0.00	7.10±0.17	1.39±0.01

4.4 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกกับขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50

ในการศึกษาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก โดยใช้กากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส ผสมกับขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่นิยมใช้ปลูกพืช วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก ทั้งหมด 7 พารามิเตอร์ คือ ความชื้น (Moisture), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), อินทรียวัตถุ (Organic Matter), ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen), ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) และโพแทสเซียมทั้งหมด (Total Potassium)

4.4.1. ความชื้น

ผลการวิเคราะห์หาความชื้นในวัสดุปลูก โดยวิธีการชั่งน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าความชื้นของกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.95±0.05%, 6.13±0.17% และ 4.89±0.36% ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อสกัดแทนนินออกจากกากชาโดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายเอทานอลจะไปทำลายโครงสร้างผิวของกากชา ทำให้กักเก็บความชื้นได้น้อยลง อีกทั้งกากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนินมีโครงสร้างที่จับตัวกันเป็นก้อน หนาแน่น ทำให้สามารถกักเก็บความชื้นได้มากกว่าพีทมอสและเมื่อผสมขุยมะพร้าวลงไปในวัสดุปลูก ปริมาณความชื้นเพิ่มมากขึ้นจากกากชาที่สกัดแทนนิน กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส เนื่องจากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่สามารถอุ้มน้ำได้ดี

4.4.2. ความเป็นกรด-ด่าง

ผลการวิเคราะห์หาความเป็นกรด-ด่างในวัสดุปลูก โดยใช้อัตราส่วนระหว่างวัสดุปลูกต่อน้ำ เท่ากับ 1:10 และวิเคราะห์โดยใช้เครื่องวัดพีเอช ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าความเป็นกรด-ด่างของกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.06±0.03, 5.33±0.01 และ 6.67±0.01 ตามลำดับ เนื่องจากกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน มีสารประกอบแทนนินซึ่งมีหมู่ฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ทำให้กากชาที่ไม่สกัดแทนนินมีความเป็นกรดจัด (strongly acid) (สำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) ซึ่งมากกว่ากากชาที่สกัดแทนนินและพีทมอสเมื่อผสมขุยมะพร้าวลงไปในวัสดุปลูก ทำให้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นกรดลดลงจากกากชาที่สกัดแทนนิน กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส เนื่องจากขุยมะพร้าวมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

4.4.3. อินทรียวัตถุ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุในวัสดุปลูก โดยวิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และวิธีวอลค์เลย์แอนด์แบล็ค ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุของกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.07±0.02%,0.14±0.01% และ 0.54±0.01% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก (Very low) (สำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) วัสดุปลูกที่ผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกที่ไม่ได้ผสมขุยมะพร้าว เนื่องจากการศึกษาสมบัติทางเคมีของขุยมะพร้าว ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าขุยมะพร้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง (Medium high) (สำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) จึงเป็นผลให้วัสดุปลูกที่ผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงขึ้น

4.4.4. ไนโตรเจนทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในวัสดุปลูก โดยวิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก และกลั่นแบบเจดาห์ล ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.03±0.02%, 1.91±0.02% และ 0.38±0.01% ตามลำดับ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์สูงมาก วัสดุปลูกที่ผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดลดลง เนื่องจากปริมาณกากชาที่ลดลง ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในรูปธีอะนินลดลงตามไปด้วย แต่พีทมอสเมื่อผสมกับขุยมะพร้าวทำให้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดยังคงอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

4.4.5. ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในวัสดุปลูก โดยวิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และวิธีแวนาโดโมลิบเดต ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.063±0.00%, 0.055±0.00% และ 0.041±0.00% ตามลำดับ กากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.4.6. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในวัสดุปลูก โดยวิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และใช้สารละลายตามวิธีของเบรย์ ทู ในการสกัด ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.89±0.00 mg/kg, 15.01±0.12 mg/kg และ 13.18±0.00 mg/kg ตามลำดับ กากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอสมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง (Medium) (สำนักวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

4.4.7. โพแทสเซียมทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในวัสดุปลูก โดยวิธีย่อยด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก และวิเคราะห์โดยใช้เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชัน สเปคโทรสโกปี ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าความเป็นกรด-ด่างของกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.14±0.02%, 1.28±0.01% และ 0.97±0.01% ตามลำดับ วัสดุปลูกที่ผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเพิ่มขึ้นเนื่องจากการศึกษาสมบัติทางเคมีของขุยมะพร้าว ดังแสดงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกกับขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50 (Mean±S.D.; n=3)

วัสดุปลูก	พารามิเตอร์						
	ความชื้น (%)	ความเป็นกรด-ด่าง	อินทรียวัตถุ (%)	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	โพแทสเซียมทั้งหมด (%)
กากชาที่สกัดแทนนิน 50:50	5.95±0.05	6.06±0.03	1.07±0.02	2.03±0.02	0.063±0.00	14.89±0.00	1.14±0.01
กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 50:50	6.13±0.17	5.33±0.01	0.14±0.01	1.91±0.02	0.055±0.00	15.01±0.12	1.28±0.01
พีทมอส 50:50	4.89±0.36	6.67±0.01	0.54±0.01	0.38±0.01	0.041±0.00	13.18±0.17	0.97±0.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.5 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ในวัสดุปลูกกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100%

4.5.1 อัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้อัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า มีอัตราการรอดตาย เท่ากันในทุกอัตราส่วนของวัสดุปลูก คือ 100% เนื่องจากต้นสับปะรด พันธุ์ MD 2 เป็นพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทำให้พืชมีความแข็งแรง จึงเจริญเติบโตได้ดี ส่งผลให้มีอัตราการรอดตายสูง ดังแสดงในตารางที่ 4.4

4.5.2 ความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้ความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเทอร์กี้ พบว่าวัสดุปลูกกากชาที่สกัดแทนนิน 100% ให้ความยาวรากแตกต่างจากวัสดุปลูกกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน100% อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกากชาที่สกัดแทนนินมี ปริมาณความชื้น, อินทรียวัตถุ, ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด สูงกว่ากากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และพีทมอส 100% ไม่แตกต่างจากกากชาที่สกัดแทนนิน 100% และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

4.5.3. จำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้จำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 น้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้น้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเทอร์กี้ พบว่ากากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% แตกต่างจากกากชาที่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% มี ปริมาณความชื้น, อินทรียวัตถุ, ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดน้อยกว่าวัสดุปลูกกากชาที่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และกากชาที่สกัดแทนนิน 100% ไม่แตกต่างจาก พีทมอส 100% อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

4.5.5 น้ำหนักแห้งของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้น้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

4.6 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ในวัสดุปลูกกับขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50

4.6.1 อัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้อัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่า มีอัตราการรอดตาย เท่ากันในทุกอัตราส่วนของวัสดุปลูก คือ 100% เนื่องจากต้นสับปะรด พันธุ์ MD 2 เป็นพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทำให้พืชมีความแข็งแรง จึงเจริญเติบโตได้ดี ส่งผลให้มีอัตราการรอดตายสูง ดังแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 ความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้ความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

4.6.3. จำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้จำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

4.6.4 น้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้น้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเทอร์กี้ พบว่ากากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 แตกต่างจาก กากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 มี ปริมาณความชื้น, อินทรียวัตถุ, ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดน้อยกว่าวัสดุปลูกกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างจาก พีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

4.6.5 น้ำหนักแห้งของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้น้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 แตกต่างกันอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเทอร์กี้ พบว่ากากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 แตกต่างจาก กากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าผลของน้ำหนักแห้งสอดคล้องกับน้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 และกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างจาก พีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

4.7 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนู ในวัสดุปลูกกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100%

