ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
Effect of Growing Media on Growth of Oil Palm Seedlings

อนุธิดา ชูแก้ว
Anuthida Chookaew

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Science in Plant Science
Prince of Songkla University
2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
Effect of Growing Media on Growth of Oil Palm Seedlings

อนุธิดา ชูแก้ว
Anuthida Chookaew

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Science in Plant Science
Prince of Songkla University
2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
ผู้เขียน นางสาวอนุธิดา ชูแก้ว
สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระวี เจียรวิภา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(ดร.สุรีรัตน์ เย็นช้อน)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เอกสมทราเมษฐ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระวี เจียรวิภา)

.....กรรมการ
(ดร.สุรีรัตน์ เย็นช้อน)

.....กรรมการ
(ดร.สุดนัย เครือหลี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระวี เจียรวิภา)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(ดร.สุรีรัตน์ เย็นช้อน)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....
(นางสาวอนุธิดา ชูแก้ว)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....
(นางสาวอนุธิดา ชูแก้ว)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
ผู้เขียน นางสาวอนุธิดา ชูแก้ว
สาขาวิชา พืชศาสตร์
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

การอนุบาลต้นกล้ามีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จึงศึกษาวิธีการกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในพันธุ์ ทรัพย์-ม.อ.1 ระยะอนุบาลแรกและอนุบาลหลัก โดยแบ่งเป็นการใช้วัสดุปลูกร่วมกับการให้ปุ๋ย และการปลูกโดยใช้ระบบไฮโดรโพนิกส์ภายใต้สภาพโรงเรือน ผลการทดลอง พบว่า การใช้พีทมอสทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าการใช้หน้าดิน ส่วนการเปรียบเทียบชนิดปุ๋ยมีผลด้านการเจริญเติบโตต่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันเพียงเล็กน้อย โดยการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยเกล็ดและกรดฮิวมิก ช่วยให้มีพัฒนาการทางลำต้นดีกว่าการให้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ขณะเดียวกัน การใช้วัสดุปลูกหน้าดินร่วมกับกากชาทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตทางลำต้นได้ดีที่สุด ทั้งความสูง จำนวนใบ และขนาดทรงพุ่ม รวมถึงค่ามวลชีวภาพใน ใบ ลำต้น และราก ส่วนความยาวราก พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้วัสดุปลูกหน้าดินร่วมกับพีทมอส สามารถกระตุ้นการเจริญของรากได้ดีที่สุด ขณะที่การใช้หน้าดินร่วมกับกากกาแฟทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันชะงักการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบไฮโดรโพนิกส์ พบว่า การปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตได้เร็วกว่าการปลูกในวัสดุปลูกอื่นๆ โดยเฉพาะความสูง ความกว้างทรงพุ่ม พื้นที่ใบ การเปิดปากใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) ที่มีค่าสูงในระบบน้ำไหลวน (NFT) และให้ค่าสูงที่สุดในระบบน้ำขัง (DFT) ขณะเดียวกัน จากการเปรียบเทียบการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบไฮโดรโพนิกส์อย่างต่อเนื่องกับการปลูกในวัสดุปลูก พบว่า ในระบบน้ำไหลวนมีการเจริญเติบโตดีกว่า ทั้งด้านความสูง จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความกว้างทรงพุ่ม พื้นที่ใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และมวลชีวภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยใช้หน้าดิน (ชุดควบคุม) ดังนั้น การใช้พีทมอสหรือหน้าดินผสมกากชาสามารถใช้ในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้ ถึงแม้การใช้หน้าดินยังเป็นที่นิยมใช้ผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การใช้ระบบไฮโดรโพนิกส์น่าจะเป็นประโยชน์สำหรับการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันในโรงเรือนได้

Thesis Title Effect of Growing Media on Growth of Oil Palm Seedlings
Author Miss Anuthida Chookaew
Major Program Plant Science
Academic Year 2017

ABSTRACT

The quality oil palm seedlings are dependent on good nursery management and practices. The objective of this study was to compare growth acceleration of oil palm seedlings (FNR-PSU. 1) during the nursery stages. In the first part, there were conducted to evaluate the effect of different growing medias and fertilizer managements on the growth of oil palm seedlings. The last part, seedlings were planted in the hydroponics system in order to promote the growth and development of oil palm seedlings during the nursery stage lasts 5-10 months. Results showed that peat moss gave the highest values of growth parameters (height, number of leaves, canopy diameter, stem diameter and biomass), as compared with top soil seedlings. However, the different fertilizer managements did not show much influence on growth parameters which were slightly higher for the standard chemical fertilizer + foliar fertilizer + humic acid than 100% standard chemical fertilizer seedlings. Moreover, top soil + tea grounds significantly affected height, number of leaves, canopy diameter and biomass on seedlings. Also, the peat moss mixture had a positive effect on root length. However, all growth parameters of seedlings in the coffee grounds mixture were significantly lower compared to seedling grown in the other growing media. To evaluate growth acceleration in hydroponics systems, the growth and physiological properties of oil palm seedlings were affected by hydroponic technique which was much faster than growing them in the planting media. Also, the well-developed seedlings with optimum vigor (height, canopy width, leaf area, stomatal conductances, chlorophyll content and TNC) were found in nutrient flow technique (NFT) and appeared more affected in the deep flow technique (DFT). In addition, when growing hydroponically, vegetative growth (height, no. of leaf, stem diameter, canopy width, leaf area, chlorophyll contents and biomass) of the oil palm seedlings were significantly affected in the nutrient flow technique, compared to seedling grown in the top soil (control). This study indicates that peat moss or top soil + tea grounds can be a growing media for oil palm seedlings production. Although soil based mixes are commonly used forms of growing media for oil palm seedlings production. This study provides useful information for growing hydroponic systems for oil palm seedlings, especially in nursery stage.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระวี เจียรวิภา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร. สุรีรัตน์ เย็นช้อน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำในงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง ตลอดจนการเขียนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ให้สมบูรณ์ รวมถึงกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบปกป้องวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร. ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และ ดร. สุดนัย เครือหลี ช่วยในการวิจารณ์ผลการทดลองการวิจัยและการปรับแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนเงินทุนการทำวิจัย และสถาบันวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน ระยะที่ 2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ให้ดำเนินได้ตามที่คาดหวังไว้ และได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประจำปี 2557

ขอขอบคุณบุคลากรภาควิชาพืชศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อการยืมอุปกรณ์ และสารเคมีต่างๆ ในการทำวิจัย ขอขอบคุณ คุณปฐมพงศ์ วงษ์เลี้ยง (นักวิชาการเกษตรชำนาญการ) หัวหน้าเรือนกระจกทดลองคณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่สนับสนุนชุดอุปกรณ์ไฮโดรโพนิกส์และปุ๋ยละลายน้ำ และขอขอบพระคุณพี่ๆน้องๆ รวมถึงนักศึกษาปริญญาโท สาขานิเวศสรีรวิทยาพืช ที่ไม่ได้กล่าวนามมา ข้างต้น ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดการทดลอง

ข้าพเจ้า ขอกราบขอบพระคุณทุกๆคนในครอบครัวชูแก้ว คุณพ่อบุญผล ชูแก้ว คุณแม่ดารากรณ์ ชูแก้ว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ยิ่งใหญ่ ทำให้เกิดพลังแรงใจที่ยิ่งใหญ่ ตลอดจนสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเล่าเรียนครั้งนี้ สุดท้ายนี้ผลประโยชน์จากการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบความดีความชอบเหล่านั้นให้แก่บุคคลทั้งหมดที่กล่าวมา

อนุธิดา ชูแก้ว

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(10)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	1
วัตถุประสงค์	6
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	7
วัสดุและสารเคมี	7
เครื่องมือทางสรีรวิทยา	7
อุปกรณ์	8
วิธีการ	9
3. ผล	15
4. วิจารณ์	32
5. สรุป	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	40
ประวัติผู้เขียน	47

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติของวัสดุปลูกหน้าดินและพีทมอส สำหรับการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน	15
2	คุณสมบัติของวัสดุปลูกหน้าดินผสม สำหรับการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน	21
3	การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์สลับกับวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชาในระยะอนุบาลหลัก	27
4	น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์สลับกับวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชาในระยะอนุบาลหลัก)	28
5	ปริมาณคลอโรฟิลล์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างและการเปิดปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์สลับกับวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชาในระยะอนุบาลหลัก	29
6	การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์ตลอดช่วงอายุระยะอนุบาลหลัก	30
7	น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์ตลอดช่วงอายุระยะอนุบาลหลัก	31
8	ปริมาณคลอโรฟิลล์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครสร้างและการเปิดปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์ตลอดช่วงอายุระยะอนุบาลหลัก	31

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบน้ำไหลวน (ก) และแบบน้ำขัง (ข) ในระยะอายุ 2 เดือน	13
2	การเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดิน (A1) และพีทมอส (A2) โดยให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ปุ๋ยเม็ด (B1) ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) (B2) และ ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (B3) ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558	17
3	การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดิน (A1) และพีทมอส (A2) โดยให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ปุ๋ยเม็ด (B1) ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) (B2) และ ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (B3) ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558	17
4	การเปลี่ยนแปลงความกว้างทรงพุ่มของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดิน (A1) และพีทมอส (A2) โดยให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ปุ๋ยเม็ด (B1) ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) (B2) และ ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (B3) ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558	18
5	การเปลี่ยนแปลงจำนวนใบต่อต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดิน (A1) และพีทมอส (A2) โดยให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ปุ๋ยเม็ด (B1) ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) (B2) และ ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (B3) ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558	18
6	การสะสมน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ และราก ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดิน (A1) และพีสมอส (A2) โดยให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ปุ๋ยเม็ด (B1) ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) (B2) และ ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (B3) ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558	20
7	การเปลี่ยนแปลงเจริญเติบโตด้านความสูง (ก) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ข) และจำนวนใบ (ค) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ คือ หน้าดิน (T1) หน้าดินผสมกากชา (T2) หน้าดินผสมกากกาแฟ (T3) และหน้าดินผสมพีทมอส (T4) ตั้งเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 – มกราคม พ.ศ. 2558	23
8	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ คือ หน้าดิน (T1) หน้าดินผสมกากชา (T2) หน้าดินผสมกากกาแฟ (T3) และหน้าดินผสมพีทมอส (T4) ตั้งเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 – มกราคม พ.ศ. 2558	24

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
9	การสะสมน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น ใน และราก ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ คือ หน้าดิน (T1) หน้าดินผสมกากชา (T2) หน้าดินผสมกากกาแฟ (T3) และหน้าดินผสมพีทมอส (T4) ตั้งเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 – มกราคม พ.ศ. 2558	25
10	การเปลี่ยนแปลงความยาวรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ คือ หน้าดิน (T1) หน้าดินผสมกากชา (T2) หน้าดินผสมกากกาแฟ (T3) และหน้าดินผสมพีทมอส (T4) ตั้งเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 – มกราคม พ.ศ. 2558	26

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งและเป็นพืชที่มีศักยภาพในการแข่งขันสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น ทั้งด้านการผลิตและการตลาด (ธีระ, 2554) เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคและบริโภค รวมทั้งผลิตภัณฑ์แปรรูปต่างๆ พลังงานทดแทนและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอีกจำนวนมาก (ประยงค์, 2558) ทำให้มีแนวโน้มต้องการใช้ปาล์มน้ำมันในการอุปโภคบริโภคเพิ่มขึ้น จึงทำให้การพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันในประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว แต่ปัจจุบันผลผลิตปาล์มน้ำมันยังไม่เพียงพอกับความต้องการใช้วัตถุดิบของอุตสาหกรรมต่างๆ เหล่านี้ เพื่อรองรับความต้องการที่สูงขึ้น ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันอย่างรวดเร็ว (ธีระ และคณะ, 2548) การศึกษาการเพาะกล้าปาล์มน้ำมันโดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ จึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เพราะลักษณะต้นกล้าปาล์มน้ำมันรวมถึงการงอกและการเจริญเติบโตในระยะแรกนั้นมักจะอ่อนแอ และอาจเกิดความเสียหายต่อการปลูกปาล์มน้ำมันได้ อีกทั้งวัสดุปลูกชนิดต่างๆ อาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันแตกต่างกัน ตลอดจนได้วัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจากการศึกษาครั้งนี้มาปรับใช้ในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพต่อไป ซึ่งวัสดุบางชนิดมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์ยังช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ด้วย และเป็นองค์ประกอบที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งทางด้านการปลดปล่อยธาตุอาหารอีกด้วย (ปริยานุช และคณะ, 2557) ในส่วนของกรณีที่มีพื้นที่น้อย ทำให้มีข้อจำกัดในการปลูก และไม่สามารถผลิตต้นกล้าได้ในจำนวนตามที่ต้องการ การนำเอาระบบไฮโดรโพนิกส์มาประยุกต์ใช้เพื่อการผลิตต้นกล้าที่ให้จำนวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการผลิตต้นกล้าโดยใช้ระบบไฮโดรโพนิกส์ โดยที่รากพืชสัมผัสสารละลายธาตุอาหารและออกซิเจนตลอดเวลา สามารถกระตุ้นให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตทั้งทางด้านรากและลำต้นได้ (อัมพา, 2553) ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาวัสดุปลูกและระบบไฮโดรโพนิกส์เพื่อการผลิตต้นกล้าน้ำมัน ให้มีคุณภาพและจำนวนตามที่ต้องการ

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledon) และเป็นพืชยืนต้น (perennial crop) ในวงศ์ (family) Palmae หรือ Arecaceae ปาล์มน้ำมันเป็นพืชผสมข้ามประเภทที่มีช่อดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่บนต้นเดียวกัน (monoecious) แต่ช่วงเวลาการออกดอกจะไม่พร้อมกัน เป็นพืชดิพลอยด์มีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 32 มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Elaeis guineensis* Jacq. พันธุ์ปลูก

เพื่อการค้า เดิมมีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาตอนกลางและตะวันตก ซึ่งมีแหล่งผลิตสำคัญของโลก เช่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย ไนจีเรีย ไทย โคลัมเบีย และอินเดีย เป็นต้น ส่วนการใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมันนั้นปัจจุบันนิยมนำไปแปรรูปในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ใช้ปาล์มน้ำมันแทนน้ำมันดีเซล สามารถใช้ได้ในเครื่องยนต์ที่ผ่านการดัดแปลงสภาพให้มีความเหมาะสมกับน้ำมัน (ธีระ, 2554)

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี (2557) ได้กล่าวถึง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ปาล์มน้ำมัน ดังนี้ปาล์มน้ำมันมีระบบรากฝอย รากอ่อนจะงอกออกจากเมล็ดเป็นอันดับแรก เมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 2 - 4 เดือน รากอ่อนจะหยุดเจริญเติบโตและหายไป ระบบรากจริงจะงอกจากส่วนฐานของลำต้น ต้นปาล์มน้ำมันที่เจริญเติบโตเต็มที่ มีลำต้นตั้งตรง มียอดเดี่ยวรูปกรวย ประกอบด้วยใบอ่อนและเนื้อเยื่อเจริญ ต้นปาล์มน้ำมันในระยะ 3 ปีแรกจะเจริญเติบโตทางด้านความกว้าง หลังจากนั้นลำต้นจะยืดขึ้น ปล้องฐานโคนใบ และข้อจะปรากฏให้เห็นก็ต่อเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมาก โดยทั่วไปลำต้นมีความสูงเพิ่มขึ้นประมาณ 35 - 60 เซนติเมตรต่อปี ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและพันธุกรรม ทางใบประกอบรูปขนนก (pinnate) แต่ละทางใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแกนกลางที่มีใบย่อยอยู่ 2 ข้าง และส่วนก้านทางใบ ซึ่งมีขนาดสั้นกว่าส่วนแรกและมีหนามสั้นๆ อยู่ 2 ข้าง แต่ละทางมีใบย่อย 100 - 160 คู่ แต่ละใบย่อยยาว 100 - 120 เซนติเมตรและกว้าง 4 - 6 เซนติเมตร ปาล์มน้ำมันเป็นพืชผสมข้าม มีดอกเพศเมียและดอกเพศผู้แยกช่อดอกภายในต้นเดียวกัน ที่ตำแหน่งของทางใบมีตาดอก 1 ตา อาจจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศผู้หรือเพศเมีย บางครั้งจะพบว่า มีช่อดอกกะเทยซึ่งมีทั้งดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่รวมกัน (hermaphrodite) ทะลาย ประกอบด้วย ก้านทะลาย ช่อทะลายย่อยและผล ในแต่ละทะลายมีปริมาณผล 45 - 70 เปอร์เซ็นต์ ทะลายปาล์มน้ำมันเมื่อสุกแก่เต็มที่ มีน้ำหนักประมาณ 1 - 60 กิโลกรัม ไม่มีก้านผล (sessile drup) รูปร่างมีหลายแบบ ตั้งแต่รูปเรียวแหลมจนถึงรูปไข่หรือรูปยาวรี ความยาวผลอยู่ระหว่าง 2 - 5 เซนติเมตร น้ำหนักผลมีตั้งแต่ 3 กรัมจนถึงประมาณ 30 กรัม ประกอบด้วยผิวเปลือกนอก (exocarp) ชั้นเปลือกนอก (mesocarp) เป็นเนื้อเยื่อเส้นใย สีส้มแดงเมื่อสุกและมีน้ำมันอยู่ในชั้นนี้

2. การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันพัฒนามาจากเอ็มบริโอที่อยู่ในเนื้อในเมล็ดโดยงอกออกมาทางช่องไมโครไพล์ ช่วงแรกของการเจริญเติบโตรากอ่อนจะโผล่ออกมาเป็นส่วนแรก เมื่อรากยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ยอดอ่อนจึงจะโผล่ออกมา ในช่วง 2 เดือนแรก ต้นกล้าจะอาศัยอาหารจากจาวในเมล็ด เมื่อปาล์มน้ำมันอายุได้ประมาณ 6 เดือน รากฝอยจะงอกออกจากวงแหวนที่อยู่เหนือจุดเชื่อมระหว่างรากอ่อนและต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyls) พร้อมที่จะทำหน้าที่แทนรากอ่อน โดยทั่วไประยะต้นกล้าของปาล์มน้ำมันในโรงเรือนเพาะชำก่อนที่จะนำไปปลูกลงแปลงปลูก ใช้ระยะเวลาประมาณ 8 - 12 เดือนหลังจากเมล็ดงอก ในการพัฒนาของต้นกล้าอาศัยอาหารสะสมจากเนื้อในเมล็ดปาล์ม โดยจะใช้คาร์โบไฮเดรตก่อนไขมัน (Alang *et al*., 1988) ทั้งนี้ 80 เปอร์เซ็นต์ ของไขมันจะถูกนำมาใช้ภายใน 3 เดือนหลังการงอก และประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ จะถูกนำมาใช้ภายใน 5 เดือนหลังการงอก โดยไขมันที่สะสมบางส่วนถูกนำมาใช้เพื่อการหายใจของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดและต้นกล้าลดลงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ภายใน 3 สัปดาห์แรกหลังการงอก (Boatman and Crombig, 1958)

ในการเพาะกล้าปาล์มน้ำมันอาจทำได้ 2 วิธี คือการเพาะกล้าแบบอนุบาลครั้งเดียว (single stage nursery) และการเพาะกล้าแบบอนุบาลสองครั้ง (double stage nursery) โดยทั่วไปการเพาะกล้าแบบอนุบาลสองครั้ง เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันมากกว่าการเพาะกล้าแบบอนุบาลครั้งเดียว โดยมีขั้นตอนในการอนุบาลกล้าปาล์มน้ำมันแบ่งออกเป็น 2 ระยะ (ธีระ และคณะ, 2548) คือ

1. ระยะอนุบาลแรก (pre nursery) เป็นการดูแลต้นกล้าประมาณ 3 เดือนแรก ในเรือนเพาะชำที่ถาวรหรือชั่วคราวที่มีอายุคงทนอยู่ได้ไม่ต่ำกว่าหนึ่งปี โดยเพาะชำต้นกล้าในถุงพลาสติกสีดำขนาด 15x23 เซนติเมตร (6x9 นิ้ว) หลังจากนั้นจึงย้ายต้นกล้าลงถุงที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

2. ระยะอนุบาลหลัก (main nursery) เป็นการดูแลรักษาต้นกล้าตั้งแต่อายุ 3 เดือน จนถึงนำไปปลูกในแปลงปลูกจริง ซึ่งต้นกล้ามีอายุตั้งแต่ 10 – 14 เดือน โดยเพาะชำต้นกล้าในถุงพลาสติกสีดำขนาดไม่ต่ำกว่า 40x45 เซนติเมตร (16x18 นิ้ว)

3. การจัดการปุ๋ยต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ธาตุอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงความเข้มข้นของธาตุอาหารจะเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการดูดธาตุอาหารของพืช และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน ดินที่มีธาตุอาหารน้อย จะส่งผลให้พืชดูดธาตุอาหารได้น้อยและไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ทำให้พืชแสดงอาการผิดปกติ (จำเป็น, 2560) ดังนั้น การให้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อพืชจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี ในระยะต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปรากฏใบแรกหรือประมาณสัปดาห์ที่ 4 หลังปลูกควรเริ่มใส่ปุ๋ยในรูปสารละลายหรือปุ๋ยทางใบทุกสัปดาห์ เช่น ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) หลังจากสัปดาห์ที่ 10 ไปแล้ว หากไม่ย้ายปลูกในแปลงอนุบาลหลักควรมีการใส่ปุ๋ยต่อเนื่องทุกๆ สัปดาห์จนกว่าจะย้ายปลูก โดยใช้ปุ๋ย 15-15-15/1.2 MgO 150 กรัมต่อน้ำ 30 ลิตร ใช้รดต้นกล้า 500 ต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2545) เนื่องจากปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ภาคใต้ และให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ ดังนั้น จึงต้องการธาตุอาหารและน้ำในปริมาณมากเพื่อเลี้ยงส่วนต่างๆของลำต้น ใบ และผลผลิต การจัดการปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสมจึงเป็นการเพิ่มผลผลิต เพื่อนำไปสู่เป้าหมายของเกษตรกร คือ กำไรสูงสุด การใส่ปุ๋ยปาล์มน้ำมันในระยะต่างๆ จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินเดิมชนิดของปุ๋ย อัตราใส่ปุ๋ย และราคาปุ๋ยสำหรับวิธีการพื้นฐานในการประเมินความต้องการปุ๋ยของปาล์มน้ำมัน ได้แก่ การใช้ลักษณะอาการที่มองเห็นที่ต้นปาล์ม แสดงอาการขาดธาตุอาหาร และการใช้วิธีวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร หรือการใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน

จากการศึกษาของ ศิราณี (2558) โดยใช้ปุ๋ยหมักจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในชุดดินบ้านทอน พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความสูงและปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใส่ปุ๋ยหมักจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ซึ่งปุ๋ยหมักนั้นผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ทำให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ทำให้พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้โดยตรง (ธงชัย, 2546) ขณะที่การศึกษาของ Suthaime และ Ong (2001) ที่ใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตปาล์มน้ำมันให้เกิดประโยชน์โดยการทำปุ๋ยหมักเพื่อใช้สำหรับเพาะกล้าปาล์มน้ำมันได้อย่างมีเพิ่มคุณภาพ นอกจากนี้ Danso และคณะ (2013) ได้

ศึกษาวัสดุปลูกจากปุ๋ยหมักพืชที่มีการผสมธาตุอาหารทำให้สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตทางลำต้นได้ Adeoluwa และ Adeoye (2008) ได้ทดลองเปรียบเทียบวัสดุปลูกทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันร่วมกับการใช้ปุ๋ยคอก พบว่า ทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันตั้งแต่ระยะก่อนอนุบาลจนถึงระยะอนุบาลหลักมีน้ำหนักแห้งมากสุดเมื่อเทียบกับหน้าดินที่เป็นชุดควบคุม ค่านำหนักแห้งที่สูงสุดแสดงให้เห็นถึงค่ามวลชีวภาพ และค่าการเจริญเติบโตที่ดี

4. การใช้วัสดุปลูกสำหรับการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

วัสดุปลูกเป็นที่อยู่ของรากพืช จะอยู่รวมกับสารละลายธาตุอาหารและอากาศ โดยวัสดุปลูกต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น พีทมอส (Peat moss) ซึ่งเกิดจากการสะสมของซากพืชเป็นจำนวนมากตามธรรมชาติในแหล่งที่มีน้ำขัง องค์ประกอบของพีทมอสในแหล่งต่างๆ จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ขึ้นในบริเวณนั้นๆ ใช้เป็นวัสดุปลูก ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน ซึ่งมีอายุการใช้งาน 2-3 ครั้ง ซึ่งมีความสามารถในการอุ้มน้ำดีมาก (อิทธิสุนทร, 2557) ซึ่งในการปลูกปาล์มน้ำมันในระยะแรกนับว่ามีความสำคัญมาก จำเป็นต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดและถูกวิธี โดยส่วนใหญ่ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้ปลูกโดยทั่วไปได้มาจากการเพาะเมล็ดซึ่งในการเพาะเมล็ดมีการนำวัสดุอินทรีย์มาใช้เป็นวัสดุปลูก เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตให้ดีขึ้น เนื่องจากการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์สามารถปลดปล่อยอาหารพืชอย่างช้าๆ และยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น โดยการถ่ายเทอากาศสะดวก (ปรัชญา และคณะ, 2537) สอดคล้องกับผลการศึกษาวัสดุปลูกพืชอื่นๆ เช่น ดาวเรือง โดยใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างดินลำดวนและพีทมอสในอัตราส่วน 1:1 พบว่า ดาวเรืองมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นและออกดอกได้เร็วขึ้น (สมศักดิ์, 2558) นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำหมักกากกาแฟต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาในสัดส่วน 1:50 และ 1:100 มีแนวโน้มให้น้ำหนักแห้งของต้นแตงกวาดีกว่าชุดควบคุม รวมถึงการเจริญเติบโต ด้านจำนวนใบและน้ำหนักแห้งของรากและคุณภาพของแตงกวา (อรุณศิริ และคณะ, 2556) อย่างไรก็ตาม สัดส่วนของวัสดุปลูกอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตต่างกันได้ เช่น การเพิ่มสัดส่วนของกากกาแฟในวัสดุปลูก มีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศลดลง (ปริยานุช และคณะ, 2557) ส่วนการทดลองของ ละอองดาว (2558) พบว่า การใช้วัสดุปลูกที่ผสมกากกาแฟ อัตราส่วน 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การเจริญเติบโตของต้นแพงพวยเลื้อยดีที่สุด สอดคล้องกับการปลูกผักโขมที่ปลูกด้วยหน้าดินผสมกากกาแฟอัตราส่วน 45 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ผักโขมเจริญเติบโตดีที่สุด (หนึ่งฤทัย, 2558)

5. การปลูกพืชระบบไฮโดรโพนิกส์ (Hydroponics)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2548) ได้นิยามการปลูกพืชไร้ดินไว้ว่า เป็นการปลูกพืชที่นิยมกันมากในปัจจุบัน สามารถปลูกพืชได้ในทุกสถานที่โดยไม่มีขอบเขตจำกัด จะปลูกจำนวนน้อยหรือการปลูกแบบเชิงการค้า เทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถใช้ได้ในพืชทุกชนิด ตั้งแต่ผัก ผลไม้ ไม้ดอก ไม้ประดับ พืชไม้เลื้อย จนถึงพืชยืนต้น แต่ส่วนมากนิยมปลูกกับพืชผัก ไม้ผลที่มีระยะเก็บเกี่ยวในช่วงอายุสั้น การปลูกพืชไร้ดินสามารถหลีกเลี่ยงสภาวะต่างๆ ที่ไม่อำนวย เช่น สภาพดินที่ไม่เหมาะสม ดินเค็ม ดินเปรี้ยว สภาพอากาศฤดูกาล รวมถึงการขยายตัวของชุมชนทำให้พื้นที่ทำการเกษตรลดลง นอกจากนี้การปลูกพืชไร้ดินยังสามารถควบคุมสภาพแวดล้อม

ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างถูกต้อง และแน่นอน จึงทำให้ผลผลิตและคุณภาพของพืชที่ปลูกแบบไร้ดินสูงกว่าการปลูกพืชในดิน ยิ่งไปกว่านั้นการปลูกพืชไร้ดินยังประหยัดเวลาแรงงาน และค่าใช้จ่ายที่ไม่ต้องเตรียมดินรวมถึงการกำจัดวัชพืชก่อนการเพาะปลูกเกษตรกรสามารถปลูกพืชได้ต่อเนื่องตลอดปีในพื้นที่เดิม โดยไม่มีปัญหาการทำลายสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในส่วนของการตลาด เกษตรกรสามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณของผลผลิตให้ตรงกับความต้องการของตลาด ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวโน้มว่าการปลูกพืชไร้ดินจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย

ไฮโดรโพนิกส์ จัดเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินวิธีหนึ่ง โดยเฉพาะการปลูกผักและพืชที่ใช้ประกอบอาหาร เนื่องจากประหยัดพื้นที่ และไม่ปนเปื้อนกับสารเคมีต่างๆ ในดิน ทำให้ได้พืชผักที่สะอาดเป็นอาหาร ปัจจุบันนี้มีเทคนิคการปลูกพืชแบบไร้ดินหลายแบบด้วยกัน คนส่วนใหญ่หันมานิยมปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในระบบไฮโดรโพนิกส์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในประเทศไทยมี 5 ระบบ (ธรรมศักดิ์, 2556) คือ

1. NFT (Nutrient Film Technique) คือ การปลูกแบบระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชเป็นแผ่นบางๆ เหมือนแผ่นฟิล์มบนรางปลูกอย่างต่อเนื่อง (หนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร)

2. NFLT (Nutrient Flow Technique) คือ การปลูกแบบระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชแบบแผ่นหนาบนรางปลูกอย่างต่อเนื่อง รากพืชจะได้รับออกซิเจนขณะน้ำไหลผ่าน

3. DFT (Deep Flow Technique) คือ เป็นระบบที่ปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลาย โดยมีการปลูกพืชบนแผ่นโฟมหรือวัสดุที่ลอยน้ำได้เพื่อยึดลำต้นแต่จะปล่อยให้รากเป็นอิสระในน้ำ เป็นระบบที่มีการหมุนเวียนสารละลายโดยการใช้ปั๊มดูดสารละลายจากถังพักขึ้นมาใช้ใหม่ในระบบ เพื่อให้เกิดการ หมุนเวียนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับระบบน้ำที่ใช้ในการผลิตผัก

4. DRFT (Dynamic Root Floating Technique) คือ การปลูกพืชโดยให้รากแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง และให้อากาศไหลวนผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่องโดยที่สารละลายธาตุอาหารจะไหลลงสู่ถังบรรจุ จากนั้นจึงไหลเวียนขึ้นไปในถาดปลูกด้วยปั๊มน้ำ ขณะที่สารละลายไหลเวียนขึ้นไปด้านหัวถาดปลูกจะผ่านหัวพ่นอากาศเพื่อเติมอากาศให้สารละลาย และไหลผ่านรากพืชตามถาดปลูกมาสู่ด้านท้ายถาดปลูกจะผ่านสะดือปรับน้ำ (Nutrient level adjust) ซึ่งทำหน้าที่ปรับระดับความสูงต่ำของสารละลายในถาดปลูก

5. FAD (Food and Drain) คือ การปลูกพืชที่มีรูปแบบผสมผสานระว่าง NFT และ DFT เป็นการให้สารละลายธาตุอาหารพืชท่วมภาชนะปลูกและรากพืชอยู่ระยะเวลาหนึ่ง แล้วค่อยๆ ระบายออกระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงให้สารละลายท่วมภาชนะอีกครั้ง สลับเช่นนี้เป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง

การปลูกพืชระบบไฮโดรโพนิกส์เป็นการปลูกพืชโดยให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารไหลผ่านราก ดังนั้น สารละลายอาหารจึงเป็นหัวใจสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชซึ่งสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชทุกสูตรได้มาจากสารอินทรีย์และปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆ (สมัย, 2553) โดยจากการศึกษาของ สมเกียรติ (2545) พบว่า คะน้าที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารผสมกับน้ำสกัดชีวภาพ ที่เพิ่มความเข้มข้น 1:200 มีแนวโน้ม การเจริญเติบโตใกล้เคียงกับการใช้สารละลายธาตุอาหารเพียงอย่างเดียวสอดคล้องกับ จันทร์เพ็ญ และคณะ (2552) ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับน้ำ

สกัดชีวภาพปลูกพืชในระบบไฮโดรโพนิกส์พบว่าการใช้สารละลายมาตรฐานอนินทรีย์ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักมีค่าสูงสุดส่วนการเจริญเติบโตของผักกาดหอมระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำขัง พบว่า ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตทางรากได้ดี มีการแผ่กระจายของรากเพิ่มสูงขึ้น และรากสามารถสัมผัสกับออกซิเจนได้มากขึ้น ทำให้มีการเจริญเติบโตที่ดี และยังสามารถประหยัดสารละลายได้มากขึ้น (Kratky, 2009) นอกจากนี้ระบบไฮโดรโพนิกส์ยังสามารถใช้กับไม้ผลได้ด้วย เช่น การผลิตต้นกล้าพืชและลูกแพร์ (Souza, 2010) โดยวิธีการปลูกพืชระบบไฮโดรโพนิกส์ สามารถช่วยเพิ่มจำนวนการผลิตได้มากขึ้น และสามารถควบคุมการผลิตต้นกล้าพืชให้มีคุณภาพสูงให้ และเพียงพอกับความต้องการ (Mehta, 2010)

6. เทคนิคมินิไรโซตรอน

การศึกษารากของพืช จำเป็นต้องมีการขุดตัวอย่างดินที่มีรากพืชไปศึกษาโดยตรง วิธีนี้มีข้อเสีย คือ ต้องมีการทำลายรากพืช ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อพืช ดังนั้น เพื่อให้การศึกษารากของพืชไม่กระทบต่อพืช จึงมีการคิดค้นและศึกษารากโดยไม่ต้องทำลายรากพืชขึ้น วิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย คือ เทคนิคมินิไรโซตรอน วีธีการนี้เป็นการบันทึกภาพของรากพืชด้วยกล้องขนาดเล็กผ่านท่ออะคลิลิค จุดเด่นของเทคนิคมินิไรโซตรอน คือสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงของราก โดยไม่มีผลกระทบต่อราก (Ephrath *et al*., 1999; Johnson *et al*., 2001) การศึกษารากพืชด้วยเทคนิคมินิไรโซตรอน สามารถศึกษาได้ทั้งจำนวน ความยาว พื้นที่ และเส้นผ่านศูนย์กลางของราก นอกจากนี้เทคนิคมินิไรโซตรอน สามารถประยุกต์ใช้ศึกษาได้ทั้งการเจริญเติบโตของรากพืช และการตายของรากพืช (Hendrick and Pregitzer, 1996)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวัสดุปลูกที่มีความเหมาะสมต่อการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน
2. เพื่อศึกษาแนวทางการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันโดยวิธีไฮโดรโพนิกส์

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุ และอุปกรณ์

1. วัสดุ

1.1 วัสดุพืช

- เมล็ดงอกปาล์มน้ำมันพันธุ์ เทเนอราลูกผสม ทรัพย์ ม.อ. 1 จำนวน 400 เมล็ด

1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1.2.1 สารเคมีวิเคราะห์คลอโรฟิลล์

- ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ (*N-N*, Dimethylformamide)

1.2.2 สารเคมีวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง

- กรดเปอร์คลอกริก (Perchloric acid) ความเข้มข้น 70% (v/v)
- แอนโทรน (Anthorne)
- กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid)
- กลูโคส (Glucose)

1.3 วัสดุปลูก

- หน้าดิน
- พีทมอส (ชนิด KLASMANN-TS 3)
- กากชาแห้ง (กากชาแบบหยาบ)
- กากกาแฟแห้ง
- สารกำจัดเชื้อรา เบนโนมิล (benomyl)
- ปุ๋ยเม็ด (15-15-15)
- ปุ๋ยเกล็ด (15-30-15) สำหรับให้ทางใบ
- สารปรับปรุงดิน (Humic acid)
- ปุ๋ยสารละลายสำหรับการปลูกพืชในระบบไฮโดรโพนิกส์กลุ่ม A และ B

2. เครื่องมือทางสรีรวิทยา

2.1 เครื่องวัดความชื้นดิน (Soil moisture sensor) ยี่ห้อ 1SZ-5X, Top Intrument, China

2.2 เครื่องวัดการเปิดปิดปากใบ (Porometer) ยี่ห้อ AP4, Delta-T,USA

2.3 ชุดกล้องถ่ายภาพราก (PSU-ARDA, Minirhizotron), Thailand

3. โปรแกรมวิเคราะห์ทางสรีรวิทยา

3.1 โปรแกรมบันทึกภาพถ่ายราก (Root Image Analyzer, PSU, Thailand)

3.2 โปรแกรมวิเคราะห์ความยาวราก (Rootfly, Clemson University, UK)

4. อุปกรณ์

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างและปริมาณคลอโรฟิลล์

- เครื่องวัดดูดกลืนค่าแสง (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Ultrospec 3000, Phamacia Biotech, England
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ยี่ห้อ LAUDA รุ่น Alpha RA8, Germany
- ตู้อบตัวอย่าง ยี่ห้อ Memmert รุ่น UF 750, Germany
- เครื่องปั่นละเอียด ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น blender 600 W
- เครื่องเขย่า (vortex) ยี่ห้อ Personal รุ่น V-1 plus, USA
- โกร่งบดตัวอย่าง

4.2 อุปกรณ์การเตรียมสาร

- เครื่องชั่งดิจิตอล 2 และ 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ ES-1200 HA, Zepper scales LTD, Thailand
- เครื่องคนสารละลาย ยี่ห้อ Hotplate and Magnetic Strirer, C-MAG HS7, U.P. Marketing General Supply
- แท่งแม่เหล็ก

4.3 เครื่องแก้ว ประกอบด้วย

- กระบอกตวง
- ปิเปต
- บีกเกอร์
- ขวดปรับปริมาตร
- ขวดรูปชมพู่
- หลอดทดลองปริมาตร 15 มิลลิลิตร

4.4 อุปกรณ์ที่ใช้เตรียมตัวอย่าง

- ถุงพลาสติก
- กรรไกรตัดกิ่ง

4.5 อุปกรณ์ในการวัดการเจริญเติบโต

- เวอร์เนียร์
- ตลับเมตร
- สายวัด

4.6 อุปกรณ์อื่นๆ

- กระบะเพาะปลูก 32 หลุม
- โต๊ะระบบไฮโดรโพนิกส์
- ถังน้ำ ขนาดความจุ 20 ลิตร
- เครื่องปั๊มออกซิเจน
- อิฐ ขนาด 4x12 นิ้ว
- แผ่นโฟม ขนาด 24x36 นิ้ว
- ท่อไรโซบอก (Rhizobox)
- ถุงซิป
- ถุงกระดาษอบ
- กระดาษกรอง Whatman

2. **วิธีการ**

การทดลองที่ 1 ผลของวัสดุปลูกและการให้ปุ๋ยกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

1.1 การใช้พีทมอสร่วมกับวิธีการให้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

นำเมล็ดที่ทำลายการพักตัวแล้วมาปลูกในวัสดุปลูกหน้าดินและวัสดุปลูกพีทมอส (peat moss) และเมื่ออายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ครบ 3 เดือน ย้ายปลูกลงในถุงขนาด 6×12 นิ้ว วางแผนการทดลองแบบสปลิตพลอตในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (split plot in CRD design) จำนวนทรีตเมนต์ละ 20 ซ้ำ กำหนดให้วัสดุปลูกเป็นแมนพลอต ได้แก่ A1= หน้าดิน และ A2= พีทมอส ส่วนซับพลอต คือ สูตรปุ๋ย ได้แก่ B1= ปุ๋ยเม็ด (15-15-15) B2= ปุ๋ยเม็ด (15-15-15)+ ปุ๋ยเกล็ด (15-30-15) และ B3= ปุ๋ยเม็ด (15-15-15)+ปุ๋ยเกล็ด (15-30-15)+ สารปรับปรุงดิน (Humic acid) โดยใส่ปุ๋ยเม็ด อัตรา 5 กรัม/ต้น/เดือน ปุ๋ยเกล็ด อัตรา 3.65 กรัม/1 ลิตร/เดือน และสารปรับปรุงดิน อัตรา 3.65 กรัม/1 ลิตร อัตรา 100 มิลลิลิตร/ต้น/เดือน

บันทึกข้อมูล

วัดการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เดือนละ 1 ครั้ง เมื่อต้นกล้าอายุ 10 เดือน ตัดต้นกล้าชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น และราก วิเคราะห์ความแปรปรวน รวมถึงเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม R

1.2 ชนิดของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

นำต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 อายุ 3 เดือน ปลูกลงในท่อไรโซบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร และติดตั้งท่ออะคริลิคโปร่งแสงความยาว 100 เซนติเมตร โดยใช้วัสดุทึบแสงหุ้มปิดท่อบริเวณเหนือพื้นดิน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยแบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ จำนวนทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ (1 ต้น/ซ้ำ) ต้นละ 1 ท่อ ทั้งหมด 12 ท่อ คือ ปลูกด้วยหน้าดิน (ชุดควบคุม) (T1) ปลูกด้วยหน้าดินผสมกากชา (T2) ปลูกด้วยหน้าดินผสมกากกาแฟ (T3) และปลูกด้วยหน้าดินผสมพีทมอส (T4) โดยทุกทรีตเมนต์ใช้อัตราส่วนผสม 1:1 (ปริมาตร/ปริมาตร) ดูแลโดยให้น้ำทุกวัน ภายใต้โรงเรือนเพาะชำพรางแสง 50% จนกระทั่งต้นกล้าอายุ 10 เดือน

การบันทึกข้อมูล

1. คุณสมบัติของวัสดุปลูก

สุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุปลูก หน้าดิน และพีสมอส เพื่อวิเคราะห์ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ พร้อมทั้งค่าความชื้น

2. พัฒนาการและการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

โดยวัดความสูง (จากโคนถึงส่วนที่สูงที่สุดของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน) ความกว้างทรงพุ่ม (ทิศตะวันออก-ตกและทิศเหนือ-ใต้) นับจำนวนใบ (ที่คลี่ออกหมดจากลำต้น) คำนวณหาพื้นที่ใบ (Corley and Tinker, 2003) โดยการวัดความยาวและความกว้างใบย่อย บริเวณส่วนกลางของทางใบ ด้านละ 3 ใบ โดยใช้สูตรคำนวณพื้นที่ใบต่อต้น ดังสมการที่ (1) บันทึกข้อมูลทุก 1 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2557 – เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 เป็นระยะเวลา 10 เดือน

$$A = (b)(2nlw)(m) \quad (1)$$

เมื่อ A คือ พื้นที่ใบต่อต้น (ตารางเมตร)
b คือ ค่าคงที่ 0.55
n คือ จำนวนใบย่อย 1 ด้านของตัวอย่างทางใบ
w คือ ค่าเฉลี่ยของความกว้างใบย่อย 6 ใบ (เมตร)
l คือ ค่าเฉลี่ยของความยาวใบย่อย 6 ใบ (เมตร)
m คือ จำนวนทางใบทั้งต้น

2.1 ประเมินค่ามวลชีวภาพ

เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 10 เดือน ทำการถอนแยกจากวัสดุปลูกล้างใบ ลำต้น และรากให้สะอาด แล้วชั่งน้ำหนักสดแยกส่วน ใบ ลำต้น และราก หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อชั่งน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน จำนวนทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ

2.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ

วัดค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ โดยเก็บตัวอย่างใบขนาด 1 ตารางเซนติเมตร แช่ในกรด *N, N* - Dimethylformamide (DMF) 3 มิลลิลิตร วางในที่มืดอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง ความยาวคลื่น 664 และ 647 นาโนเมตร และคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (Moran, 1982) จากสูตร

Chl_a = (-2.99(OD647)) + (12.6(OD664)) (2)

Chl_b = (23.26(OD647)) - (5.6(OD664)) (3)

Chl_{total} = (20.27(OD647)) + (7.04(OD664)) (4)

โดยที่ Chl_a = คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม/ตารางเมตร)

Chl_b = คลอโรฟิลล์ บี (มิลลิกรัม/ตารางเมตร)

Chl_{total} = คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มิลลิกรัม/ตารางเมตร)

OD 647 = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องเครื่องวัดการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 647 นาโนเมตร

OD 664 = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องเครื่องวัดการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 664 นาโนเมตร

2.3 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (total nonstructural carbohydrate; TNC)

เก็บตัวอย่างใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 10 เดือน จำนวนทรีตเมนต์ละ 5 ซ้ำ โดยการอบตัวอย่างใบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ปั่นให้ละเอียด เพื่อวิเคราะห์การสะสมปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) โดยวิธีการ Manual Clang Anthrone (Osbone and Voogt, 1978) โดยการชั่งตัวอย่างพืช 0.1 กรัม ในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นและกรดเปอร์คลอริก 52% (ปริมาตร/ปริมาตร) อย่างละ 1.00 และ 1.30 มิลลิลิตร (ตามลำดับ) เขย่าสารละลายให้เข้ากัน กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ดูดสารละลายที่กรองได้มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร และเติมแอนโทรน 0.1% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำสารละลายไปเขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 5 นาที นำหลอดไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร เทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานกลูโคสเข้มข้น 0-550 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งนำไปทำให้เกิดสีเช่นเดียวกับตัวอย่าง คำนวณปริมาณ TNC โดยการเทียบจากกราฟมาตรฐานกลูโคส

2.4 พัฒนาการของราก

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของรากทุกๆ 2 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 – เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 เป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยใช้ชุดอุปกรณ์บันทึกราก (PSU-ARDA Minirhizotron) และใช้โปรแกรมบันทึกราก (Root Image Analyzer; RIA) นำภาพถ่ายที่บันทึกได้จากเครื่อง PSU-ARDA Minirhizotron เข้าโปรแกรมวิเคราะห์ความยาวราก (Rootfly, Clemson University) เพื่อวัดความยาวรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 2 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบไฮโดรโพนิกส์

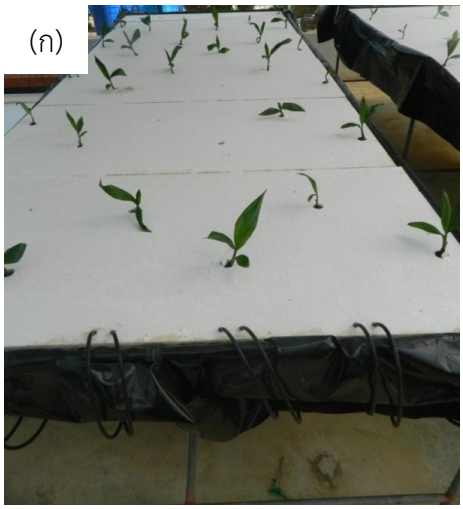
2.1 การใช้ระบบไฮโดรโพนิกส์สลับกับวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชา ในระยะอนุบาลหลัก

นำเมล็ดปาล์มน้ำมันพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 ที่ทำลายการพักตัวแล้ว ปลูกด้วยหน้าดินในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำไหลวน (NFT) และระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำขัง (DFT) เป็นระยะเวลา 3 เดือน แล้วย้ายปลูกลงในวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชาโดยแบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 10 ต้น ได้แก่ หน้าดิน (ควบคุม T1) หน้าดินผสมกากชา (T2) ระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำไหลวนย้ายปลูกในหน้าดินผสมกากชา (T3) ระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำขังย้ายปลูกในหน้าดินผสมกากชา (T4) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 15 กรัม/ต้น/เดือน

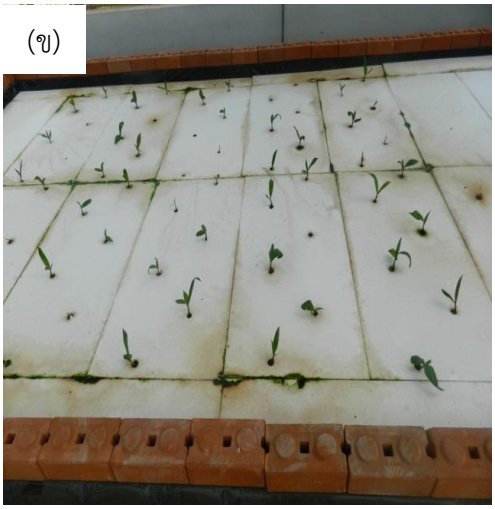
2.2 การใช้ระบบไฮโดรโพนิกส์ตลอดช่วงอนุบาลแรกและระยะอนุบาลหลัก

นำเมล็ดปาล์มน้ำมันพันธุ์ ทรัพย์ ม.อ.1 ที่ทำลายการพักตัวแล้ว ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำไหลวน ระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำขัง และปลูกด้วยหน้าดินเป็นระยะเวลา 10 เดือน โดยแบ่งเป็น 3 ทรีตเมนต์ จำนวนทรีตเมนต์ละ 10 ต้น ได้แก่ หน้าดิน (ควบคุม) (T1) ระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำไหลวน (T2) ระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำขัง (T3) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ให้ปุ๋ยเคมีละลายน้ำ สูตรผักไฮโดรโพนิกส์ โดยมีส่วนประกอบของธาตุอาหาร 2 กลุ่ม คือ สารเคมีกลุ่ม A (แคลเซียมไนเตรท 1,797 กรัม EDDTA 37 กรัม และ EDDHA 37 กรัม) และ กลุ่ม B (โพแทสเซียมไนเตรท 1012 กรัม โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต 105 กรัม โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต 190 กรัม แมกนีเซียมซัลเฟต 495 กรัม และ สาร Nic spray 42 กรัม) ใส่ลงในถังผสมปริมาตรขนาด 10 ลิตร เติมน้ำสะอาด (น้ำที่มีค่า EC ไม่เกิน 0.1 mS/cm) ปริมาตร 7 ลิตร คนให้สารเคมีละลายเข้ากันจนหมด แล้วจึงเติมน้ำให้ครบ 10 ลิตร แยกเก็บไว้ในพลาสติกขุ่นและเก็บไว้ในที่มืด เพื่อนำไปใช้ในระบบไฮโดรโพนิกส์ โดยการเติมสารละลายครั้งละ 4.5 ลิตร/เดือน

(ก)



(ข)



ภาพที่ 1 ลักษณะการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบน้ำไหลวน (ก) และแบบน้ำขัง (ข) ในระยะอายุ 2 เดือน

การบันทึกผลการทดลอง

1. คุณสมบัติของวัสดุปลูก

สุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุปลูก หน้าดิน หน้าดินผสมกากชา หน้าดินผสมกากกาแฟ และหน้าดินผสมพีสมอส เพื่อวิเคราะห์ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด พร้อมทั้งค่าความชื้น

2. พัฒนาการและการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

โดยวัดความสูง (จากโคนถึงส่วนที่สูงที่สุดของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน) ความกว้างทรงพุ่ม (ทิศตะวันออก-ตกและทิศเหนือ-ใต้) นับจำนวนใบ (ที่คลี่ออกหมดจากลำต้น) คำนวณหาพื้นที่ใบ (Corley and Tinker, 2003) โดยการวัดความยาวและความกว้างใบย่อย บริเวณส่วนกลางของทางใบ ด้านละ 3 ใบ โดยใช้สูตรคำนวณพื้นที่ใบต่อต้น ดังสมการที่ (1) บันทึกข้อมูลทุก 1 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2557 – เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 เป็นระยะเวลา 5 เดือน

3. ประเมินค่ามวลชีวภาพ

นำต้นกล้าทำความสะอาดโดยการล้างด้วยน้ำ และตัดแยกส่วนของ ลำต้น ใบ และราก ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง โดยการนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำจำนวนทรีตเมนต์ละ 10 ซ้ำ หลังสิ้นสุดการทดลอง

4. ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (total nonstructural carbohydrate; TNC)

เก็บตัวอย่างใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 10 เดือน จำนวนทรีตเมนต์ละ 5 ซ้ำโดยการอบตัวอย่างใบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ปั่นให้ละเอียดเพื่อวิเคราะห์การสะสมปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) โดยวิธีการ Manual Clang Anthrone (Osbone and Voogt, 1978) ใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

5. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

บันทึกค่าการชักนำการเปิดปากใบ โดยการใช้เครื่อง Porometer และวัดค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 หลังสิ้นสุดการทดลอง โดยสุ่มวัดจำนวนทรีตเมนต์ละ 10 ต้น

บทที่ 3
ผล

การทดลองที่ 1 ผลของวัสดุปลูกและการให้ปุ๋ยกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

1.1 การใช้พีทมอสร่วมกับวิธีการให้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

1.1.1 คุณสมบัติของวัสดุปลูก

จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุปลูกหน้าดิน และพีทมอส พบว่า หน้าดิน มีความชื้น 16.42 % ความเป็นกรด-ด่าง 4.75 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 65.6 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร (µS/cm) ซึ่งต่ำกว่าพีทมอส ที่มีความชื้น 25.28 % ความเป็นกรด-ด่าง 5.51 ค่าการนำไฟฟ้า 1,529 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ส่วนปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมดในหน้าดิน และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในหน้าดินมีค่าเท่ากับ 0.05 % และ 5.48 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนพีทมอสมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในหน้าดินเพียง 1.00 % และมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 0.10 % (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของวัสดุปลูกหน้าดินและพีทมอส สำหรับการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

วัสดุปลูก	ความชื้น (%)	กรด-ด่าง	ค่าการนำไฟฟ้า (µS/cm)	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)
หน้าดิน	16.42	4.75	65.6	0.05	na	5.48
พีทมอส	25.28	5.51	1,529	1.00	0.10	na

na = ไม่มีข้อมูล

1.1.2 พัฒนาการและการเจริญเติบโต

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในวัสดุปลูกหน้าดินและพีสมอส ที่ให้ปุ๋ยแตกต่างกัน ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558 เป็นระยะเวลา 10 เดือน พบว่าต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มการเจริญเติบโตในด้านความสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558 โดยการปลูกด้วยวัสดุปลูกพีสมอสมีการเจริญเติบโตสูงกว่าการปลูกด้วยหน้าดินอยู่ในช่วง 75 - 80 เซนติเมตร และ 60 – 70 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการให้ปุ๋ยทั้ง 3 ทรีตเมนต์ พบว่า การปลูกด้วยพีสมอสที่ให้ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) และสารปรับปรุงดิน (A2B3) ให้การเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือ การให้ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (A2B2) และการให้ปุ๋ยเม็ดเพียงอย่างเดียว (A2B1) ตามลำดับ แตกต่างกับการปลูกด้วยหน้าดินที่ให้ปุ๋ยเม็ดเพียงอย่างเดียวให้การเจริญเติบโตดีที่สุด (ภาพที่ 2)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

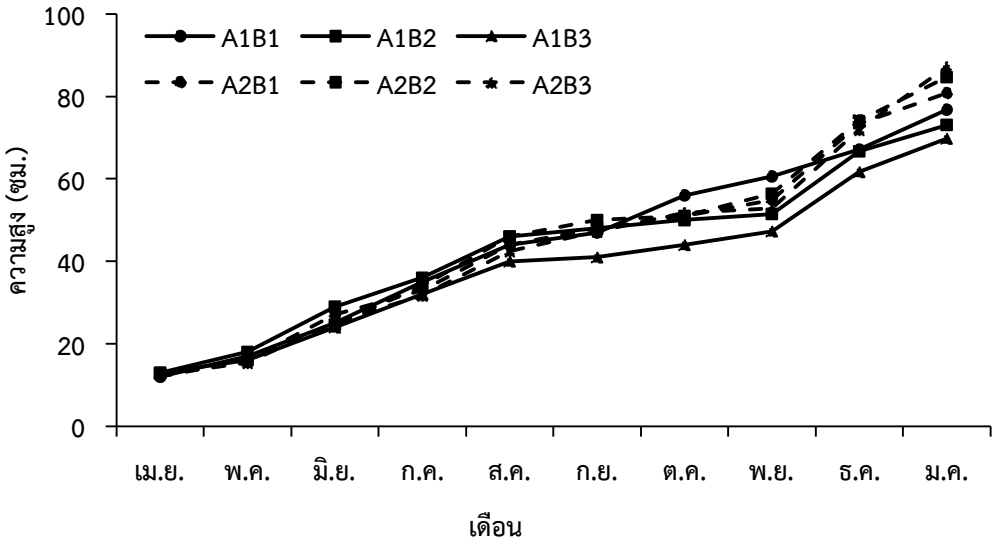
ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยหน้าดินและพีสมอส เริ่มมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2557 – เดือนมกราคม 2558 โดยการปลูกด้วยพีสมอสมีการเจริญเติบโตสูงกว่าการปลูกด้วยหน้าดิน ส่วนการให้ปุ๋ยทั้ง 3 ทรีตเมนต์ พบว่า การปลูกด้วยพีสมอสที่ให้ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) และสารปรับปรุงดิน (A2B3) ให้การเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือ การให้ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (A2B2) และการให้ปุ๋ยเม็ดเพียงอย่างเดียว (A2B1) ตามลำดับ แตกต่างกับการปลูกด้วยหน้าดินที่ให้ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบมีการเจริญเติบโตดีที่สุด (A1B2) (ภาพที่ 3)

ความกว้างทรงพุ่ม

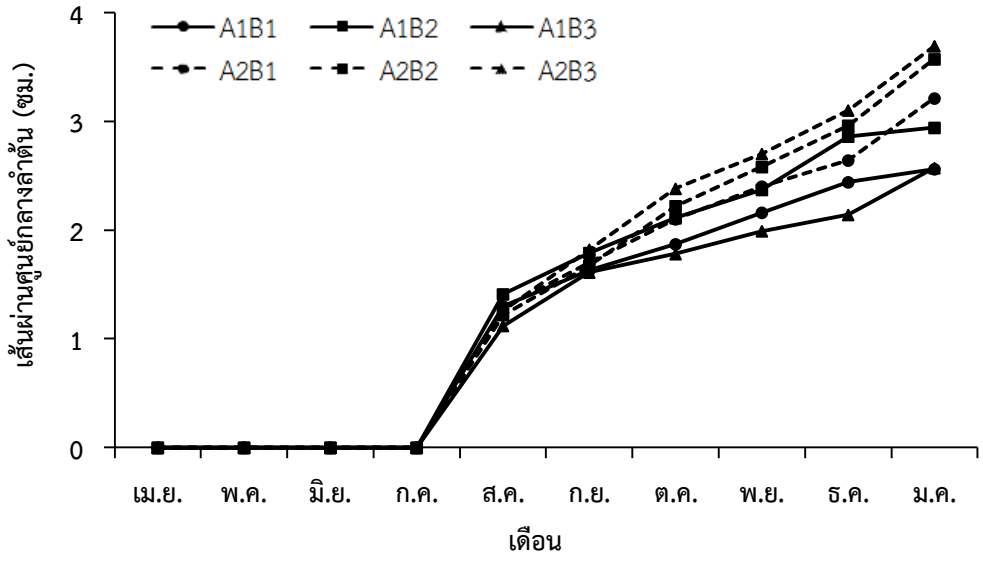
ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยหน้าดินและพีสมอส เริ่มมีขนาดความกว้างทรงพุ่มเพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2557 – เดือนมกราคม 2558 โดยการปลูกด้วยพีสมอสมีการเจริญเติบโตสูงกว่าการปลูกด้วยหน้าดิน ส่วนการให้ปุ๋ยทั้ง 3 ทรีตเมนต์ พบว่า การปลูกด้วยพีสมอสที่ให้ปุ๋ยต่างกันมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ทรีตเมนต์ ส่วนการปลูกด้วยหน้าดินและให้ปุ๋ยเม็ดเพียงอย่างเดียว (A1B1) ให้ความกว้างทรงพุ่มสูงกว่า การให้ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (A1B2) และการให้ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) และสารปรับปรุงดิน (A1B3) (ภาพที่ 4)

จำนวนใบ

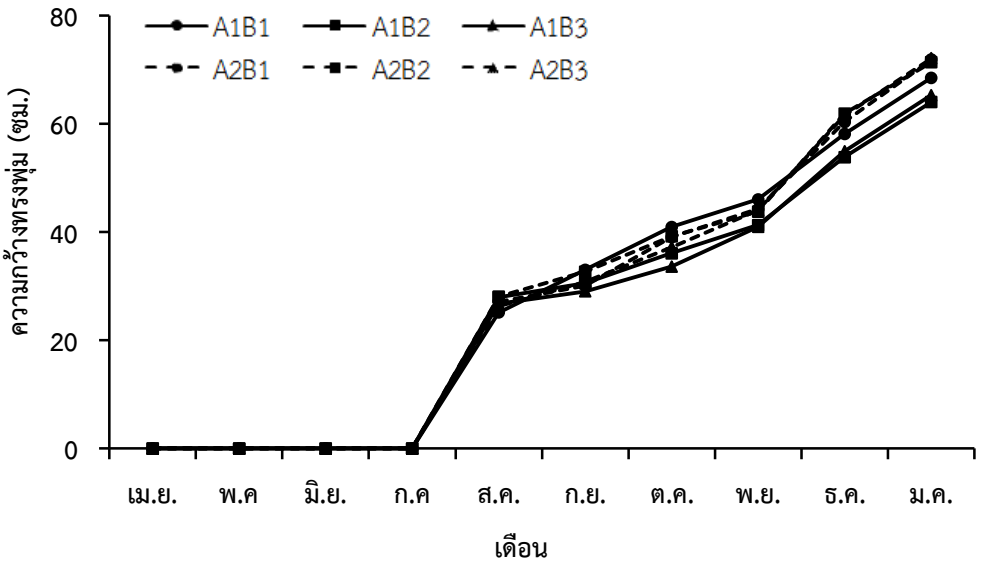
ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดินและพีสมอส มีจำนวนใบเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนเมษายน – ธันวาคม 2557 โดยการปลูกด้วยพีสมอสมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งสูงกว่าการปลูกด้วยหน้าดินในเดือนมกราคม 2558 ส่วนการให้ปุ๋ยทั้ง 3 ทรีตเมนต์ พบว่า การปลูกด้วยพีสมอสที่ให้ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) และสารปรับปรุงดิน (A2B3) ให้การเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือ การให้ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (A2B2) และการให้ปุ๋ยเม็ดเพียงอย่างเดียว (A2B1) ตามลำดับ ซึ่งการให้ปุ๋ยเม็ดมีจำนวนใบลดลงเดือนมกราคม 2558 แตกต่างกับการปลูกด้วยหน้าดินที่มีจำนวนใบลดลงในเดือนมกราคม 2558 ทุกทรีตเมนต์ที่ให้ปุ๋ย (ภาพที่ 5)



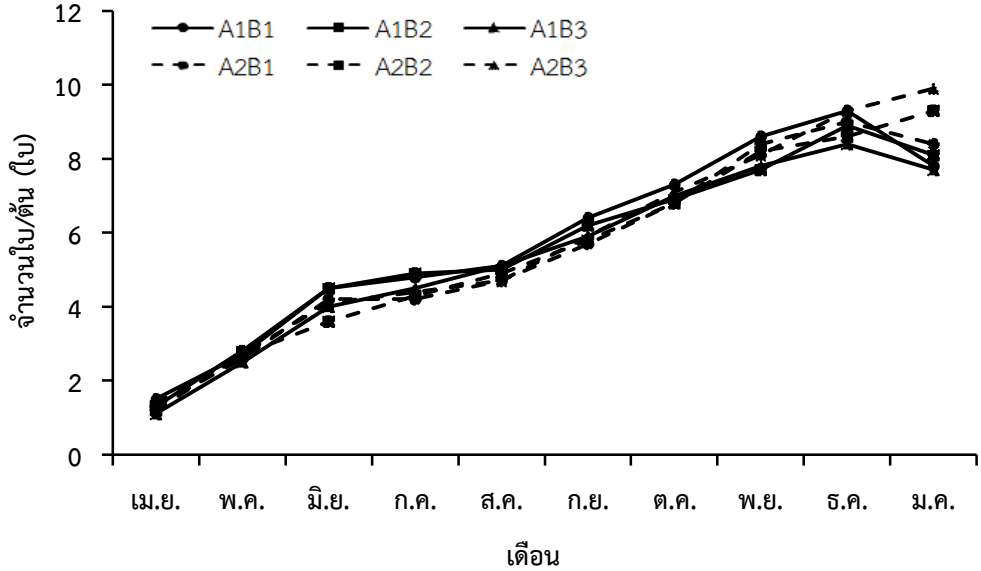
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดิน (A1) และพีทมอส (A2) โดยให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ปุ๋ยเม็ด (B1) ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) (B2) และ ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (B3) ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดิน (A1) และพีทมอส (A2) โดยให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ปุ๋ยเม็ด (B1) ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) (B2) และ ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (B3) ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558



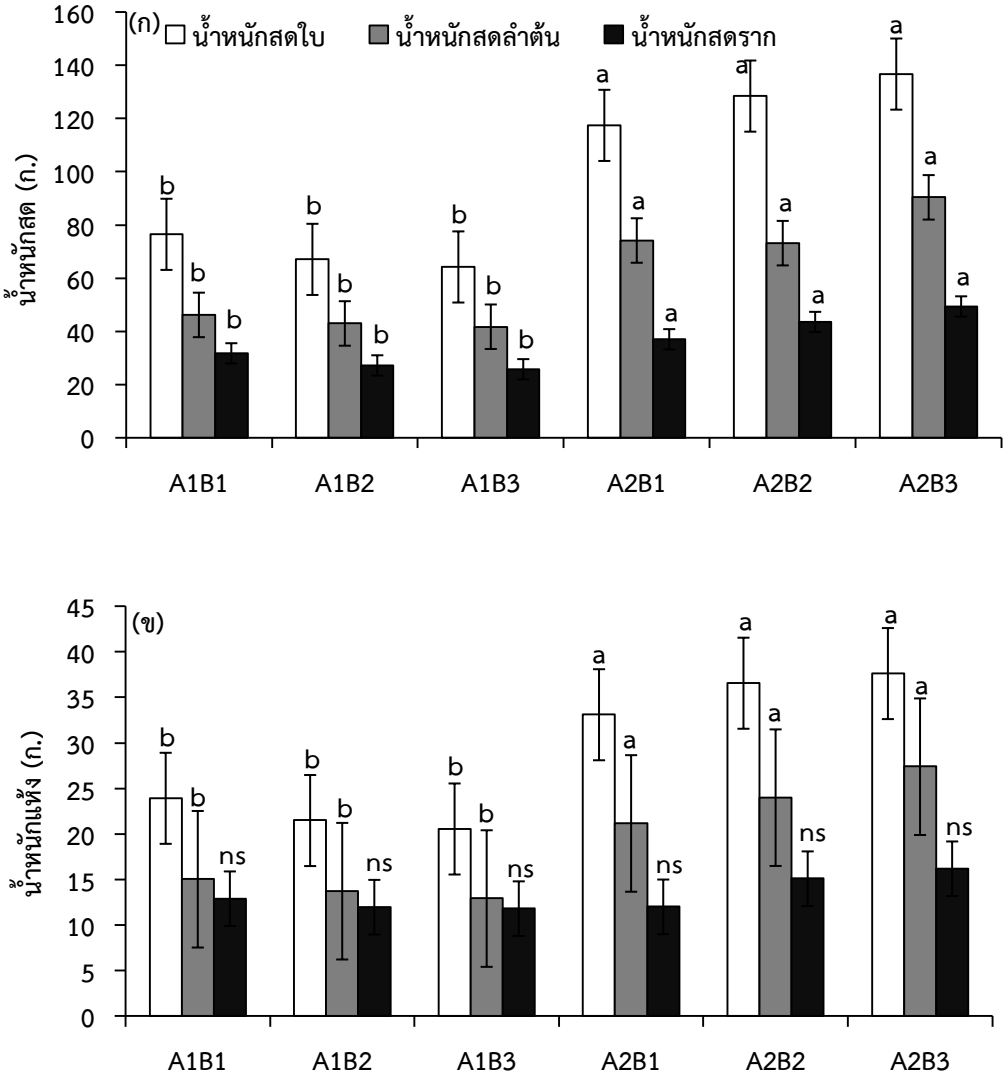
ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงความกว้างทรงพุ่มของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดิน (A1) และพีทมอส (A2) โดยให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ปุ๋ยเม็ด (B1) ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) (B2) และ ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (B3) ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงจำนวนใบต่อต้นของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดิน (A1) และพีทมอส (A2) โดยให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ปุ๋ยเม็ด (B1) ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) (B2) และ ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (B3) ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558