4.7.1 อัตราการงอกของต้นพริกขี้หนู

จากการศึกษาการงอกของเมล็ดพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ จำนวน 90 เมล็ด พบว่าจำนวนเมล็ดพริกขี้หนูที่งอกจากวัสดุปลูกสูตรต่างๆ ใกล้เคียงกัน แต่เมล็ดพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูกกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% ไม่พบการงอกของเมล็ดพริกขี้หนูเนื่องจากในกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% มีสารประกอบแทนนิน ซึ่งเป็นสารยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (Geissman และคณะ, 1971) และยับยั้งการงอกเมล็ด อีกทั้งยังเป็นพิษต่อราก (Muthukumar และคณะ, 1985) และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% มีปริมาณความชื้น และค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

4.7.2 อัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้อัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน ไม่พบการงอกของเมล็ด อัตราการรอดตายจึงเป็น 0% และกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.3 ความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้ความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนู ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.7.4 ความยาวรากของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้ความยาวรากของต้นพริกขี้หนูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% ไม่พบการงอกของเมล็ด จึงไม่พบความยาวรากของต้นพริกขี้หนู และกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

4.7.5. จำนวนใบของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้จำนวนใบของต้นพริกขี้หนูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน ไม่พบการงอกของเมล็ด จึงไม่พบใบของต้นพริกขี้หนู และกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

4.7.6 น้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้น้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน ไม่พบการงอกของเมล็ด จึงไม่พบน้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนู และกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.7 น้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 2 คู่ให้น้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน ไม่พบการงอกของเมล็ด จึงไม่พบน้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนู และกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

4.8 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนู ในวัสดุปลูกกับขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50

4.8.1 อัตราการงอกของต้นพริกขี้หนู

จากการศึกษาการงอกของเมล็ดพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ จำนวน 90 เมล็ด พบว่าจำนวนเมล็ดพริกขี้หนูที่งอกจากวัสดุปลูกสูตรต่างๆ ใกล้เคียงกัน และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้อัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่สกัดแทนนิน 100%, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพีทมอส 100% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

4.8.2 อัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้อัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน มีอัตราการรอดตายสูง คือ 93.33% เนื่องจากการผสมขุยมะพร้าวทำให้โครงสร้างในวัสดุปลูกมีความโปร่ง ไม่หนาแน่น รากจึงชอนไชผ่านวัสดุปลูกได้ดี และกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.3 ความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้ความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเทอร์กี้ พบว่า พีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 แตกต่างจากกากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากวัสดุปลูกพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 มีความยาวมาก ทำให้พืชสามารถหาอาหารไปเลี้ยงลำต้นได้ดี จึงส่งผลให้มีความยาวลำต้นมาก และกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างจาก กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 อย่างมีนัยสำคัญ

4.8.4 ความยาวรากของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้ความยาวรากของต้นพริกขี้หนู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเทอร์กี้ พบว่าพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 แตกต่างจากกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และกากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 มีการผสมขุยมะพร้าวทำให้โครงสร้างในวัสดุปลูกมีความโปร่ง ไม่หนาแน่น รากชอนไชผ่านวัสดุปลูกได้ดี จึงเจริญเติบโตได้ดี ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างจาก กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

4.8.5. จำนวนใบของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้จำนวนใบของต้นพริกขี้หนูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.6 น้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้น้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

4.8.7 น้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนู

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) พบว่า วัสดุปลูกอย่างน้อย 1 คู่ให้น้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกากชาที่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50, กากชาที่ไม่สกัดแทนนินต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 และพีทมอสต่อขุยมะพร้าว อัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 (Mean±S.D.; n=5)

วัสดุปลูก	พารามิเตอร์				
	อัตราการรอดตาย (%)	ความยาวราก (cm)	จำนวนใบ (ใบ)	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)
กากชาที่สกัดแทนนิน 100%	100±0.00	6.08±1.05	11±2.45	1.5302±0.27	0.1487±0.03
กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100%	100±0.00	3.26±1.79	10±1.64	0.7870±0.24	0.1070±0.03
พีทมอส 100%	100±0.00	4.72±1.05	11±1.30	1.5553±0.16	0.1442±0.01
กากชาที่สกัดแทนนิน 50:50	100±0.00	6.10±0.89	11±0.84	1.6437±0.06	0.19650±0.05
กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 50:50	100±0.00	4.3±2.38	11±1.14	0.9241±0.31	0.0989±0.02
พีทมอส 50:50	100±0.00	5.32±1.30	11±0.55	1.9295±0.31	0.1945±0.06

ตารางที่ 4.5 อัตราการงอกของต้นพริกขี้หนู

วัสดุปลูก	จำนวนเมล็ดที่งอก (เมล็ด)	ความยาวรากเฉลี่ย (ซม.)	ความยาวลำต้นเฉลี่ย (ซม.)	การงอกสัมพัทธ์ของเมล็ด (%)	ความยาวรากสัมพัทธ์ (%)
กากชาที่สกัดแทนนิน 100%	15	0.77	3.17	100	19.4
กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100%	0	0	0	0	0
พีทมอส 100%	15	3.5	2.25	100	88.16
กากชาที่สกัดแทนนิน 50:50	15	3.12	2.85	100	78.59
กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 50:50	15	4.7	3.26	100	18.39
พีทมอส 50:50	13	8.2	3.382	86.67	206.55

ตารางที่ 4.6 ผลศึกษาการเจริญเติบโตของพริกขี้หนู (Mean±S.D.; n=5

วัสดุปลูก	พารามิเตอร์						
	อัตราการงอก (%)	อัตราการรอดตาย (%)	ความยาวลำต้น (cm)	ความยาวราก (cm)	จำนวนใบ (ใบ)	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)
กากชาที่สกัดแทนนิน 100:0	100±0.00	13.33±0.89	3.1667±1.42	0.77±0.49	4±1.79	0.05±0.00	0.0118±0.00
กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100:0	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00
พีทมอส 100:0	100±0.00	20±1.55	2.25±1.98	8.2±2.87	2±2.07	0.0353±0.01	0.0146±0.00
กากชาที่สกัดแทนนิน 50:50	100±0.00	86.67±0.55	2.85±0.65	3.12±1.18	3±1.00	0.0455±0.01	0.0123±0.00
กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 50:50	100±0.00	93.33±0.45	3.26±0.33	4.7±1.37	3±1.34	0.0674±0.03	0.0149±0.00
พีทมอส 50:50	86.67±4.20	86.67±4.32	3.38±1.26	5.86±2.55	3±1.10	0.0471±0.02	0.0133±0.01

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลวิจัย

5.1.1 ผลของการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแทนนิน

จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแทนนิน พบว่า ระยะเวลาที่สกัดแทนนินออกมาได้มากที่สุด คือ 2 ชั่วโมง

5.1.2 ผลของการเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของกากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน กับพีทมอส

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีของกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีสมบัติทางเคมีใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกทางการเกษตรได้

5.1.3 ผลของการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กากชาที่สกัดแทนนิน และไม่สกัดแทนนินเป็นวัสดุปลูก เปรียบเทียบกับพีทมอส

1. จากการศึกษาอัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 พบว่า กากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีอัตราการรอดตายเท่ากันในทุกอัตราส่วนของวัสดุปลูก คือ 100%

2. จากการศึกษาอัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนู พบว่า กากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีอัตราการรอดตายสูงในทุกอัตราส่วนของวัสดุปลูก

3. จากการศึกษาอัตราการงอกของต้นพริกขี้หนู พบว่า กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน ไม่พบอัตราการงอกของเมล็ดพริกขี้หนู

4. จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 พบว่า กากชาที่สกัดแทนนิน มีการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ดีกว่า คือ ให้ค่าความยาวราก, น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง สูงกว่า กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนู พบว่า กากชาที่สกัดแทนนิน มีการเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนู ดีกว่า คือ ให้ค่าความยาวลำต้น, ความยาวราก, น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง สูงกว่า กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส

5.1.4 ผลของการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กากชาที่สกัดแทนนิน และไม่สกัดแทนนินเป็นวัสดุปลูก ผสมกับขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 50:50 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่นิยมใช้ทางการค้า เปรียบเทียบกับพีทมอสผสมกับขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 50:50

1. จากการศึกษาอัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 พบว่า เมื่อผสมขุยมะพร้าวใน กากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีอัตราการรอดตายเท่ากันในทุกอัตราส่วนของวัสดุปลูก คือ 100%

2. จากการศึกษาอัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนู พบว่า เมื่อผสมขุยมะพร้าวในกากชาที่สกัดแทนนิน, กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส มีอัตราการรอดตายสูงในทุกอัตราส่วนของวัสดุปลูก

3. จากการศึกษาอัตราการงอกของต้นพริกขี้หนู พบว่า เมื่อผสมขุยมะพร้าวใน กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน พบอัตราการงอกของเมล็ดพริกขี้หนูสูงกว่า กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน 100% และพบอัตราการงอกของต้นพริกขี้หนูใน กากชาที่สกัดแทนนิน และพีทมอส สูงเช่นกัน

4. จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 พบว่า เมื่อผสมขุยมะพร้าว กากชาที่สกัดแทนนิน มีการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ดีกว่า คือ ให้ค่าความยาวราก, น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง สูงกว่า กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส

5. จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนู พบว่า เมื่อผสมขุยมะพร้าวในพีทมอส มีการเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนู ดีกว่า คือ ให้ค่าความยาวลำต้น, ความยาวราก, น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง สูงกว่า กากชาที่ไม่สกัดแทนนิน และพีทมอส

5.1.5 ผลของการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากชาที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตชาเขียว พร้อมดื่มที่สกัดแทนนิน และไม่สกัดแทนนินมาทดแทนพีทมอส

เมื่อนำกากชามาสกัดแทนนิน โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง, ความชื้น, อินทรียวัตถุ และธาตุอาหารหลัก เพิ่มขึ้น จากกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบกับพีทมอส กากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน ให้ปริมาณความชื้น, อินทรียวัตถุ และธาตุอาหารหลัก ใกล้เคียงกับพีทมอส ดังนั้นสามารถนำกากชาที่สกัดแทนนิน และกากชาที่ไม่สกัดแทนนิน มาทดแทนพีทมอสซึ่งเป็นวัสดุปลูกจากธรรมชาติได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้สารที่มีขั้วแรงกว่า เอทานอล ในการสกัดแทนนินออกจากกากชา เช่น ไดเมทริลซัลโฟไซด์, บิวทิลแอลกอฮอล์ เป็นต้น

2. วัสดุปลูกกากชา เมื่อรดน้ำจะมีความชื้นมาก และจับตัวกันเป็นก้อน ทำให้เกิดเชื้อรา ถ้าหากนำวัสดุปลูกกากชามาใช้ จะต้องควบคุมความชื้นให้คงที่ หรือใช้สารเคมีในการกำจัดเชื้อรา

3. ในการอนุบาลต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ควรเพิ่มระยะเวลาในการศึกษา เนื่องจากต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 เป็นพืชที่เจริญเติบโตช้า จึงไม่เห็นการเจริญเติบโตที่ชัดเจน

4. ในการปลูกพืชเพาะเมล็ด อาจจะต้องทำการเพาะเมล็ดพืชให้เกิดการงอกขึ้นมาก่อน จึงจะสามารถนำมาปลูกในวัสดุปลูกกากชา

5. ถ้าหากจะนำกากชาไปเป็นวัสดุปลูกพืชเพาะเมล็ดจะต้องทำการสกัดแทนนินออกก่อน หรือต้องผสมวัสดุปรับปรุงดิน เช่น ขุยมะพร้าว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กมณชนก วงศ์สุขสิน และปนัดดา ผ่านสำแดง.2558. “การสกัดแทนนินจากใบมันสำปะหลัง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี,มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. **คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์ เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน.

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2544. **คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย** [Online]. Available http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/main/view.php?group=3&id=85

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2549. **ดื่มชาเขียวถูกวิธีปริมาณพอเหมาะ ช่วยลดความดันไขมันในเส้นเลือด**[Online]. Available :http://www.anamai.moph.go.th/ewt_news.php?nid=7610

ขุนพล พงษ์มณี, อรประพันธ์ ส่งเสริม, และวรรณ ชีวปรีชา. 2552. **การใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในสุกรขุน.โครงการ“การทดสอบสมุนไรในสัตว์.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ม.ป.ป. **วัสดุปลูกที่ใช้ในการขยายพันธุ์และปลูกพืช.** [Online]. Available :http://web.agri.cmu.ac.th/hort/course/359301/pprop/2.greenhouse/soil.html

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธเนศ ภู่จำปา, ฐิติผกา ช้างภู่ และจุฑารัตน์ จึงตระกูล. 2553. “การศึกษาความเป็นไปได้การนำกากตะกอนจากการบำบัดของโรงไฟฟ้าเป็นวัสดุปลูก.”ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิพัฒน์ ลิ้มสงวน.2547. “การศึกษากระบวนการสกัด คุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ และสารต้านอนุมูลอิสระ ของคาเทชินจากชาเขียวของไทย.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บ้านเฟิร์น. 2555. **พีทมอส (Peat moss).** [Online]. Available :https://banfern.wordpress.com/2012/10/13/peatmoss

ปนิศา นมัสการ, สุภาพร รัตนพลที และอนุชสรา คำตัน. 2555. “การศึกษาสารสกัดจากใบสาบเสือกับยาปฏิชีวนะในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย.” ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคธัญบุรี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกร รามกุล. 2553. “นวัตกรรมตัวดูดซับแทนนินในการแยกโลหะจากสารละลาย.”วารสารวิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปริยานุช จุลกะ, พิจิตรา แก้วสอน และปนัดดา จีนประสม. 2557.“ผลของการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากกาแฟต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ.”*ว.วิทย์.กษ.* 45(2)พิเศษ :349-352

พรพิมล สุริยภัทร. 2552. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชา สรีรวิทยาของพืช (1202320).** มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2550. **การตรวจสอบและการสกัดแยกสาระสำคัญจากสมุนไพร.**พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระวิทย์. 2557. **สับปะรด MD2 :MD2 Pineapple** [Online]. Available :http://vcanfit.blogspot.com/2014/11/md2-md2-pineapple.html

สราวุธ เรืองเอี่ยม. 2554. “เปิดตัวสับปะรดพันธุ์ใหม่ MD2.”*วารสารเส้นทางกสิกรรม.ชมรมเผยแพร่ความรู้ทางการเกษตร จังหวัดพิจิตร.*

วนิตา จาดดำ.2548. “การศึกษาคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากกากชาเขียวที่ผลิตโดยเครื่องอัดแบบเกลียว.”วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีสิ่งแวดล้อม,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศุภนารถ เกตุเจริญ และอัญชลี พัดมีเทศ. ม.ป.ป. **ชา.**กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม(จัดทำเอกสารอิเล็กทรอนิกส์).

เจนวิทย์ สมอคร, ปริยานุช จุลกะ และสุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2557. **วัสดุปลูกทดแทนพีทมอสสำหรับต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง.** *วารสารแก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3.* มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เว็บเพื่อพืชเกษตรไทย. 2554.**พริกขี้หนู(Hot chilli) สรรพคุณ และการปลูกพริกขี้หนู.** [Online]. Available :http://puechkaset.com/hotchilli

ไทยรัฐฉบับพิมพ์.2559.**พริกขี้หนูสวนพันธุ์ใหม่ เผ็ดทนแล้ง...หอมแก้จน.** [Online]. Available :http://www.thairath.co.th/content/567339

Amar Ahmadi bin Thalip, Tong P.S. and Casey Ng. 2558. “The MD2 Super Sweet pineapple *Ananascomosus*).”AgricultureScience Journal,

Estrella Aspéand Katherina Fernández. 2011. “The effect of different extraction techniques on extraction yield, total phenolic, and anti-radical capacity of extracts from Pinus radiata Bark.”Industrial Crops and Products 34 (2011) 838–844

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Geissman, T.A., Corcoran, M.R. and Phinney, B.O., 1971, Tannins as Gibberellin Antagonists, Plant Physiology, 49: 323-330.