1.1.3 การสะสมมวลชีวภาพ

การวิเคราะห์มวลชีวภาพในต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือน พบว่า การปลูกด้วยพืทมอสร่วมกับการให้ปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (A2B3) มีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด ให้ค่าเฉลี่ยทั้งน้ำหนักสด ใบ ลำต้น ราก สูงที่สุด รองลงมาคือ การปลูกด้วยพืทมอสร่วมกับการให้ปุ๋ยทางใบ (A2B2) และการปลูกด้วยพืทมอสร่วมกับการให้ปุ๋ยเม็ดเพียงอย่างเดียว (A2B1) มีค่าต่ำสุด แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ทั้ง 3 การให้ปุ๋ย ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนการปลูกด้วยหน้าดิน พบว่า น้ำหนักสด ใบ ลำต้น ราก มีค่าสูงที่มีการให้ปุ๋ยเม็ดเพียงอย่างเดียว (A1B1) รองลงมาคือ การปลูกด้วยพืทมอสร่วมกับการให้ปุ๋ยทางใบ (A1B2) และการปลูกด้วยพืทมอสร่วมกับการให้ปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (A1B3) มีค่าน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้ปุ๋ยทั้ง 3 ชนิด ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการใช้วัสดุปลูกหน้าดินและพีสมอส พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนน้ำหนักแห้งเป็นไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักสด แต่แตกต่างกันที่น้ำหนักแห้งของรากที่ไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 2 วัสดุปลูก และการให้ปุ๋ยชนิดต่างกัน (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 การสะสมน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ และราก ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุปลูกหน้าดิน (A1) และพีทมอส (A2) โดยให้ปุ๋ยแตกต่างกัน 3 แบบ คือ ปุ๋ยเม็ด (B1) ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยเกล็ด) (B2) และ ปุ๋ยเม็ดร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน (B3) ตั้งแต่เดือนเมษายน 2557 – เดือนมกราคม 2558

1.2 ชนิดของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

1.2.1 คุณสมบัติของวัสดุปลูก

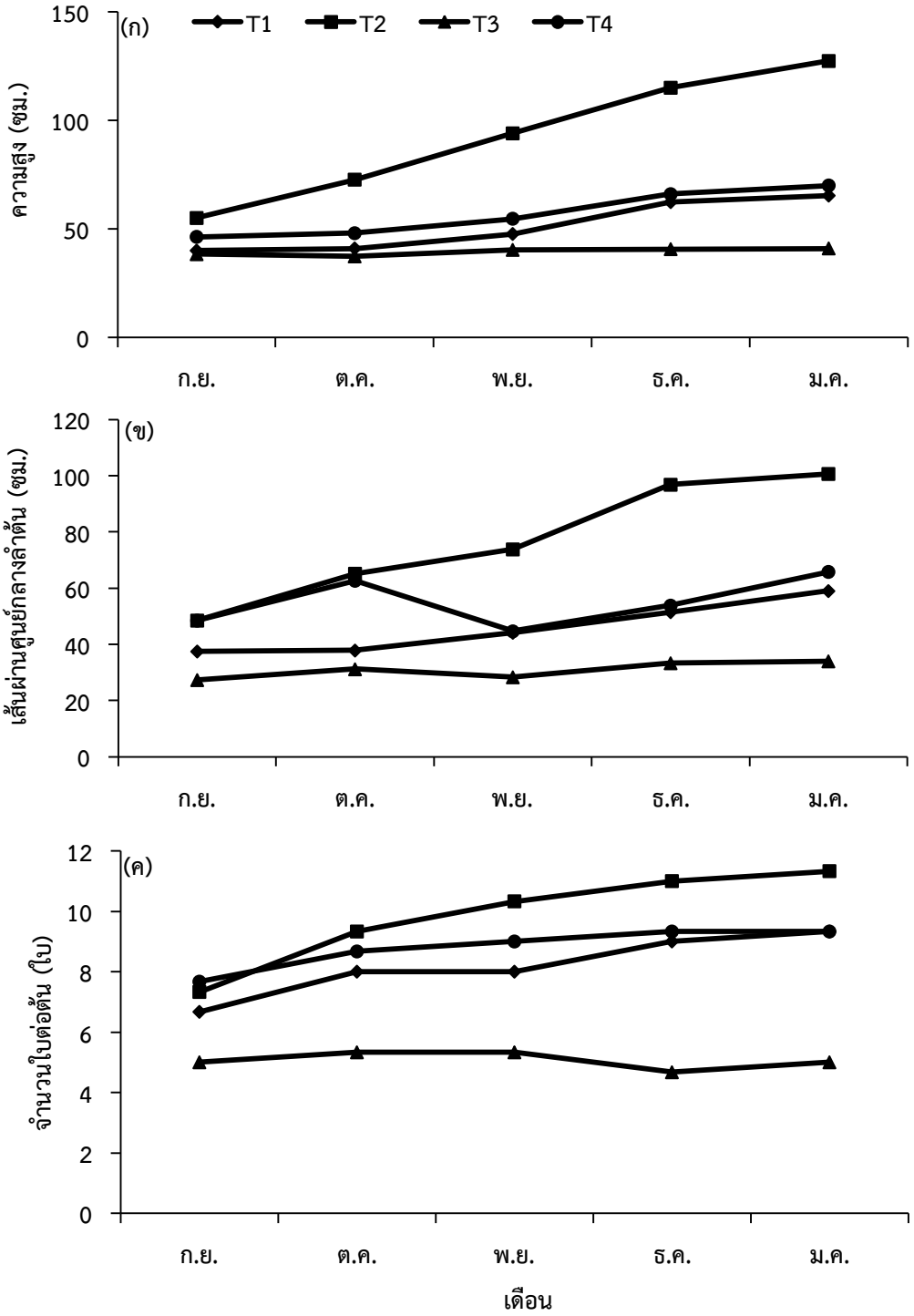
จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุปลูกหน้าดินผสม พบว่า หน้าดินผสมกากชา หน้าดินผสมกากกาแฟ และหน้าดินผสมพีทมอสมีความชื้นสูงกว่าหน้าดิน อยู่ในช่วง 23 – 26 % โดยหน้าดินมีความชื้นแค่ 16.42 % เช่นเดียวกับความเป็นกรด-ด่าง ในหน้าดินที่มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.75 ส่วนค่าการนำไฟฟ้า พบว่า มีค่าสูงที่สุดในหน้าดินผสมกากกาแฟ รองลงมาคือ หน้าดินผสมกากชา หน้าดินผสมพีสมอส และหน้าดินเพียงอย่างเดียวที่มีค่าต่ำสุด คือ 1,815 1,650 1,529 และ 65.6 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับไนโตรเจนทั้งหมดและโพแทสเซียมทั้งหมด พบว่า หน้าดินผสมกากชาและหน้าดินผสมกากกาแฟมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 2.00-2.30 และ 0.70-0.73 % ตามลำดับ แต่ในหน้าดิน พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.05 % ต่างกับปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในหน้าดินมีค่าสูงที่สุดคือ 43.94 % ขณะเดียวกันปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในหน้าดินก็มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 5.48 % (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของวัสดุปลูกหน้าดินผสม สำหรับการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

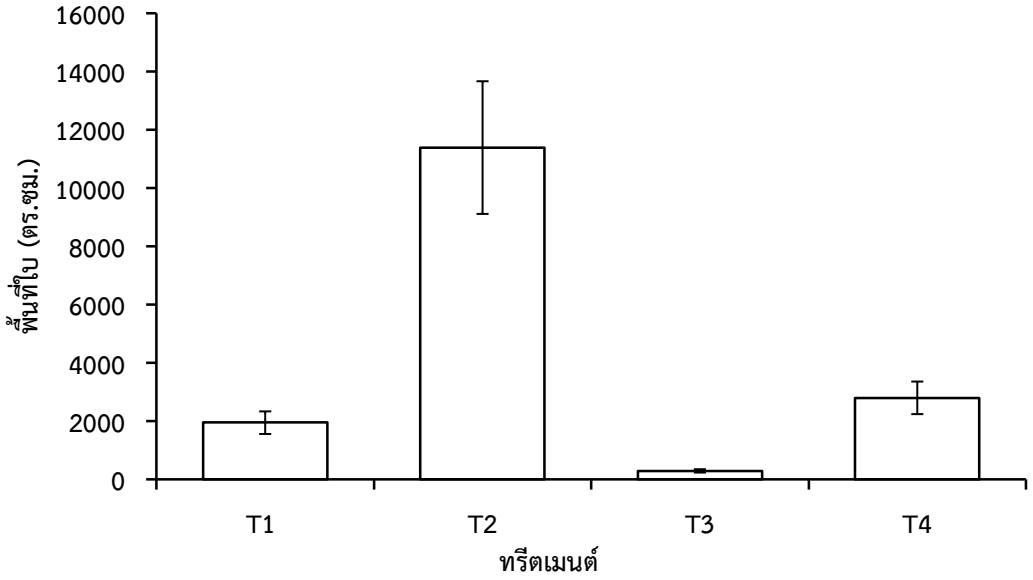
วัสดุปลูก	ความชื้น (%)	กรด-ด่าง	การนำไฟฟ้า (µS/cm)	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	โพแทสเซียมทั้งหมด (%)
หน้าดิน	16.42	4.75	65.6	0.05	5.48	43.94
หน้าดินผสมกากชา	25.85	6.10	1,650	2.24	0.18	0.73
หน้าดินผสมกากกาแฟ	23.52	5.90	1,815	2.19	0.15	0.71
หน้าดินผสมพีทมอส	25.28	5.51	1,529	1.00	0.10	0.33

1.2.2 พัฒนาการและการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 10 เดือน ที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า ทางด้านความสูง การปลูกด้วยหน้าดินผสมกากชา ให้ค่าการเจริญเติบโตสูงที่สุดตั้งแต่เดือนกันยายน 2557 และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนมกราคม 2558 รองลงมาคือ การปลูกด้วยหน้าดินผสมพีทมอส และการปลูกด้วยหน้าดินเพียงอย่างเดียว ส่วนการปลูกด้วยหน้าดินผสมกากกาแฟให้ค่าต่ำสุดตั้งแต่เดือนกันยายน 2557 – มกราคม 2558 สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า เป็นลักษณะเช่นเดียวกับความสูง คือ การปลูกด้วยหน้าดินผสมกากชา ให้ค่าการเจริญเติบโตดีที่สูงสุด และการปลูกด้วยหน้าดินผสมกากกาแฟให้ค่าต่ำสุด ส่วนจำนวนใบ พบว่า การปลูกด้วยหน้าดินผสมกากชา มีจำนวนใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ การปลูกด้วยหน้าดินผสมพีทมอส และการปลูกด้วยหน้าดินเพียงอย่างเดียว ส่วนการปลูกด้วยหน้าดินผสมกากกาแฟให้ค่าต่ำสุด และเริ่มลดลงในเดือนธันวาคม 2557 (ภาที่ 7) เช่นเดียวกันกับพื้นที่ใบ การปลูกด้วยวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชามีค่าพื้นที่ใบที่สูงสุดอย่างเห็นได้ชัดเจน ที่อายุ 10 เดือน รองลงมาคือวัสดุปลูกหน้าดินผสมพีทมอส วัสดุปลูกหน้าดิน และวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากกาแฟ ซึ่งมีค่าที่น้อยมาก ตามลำดับ (ภาที่ 8)



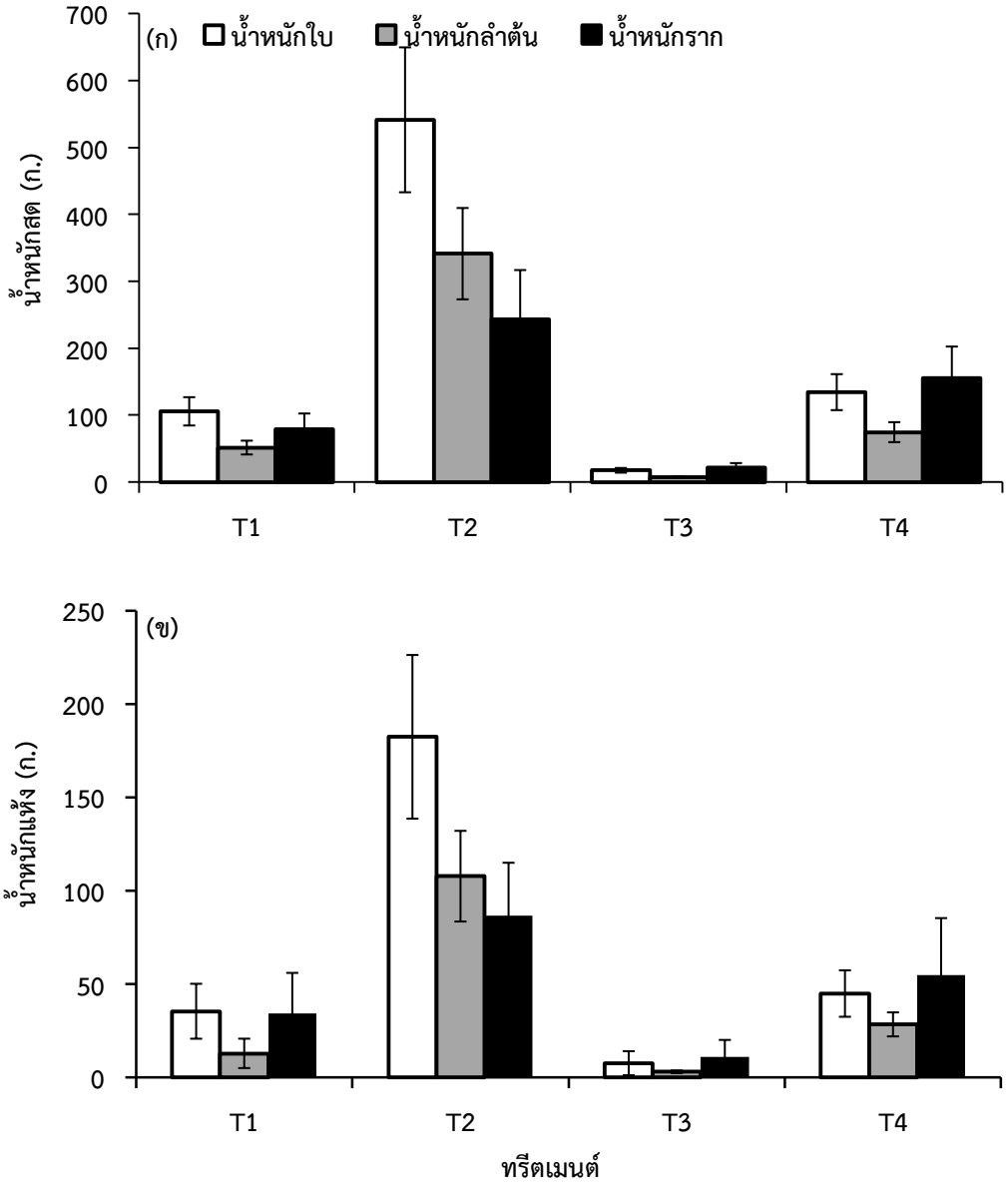
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงเจริญเติบโตด้านความสูง (ก) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ข) และจำนวนใบ (ค) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ คือ หน้าดิน (T1) หน้าดินผสมกากชา (T2) หน้าดินผสมกากกาแฟ (T3) และหน้าดินผสมพีทมอส (T4) ตั้งเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 – มกราคม พ.ศ. 2558



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ คือ หน้าดิน (T1) หน้าดินผสมกากชา (T2) หน้าดินผสมกากกาแฟ (T3) และหน้าดินผสมพีทมอส (T4) ตั้งเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 – มกราคม พ.ศ. 2558