Hilary Y. BaldosanoMa. Beatriz Micaela G. Castillo,Chantal Danica H. ElloranandFlorinda T. Bacani. 2015. "Effect of Particle Size, Solvent and Extraction Time on Tannin Extract from Spondiaspurpurea Bark Through Soxhlet Extraction." DLSU Research Congress

Mutukumar, G., Sivaramakrishnan, R. and Mahadevan, A. 1985."Effect of Tannins on Plants and on Their Productivity." Proceedings of the Indian National Science Academy. 51(2): 270-281.

Shoib A. BabaaandShahid A. Malikba. 2014."Determination of total phenolic and Flavonoidcontent, antimicrobialand antioxidant activity of a root extract of *Arisaemajacquemontii*Blume." Journal of Taibah University for Science 9 (2015) 449–454

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ตารางที่ ก.1 ความชื้น (Moisture) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	ความชื้น (%)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
ขุยมะพร้าว (B)	1	5.0013	4.661	7.3	6.85	0.54
	2	5.0321	4.7358	6.26		
	3	5.0222	4.6938	7		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	1	5.0119	4.7422	5.69	5.86	0.24
	2	5.0221	4.7311	6.13		
	3	5.0095	4.7365	5.76		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	1	5.0081	4.7311	5.85	6.04	0.16
	2	5.0214	4.7323	6.11		
	3	5.0211	4.7301	6.15		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	1	5.0091	4.733	5.83	4.77	0.92
	2	5.0325	4.8284	4.23		
	3	5.0237	4.8193	4.24		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	1	5.0233	4.7424	5.92	5.95	0.05
	2	5.0167	4.7326	6.00		
	3	5.0033	4.7238	5.92		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	1	5.0166	4.7203	6.28	6.13	0.17
	2	5.0171	4.7255	6.17		
	3	5.0111	4.7301	5.94		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	1	5.0091	4.733	5.83	4.77	0.92
	2	5.0325	4.8284	4.23		
	3	5.0237	4.8193	4.24		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

ตัวอย่าง	ครั้งที่	pH	ค่าเฉลี่ย	S.D.
ขุยมะพร้าว (B)	1	6.15	6.09	0.06
	2	6.06		
	3	6.05		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	1	5.79	5.77	0.02
	2	5.78		
	3	5.76		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	1	5.22	5.21	0.01
	2	5.21		
	3	5.21		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	1	5.87	6.07	0.18
	2	6.1		
	3	6.23		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	1	6.03	6.06	0.03
	2	6.06		
	3	6.08		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	1	5.32	5.33	0.01
	2	5.33		
	3	5.33		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	1	6.63	6.67	0.01
	2	6.64		
	3	6.64		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter, OM) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตรของสารละลาย FAS (มิลลิลิตร)	Organic Matter (%)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
Blank	1	-	13.50	-	-	-
	2		13.48			
	3		13.45			
ขุยมะพร้าว (B)	1	1.0013	7.00	3.23	3.20	0.03
	2	1.002	7.10	3.18		
	3	1.0016	7.06	3.19		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	1	1.0031	12.70	0.40	0.39	0.04
	2	1.0025	12.64	0.42		
	3	1.004	12.75	0.35		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	1	1.0025	13.00	0.16	0.12	0.04
	2	1.0030	13.05	0.11		
	3	1.0031	12.98	0.09		

ตารางที่ ก.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter, OM) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ (ต่อ)

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตรของสารละลาย FAS (มิลลิลิตร)	Organic Matter (%)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	1	1.0027	12.90	0.30	0.28	0.03
	2	1.0030	12.88	0.30		
	3	1.0033	12.95	0.25		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	1	1.0023	11.30	1.09	1.07	0.02
	2	1.0033	11.33	1.07		
	3	1.0030	11.35	1.05		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	1	1.0018	13.20	0.15	0.14	0.01
	2	1.0025	13.21	0.13		
	3	1.0022	13.18	0.13		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	1	1.0026	12.40	0.55	0.54	0.01
	2	1.0020	12.41	0.53		
	3	1.0025	12.38	0.53		

ตัวอย่างการคำนวณ

หาปริมาณอินทรียวัตถุ (%) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ จากสูตร

$$\text{OM (\%)} = \frac{(B-T)N}{B} \times \frac{100}{77} \times \frac{100}{58} \times \frac{3}{1000} \times \frac{100}{W} \times 10$$

โดยที่ B = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

T = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต (นอร์มอล)

W = น้ำหนักวัสดุปลูก (กรัม)

$$\text{OM (\%)} = \frac{(13.48-7.05)(1)}{13.48} \times \frac{100}{77} \times \frac{100}{58} \times \frac{3}{1000} \times \frac{100}{1.0016} \times 10$$

OM = 3.20 %

*ตัวอย่างอื่นๆ คำนวณในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ปริมาณไนโตรเจน (Total Nitrogen) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตรของกรด HCl (มิลลิลิตร)	ความเข้มข้นของกรด HCl (นอร์มอล)	ไนโตรเจน (%)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
Blank	1	-	0.40	0.1046	-	-	-
	2		0.30	0.1046			
	3		0.20	0.1046			
ขุยมะพร้าว (B)	1	1.0006	1.90	0.1046	0.22	0.25	0.03
	2	1.0010	2.00	0.1046	0.25		
	3	1.0011	2.05	0.1046	0.27		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	1	1.0005	28.20	0.1046	4.07	4.07	0.02
	2	1.0011	28.00	0.1046	4.05		
	3	1.0013	28.18	0.1046	4.09		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	1	1.0002	26.20	0.1046	3.78	3.79	0.01
	2	1.0005	26.28	0.1046	3.81		
	3	1.0003	26.00	0.1046	3.78		

ตารางที่ ก.4 ปริมาณไนโตรเจน (Total Nitrogen) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ (ต่อ)

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก (กรัม).	ปริมาตรของกรด HCl (มิลลิลิตร)	ความเข้มข้นของกรด HCl (นอร์มอล)	ไนโตรเจน (%)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	1	1.0003	4.05	0.1046	0.53	0.55	0.02
	2	1.0000	4.10	0.1046	0.56		
	3	1.0005	4.06	0.1046	0.57		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	1	1.0041	14.20	0.1046	2.01	2.03	0.02
	2	1.0036	14.21	0.1046	2.03		
	3	1.0042	14.25	0.1046	2.05		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	1	1.0024	13.55	0.1046	1.92	1.91	0.02
	2	1.0020	13.20	0.1046	1.89		
	3	1.0026	13.25	0.1046	1.91		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	1	1.0000	2.90	0.1046	0.37	0.38	0.01
	2	1.0010	2.91	0.1046	0.38		
	3	1.0004	2.90	0.1046	0.40		

ตัวอย่างการคำนวณ

หาปริมาณไนโตรเจน (%) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ จากสูตร

$$\text{ไนโตรเจน (\%)} = \frac{(a-b)c \times 1.401}{g}$$

โดยที่ b = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตกับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

a = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอลิกที่ไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

c = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอลิก (นอร์มอล)

g = น้ำหนักวัสดุปลูก (กรัม)

$$\text{ไนโตรเจน (\%)} = \frac{(1.98-0.3)(0.1046) \times 1.401}{1.0009}$$

ไนโตรเจน = 0.25 %

*ตัวอย่างอื่นๆ คำนวณในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก (กรัม)	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจากกราฟ (ppm)	ฟอสฟอรัส (%)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
Blank	1	-	0.000	-	-	-	-
	2		0.000				
	3		0.000				
ขุยมะพร้าว (B)	1	1.0000	0.210	3.467	0.035	0.035	0.00
	2	1.0002	0.210	3.467	0.035		
	3	1.0000	0.212	3.504	0.04		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	1	1.0007	0.353	6.086	0.061	0.061	0.00
	2	1.0011	0.355	6.123	0.061		
	3	1.0009	0.356	6.141	0.061		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	1	1.0002	0.330	5.665	0.057	0.057	0.00
	2	1.0005	0.331	5.683	0.057		
	3	1.0003	0.331	5.683	0.057		

ตารางที่ ก.5 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ (ต่อ)