1.2.3 การสะสมมวลชีวภาพ

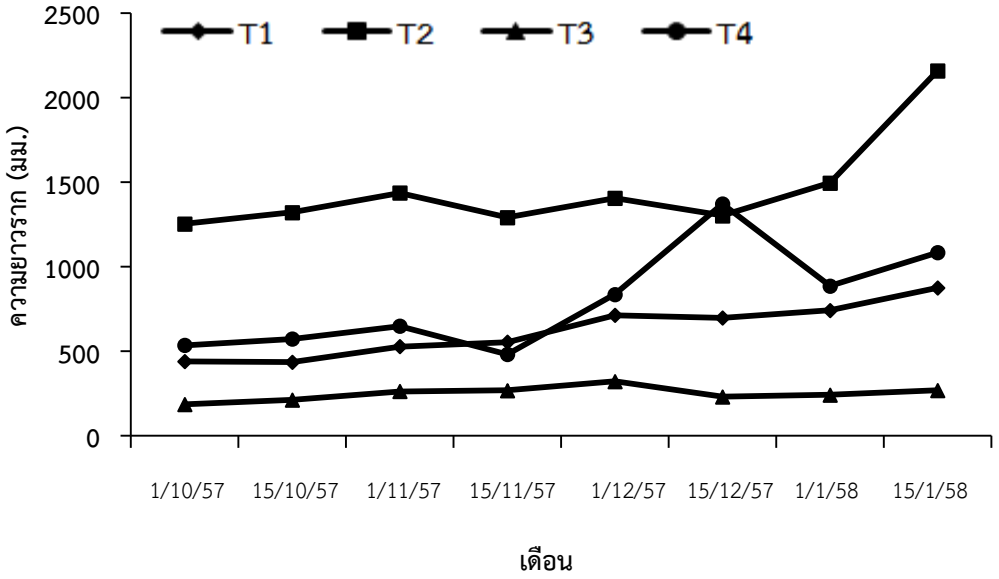
การวิเคราะห์มวลชีวภาพในต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชา ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักค่าที่สูงที่สุดทั้งในส่วนของ ใบ ลำต้นและราก ทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ วัสดุปลูกหน้าดินผสมพีทมอส วัสดุปลูกหน้าดินและวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชา ตามลำดับ ค่าสะสมมวลชีวภาพจะสอดคล้องกับค่าการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ดังนั้นเมื่อต้นกล้าที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชา มีค่าการเจริญเติบโตที่สูง จึงทำให้ค่าสะสมมวลชีวภาพสูงขึ้นด้วย ซึ่งเป็นสิ่งบ่งชี้อย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงการเจริญเติบโตที่ดี และสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตที่ดีด้วย (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 การสะสมน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น ใน และราก ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ คือ หน้าดิน (T1) หน้าดินผสมกากชา (T2) หน้าดินผสมกากกาแฟ (T3) และหน้าดินผสมพีทมอส (T4) ตั้งเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 – มกราคม พ.ศ. 2558

1.3 ชนิดของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของรากต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การเจริญเติบโตของรากต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า การปลูกด้วยหน้าดินผสมกากชา มีการเจริญเติบโตของรากสูงที่สุดตั้งแต่เดือนกันยายน 2557 และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนมกราคม 2558 รองลงมาคือ การปลูกด้วยหน้าดินผสมพีทมอส และการปลูกด้วยหน้าดินเพียงอย่างเดียว ส่วนการปลูกด้วยหน้าดินผสมกากกาแฟให้ค่าต่ำสุดตั้งแต่เดือนกันยายน 2557 – มกราคม 2558 อย่างไรก็ตาม การปลูกด้วยหน้าดินผสมพีทมอสมีค่าต่ำสุดช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนและสูงสุดในช่วงกลางเดือนธันวาคม 2557 (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงความยาวรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ คือ หน้าดิน (T1) หน้าดินผสมกากชา (T2) หน้าดินผสมกากกาแฟ (T3) และหน้าดินผสมพีทมอส (T4) ตั้งเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 – มกราคม พ.ศ. 2558

2.1 การใช้ระบบไฮโดรโพนิกส์สลับกับวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชาระยะอนุบาลหลัก

2.1.1 พัฒนาการและการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำไหลวนย้ายลงหน้าดินผสมกากชา (T2) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนต์อื่นๆทั้งทางด้านความสูง (64.83 เซนติเมตร) จำนวนใบ (7.33 ใบ) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (2.01 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่ม (49.67 เซนติเมตร) และพื้นที่ใบ (30.24 ตารางเมตร) มีค่าสูงที่สุดส่วนการปลูกด้วยหน้าดิน (T1) มีการเจริญเติบโตที่น้อยที่สุด ทั้งทางด้านความสูง (49.00 เซนติเมตร) จำนวนใบ (7.30 ใบ) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (1.88 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่ม (39.25 เซนติเมตร) และพื้นที่ใบ (12.26 ตารางเมตร) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์สลับกับวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชาในระยะอนุบาลหลัก

ทรีตเมนต์	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ (ใบ)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ซม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)	พื้นที่ใบ (ตร.ม.)
T1	49.00b	7.30^{ns}	1.88^{ns}	39.25b	12.26b
T2	57.40ab	7.70	2.19	41.50ab	13.34b
T3	64.83a	7.33	2.01	49.67a	30.24a
T4	53.50ab	7.30	2.06	48.00ab	13.30b

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2.1.2 การสะสมมวลชีวภาพ

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 10 เดือน ในวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชา (T2) พบว่า ทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การย้ายจากระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำขังย้ายลงหน้าดินผสมกากชา (T3) มีค่าสูงที่สุดโดยทั้งน้ำหนักสดส่วนของใบ ลำต้น และรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มีค่าเท่ากับ 47.60 30.80 และ 15.10 กรัม ตามลำดับ ในส่วนของน้ำหนักแห้งส่วนของใบ ลำต้น และรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มีค่าเท่ากับ 12.74 8.46 และ 3.19 กรัม ตามลำดับ ส่วนในของหน้าดินมีค่าน้ำหนักสดของใบและลำต้นน้อยสุด คือ 24.50 และ 12.20 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์สลับกับวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชาในระยะอนุบาลหลัก

ทรีตเมนต์	ใบ		ลำต้น		ราก	
	น้ำหนักสด (ก.)	น้ำหนักแห้ง (ก.)	น้ำหนักสด (ก.)	น้ำหนักแห้ง (ก.)	น้ำหนักสด (ก.)	น้ำหนักแห้ง (ก.)
T1	24.50^{ns}	6.77^{ns}	12.20^{ns}	3.13^{ns}	11.20^{ns}	3.12^{ns}
T2	36.90	10.13	23.20	5.33	16.30	2.53
T3	32.71	8.43	20.00	5.17	11.00	2.92
T4	47.60	12.74	30.80	8.46	15.10	3.19

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2.1.3 การปรับตัวทางด้านสรีรวิทยาพืช

จากการเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ พบว่า การย้ายจากระบบน้ำขังลงหน้าดินผสมกากชา (T4) มีค่าสูงที่สุด (38.17 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร) โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีใบสีเขียวเข้มจะให้ปริมาณคลอโรฟิลล์สูง ขณะเดียวกันปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) พบว่า การย้ายจากระบบน้ำขังลงหน้าดินผสมกากชา (T4) ยังมีค่าที่สูงที่สุดแม้ไม่มีความแตกต่างกับการย้ายจากหน้าดินลงหน้าดินผสมกากชา (T4) และการย้ายจากระบบน้ำไหลวนลงหน้าดินผสมกากชา (T3) คือ 338.40 330.60 และ 327.80 มิลลิกรัมกลูโคส/น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนการเปิดปากใบ พบว่า การย้ายจากระบบน้ำไหลวนลงหน้าดินผสมกากชามีค่าสูงที่สุด คือ 189.30 มิลลิโมล/ตารางเมตร/วินาที (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณคลอโรฟิลล์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างและการเปิดปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์สลับกับวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชาในระยะอนุบาลหลัก

ทรีตเมนต์	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (มก./ตร.ซม.)	ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (มก./กรัมน้ำหนักแห้ง)	การเปิดปากใบ (มิลลิโมล/ตร.ม./วินาที)
T1	27.05b	316.60b	98.80b
T2	29.36b	327.80ab	87.30b
T3	29.46b	330.60ab	189.30a
T4	38.17a	338.40a	90.90b

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

2.2 การใช้ระบบไฮโดรโพนิกส์ตลอดช่วงระยะอนุบาลแรกและระยะอนุบาลหลัก

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบไฮโดรโพนิกส์ ในช่วงอายุ 10 เดือน โดยการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า การปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำไหลวน (ระบบ NFT) มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด ทั้งทางด้านความสูง (91.80 เซนติเมตร) จำนวนใบ (9.80 ใบ) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (4.39 เซนติเมตร) ความกว้างทรงพุ่ม (86.10 เซนติเมตร) และพื้นที่ใบ (62.38 ตารางเมตร) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสิ่งทดลองอื่นๆ ซึ่งการปลูกด้วยระบบ NFT รากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้สัมผัสกับออกซิเจนและธาตุอาหารตลอดเวลา ทำให้มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์ตลอดช่วงอายุระยะอนุบาลหลัก

ทรีตเมนต์	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ (ใบ)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ซม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)	พื้นที่ใบ (ตร.ม.)
หน้าดิน	49.00b	7.30b	1.88c	39.25c	12.26b
ระบบ NFT	91.80a	9.80a	4.39a	86.10a	62.38a
ระบบ DFT	62.67b	7.67b	2.76b	53.00b	32.04b

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

จากการเปรียบเทียบน้ำหนักสดและแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 10 เดือน พบว่า การปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำไหลวน (ระบบ NFT) มีค่าน้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดลำต้น น้ำหนักสดราก สูงที่สุดคือ 146.40 80.30 และ 46.30 กรัม ตามลำดับ ส่วนค่าน้ำหนักแห้งใบ น้ำหนักแห้งลำต้น น้ำหนักแห้งราก มีค่าเท่ากับ 36.1813.41 และ 9.23 กรัม ตามลำดับ การปลูกด้วยหน้าดินมีค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด ทั้งค่าน้ำหนักสดใบ (24.50 กรัม) และน้ำหนักสดลำต้น (12.20 กรัม) ส่วนน้ำหนักสดรากมีค่าน้อยที่สุดในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำขัง (ระบบ DFT) (7.00 กรัม) เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งรากและน้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งลำต้น (3.13 กรัม) น้ำหนักแห้งรากมีค่าน้อยสุดที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์ระบบน้ำขัง (ระบบ DFT) (3.12 กรัม) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์ตลอดช่วงอายุระยะอนุบาลหลัก

ทรีตเมนต์	ใบ		ลำต้น		ราก	
	น้ำหนักสด (ก.)	น้ำหนักแห้ง (ก.)	น้ำหนักสด (ก.)	น้ำหนักแห้ง (ก.)	น้ำหนักสด (ก.)	น้ำหนักแห้ง (ก.)
หน้าดิน	24.50b	6.77b	12.20b	3.13b	11.20b	3.12b
ระบบ NFT	146.40a	36.18a	80.30a	13.41a	46.30a	9.23a
ระบบ DFT	30.33b	12.73b	17.67b	4.69ab	7.00b	1.68b

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ พบว่า ระบบน้ำไหลวน (ระบบ NFT) มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ ระบบน้ำขัง (ระบบ DFT) คือ 33.53 กรัม/ตารางเซนติเมตรและ 29.37 กรัม/ตารางเซนติเมตร ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) พบว่า สูงที่สุดในระบบน้ำขัง (ระบบ DFT) คือ 348.80 มิลลิกรัมกลูโคส/น้ำหนักแห้ง ส่วนการเปิดปากใบพบว่า ระบบน้ำไหลวน (ระบบ NFT) มีค่าเท่ากับ 171.00 มิลลิโมล/ตารางเมตร/วินาที รองลงมาคือ การใช้หน้าดินมีค่า 98.80 มิลลิโมล/ตารางเมตร/วินาที ซึ่งค่าการเปิดปากใบมีค่าสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ปริมาณคลอโรฟิลล์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครสร้างและการเปิดปากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือนในระบบไฮโดรโพนิกส์ตลอดช่วงอายุระยะอนุบาลหลัก

ทรีตเมนต์	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (มก./ตร.ซม.)	คาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ใน รูปโครงสร้าง (มก./กรัมน้ำหนักแห้ง)	การเปิดปากใบ (มิลลิโมล/ตร.ซม./วินาที)
หน้าดิน	27.05b	316.60b	98.80b
ระบบ NFT	33.53a	323.30ab	171.00a
ระบบ DFT	29.37ab	348.80a	73.33b

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

บทที่ 4

วิจารณ์

การใช้วัสดุปลูกและการให้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกพีทมอสมีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกด้วยหน้าดิน เนื่องจากพีทมอสมีโครงสร้างละเอียด มีค่า CEC สูง สามารถดูดยึดธาตุอาหารได้ดี และพีทมอสยังมีความพรุนสูงทำให้พืชได้รับอากาศพร้อมทั้งดูดซับธาตุอาหารไปใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตได้ดี (สมเพียร, 2524) อีกทั้งวัสดุปลูกพีทมอสยังมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าวัสดุปลูกหน้าดิน ซึ่งปริมาณไนโตรเจนเป็นตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ทั้งนี้การให้ปุ๋ยยังส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น โดยพบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกพีทมอสพร้อมทั้งให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยทางใบและสารปรับปรุงดิน มีการเจริญเติบโตทางด้านการแตกใบใหม่และระบบรากที่ดี ซึ่งมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าการปลูกด้วยวัสดุปลูกหน้าดินถึง 3 เดือน แสดงให้เห็นว่า การเลือกใช้วัสดุปลูกร่วมกับการให้ปุ๋ยและการใช้สารปรับปรุงดินสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้ดี นอกจากปาล์มน้ำมันแล้วพบว่า ในลองกองที่ให้สารปรับปรุงดินและให้ปุ๋ยเกล็ด (ปุ๋ยทางใบ) สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากและยอดได้ดี เช่นกัน (มนต์สรวง และมงคล, 2548) เนื่องจาก สารปรับปรุงดิน (กรดฮิวมิก) มีความสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางชีวภาพของดินโดยเป็นแหล่งของธาตุอาหาร และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชจุลินทรีย์ (ยงยุทธ์, 2556) ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น สำหรับการให้ปุ๋ยทางใบ พบว่า สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในด้านความสูงต้น จำนวนหน่อ จำนวนใบต่อต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง (Rafque and Muhsi, 2004; Yildirim *et al*., 2007) รวมทั้งการให้ปุ๋ยทางใบในต้นกล้ามังคุดทำให้ผลิใบใหม่ได้มากกว่าต้นกล้าปกติ (สายัณห์ และมงคล, 2534) นอกจากนี้ยังพบว่า การให้ปุ๋ยทางใบส่งผลทำให้ต้นมะเขือเทศมีความสูงเพิ่มขึ้นมากกว่าชุดควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Direkvanda *et al*., 2008) ส่วนในต้นพริกหวานลูกผสมมีแนวโน้มทางด้านความสูงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (บุญมี และคณะ, 2553) เพราะการให้ปุ๋ยทางใบช่วยเพิ่มความชื้นให้แก่พืช และยังทำให้ศักยภาพในการดูดซึมปุ๋ยมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น พืชจึงสามารถดูดธาตุอาหารไปใช้ได้โดยตรง ทำให้พืชมีการเจริญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ยงยุทธ์, 2552)

การใช้วัสดุปลูกผสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การย้ายปลูกในหน้าดินผสมกากชาช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน เนื่องจาก กากชามีธาตุไนโตรเจนสูง อากาศถ่ายเทได้สะดวก และยังสามารถทำให้ดินร่วนซุยได้ (Turhan *et al*., 2007) จึงส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตที่ดี ซึ่งการทดลองในส่วนที่ 1 พบว่า การใช้หน้าดินผสมกากชาสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 10 เดือน ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การใช้หน้าดินผสมพีทมอส เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หน้าดินผสมกากกาแฟ และหน้าดินเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับ การใช้วัสดุปลูกพีสมอสในต้นกล้าบานชื่นหนู ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตดีที่สุดทั้งความกว้างทรงพุ่ม ความกว้างใบ และจำนวนใบ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (กนิษฐา, 2542) สอดคล้องกับการรายงานของ พจน์ณีย์ (2542) ที่ใช้วัสดุปลูกพีทมอสในต้นกล้าแพงพวยมีผลทำให้ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวต้น ความกว้างใบ และจำนวนใบ ให้ค่าการเจริญเติบโตดีที่สุด อย่างไรก็ตาม การใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูกจะส่งผลให้มีต้นทุนในการผลิตสูง เนื่องจาก พีทมอสเป็นวัสดุปลูกที่มีราคาสูงกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่นๆ เช่น กากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน และขุยมะพร้าว เป็นต้น (Adeoluwa and Adeoye, 2008) ส่วนการใช้วัสดุปลูกหน้าดินผสมกากกาแฟที่ทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตต่ำอาจเป็นผลมาจากวัสดุผสมมีการยึดแน่นกันเกินไป ทำให้อากาศถ่ายเทไม่สะดวก ไม่มีความร่วนของดินทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตช้าและมีบางต้นที่ตาย