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก (กรัม)	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจากกราฟ (ppm)	ฟอสฟอรัส (%)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	1	1.0003	0.222	3.687	0.037	0.037	0.00
	2	1.0000	0.222	3.687	0.037		
	3	1.0005	0.224	3.687	0.037		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	1	1.0008	0.362	6.251	0.063	0.063	0.00
	2	1.0010	0.365	6.306	0.063		
	3	1.0005	0.366	6.324	0.063		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	1	1.0024	0.320	5.482	0.055	0.055	0.00
	2	1.0020	0.321	5.500	0.055		
	3	1.0026	0.321	5.500	0.055		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	1	1.0000	0.244	4.090	0.041	0.041	0.00
	2	1.0010	0.244	4.090	0.041		
	3	1.0004	0.244	4.090	0.041		

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การสร้างกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นของสารละลายฟอสฟอรัส (ppm)	ค่าดูดกลืนแสง
0.0	0.000
2.0	0.138
4.0	0.219
6.0	0.335
8.0	0.443
10.0	0.546
12.0	0.678

2. หาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน

จากกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส ได้สมการดังนี้

$$Y = 0.0546X + 0.0207$$

แทนค่า Y ด้วยค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง เท่ากับ 0.210 จะได้ค่า X = 3.47

ดังนั้นความเข้มข้นของฟอสฟอรัส เท่ากับ 3.47 ppm

*ตัวอย่างอื่นๆ คำนวณในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ จากสูตร

$$\text{ฟอสฟอรัสทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{r} \times 100 \times \text{d.f.} \times 100}{10^6 S}$$

โดยที่ r = ความเข้มข้นที่อ่านได้จากเครื่อง

d.f.= dilution factor

S =น้ำหนักวัสดุปลูก (กรัม)

$$\text{ฟอสฟอรัสทั้งหมด (\%)} = \frac{6.086 \times 100 \times 100}{10^6 \times 1.0000}$$

ฟอสฟอรัสทั้งหมด = 0.061 %

*ตัวอย่างอื่นๆ คำนวณในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตรน้ำยาสกัด (มิลลิลิตร)	เจือจาง (เท่า)	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจากกราฟ (mg/kg)	ฟอสฟอรัส (mg/kg)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
Blank	1	-	-	-	0.000	-	-	-	-
	2				0.000				
	3				0.000				
ขุยมะพร้าว (B)	1	1.0000	10	10	0.029	0.69	6.90	7.10	0.17
	2	1.0002	10	10	0.030	0.72	7.19		
	3	1.0000	10	10	0.030	0.72	7.20		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	1	1.0007	10	10	0.047	1.14	11.32	11.93	0.55
	2	1.0011	10	10	0.05	1.21	12.09		
	3	1.0009	10	10	0.051	1.24	12.39		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	1	1.0018	10	10	0.06	1.46	14.57	14.78	0.17
	2	1.0016	10	10	0.061	1.49	14.88		
	3	1.0010	10	10	0.061	1.49	14.88		

ตารางที่ ก.6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ (ต่อ)

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตรน้ำยาสกัด (มิลลิลิตร)	เจือจาง (เท่า)	ค่าดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจากกราฟ (mg/kg)	ฟอสฟอรัส (mg/kg)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	1	1.0008	10	10	0.045	1.09	10.891	10.89	0.00
	2	1.0015	10	10	0.045	1.09	10.884		
	3	1.0009	10	10	0.045	1.09	10.89		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	1	1.0008	10	10	0.061	1.49	14.89	14.89	0.00
	2	1.0010	10	10	0.061	1.49	14.89		
	3	1.0005	10	10	0.061	1.49	14.89		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	1	1.0009	10	10	0.061	1.49	14.88	15.01	0.12
	2	1.0010	10	10	0.062	1.51	15.08		
	3	1.0012	10	10	0.062	1.51	15.09		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	1	1.0008	10	10	0.054	1.310	13.09	13.18	0.17
	2	1.0014	10	10	0.054	1.310	13.08		
	3	1.0016	10	10	0.055	1.340	13.38		

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การสร้างกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นของสารละลายฟอสฟอรัส (ppm)	ค่าดูดกลืนแสง
0.0	0.000
1.0	0.040
2.0	0.083
3.0	0.122
4.0	0.161
5.0	0.207
6.0	0.242
8.0	0.321

2. หาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน

จากกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส ได้สมการดังนี้

$$Y = 0.0403X + 0.0011$$

แทนค่า Y ด้วยค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง เท่ากับ 0.029 จะได้ค่า X = 0.69

ดังนั้นความเข้มข้นของฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.69ppm

*ตัวอย่างอื่นๆ คำนวณในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(mg/kg) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ จากสูตร

$$\text{ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)} = \frac{B \times X}{A}$$

โดยที่ B = สารละลายสกัด (มิลลิลิตร)

X = ค่าที่อ่านได้ เมื่อวัดค่าเทียบกับ standard set

A= น้ำหนักวัสดุปลูก (กรัม)

$$\text{ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)} = \frac{10 \times 0.69}{1.0000}$$

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ = 6.90 mg/kg

*ตัวอย่างอื่นๆ คำนวณในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ปริมาณโพแทสเซียม (Total Potassium) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก (กรัม)	ค่า Emission	ความเข้มข้นของโพแทสเซียมจากกราฟ (ppm)	เจือจาง (เท่า)	โพแทสเซียม (ppm)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
Blank	1	-	11	-	-	-	-	-
	2		39					
	3		62					
ขุยมะพร้าว (B)	1	1.0026	26792	1.387	100	1.383	1.39	0.01
	2	1.0023	27078	1.403	100	1.400		
	3	1.0027	26918	1.394	100	1.390		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	1	1.0031	15704	0.760	100	0.758	0.89	0.22
	2	1.0027	15880	0.770	100	0.768		
	3	1.0026	15663	1.148	100	1.145		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	1	1.0016	18273	0.906	100	0.90	0.91	0.01
	2	1.0019	18502	0.918	100	0.92		
	3	1.0022	18558	0.922	100	0.92		

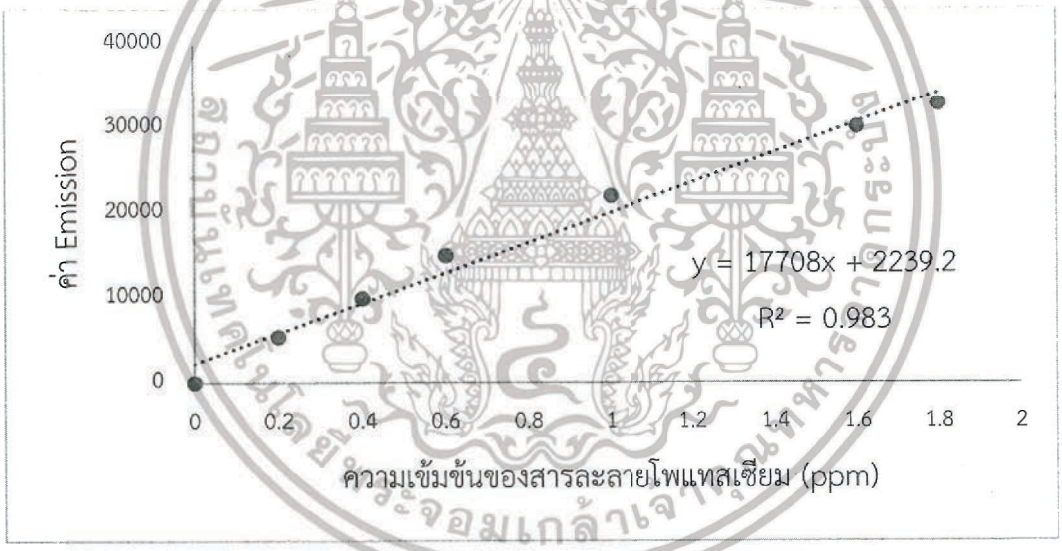
ตารางที่ ก.7 ปริมาณโพแทสเซียม (Total Potassium) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ (ต่อ)