ผลของระบบไฮโดรโพนิกส์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การปลูกพืชในระบบไฮโดรโพนิกส์เป็นการให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารแบบไหลผ่าน (สมัย, 2553) ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดี เนื่องจากมีการถ่ายเทของออกซิเจนและความสม่ำเสมอของธาตุอาหารที่สูงกว่าการปลูกพืชลงดิน (Cometti *et al*., 2006) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำไหลวน สามารถเพิ่มมวลชีวภาพได้มากกว่าการปลูกในหน้าดิน 3-5 เท่า เนื่องจากการปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำไหลวนทำให้ระบบรากได้รับธาตุอาหารอย่างต่อเนื่อง มีการไหลเวียนของอากาศดีกว่าการปลูกแบบน้ำขัง และยังสามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกได้ดีกว่าด้วย (Rivera-Mendez *et al*., 2014) โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำไหลวน มีการเจริญเติบโตดีที่สุด ส่งผลต่อการเปิดปากใบให้มีค่าสูงด้วย ทั้งนี้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 3 ทรีตเมนต์ ไม่ได้อยู่ในสภาวะเครียดจึงมีค่าการเปิดปากใบใกล้เคียงกัน โดยมีการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงเทศพันธุ์เจดดิว 223 ระหว่างระบบไฮโดรโพนิกส์ระบบ DFT ที่เติมอากาศ ระบบ DFT ไม่เติมอากาศ และระบบ NFT พบว่า ระบบ NFT มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผล ความกว้าง และความยาวผลมากกว่าแบบอื่นๆ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความหวานเนื้อ พบว่าระบบ NFT และระบบ DFT ที่เติมอากาศจะมีค่ามากว่าระบบ DFT ที่ไม่เติมอากาศ และตำแหน่งข้อที่ติดผลและความหนาเปลือกทุกระบบให้ค่าใกล้เคียงกัน (อารักษ์, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ แจ่มจันทร์ (2542) พบว่า เมื่อผักกาดหอมอายุ 21 28 35 และ 42 วันนับจากวันที่เพาะเมล็ดที่ปลูกด้วยระบบ NFT และระบบ DFT มีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นน้ำหนักลำต้นของผักกาดหอมที่ปลูกด้วยระบบ NFT มีค่าสูงกว่าระบบ

DFT นอกจากนี้ จากการเปรียบเทียบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินในระบบ NFT และระบบ DFT โดยใช้ถังบรรจุสารละลายขนาด 50 และ 200 ลิตร ในต้นแตงเทศพันธุ์ซุปเปอร์ซาลมอล 195 พบว่า ให้ค่าน้ำหนักผล ความกว้าง ความยาวผล ความหนาเนื้อ และความหวานไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าระบบ NFT ในถังบรรจุสารละลาย 200 ลิตร ดีที่สุด (อรวรรณ, 2542) นอกจากนี้ ยังพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างมีค่าที่ไม่แตกต่างกันจากการปลูกในระบบ NFT และระบบ DFT เนื่องจากพืชได้รับสารอาหารที่เพียงพอเพื่อนำไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของต้นพืช โดยคลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุหลักอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง และการผลิตสารอาหาร (สมบุญ, 2548) รวมถึงการเก็บสะสมอาหารไว้ในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง ซึ่งอาหารสะสมภายในต้นพืชจะมีเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาและระยะพัฒนาการต้นพืชได้ (จำเป็น และคณะ, 2549) สำหรับค่าการเปิดปากใบ แสดงถึงประสิทธิภาพ การคายน้ำ การหายใจ และการสังเคราะห์แสง การที่ค่าการเปิดปากใบมีค่าสูงในระบบ NFT พืชจึงมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีกระบวนการสังเคราะห์แสงและการสะสมอาหารสูงขึ้น (สมบุญ, 2548)

ดังนั้นการกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันโดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่างๆ และการใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆ พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยพีทมอสและหน้าดินผสมกากชา ทำให้มีการกระตุ้นเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม พีทมอสเป็นวัสดุปลูกที่มีราคาสูง จึงสามารถใช้หน้าดินกากชาเป็นวัสดุปลูกแทนได้ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน และสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้ดีอีกด้วย เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น มีธาตุอาหารสูง มีการถ่ายเทของอากาศดี ความชุ่มชื้นเหมาะสม เป็นต้น ในขณะเดียวกัน การปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์แบบระบบต่างๆ สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้ดี โดยเฉพาะระบบน้ำไหลวน (ระบบ NFT) ที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด แต่เนื่องจากต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีขนาดต้นที่โตจึงควรปลูกในสภาพโรงเรือนปิดที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและลมได้ ทั้งนี้การย้ายปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์ทั้งระบบน้ำไหลวน และระบบน้ำขัง (ระบบ DFT) ควรย้ายปลูกลงวัสดุปลูกหน้าดินผสมกากชาตั้งแต่ช่วงอายุ 3 เดือน เนื่องจากช่วยให้ต้นกล้าสามารถปรับตัวได้ดีและไม่ส่งผลกระทบต่อการชะงักการเจริญเติบโต หรือทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันตาย

บทที่ 5

สรุป

การใช้วัสดุปลูกพีทมอสทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าการใช้หน้าดินเพียงอย่างเดียว ส่วนการเปรียบเทียบการให้ปุ๋ยชนิดต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเพียงเล็กน้อย โดยการให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยเกล็ด (ปุ๋ยทางใบ) และกรดฮิวมิก ส่งผลให้มีพัฒนาการทางลำต้นดีกว่าการให้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ขณะเดียวกัน การใช้วัสดุปลูกหน้าดินร่วมกับกากชาทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตทางลำต้น และค่ามวลชีวภาพได้ดีที่สุด ส่วนความยาวราก พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้วัสดุปลูกหน้าดินร่วมกับพีทมอส สามารถกระตุ้นการเจริญของรากได้ดีที่สุด

ส่วนการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบไฮโดรโพนิกส์ทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตได้เร็วกว่าการปลูกในวัสดุปลูกอื่นๆ โดยเฉพาะความสูง ความกว้างทรงพุ่ม พื้นที่ใบ การเปิดปากใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) ที่มีค่าสูงในระบบน้ำไหลวน (NFT) และให้ค่าสูงที่สุดในระบบน้ำขัง (DFT) ขณะเดียวกัน จากการเปรียบเทียบการปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบไฮโดรโพนิกส์อย่างต่อเนื่องกับการปลูกในวัสดุปลูก พบว่า ในระบบน้ำไหลวนมีการเจริญเติบโตด้านลำต้นดีกว่าการปลูกโดยใช้หน้าดิน (ชุดควบคุม)

เอกสารอ้างอิง

กนิษฐา สินสมุทร. 2542. อิทธิพลของวัสดุปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้าบานชื่นหนู. กรุงเทพฯ: ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมวิชาการเกษตร. 2545. การผลิตเมล็ดปาล์มและการเพาะเมล็ดปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราในโครงการเร่งรัดการผลิตเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา (DxP). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กฤษฎา สังข์สิงห์, มนต์สรวง เรืองขนาบ และ พิเชษฐ ไชยพานิชย์. 2551. ผลของการขาดน้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิยาของต้นยางพาราอายุ 3 เดือน. วารสารวิชาการเกษตร 26 (3): 210-222.

จันทร์เพ็ญ ชัยมงคล, ดนัย วรรณวนิช และ วัชรบูลย์ ศีตะโกณศศ. 2552. การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับน้ำสกัดชีวภาพปลูกพืชในระบบ ไฮโดรโพนิกส์. ปทุมธานี: คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

จำเป็น ทองอ่อน, บุญส่ง ไกรศรพรสรร, พิรุณ ติระพัฒน์ และ สายใจ กิ้มสงวน. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมกับการออกดอกของลองกอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37(3): 203-212.

จำเป็น อ่อนทอง. 2560 การวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา: โรงพิมพ์ดิจิตอลคณะวิทยาศาสตร์.

แจ่มจันทร์ จำนงประโคน. 2542. พันธุ์และระบบปลูกที่เหมาะสมในการปลูกผักกาดหอมโดยไม่ใช่ดิน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สำนักวิชาการเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ. นครปฐม: ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2556. การปลูกพืชไร้ดิน. เข้าถึงได้จาก http://www.eto.ku.ac.th (เข้าถึงเมื่อ 30 เมษายน 2558).

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และ สมเกียรติ สีสนอง. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. สงขลา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, นิทัศน์ สองศรี, น้ำอ้อย ศรีประสม, อังคณา โชติวัฒนศักดิ์, ธีรภาพ แก้วประดับ, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ประวิตร โสภโณดร, ธีระพงศ์ จันทรนิยม และ ประกิจ ทองคำ. 2552. รายงานวิจัยฉบับ สมบูรณ์โครงการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีผลผลิตน้ำมันสูง (ระยะที่ 1). ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ : โอ เอสพริ้นติ้งเฮาส์ จำกัด.

บุญมี ศิริ, อารีรัตน์ พยุงธรรม และ มัสยา เอื้อประชา. 2553. ผลของการให้ปุ๋ยอะมิโนคีเลตทางใบต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวานลูกผสม. *ใน* : การประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 12 วันที่ 24 มกราคม 2554. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.

ประยงค์ สุขเตชะพันธ์. 2558. ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: เกษตรสยามบุ๊คส์.

ปรัชญา วดี, เมธี วณีวรรณ, ปรีดี ดีรักษา และ พิรัชฌา วาสนานุกูล. 2537. การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุกลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้กองอนุรักษ์ดินและน้ำกรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปริยานุช จุลกะ, พิจิตรา แก้วสอน และ ปนัดดา จีนประสม. 2557. ผลของการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากกาแฟต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ 45 : 349-352.

พจน์ณีย์ โล้นทีชัย. 2542. ผลของวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าแพงพวย. กรุงเทพฯ.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนต์สรวง เรืองขนาบ และ มงคล แซ่หลิม. 2548. ผลของการใช้สารเคมีต่อการเติบโตของลองกอง. วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 27 (3): 683-690.

ยงยุทธ์ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. นครปฐม: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ์ โอสถสภา. 2552. การให้ปุ๋ยทางใบ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ์ โอสถสภา. 2556. ฮิวมัส และกรดฮิวมิก. เข้าถึงได้จาก http://www.thephytonova.com, (เข้าถึงเมื่อ 12 พฤษภาคม 2560).

ละอองดาว พวงแก้ว. 2558. ผลของวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากกาแฟต่อการเจริญเติบโตของแพงพวยเลื้อย. รายงานการฝึกภาคสนามพืชศาสตร์. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วสันต์ มะประสิทธิ์. 2558. ผลของการให้ปุ๋ยและการขยายพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าศรีตรัง. สงขลา: การฝึกภาคสนามพืชศาสตร์ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ศิราณี วงศ์กระจ่าง. 2558. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันเพื่อการเจริญเติบโตของกล้าปาล์มน้ำมัน. วารสารนราธิวาสราชนครินทร์ 7(1): 146-152

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2557. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ปาล์มน้ำมัน. เข้าถึงได้จาก http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/botany.html. (เข้าถึงเมื่อ 2 เมษายน 2557).

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. เทคโนโลยีการปลูกพืชไร้ดิน. เข้าถึงได้จาก http://clinictech.rmutp.ac.th. (เข้าถึงเมื่อ 15 พฤษภาคม 2558).

สมเกียรติ สุวรรณคีรี. 2545. ผลของการใช้น้ำสกัดชีวภาพต่อผลผลิตผักกาดกวางตุ้ง. รายงานการวิจัย.เชียงใหม่: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมเพียร เกษมทรัทย์. 2524. ไม้ดอกไม้กระถาง. กรุงเทพฯ: อักษรพิทยา.

สมัย สังข์ทองราย. 2553. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกผักไฮโดรโพนิกส์.

สายัณห์ สดุดี และ มงคล แซ่หลิม. 2534. การแตกใบของต้นกล้ามังคุดอายุ 2 ปี และผลของการใช้สารเคมีชักนำให้แตกใบ. วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 13: 1-6.

หนึ่งฤทัย โสมโสดา. 2558. ผลของวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากกาแฟต่อการเจริญเติบโตของต้นผักโขม. รายงานการฝึกภาคสนามพืชศาสตร์. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อรวรรณ ศรีสุวรรณ. 2542. เปรียบเทียบระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและถังบรรจุสารละลายที่เหมาะสมสำหรับการปลูกแตงเทศพันธุ์ซุปเปอร์ซาลมอน 195. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อรุณศิริ กำลัง, จันทร์จรัส วีรสาร และ บุษบา ปัญญาชน. 2556. ผลของการใช้น้ำหมักกากกาแฟในดินเนื้อปูนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาพันธุ์บุษบา 2005. การประชุมวิชาการแห่งชาติครั้งที่ 9 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. หน้า 2277-2285.

อัมพา คำวงษา. 2553. แนวทางการผลิตและลงทุนผักไฮโดรโปนิกส์เพื่อทำเงิน. กรุงเทพฯ. บริษัทนาคาอินเตอร์มีเดีย จำกัด.

อารักษ์ ธีรอำพน นิภาวดี ตรีเดช และ อุษา ขุมทอง. 2542. ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและสูตรสารลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับแตงเทศ. รายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2542. นครราชศรีมา: สำนักงานวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2557. การปลูกพืชในวัสดุปลูก (Substrate culture). เข้าถึงได้จาก: http://www.kmitl.ac.th/hydro/Substratdoc.htm. (เข้าถึงเมื่อ 23 ตุลาคม 2557)

Adeoluwa, O.O. and Adeoye, G.O. 2008. Potential of oil palm empty fruit bunch (EFB) as fertilizer in oil palm (*Elaeis guineensis* L Jacq.) nurseries. *In*: 16th IFOAM Organic World Congress, June 16- 20, 2008, Modena, Italy.

Alang, Z.C., Moir, G.F.J. and Jones, L.H. 1988. Composition, degradation and utilization of endosperm during germination in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Annals of Botany* 61: 261-268.

Boatman, S.G. and Crombig, W.M. 1958. Fat metabolism in the West Africa oil palm (*Elaeis guineensis*) fatty acid metabolism in the developing seedling. Experimental Botany 9: 52-74.

Cometti, N.N., Furlani, P.R.; Ruiz, H.A. and Fernandes Filho, E.I. 2006. Solucoes nutritivas: formulacoes e aplicacoes. *In*: Nutricao mineral de plantas. (Fernandes, N.S. ed.): 89-114.

Danso, F., Adu, C., Opoku, I., Anim,O.S. and Larbi, E. 2013. Raising Oil Palm Seedlings Using Sole and Amended Green-Gro Compost. Agricultural Science and Soil Science. 3 (10): 362-368.

Direkvandi, S.N., Ansari, N.A. and Dehcordie, F.S. 2008. Effect of different levels of nitrogen fertilizer with two types of bio-fertilizers on growth and yield of two

cultivars of tomato (*Lycopersicone sculentum* Mill). Asian Journal of Plant Science. 7: 757-761.

Ephrath, J.E., Silberbush, M. and Berliner, P.R. 1999. Calibration of minirhizotron readings against root length density data obtained from soil cores. Plant and Soil 209: 201-208.

Faquin, V. and Chalfun, N.N.J. 2008. Hidromudas: processo de producao de porta-enxerto demudasfrutíferas, florestaise ornamentaisenxertadasem hidroponia. *In*: Instituto Nacional de PropriedadeIntelectual. (BRN.PI 0802792-7).

Hendrick, R.L. and Pregitzer, K.S. 1996. Applications of minirhizotron to understand root function and other natural ecostems. Plant and Soil 185: 293-304. hidroponico. MSc. thesis, Lavras/MG.

Johnson, M.G., Tingey, D.T., Phillips, D.T. and Storm, M.J. 2001. Advancing fine root research with minirhizotrons. Environmental and Experimental Botany. 45: 263-289.

Kratky, B.A. 2009. Three non-circulating hydroponic methods for growing lettuce. Vegetable Crop Production 15: 1-8.

Moran, O. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with *N,N*-Dimethylformamide. Plant Physiology 69: 1376-1381.

Osborne, D.R. and Voogt, P. 1978. Carbohydrates. *In* The Analysis of Nutrients in Foods. (ed. D.R. Osborne). pp. 130-154. London: Academic Press.

Rafque, A.K.M.A. and Muhsi, A.A.A. 2004. Effect of micronutrient supplment in growth and development of okra. Bonglasdesh, BT Technology Journal. 33: 129-131.

Rivera-Mendez, Y.D., Chon, A.L.M. and Romero, H.M. 2014. Response of the roots oil palm OxG interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) to aluminum (Al^{3+}) toxicity. Australian Journal of Crop Science 8(11): 1526-1533.

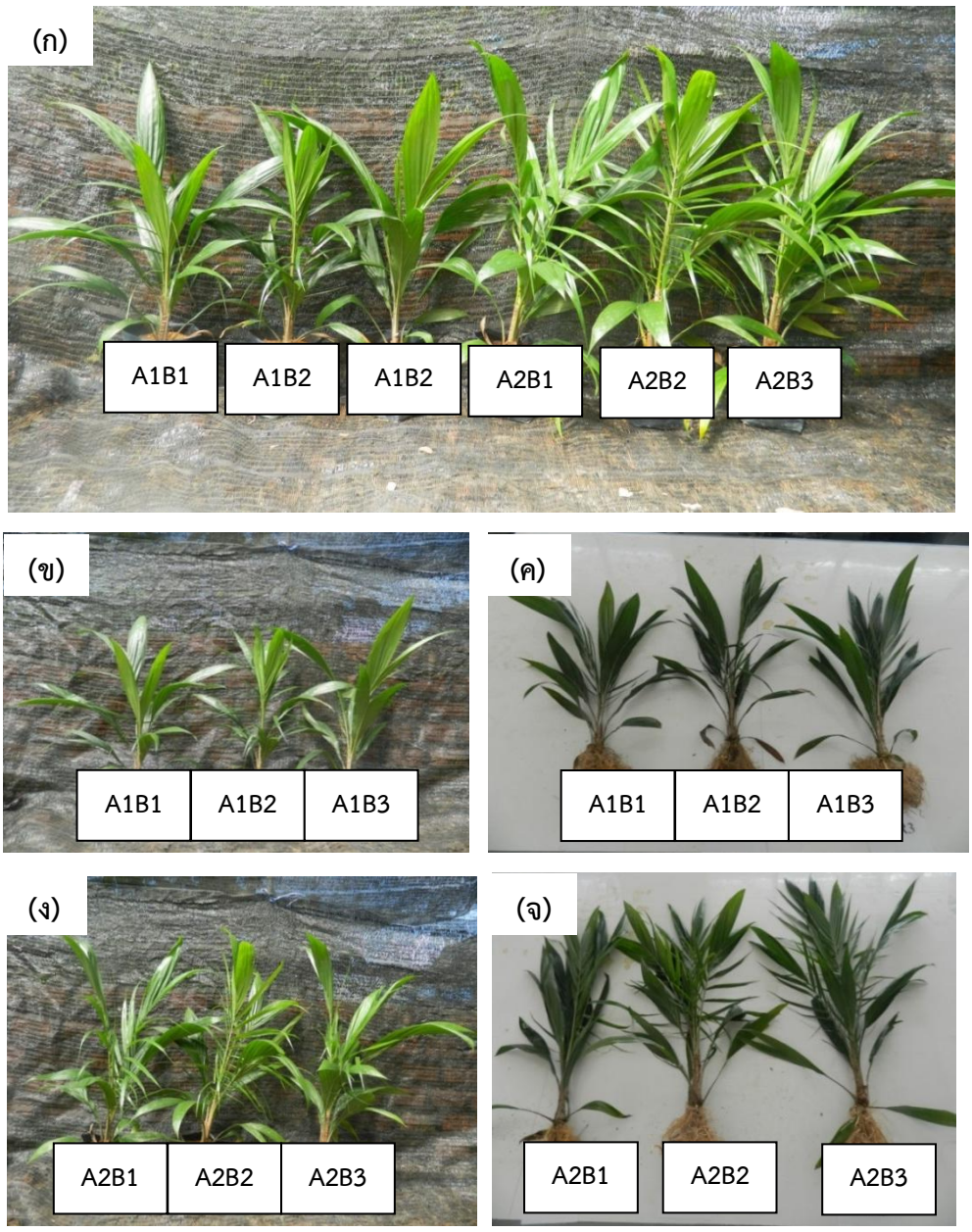
Souza, A.G. 2010. Producao de mudasenxertadas de pereira e pessegueiroemsistema

Suthaime, M. and Ong, H.K. 2001. Composting empty fruit bunches of oil palm. Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI).

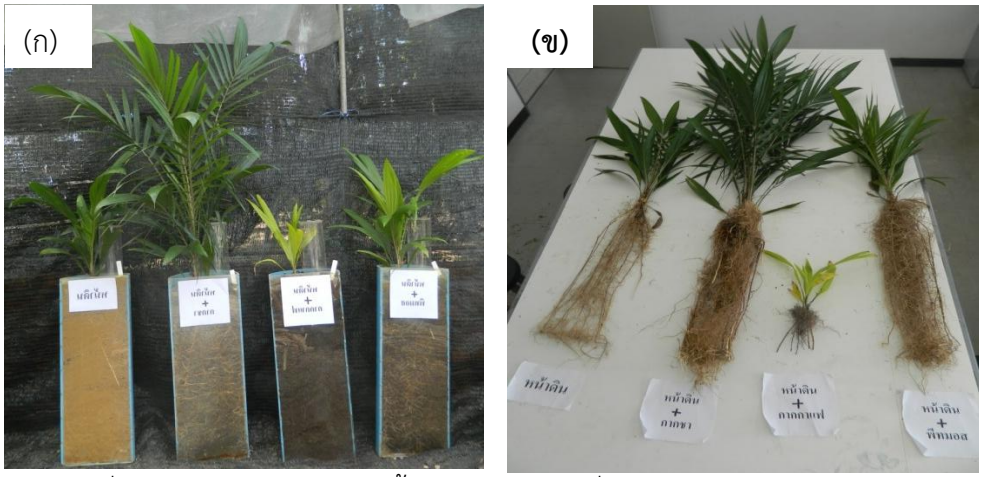
Turhan, H., Kahriman, F., Egesel, C.O. and Gul, M.K. 2007. The effects of different growingmedia on flowering and corm formation of saffron (*Crocus sativus* L.). African Journal of Biotechnology 6(20): 2328-2332.

Yildirim, E., Guvenc, I, Turani, M. and Karata, A. 2007. Effect of foliar urea application on quality growth mineral uptake and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L., var. Italica). Plant soil 53: 120-128.

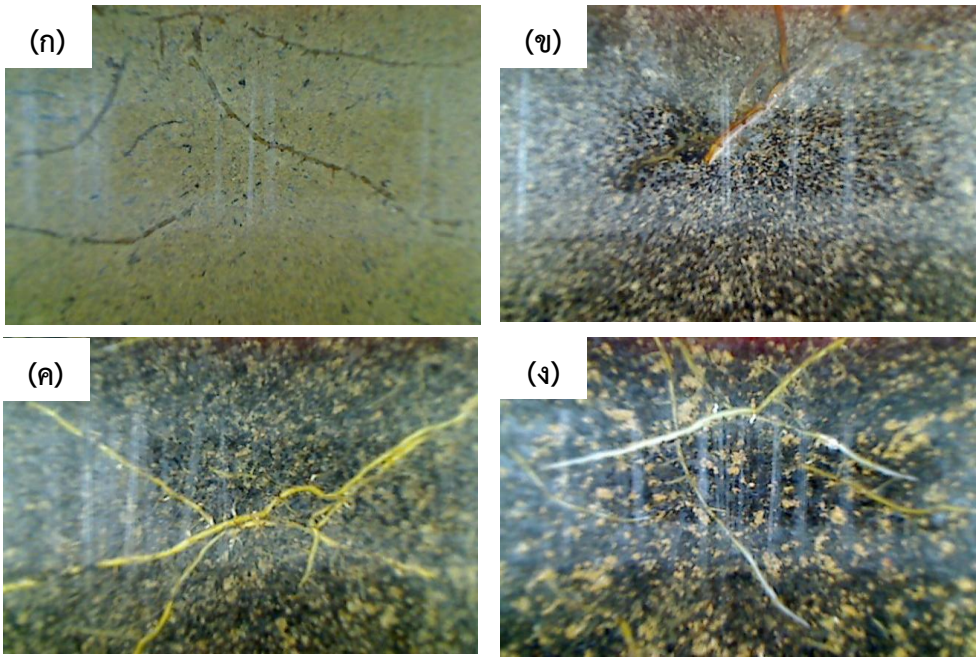
ภาคผนวก



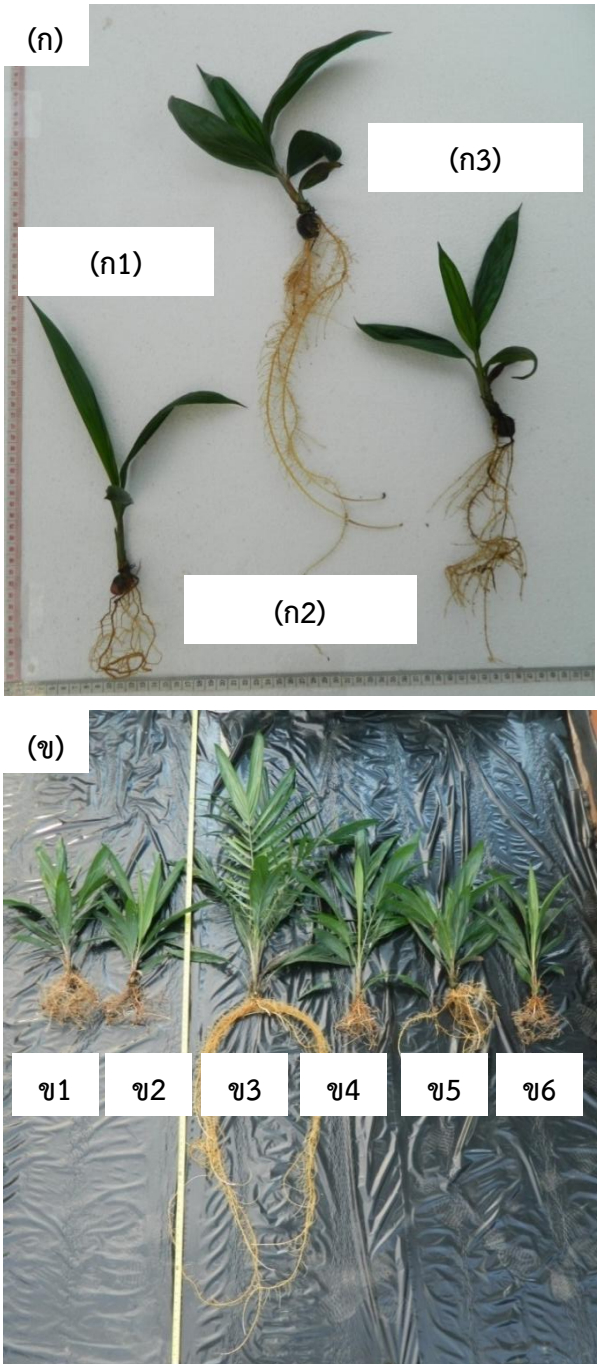
ภาพภาคผนวกที่ 1 การใช้วัสดุปลูกร่วมกับวิธีการให้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 10 เดือน การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยวัสดุต่างๆ และการให้ปุ๋ยชนิดต่างๆ (ก) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยหน้าดินและการให้ปุ๋ยชนิดต่างๆ (ข) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยหน้าดินและการให้ปุ๋ยชนิดต่างๆ ที่ล้างเอาวัสดุปลูกออกพร้อมทั้งลักษณะของรากในทรีตเมนต์ที่ให้ปุ๋ยแต่ต่างกัน (ค) การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยพีทมอสและการให้ปุ๋ยชนิดต่างๆ (ง) ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยพีสมอสและการให้ปุ๋ยชนิดต่างๆ ที่ล้างเอาวัสดุปลูกออกพร้อมทั้งลักษณะของรากในทรีตเมนต์ที่ให้ปุ๋ยแต่ต่างกัน (จ)



ภาพภาคผนวกที่ 2 ลักษณะต้นกล้าปาล์มน้ำมันในไรโซบอกที่ปลูกในวัสดุหน้าดิน หน้าดินผสมกากชา หน้าดินผสมพีทมอส และหน้าดินผสมกากกาแฟ (ก) และลักษณะของระบบราก ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกในวัสดุหน้าดิน หน้าดินผสมกากชา หน้าดินผสมพีทมอส และหน้าดินผสมกากกาแฟ อายุ 10 เดือน (ข)



ภาพภาคผนวกที่ 3 ลักษณะรากต้นกล้าปาล์มน้ำมันจากการถ่ายด้วยกล้องมินิไรโซตรอน ในวัสดุปลูก หน้าดิน (ก) หน้าดินผสมกากกาแฟ (ข) หน้าดินผสมกากชา (ค) และหน้าดินผสม พีทมอส (ง)

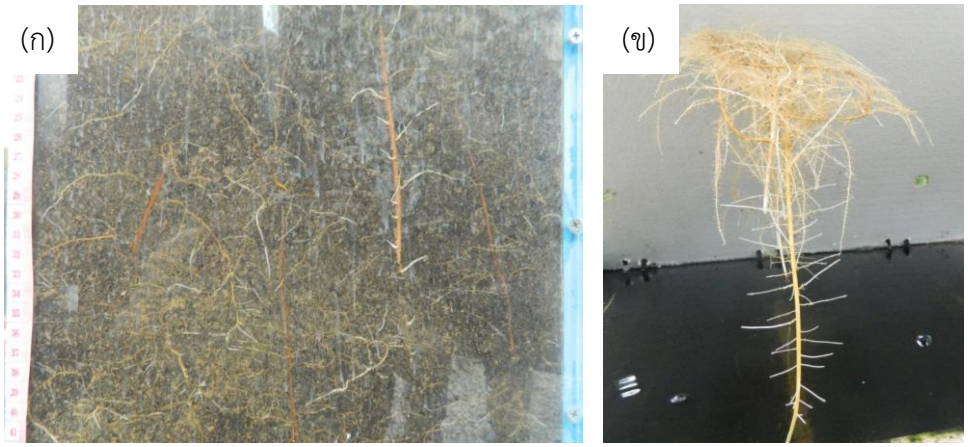


ภาพภาคผนวกที่ 4 การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน อายุ 3 เดือน จากการปลูกในหน้าดิน (ก 1) ในระบบ NFT (ก2) ระบบ DFT (ก3) และอายุ 10 เดือน (ข) เมื่อปลูกด้วยวัสดุปลูกหน้าดิน (ข1) ย้ายจากวัสดุปลูกหน้าดินลงปลูกวัสดุหน้าดินผสมกากชา (ข2) ปลูกด้วยระบบ NFT (ข3) ย้ายจากระบบ NFT ลงปลูกวัสดุหน้าดินผสมกากชา(ข 4) ด้วยระบบ DFT (ข5) ย้ายจากระบบ DFT ลงปลูกวัสดุหน้าดินผสมกากชา (ข6)

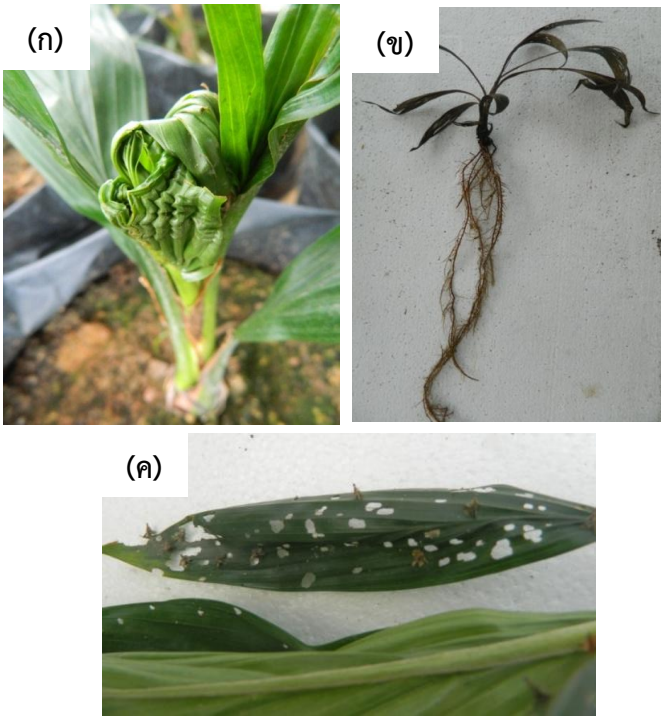
(ก)

(ข)

ภาพภาคผนวกที่ 5 การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกหน้าดิน (ก) และพีทมอส (ข) ร่วมกับการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน



ภาพภาคผนวกที่ 6 ลักษณะการแผ่กระจายของรากต้นกล้าปาล์มน้ำมัน บริเวณหน้าตัดของท่อไรโซบ็อก (ก) และลักษณะรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระบบไฮโดรโพนิกส์ อายุ 4 เดือน (ข)



ภาพภาคผนวกที่ 7 ลักษณะอาการผิดปกติใบหงิกของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ก) ลักษณะอาการโรครากเน่าของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์แบบน้ำขัง (ข) และลักษณะอาการผิดปกติของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่โดนหนอนปลอกเล็กเข้าทำลายบริเวณใบ (ค)

ตารางภาคผนวกที่ 1 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในวัสดุปลูกชนิดต่างๆและการให้ปุ๋ย อายุ 10 เดือน

ทรีตเมนต์	ใบ		ลำต้น		ราก	
	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
A1B1	76.45b	23.94b	46.13b	15.05b	31.66b	12.91^{ns}
A1B2	67.03b	21.50b	42.92b	13.74b	27.12b	11.98
A1B3	64.18b	20.57b	41.68b	12.93b	25.68b	11.82
A2B1	117.45a	33.12a	74.13a	21.18a	36.96a	12.02
A2B2	128.47a	36.58a	73.40a	24.01a	43.47a	15.11
A2B3	136.76a	37.64a	90.37a	27.41a	49.31a	16.20

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวอนุธิดา ชูแก้ว

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5710620024

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	2556

ทุนการศึกษาที่ได้รับระหว่างเรียน

1. ทุนอุดหนุนวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. ทุนอุดหนุนวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ สถาบันวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน ระยะที่ 2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

ระวี เจียรวิภา อนุธิดา ชูแก้ว และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2558. ผลของวัสดุปลูกดินผสมต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46(3) (พิเศษ): 549-552.