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนัก (กรัม)	ค่า Emission	ความเข้มข้นของโพแทสเซียมจากกราฟ (ppm)	เจือจาง (เท่า)	โพแทสเซียม (ppm)	ค่าเฉลี่ย	S.D.
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	1	1.0027	11800	0.540	100	0.54	0.54	0.00
	2	1.0025	11818	0.541	100	0.54		
	3	1.0026	11823	0.541	100	0.54		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	1	1.0029	22364	1.137	100	1.13	1.14	0.01
	2	1.0025	22292	1.132	100	1.13		
	3	1.0024	22574	1.148	100	1.15		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	1	1.0034	25050	1.288	100	1.28	1.28	0.01
	2	1.0032	25119	1.292	100	1.29		
	3	1.0034	24919	1.280	100	1.28		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	1	1.0017	19473	0.973	100	0.97	0.97	0.01
	2	1.0019	19326	0.965	100	0.96		
	3	1.0023	19551	0.978	100	0.98		

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การสร้างกราฟมาตรฐานโพแทสเซียม

ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียม (ppm)	ค่าEmission
0.0	5.0
0.2	5364.0
0.4	9895.0
0.6	14888.0
1.0	21901.0
1.6	32736.0
1.8	5.0



2. หาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน

จากกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส ได้สมการดังนี้

Y = 17708X + 2239.2

แทนค่า Y ด้วยค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง เท่ากับ 26929 จะได้ค่า X = 1.39

ดังนั้นความเข้มข้นของฟอสฟอรัส เท่ากับ 1.39ppm

*ตัวอย่างอื่นๆ คำนวณในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (%) ของวัสดุปลูกสูตรต่างๆ จากสูตร

$$\text{โพแทสเซียมทั้งหมด (\%)} = \frac{\mathrm{r} \times 100 \times \mathrm{d.f.} \times 100}{10^6 S}$$

โดยที่ r = ความเข้มข้นที่อ่านได้จากเครื่อง

d.f.= dilution factor

S =น้ำหนักวัสดุปลูก (กรัม)

$$\text{โพแทสเซียมทั้งหมด (\%)} = \frac{1.387 \times 100 \times 100 \times 100}{10^6 \times 1.0000}$$

โพแทสเซียมทั้งหมด = 1.39 %

*ตัวอย่างอื่นๆ คำนวณในลักษณะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์การงอก และการเจริญเติบโต

ตารางที่ ข.1 ความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่งอกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

วัสดุปลูก	20/5/2560					เฉลี่ย	S.D
	ความยาวราก (เซนติเมตร)						
	1	2	3	4	5		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	7.1	5	7.1	5	6.2	6.08	1.05
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	3.9	0.3	5.1	3.8	3.2	3.26	1.79
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	3.6	4.9	4.5	4.2	6.4	4.72	1.05
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	5.3	5.4	6	6.3	7.5	6.10	0.89
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	5.1	4.8	0.3	4.6	6.7	4.30	2.38
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	3.8	5.9	4.6	7.2	5.1	5.32	1.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 จำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่งอกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

วัสดุปลูก	1/4/2560					3/5/2560					13/5/2560					20/5/2560					เฉลี่ย	S.D.
	จำนวนใบ (ใบ)					จำนวนใบ (ใบ)					จำนวนใบ (ใบ)					จำนวนใบ (ใบ)						
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	12	15	15	18	14	7	11	11	9	10	8	12	12	9	10	8	12	12	9	11	11	2.73
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	12	16	9	10	17	8	6	8	8	10	8	6	8	9	10	10	6	9	8	10	9	2.87
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	13	13	9	14	14	10	12	9	11	8	10	12	9	10	9	11	13	11	12	12	11	1.80
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	10	13	11	13	14	9	10	9	9	10	11	9	9	11	11	11	11	11	12	21	11	2.71
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	15	12	15	12	15	10	11	9	9	8	11	11	9	9	9	12	11	11	9	9	11	2.16
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	14	14	11	11	12	10	11	12	11	12	10	10	10	12	12	13	12	12	10	12	12	1.23

ห้องสมุดวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ตารางที่ ข.3 จำนวนต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่รอดตายในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

วัสดุปลูก	จำนวนต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่รอดตาย					รวม
	1	2	3	4	5	
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	1	1	1	1	1	5
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	1	1	1	1	1	5
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	1	1	1	1	1	5
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	1	1	1	1	1	5
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	1	1	1	1	1	5
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	1	1	1	1	1	5

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 จำนวนเมล็ดพริกขี้หนูที่งอกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

วัสดุปลูก	จำนวนเมล็ดที่งอก					รวม
	1	2	3	4	5	
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	3	3	3	3	3	15
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	0	0	0	0	0	0
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	3	3	3	3	3	15
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	2	3	3	3	2	13
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	3	3	3	3	3	15
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	3	3	3	3	1	13

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ความยาวรากของต้นพริกขี้หนูที่งอกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

วัสดุปลูก	20/5/2560					ค่าเฉลี่ย	S.D.
	ความยาวราก (เซนติเมตร)						
	1	2	3	4	5		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	-	-	-	-	0.2	0.77	0.49
	-	-	-	-	1.1		
	-	-	-	-	1		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-		
	-	-	-	-	-		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	-	-	2.7	-	-	3.50	0.72
	-	-	3.7	-	-		
	-	-	4.1	-	-		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	3.2	3.7	5.1	2.1	3.3	3.12	1.18
	3.8	1.8	0.6	2.2	3.7		
	-	3.3	4.4	3.4	-		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	5.4	4.1	4.7	2.8	4.1	4.70	1.37
	6.3	-	3.9	2.7	6.3		
	5.7	-	3.7	6.7	-		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	6.7	7.4	4.5	5.6	10.4	8.20	2.87
	7.5	8.7	5.7	7.6	-		
	12.8	11.3	5.3	13.1	-		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนูที่งอกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

วัสดุปลูก	3/5/2560					13/5/2560					20/5/2560					เฉลี่ย	S.D.
	ความยาวลำต้น (เซนติเมตร)					ความยาวลำต้น (เซนติเมตร)					ความยาวลำต้น (เซนติเมตร)						
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	-	-	-	-	3.0	-	-	-	-	3.5	-	-	-	-	4.0	3.50	0.50
	-	-	-	-	3.3	-	-	-	-	3.5	-	-	-	-	4.1	3.63	0.42
	-	-	-	-	3.0	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-	3.8	3.47	0.42
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	4.5	4.0	3.5	3.2	-	-	6.7	7.0	-	-	-	-	7.7	-	-	5.2	1.85
	5.0	4.5	3.5	3.0	-	-	5.5	5.5	-	-	-	-	5.5	-	-	4.6	1.03
	6.4	5.3	4.5	5.6	-	-	-	5.0	-	-	-	-	5.2	-	-	5.3	0.64
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	3.0	2.7	3.1	2.5	1.5	3.5	3.2	3.9	3.3	4.0	3.7	3.5	4.4	4.1	4.0	3.4	0.74
	3.0	2.8	3.4	2.2	3.2	3.9	3.1	3.6	3.4	2.0	4.3	3.7	3.9	4.2	2.0	3.2	0.74
	-	2.8	2.8	2.2	-		3.5	3.9	3.2	-	-	3.9	4.3	4.0	2.0	3.3	0.79

ตารางที่ ข.6 ความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนูที่งอกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ (ต่อ)

วัสดุปลูก	5/3/2560					5/13/2560					5/20/2560					เฉลี่ย	S.D.
	ความยาวลำต้น (เซนติเมตร)					ความยาวลำต้น (เซนติเมตร)					ความยาวลำต้น (เซนติเมตร)						
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	-	2.5	3.3	3.1	2.5	3.8	3.2	3.4	3.7	3.5	7.1	3.5	3.6	4.1	3.8	3.7	1.09
	1.8	3.0	3.1	2.2	3.2	3.5	3.1	3.6	3.2	4.0	6.3	3.4	3.9	3.6	4.3	3.5	1.01
	2.5	2.1	2.2	2.2	3.1	-	3.9	3.3	3.5	4.3	-	4.2	3.5	3.9	4.6	3.3	0.86
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	3.5	3.8	3.5	2.0	4.0	4.5	4.3	4.8	3.5	4.4	5.8	4.0	4.1	2.3	4.6	3.9	0.94
	4.0	2.6	3.8	3.5	-	5.5	3.2	4.3	3.5	-	4.7	4.1	3.8	3.9	-	3.9	0.73
	4.1	3.5	3.6	2.8	-	5.0	3.8	3.9	2.0	-	5.8	3.8	4.8	3.2	-	3.9	1.01

ห้องสมุดวิทยาลัยโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ตารางที่ ข.7 จำนวนใบของต้นพริกขี้หนูที่งอกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

วัสดุปลูก	3/5/2560					13/5/2560					20/5/2560					เฉลี่ย	S.D.
	จำนวนใบ (ใบ)					จำนวนใบ (ใบ)					จำนวนใบ (ใบ)						
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	-	-	-	-	3	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	4	0.58
	-	-	-	-	3	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	4	0.58
	-	-	-	-	3	-	-	-	-	4	-	-	-	-	3	3	0.58
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	4	4	4	2	-	-	5	4	-	-	-	6	5	-	-	4	1.16
	5	4	4	3	-	-	4	5	-	-	-	5	6	-	-	5	0.93
	5	5	4	5	-	-	-	6	-	-	-	-	6	-	-	5	0.75
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	5	4	4	2	4	4	0.90
	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	0.59
	-	4	4	2	-	-	4	4	2	-	-	4	3	-	2	3	0.97

ตารางที่ ข.7 จำนวนใบของต้นพริกขี้หนูที่งอกในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ (ต่อ)

วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	4	2	4	3	4	3	4	3	4	4	-	4	4	5	4	4	0.73
	2	4	4	4	4	-	2	4	4	4	-	3	5	3	4	4	0.87
	4	4	2	3	4	-	4	4	4	4	-	5	4	5	5	4	0.82
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	2	4	4	3	4	3	4	2	3	4	3	4	3	3	4	3	0.72
	3	2	4	2	-	3	2	2	3	-	3	3	3	3	-	3	0.62
	2	4	3	3	-	2	3	3	3	-	3	3	4	3	-	3	0.60

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ ข.8 จำนวนต้นพริกขี้หนูที่รอดตายในวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

วัสดุปลูก	จำนวนต้นพริกขี้หนูที่รอดตาย					รวม
	1	2	3	4	5	
วัสดุปลูกอัตราส่วน X1	0	0	0	0	2	2
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y1	0	0	0	0	0	0
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z1	0	0	0	3	0	3
วัสดุปลูกอัตราส่วน X2	2	3	3	3	2	13
วัสดุปลูกอัตราส่วน Y2	2	3	3	3	3	14
วัสดุปลูกอัตราส่วน Z2	3	3	3	3	1	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

1. หาเปอร์เซ็นต์การงอกสัมพัทธ์ของเมล็ด (Percentage of Relatve Seed Germination, %RSG)

$$\%RSG = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกในวัสดุปลูกแต่ละสูตร}}{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกในชุดควบคุม}} \times 100$$

$$\%RSG = \frac{3}{3} \times 100 = 100\%$$

2.เปอร์เซ็นต์ความยาวรากสัมพัทธ์ (Percentage of Relative Root Growth, %RRG)

$$\%RRG = \frac{\text{ความยาวรากเฉลี่ยในวัสดุปลูกแต่ละสูตร}}{\text{ความยาวรากเฉลี่ยในชุดควบคุม}} \times 100$$

$$\%RRG = \frac{3.97}{3.97} \times 100 = 100\%$$

3. อัตราการรอดตาย

$$\text{อัตราการรอดตาย} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้ที่รอดตาย}}{\text{จำนวนต้นไม้ที่ปลูก}} \times 100$$

$$\frac{3}{3} \times 100 = 100\%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	7.1	5	7.1	5	6.2
Y	3.9	0.3	5.1	3.8	3.2
Z	3.6	4.9	4.5	4.2	6.4

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลจำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	7	13	13	11	11
Y	10	9	9	9	12
Z	11	13	10	12	11

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลน้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	1.4321	1.6069	1.637	1.1257	1.8495
Y	0.5048	0.8586	0.8759	0.8214	0.8747
Z	1.6471	1.231	1.5074	2.0264	1.3648

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 ข้อมูลน้ำหนักแห้งของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	0.1225	0.1521	0.1237	0.1623	0.1832
Y	0.0658	0.1045	0.1187	0.1095	0.1367
Z	0.1473	0.114	0.1269	0.1639	0.1692

ตารางที่ ค.5 ข้อมูลอัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	1	1	1	1	1
Y	1	1	1	1	1
Z	1	1	1	1	1

ตารางที่ ค.6 ข้อมูลความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	5.3	5.4	6	6.3	7.5
Y	5.1	4.8	0.3	4.6	6.7
Z	3.8	5.9	4.6	7.2	5.1

ตารางที่ ค.7 ข้อมูลจำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	10	11	10	11	14
Y	12	11	11	10	10
Z	12	11	11	11	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 ข้อมูลน้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	1.5546	1.7196	1.2738	1.8307	1.8400
Y	0.9544	0.9384	0.8174	0.928	0.9823
Z	1.6767	2.4343	1.8033	1.7201	2.0132

ตารางที่ ค.9 ข้อมูลน้ำหนักแห้งของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	0.2380	0.1368	0.1511	0.2235	0.2335
Y	0.1022	0.1017	0.0757	0.0986	0.1164
Z	0.1543	0.229	0.2808	0.1639	0.1403

ตารางที่ ค.10 ข้อมูลอัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	1	1	1	1	1
Y	1	1	1	1	1
Z	1	1	1	1	1

ตารางที่ ค.11 ข้อมูลความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	2.3778	2.8556	3.700	3.2333	2.0778
Y	2.7777	3.2111	3.3222	3.2778	3.700
Z	4.7555	3.6778	4.0667	2.9667	1.4444

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.12 ข้อมูลความยาวรากของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Z	0.0000	0.0000	3.5000	0.0000	0.0000

ตารางที่ ค.13 ข้อมูลจำนวนใบของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	0	0	0	0	3.6
Y	0	0	0	0	0
Z	1.5	3.6	4.8	1.1	0

ตารางที่ ค.14 ข้อมูลน้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0500
Y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Z	0.0000	0.0000	0.0000	0.0353	0.0000

ตารางที่ ค.15 ข้อมูลน้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0118
Y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Z	0.0000	0.0000	0.0000	0.0146	0.0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.16 ข้อมูลอัตราการงอกของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	3	3	3	3	3
Y	0	0	0	0	0
Z	3	3	3	3	3

ตารางที่ ค.17 ข้อมูลอัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 100:0

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 100:0				
X	0	0	0	0	2
Y	0	0	0	0	0
Z	0	0	0	3	0

ตารางที่ ค.18 ข้อมูลความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.1667
Y	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Z	1.7667	2.8888	5.2667	1.3111	1.4444

ตารางที่ ค.19 ข้อมูลความยาวรากของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	3.5000	2.9333	3.3667	2.5667	3.5000
Y	5.8000	4.1000	4.1000	4.0667	5.2000
Z	9.0000	9.1333	5.1667	8.7667	10.4000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.20 ข้อมูลจำนวนใบของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	1.8	4	3.89	2.8	2
Y	1.4	3.5	3.8	3.8	3.6
Z	2.6	3.7	3.1	2.8	1.3

ตารางที่ ค.21 ข้อมูลน้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	0.0686	0.0412	0.0423	0.0262	0.0489
Y	0.1122	0.0605	0.0427	0.0692	0.0526
Z	0.0491	0.067	0.0411	0.0311	0.0000

ตารางที่ ค.22 ข้อมูลน้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	0.0157	0.0122	0.013	0.0082	0.0126
Y	0.01	0.0134	0.0197	0.0143	0.0173
Z	0.0104	0.0172	0.0086	0.008	0.0224

ตารางที่ ค.23 ข้อมูลอัตราการงอกของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	2	3	3	3	3
Y	3	3	3	3	3
Z	3	3	3	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.24 ข้อมูลอัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในวัสดุปลูก

อัตราส่วน 50:50

ชุดการทดลอง	อัตราส่วน 50:50				
X	2	3	3	3	2
Y	2	3	3	3	3
Z	3	3	3	3	1

ตารางที่ ค.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

อัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19.889	2	9.945	5.497	0.02
Within Groups	21.708	12	1.809		
Total	41.597	14			

ตารางที่ ค.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความจำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2

อัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.933	2	3.467	1.156	0.348
Within Groups	36.0000	12	3.0000		
Total	42.933	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 อัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.905	2	0.953	14.882	0.001
Within Groups	0.7680	12	0.0640		
Total	2.673	14			

ตารางที่ ค.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 อัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.005	2	0.003	4.107	0.044
Within Groups	0.0080	12	0.0010		
Total	0.013	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 อัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.0000	2.0000	0.0000	.	.
Within Groups	0.0000	12	0.0000		
Total	0.0000	14.0000			

ตารางที่ ค.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 อัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.1480	2.0000	4.0740	1.4980	0.2620
Within Groups	32.6280	12	2.7190		
Total	40.7760	14.0000			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 อัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.9330	2.0000	0.4670	0.3780	0.6930
Within Groups	14.8000	12	1.2330		
Total	15.7330	14.0000			

ตารางที่ ค.32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 อัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.6840	2.0000	1.3420	25.7480	0.0000
Within Groups	0.6250	12	0.0520		
Total	3.3090	14.0000			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 อัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.0310	2.0000	0.0150	7.5810	0.0070
Within Groups	0.0240	12	0.0020		
Total	0.0550	14.0000			

ตารางที่ ค.34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการรอดตายของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 อัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.0000	2.0000	0.0000	7.5810	0.0070
Within Groups	0.0000	12	0.0000		
Total	0.0550	14.0000			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.7780	2.0000	0.3890	0.5500	0.5910
Within Groups	8.4910	12	0.7080		
Total	9.2700	14.0000			

ตารางที่ ค.36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวรากของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.6330	2.0000	0.8170	1.0000	0.3970
Within Groups	9.8000	12	0.8170		
Total	11.4330	14.0000			

ตารางที่ ค.37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12.5810	2.0000	6.2910	2.9460	0.0910
Within Groups	25.6280	12	2.1360		
Total	38.2090	14.0000			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.0000	2.0000	0.0000	0.5290	0.6020
Within Groups	0.0030	12	0.0000		
Total	0.0030	14.0000			

ตารางที่ ค.39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.0000	2.0000	0.0000	0.5120	0.6120
Within Groups	0.0000	12	0.0000		
Total	0.0000	14.0000			

ตารางที่ ค.40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการงอกของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.0000	2.0000	15.0000	-	-
Within Groups	0.0000	12	0.0000		
Total	30.0000	14.0000			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 100:0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.0000	2.0000	15.0000	0.5380	0.5970
Within Groups	0.0000	12	0.0000		
Total	30.0000	14.0000			

ตารางที่ ค.42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวลำต้นของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17.4140	2.0000	8.7070	5.5320	0.0200
Within Groups	18.8870	12	1.5740		
Total	36.3010	14.0000			

ตารางที่ ค.43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวรากของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	75.3970	2.0000	37.6990	24.2050	0.0000
Within Groups	18.6890	12	1.5570		
Total	94.0870	14.0000			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.6890	2.0000	0.3440	0.3570	0.7070
Within Groups	11.5680	12	0.9640		
Total	12.2570	14.0000			

ตารางที่ ค.45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.0020	2.0000	0.0010	2.2710	0.1460
Within Groups	0.0060	12	0.0010		
Total	0.0090	14.0000			

ตารางที่ ค.46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.0000	2.0000	0.0000	0.4280	0.6610
Within Groups	0.0000	12	0.0000		
Total	0.0000	14.0000			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการงอกของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.4000	2.0000	0.2000	0.6000	0.5640
Within Groups	4.0000	12	0.3330		
Total	4.4000	14.0000			

ตารางที่ ค.48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนูอัตราส่วน 50:50

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.1330	2.0000	0.0670	0.1540	0.8590
Within Groups	5.2000	12	0.4330		
Total	5.3330	14.0000			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.49 การเปรียบเทียบความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 100:0

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05	
		1	2
2	5	3.26	
3	5	4.72	4.72
1	5		6.08
Sig.		0.239	0.284

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ ค.50 การเปรียบเทียบจำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 100:0

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	9.8
3	5	11
1	5	11.4
Sig.		0.343

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.51 การเปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 100:0

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05	
		1	2
2	5	0.7871	
3	5		1.5302
1	5		1.5553
Sig.		1.0000	0.9870

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ ค.52 การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 100:0

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	0.1070
3	5	0.1443
1	5	0.1488
Sig.		0.0550

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.53 การเปรียบเทียบความยาวรากของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 50:50

Yield

Student-Newman-Keuls[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	4.3000
3	5	5.3200
1	5	6.1000
Sig.		0.2360

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ ค.54 การเปรียบเทียบจำนวนใบของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 50:50

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	10.8000
3	5	11.2000
1	5	11.4000
Sig.		0.6780

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.55 การเปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 50:50

Yield

Student-Newman-Keuls[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05	
		1	2
2	5	0.9241	
3	5		1.6437
1	5		1.9295
Sig.		1.0000	0.0710

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ ค.56 การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นสับปะรด พันธุ์ MD2 ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 50:50

Yield

Tukey HSDa

Treatment	N	Subset for alpha 0.05	
		1	2
2	5	0.9241	
3	5		1.6437
1	5		1.9295
Sig.		1.0000	0.0710

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.57 การเปรียบเทียบความยาวรากของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 100:0

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	2.8489
3	5	3.2578
1	5	3.3822
Sig.		0.5890

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ ค.58 การเปรียบเทียบความลำต้นของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 100:0

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	0.0000
3	5	0.0000
1	5	0.7000
Sig.		0.4620

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.59 การเปรียบเทียบจำนวนใบของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้

อัตราส่วน 100:0

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	0.0000
3	5	0.7200
1	5	2.2000
Sig.		0.0820

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ ค.60 การเปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้

อัตราส่วน 100:0

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	0.0000
3	5	0.0071
1	5	0.0100
Sig.		0.5900

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.61 การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้

อัตราส่วน 100:0

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	0.0000
3	5	0.0071
1	5	0.0100
Sig.		0.5900

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ ค.62 การเปรียบเทียบอัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้

อัตราส่วน 100:0

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	0.0000
3	5	0.4000
1	5	0.6000
Sig.		0.5790

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.63 การเปรียบเทียบความยาวรากของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 50:50

Yield

Tukey HSDa

Treatment	N	Subset for alpha 0.05	
		1	2
2	5	0.0000	
3	5	0.6333	0.6333
1	5		2.5355
Sig.		0.7110	0.0800

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ ค.64 การเปรียบเทียบความลำต้นของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 50:50

Yield

Tukey HSDa

Treatment	N	Subset for alpha 0.05	
		1	2
2	5	3.1733	
3	5	4.6533	
1	5		8.4933
Sig.		0.0850	1.0000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.65 การเปรียบเทียบจำนวนใบของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้

อัตราส่วน 50:50

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	2.7000
3	5	2.8980
1	5	3.2200
Sig.		0.6880

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ ค.66 การเปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้

อัตราส่วน 50:50

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	0.0000
3	5	0.0071
1	5	0.0100
Sig.		0.5900

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.67 การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 50:50

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	0.0123
3	5	0.0133
1	5	0.0149
Sig.		0.6400

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ ค.68 การเปรียบเทียบอัตราการงอกของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 50:50

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	2.6000
3	5	2.8000
1	5	3.0000
Sig.		0.5350

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.69 การเปรียบเทียบอัตราการรอดตายของต้นพริกขี้หนู ด้วยเทอกี้ อัตราส่วน 50:50

Yield

Tukey HSD[a]

Treatment	N	Subset for alpha 0.05
		1
2	5	2.6000
3	5	2.6000
1	5	2.8000
Sig.		0.8820

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง