

สรุปผลการทดลอง (บทที่ 3)

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าการดัดแปรโครงสร้างของแป้งและยางธรรมชาติไม่มีผลมากนักในการเพิ่มระดับความเข้ากันได้ระหว่าง LDPE และแป้ง ดังนั้นเพื่อเป็นการลดขั้นตอนการเตรียมถุงและต้นทุนการผลิต จึงเลือกใช้แป้งที่ไม่ผ่านการดัดแปรโครงสร้างเป็นสารชีวภาพ โดยใช้ 10% NR เป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่นชีวภาพและใช้ 3% PE-g-MA เป็นสาร Compatibilizer เนื่องจากให้สมบัติเชิงกลของชิ้นงานอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และสามารถเป่าขึ้นรูปได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังพบว่าการเติม 20% กลีเซอรอล มีส่วนช่วยในการปรับปรุงสมบัติเชิงกลของชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น เมื่อศึกษาผลของสารเพิ่มความยืดหยุ่นระหว่าง NR และ Ecoflex พบว่าสารทั้ง 2 ชนิดมีส่วนช่วยให้สามารถเป่าขึ้นรูปได้ โดยชิ้นงานที่มี Ecoflex เป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่นจะให้สมบัติเชิงกลที่ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ Ecoflex แทน NR จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เนื่องจากราคาต่อหน่วยของ Ecoflex สูงกว่า NR (Ecoflex ราคา 380 บาท/กก และ NR ราคา 55 บาท/กก) แม้ว่าชิ้นงานที่มี NR เป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่นจะมีสมบัติเชิงกลด้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ Ecoflex แต่ชิ้นงานที่เตรียมได้ก็ยังคงมีสมบัติเชิงกลอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและสามารถเป่าขึ้นรูปได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในการเลือกสูตรถุงปลูกเพื่อใช้ในการทดลองปลูกกล้าพริกและโหลสตรอเบอรี่ ซึ่งต้องการให้ถุงเกิดการย่อยสลายในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน และถุงสำหรับปลูกต้นพริก ซึ่งต้องการให้ถุงย่อยสลายในระยะเวลาประมาณ 6 เดือน จึงสนใจเลือกใช้ทั้ง NR และ Ecoflex เป็นส่วนผสมในการเตรียมถุงปลูกร่วมกับส่วนผสมอื่นๆ ดังแสดงในตาราง 3.11 และมีต้นทุนวัสดุในการเตรียมถุงในแต่ละสูตรดังแสดงในตาราง 3.12 โดยสูตรทั้ง 5 สูตรนี้จะใช้ชื่อใหม่เป็นสูตร 1-5 เพื่อใช้ในการวิจารณ์ในบทที่ 4 ต่อไป

ตาราง 3.11 สูตรถุงปลูกสำหรับปลูกกล้าพริก ต้นพริกและสตรอเบอรี่

ชื่อ สูตร ใหม่	ชื่อสูตร เก่าจาก ตาราง 3.1-3.8	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (wt/wt)				ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของ เม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)			ขนาด ถุง ปลูก	ระยะเวลา เป่าหมาย การใช้งาน
		LDPE	LLDPE	Ecoflex	แป้ง	NR	Glycerol	PE-g-MA		
1	3	60	-	-	40	10	20	3	3"x5"	1 เดือน
2	4	50	-	-	50	10	20	3	3"x5"	1 เดือน
3	20	40	10	20	30	-	20	3	8"x13"	6 เดือน
4	21	30	10	20	40	-	20	3	2"x4"	1 เดือน
5	22	20	10	20	50	-	20	3	2"x4"	1 เดือน

หมายเหตุ : สูตร 1 และ 2 เป็นสูตรในการเตรียมถุงปลูกกล้าพริก

สูตร 3 เป็นสูตรในการเตรียมถุงปลูกต้นพริก

สูตร 4 และ 5 เป็นสูตรในการเตรียมถุงสำหรับปลูกโหลสตรอเบอรี่

ตาราง 3.12 ประมาณราคาวัตถุดิบและต้นทุนการผลิต

วัตถุดิบ	ราคา (บาท/ กก)	สูตร 1		สูตร 2		สูตร 3		สูตร 4		สูตร 5	
		ปริมาณ การใช้ (กรัม)	ราคา (บาท/ กก)	ปริมาณ การใช้ (กรัม)	ราคา (บาท/ กก)	ปริมาณ การใช้ (กรัม)	ราคา (บาท/ กก)	ปริมาณ การใช้ (กรัม)	ราคา (บาท/ กก)	ปริมาณ การใช้ (กรัม)	ราคา (บาท/ กก)
LDPE	47.00	451.13	21.20	375.94	17.67	325.20	15.28	243.90	11.46	162.60	7.64
LLDPE	52.00	-	-	-	-	81.30	4.23	81.30	4.23	81.30	4.23
Ecoflex	380.00	-	-	-	-	162.60	61.79	162.60	61.79	162.60	61.79
แป้ง	32.00	300.75	9.62	375.94	12.03	243.90	7.80	325.20	10.41	406.50	13.01
NR	55.40	75.19	4.17	75.19	4.17	-	-	-	-	-	-
Glycerol	79.30	150.37	11.92	150.37	11.92	162.60	12.89	162.60	12.89	162.60	12.89
PE-g- MA	280.00	22.56	6.32	22.56	6.32	24.39	6.83	24.39	6.83	24.39	6.83
รวม		1 กก	53.23	1 กก	52.11	1 กก	108.84	1 กก	107.61	1 กก	106.39
ปริมาณการผลิต/kg		28.20 ถุง		28.20 ถุง		32.52 ถุง		121.95 ถุง		121.95 ถุง	
ขนาดถุงปลูก		3"x5"		3"x5"		8"x13"		2"x4"		2"x4"	
ราคา/ถุง		1.89 บาท		1.85 บาท		3.06 บาท		0.88 บาท		0.87 บาท	

จากการประเมินราคาถุงสูตร 1-5 ซึ่งมีขนาดต่างกั้แสดงในตาราง 3.12 พบว่าราคาถุงยังมีราคาที่สูงเพื่อเทียบกับถุงเพาะหรือถุงปลูกที่เกษตรกรใช้กันอยู่ในปัจจุบัน (ตาราง 3.13) ทั้งนี้เนื่องจากในขั้นตอนการเตรียมสูตรนั้น จะต้องทำการผสมส่วนผสมต่างๆ (compound) ไว้ก่อนแล้วจึงนำไปเป่าถุง ซึ่งในขั้นตอนการเป่านั้นมีการสูญเสียส่วนผสมไปค่อนข้างมาก อาจเนื่องจากการไม่เข้ากันโดยสมบูรณ์ของส่วนผสมต่างๆ ทำให้เกิดเป็นเม็ดแป้งหรือยางขึ้น ซึ่งทำให้เกิดการฉีกขาดระหว่างการเป่า จึงทำให้เป่าได้ถุงบางส่วนจากการเป่าทั้งหมดเท่านั้น นอกจากนี้ ถุงที่เป่าได้บางสูตรยังมีลักษณะที่หนา ด้วยปัญหาเหล่านี้ทำให้จำนวนถุงที่เป่าได้จึงมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับน้ำหนักสารที่ผสมเริ่มต้นทั้งหมด ทำให้ราคาต้นทุนวัสดุต่อถุงมีค่าสูงเมื่อเทียบกับราคาถุงที่ใช้จริงในปัจจุบัน ซึ่งหากทำการประมาณราคาต้นทุนการผลิตทั้งหมด เช่น ค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้าและค่าเครื่องมือที่ใช้เข้าไปรวมด้วย ทำให้ราคาถุงต่อหน่วยมีค่าสูงมาก อย่างไรก็ตาม จะต้องมีการพัฒนาสูตรถุงย่อยสลายเพิ่มเติมเพื่อให้ได้สูตรที่สามารถเป่าได้อย่างต่อเนื่องและมีความบาง ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตอย่างมาก

ตาราง 3.13 สรุปราคาถุงปลูกย่อยสลายสูตร 1-5 เทียบกับราคาถุงที่ใช้จริงในปัจจุบัน

ถุงสูตร	ขนาดถุง	วัตถุประสงค์การใช้งาน	ราคาต้นทุนวัสดุ (บาท/ถุง)	ราคาถุงที่ใช้จริงในปัจจุบัน (บาท/ถุง)
1	3"x5"	ถุงเพาะกล้าพริก	1.89	0.32 บาท/ถุง (ถุงขาวนมเล็ก)
2			1.85	
3	8"x13"	ถุงปลูกต้นพริก	3.06	1 บาท/ถุง (ถุงขาวนมใหญ่)
4	2"x4"	ถุงเพาะไหลสตรอเบอรี่	0.88	0.06 บาท/ถุง (ถุงดำ)
5			0.87	

บทที่ 4

การทดสอบการย่อยสลายของถุงพลาสติกตัวอย่าง

ในบทนี้เป็นการศึกษาผลของการย่อยสลายของถุงปลูกซึ่งมีปริมาณแบ่งต่าง ๆ กัน (ตาราง 3.11) ภายหลังจากผ่านการใช้งานของถุงปลูกกล้าพริก (สูตร 1 และ 2), ถุงปลูกต้นพริก (สูตร 3) และถุงปลูกไหลสตรอเบอรี่ (สูตร 4 และ 5) โดยติดตามผลของการย่อยสลายจากการศึกษาสมบัติเชิงกล การตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของชิ้นงาน และการศึกษาน้ำหนักที่หายไปของถุงตัวอย่างหลังการใช้งานที่ระยะเวลาการต่าง ๆ กันเปรียบเทียบกับน้ำหนักถุงปลูกเริ่มต้น และศึกษาผลของการใช้ถุงปลูกต่อการเจริญเติบโตของพริกและสตรอเบอรี่ โดยวิเคราะห์จากความสูงของต้นและผลผลิตต่อต้นเมื่อเทียบกับการใช้ถุงแบบปกติ โดยมีเกณฑ์ความสำเร็จของถุงเพาะกล้าพริกและไหลสตรอเบอรี่เมื่อครบ 1 เดือน และเกณฑ์ของถุงปลูกพริกเมื่อครบ 6 เดือนแล้วนั้น แบ่งเป็น 2 เกณฑ์ ดังนี้

1. ถุงสามารถคงรูปอยู่ได้ตลอดระยะเวลาการเพาะหรือการปลูก
2. ประเมินผลผลิตพริกและสตรอเบอรี่ในถุงตัวอย่างเมื่อเทียบกับถุงควบคุมว่าผลผลิตได้เท่ากับหรือดีกว่าถุงควบคุม

โดยก่อนการนำถุงปลูกไปใช้จริง ได้มีการศึกษาการย่อยสลายของถุงสูตรที่มีแบ่ง 40% และแบ่ง 50% ในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาแนวโน้มการย่อยสลายของถุงตัวอย่างในช่วงเวลา 45 วัน โดยได้เลือกถุงตัวอย่างสูตร 1 (ใช้รหัส E40) และสูตร 2 (ใช้รหัส E50) เพื่อทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ

ดังนั้น หัวข้อผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองในบทนี้ มีดังนี้

1. การทดสอบการย่อยสลายของถุงตัวอย่างในระดับห้องปฏิบัติการ
2. การทดสอบการใช้ถุงย่อยสลายเพื่อใช้ในการปลูกพริกชูเปอร์ฮอต
 - 2.1 การศึกษาการย่อยสลายของถุงพลาสติกตัวอย่างจากการทดสอบสมบัติเชิงกล การตรวจสอบพื้นผิวด้วยเทคนิค SEM และการหาน้ำหนักที่หายไปหลังการใช้งาน
 - 2.2 การศึกษาผลของการใช้ถุงย่อยสลายต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริก
3. การทดสอบการใช้ถุงย่อยสลายเพื่อใช้ในการชำไหลและปลูกสตรอเบอรี่
 - 3.1 การศึกษาการย่อยสลายของถุงพลาสติกตัวอย่างจากการทดสอบสมบัติเชิงกล การตรวจสอบพื้นผิวด้วยเทคนิค SEM และการหาน้ำหนักที่หายไปหลังการใช้งาน
 - 3.2 การศึกษาผลของการใช้ถุงย่อยสลายต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสตรอเบอรี่

1. การทดสอบการย่อยสลายของถุงตัวอย่างในระดับห้องปฏิบัติการ

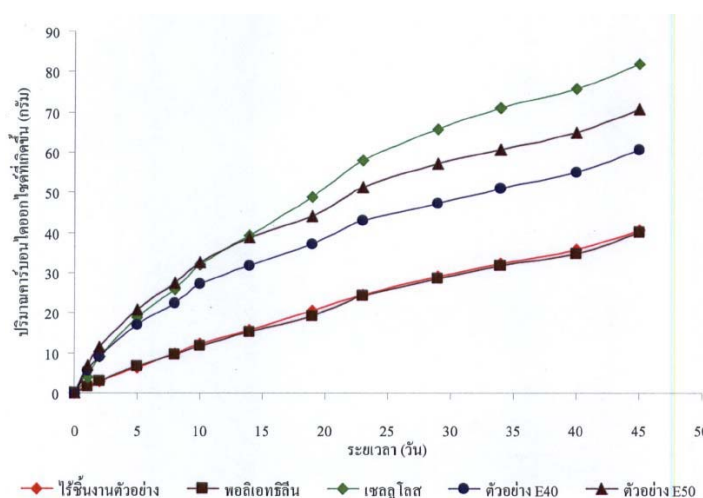
การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

เตรียมชิ้นวัสดุตัวอย่างโดยการตัดแผ่นตัวอย่างสูตร 1 (E40) และตัวอย่างสูตร 2 (E50) เป็นชิ้นขนาด $2.0 \times 2.0 \times 0.1$ เซนติเมตร โดยแหล่งจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดเล็กกว่า 10 มิลลิเมตร และมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน

วิธีการทดสอบ

การทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพทำโดยผสมแหล่งจุลินทรีย์ 360 กรัม (น้ำหนักแห้ง) กับตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ 36 กรัม (น้ำหนักแห้ง) คลุกเคล้าให้เข้ากันใส่ในขวดทดสอบขนาด 2 ลิตร แล้วต่อเข้ากับเครื่องมือทดสอบ โดยทำการทดสอบชิ้นงานตัวอย่างฟิล์มพลาสติก E40 2 ซ้ำ ชิ้นงานตัวอย่างฟิล์มพลาสติก E50 2 ซ้ำ เซลลูโลส ฟิล์มพอลิเอทิลีน 2 ซ้ำ และแหล่งจุลินทรีย์เพียงอย่างเดียวเพื่อใช้ในการทดสอบแบบไร้ชิ้นงานตัวอย่าง (blank) จำนวน 2 ซ้ำ ในการทดสอบ ขวดทดสอบทั้งหมดอยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อมและช่วงเวลาเดียวกัน ทำการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณการไหลเข้าของอากาศ

ขั้นตอนการทดสอบเริ่มต้นผ่านอากาศที่ปราศจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าขวดทดสอบให้เพียงพอต่อการย่อยสลายทางชีวภาพ ระดับของออกซิเจนในขวดทดสอบไม่ต่ำกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ ของอากาศที่ผ่านออกมาจากขวดทดสอบ ระหว่างการทดสอบต้องควบคุมปริมาณแสงโดยทำการทดสอบในที่มืด ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ $58 \pm 2^{\circ}\text{C}$ และตรวจการผ่านเข้าออกของอากาศเพื่อป้องกันการรั่วในระบบอย่างสม่ำเสมอ มีระบบดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของชิ้นงานตัวอย่าง ผลการทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพของชิ้นงานตัวอย่างและแหล่งจุลินทรีย์แสดงดังรูป 4.1



รูป 4.1 แสดงน้ำหนักของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของชิ้นงานตัวอย่างและแหล่งจุลินทรีย์

การวิเคราะห์และการแปลผล

คำนวณหาค่าเฉลี่ยสุทธิ (จากการทดลองสองซ้ำ) ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของชิ้นงานตัวอย่าง โดยการลบด้วยค่าเฉลี่ยสุทธิ (จากการทดสอบสามครั้ง) ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการทดสอบแบบไร้ชิ้นงานตัวอย่าง (blank) (รูป 4.1)

$$\text{การย่อยสลายทางชีวภาพ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{C_g(\text{test}) - C_g(\text{blank})}{C_i} \times 100$$

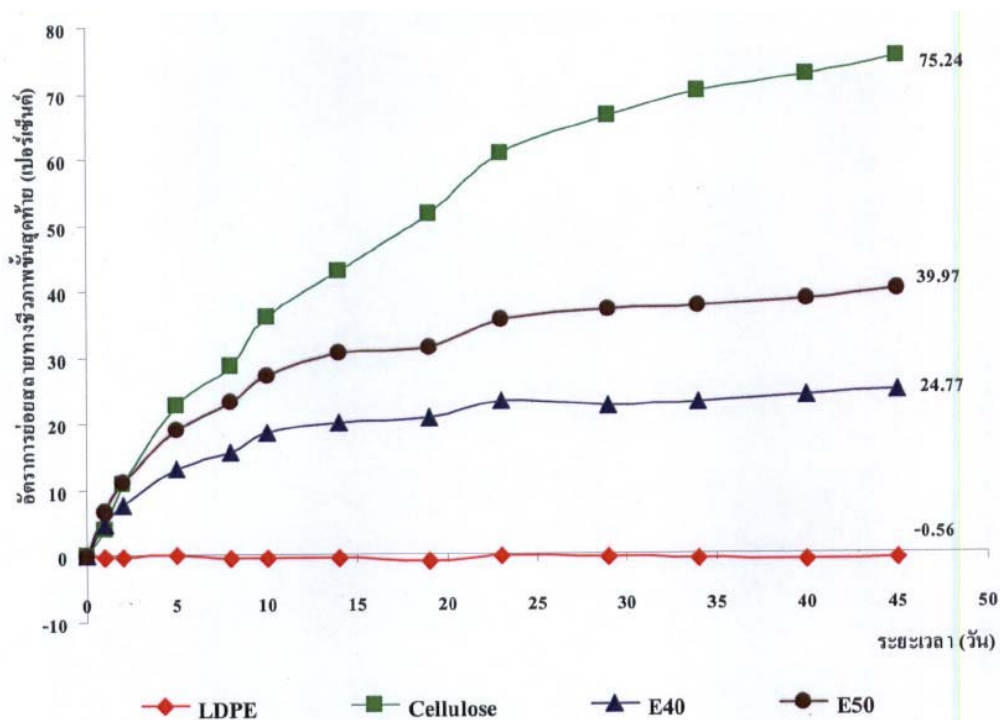
เมื่อ

$C_g(\text{test})$ คือค่าเฉลี่ยสุทธิของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการย่อยสลายชิ้นงานตัวอย่าง

$C_g(\text{blank})$ คือค่าเฉลี่ยสุทธิของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการทดสอบแบบไร้ชิ้นงานตัวอย่าง

C_i คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดในชิ้นงานตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณ

การทดสอบการย่อยสลายได้ทางชีวภาพโดยจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนภายใต้สภาวะการหมักที่มีการควบคุม พบว่า เซลลูโลส (สารมาตรฐานเชิงบวก) แตกสลายทางชีวภาพขั้นสุดทำได้ 75.24 (± 5.59 , SD) เปอร์เซ็นต์ (รูป 4.2) ในขณะที่ตัวอย่างฟิล์มพลาสติก E40 และ ฟิล์มพลาสติก E50 แตกสลายทางชีวภาพขั้นสุดทำได้ 24.77 (± 2.19 , SD) และ 39.97 (± 4.32 , SD) เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และไม่พบว่าฟิล์มพอลิเอทิลีน (สารมาตรฐานเชิงลบ) เกิดการย่อยสลายทางชีวภาพ ค่าที่วัดได้เท่ากับ -0.56 (± 1.45 , SD) เปอร์เซ็นต์ ภายใต้ระยะเวลาการทดสอบเดียวกัน คือ 45 วัน จากผลการศึกษานี้จึงสามารถสรุปได้ว่าถุงที่มีแบ่ง 50% มีอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพที่เร็วกว่าและมากกว่าถุงที่มีแบ่ง 40%



รูป 4.2 กราฟแสดงอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพของเซลลูโลสและแผ่นฟิล์มตัวอย่าง

2. การทดสอบการใช้ถุงย่อยสลายเพื่อใช้ในการปลูกพริกชูเปอร์ฮอต

ทดสอบการปลูกพริกชูเปอร์ฮอตในระบบวัสดุปลูก (Substrate) ภายใต้โรงเรือนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่ ต.โป่งแยง อ.แมริม จ.เชียงใหม่ ทั้งนี้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) การทดสอบการย่อยสลายของถุงในระยะเพาะกล้า จำนวน 3 ชนิด คือ ถุงเพาะกล้าพลาสติก (control) ถุงเพาะกล้าที่ผสมแป้ง 40% และผสมแป้ง 50% ซึ่งเริ่มดำเนินการในเดือนมีนาคม-เดือนเมษายน พ.ศ. 2552 และช่วงหลังย้ายลงถุงปลูก ซึ่งเริ่มย้ายลงถุงปลูกวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2552

2) การทดสอบการย่อยสลายของถุงปลูก ขนาด 8x13 นิ้ว และถุงพลาสติกเดิมที่บรรจุวัสดุปลูก วางแผนการทดสอบถุงในระยะเพาะกล้าแบบ CRD (Completely Randomized Design) และวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) สำหรับการทดสอบถุงในระยะย้ายปลูกจำนวน 3 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 คือ ถุงเพาะกล้าพลาสติก (control)
- กรรมวิธีที่ 2 คือ ถุงปลูกสูตรผสมแป้ง 40%
- กรรมวิธีที่ 3 คือ ถุงปลูกสูตรผสมแป้ง 50%

ส่วนถุงปลูกขนาด 8x13 นิ้ว ที่ทดสอบในครั้งนี้มีจำนวน 2 สูตร ได้แก่ ถุงพลาสติกที่ใช้ปลูกเดิม และถุงพลาสติกตัวอย่างที่ผสมแป้ง 30% โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design)

สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานมีดังนี้

1. การเพาะกล้า

แช่เมล็ดในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 50-55 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นหยอดเมล็ดในถาดหลุมที่บรรจุวัสดุเพาะ (media) รดน้ำให้ชุ่มแล้วนำไปบ่มในตู้ที่บแสง (รูป 4.3)



ก)



ข)



ค)

รูป 4.3 การเพาะและบ่มเมล็ดพริกขี้หนูเปราะฮอท

ก) การเพาะเมล็ดพริกขี้หนูเปราะฮอทลงในถาดหลุม

ข) และ ค) การนำไปบ่มในตู้ที่บแสง

2. การย้ายกล้า

เมื่อต้นกล้าอายุ 14 วัน หรือมีใบจริง 1-2 ใบ ย้ายลงปลูกในถุงเพาะขนาด 3x6 นิ้ว 3 ชนิด คือ ถุงเพาะกล้าปกติ (control), ผสมแฉ่ง 40% และผสมแฉ่ง 50% จำนวนถุงละ 2 ต้น (รูป 4.4)



ก)



ข)



ค)

รูป 4.4 ต้นกล้าพริกขี้หนูเปราะฮอทอายุ 14 วัน ที่ย้ายปลูกในถุงเพาะกล้า 3 สูตร

ก) ถุงเพาะกล้าปกติ (control)

ข) ถุงผสมแฉ่ง 40 %

ค) ถุงผสมแฉ่ง 50 %

3. การย้ายปลูก

นำกาบมะพร้าวสับบรรจุลงในถุงขนาด 8×13 นิ้ว 2 ชนิด คือ ถุงปลูกปกติ (control) และถุงตัวอย่างผสมแยม 30% นำถุงวางเรียงเป็นแถวโดยให้ระหว่างถุงห่าง 50 เซนติเมตร และระหว่างแถวห่าง 1 เมตร ปล่อน้ำแช่กาบมะพร้าวทิ้งไว้ 2 วัน จากนั้นเจาะรูด้านข้างถุงสูงจากก้นถุง 1-2 นิ้ว เพื่อระบายน้ำออก และย้ายต้นกล้าลงปลูก (รูป 4.5)



รูป 4.5 ก) ต้นพริกซูเปอร์ฮอทที่เพาะกล้าในถุง 3 ชนิด และย้ายลงปลูกในถุงขนาด 8×13 นิ้ว

จำนวน 2 ชนิด คือ ถุงปลูกปกติ (control) และผสมแยม 30%

ข) ต้นพริกซูเปอร์ฮอทที่ปลูกในระบบ Substrate ภายใต้โรงเรือนโดยให้น้ำและปุ๋ยผ่านหัวน้ำหยด

4. การให้น้ำและปุ๋ย

ให้น้ำและปุ๋ยไปพร้อมกันในรูปของสารละลายโดยใช้ระบบน้ำหยด สำหรับปริมาณที่ให้อยู่กับช่วงระยะการเจริญเติบโตของต้นพริกและสภาพอากาศในแต่ละวัน

5. การเก็บผลผลิต

เมื่อผลพริกเปลี่ยนเป็นสีแดง ชั่งน้ำหนักผลสด จากนั้นนำไปตากแดดและชั่งน้ำหนักผลแห้ง โดยเก็บเกี่ยวผลจนกระทั่งแล้วเสร็จ (รูป 4.6)



รูป 4.6 ลักษณะผลพริกขี้หนูแดงที่พร้อมเก็บเกี่ยว

6. การบันทึกข้อมูล

6.1 ด้านกายภาพและน้ำหนักถุงตัวอย่างที่ใช้ระยะเวลาต่าง ๆ ดังนี้

6.1.1 ถุงเพาะขนาด 3 x5 นิ้ว : ชั่งน้ำหนักจำนวน 4 ครั้ง ได้แก่ ก่อนปลูก หลังย้ายปลูก 1, 2.5 และ 5 เดือน โดยนำถุงมาล้างให้สะอาดและผึ่งลมให้แห้งก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistic 8.0

6.1.2 ถุงปลูกขนาด 8 x13 นิ้ว : ชั่งน้ำหนักถุงก่อนปลูก และหลังปลูก 5 เดือน โดยนำถุงมาล้างให้สะอาดและผึ่งลมให้แห้งก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistic 8.0

6.1.3 การวัดสมบัติความทนแรงดึง โดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine (model WDW-5E) ตามมาตรฐาน ASTM D882 โดยเตรียมแผ่นชิ้นงานตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1 x 5 ตร.ซม. ความยาวเริ่มต้นของตัวอย่างที่ทดสอบ (Gage length) คือ 30 มิลลิเมตร อัตราเร็วในการดึง 10 mm/min และกำลังในการดึง (Load cell) 1 kN โดยทำการทดสอบทั้งตามแนวยาวและแนวขวางของแผ่นตัวอย่าง

6.1.4 วัดลักษณะพื้นผิวแผ่นพลาสติกด้วยเครื่อง LEO 1455 VP scanning electron micrometer (SEM) และทำการถ่ายภาพพื้นผิวที่กำลังขยาย 500 เท่า เพื่อดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวชิ้นงานก่อนและหลังการใช้งาน

6.2 การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพริกขี้หนูแดง

6.2.1 การเจริญเติบโต : บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต โดยวัดความ สูงทุกสัปดาห์ พร้อมทั้ง บันทึกลักษณะและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสีรากของพริกขี้หนูแดง

6.2.2 การให้ผลผลิต : บันทึกข้อมูลของผลผลิต โดยชั่งน้ำหนักผลสดและผลแห้ง

โดยในการวิจารณ์ผลการทดลองได้แบ่งรายละเอียดการศึกษาเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

1. การศึกษาการย่อยสลายของถุงพลาสติกตัวอย่างโดยการทดสอบสมบัติเชิงกล การตรวจสอบพื้นผิวด้วยเทคนิค Scanning electron microscope (SEM) และการหาปริมาณน้ำหนักที่หายไป
2. การศึกษาผลของการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่ได้จากการใช้ถุงปลูกที่มีแบ่งเป็นองค์ประกอบ

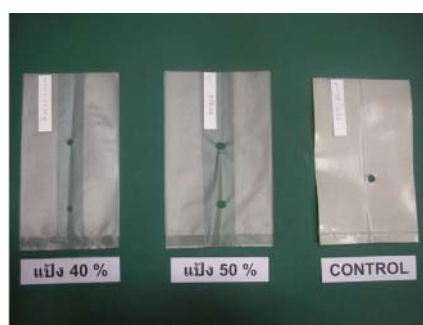
2.1 การศึกษาการย่อยสลายของถุงพลาสติกตัวอย่างจากการทดสอบสมบัติเชิงกล การตรวจสอบพื้นผิวด้วยเทคนิค SEM และการหาปริมาณน้ำหนักที่หายไปหลังการใช้งาน

2.1.1 กรณีถุงตัวอย่างที่ใช้เพาะกล้าพริก

ถุงตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเพื่อเพาะกล้าพริกมีอยู่ 3 ตัวอย่าง ได้แก่

- ถุงที่มีแบ่ง 40% (สูตร 1)
- ถุงที่มีแบ่ง 50% (สูตร 2)
- ถุงปลูกปกติ (ถุง LDPE)

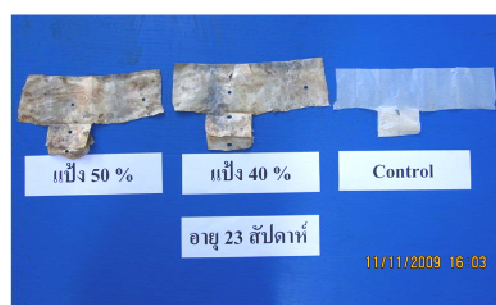
รูป 4.7 แสดงลักษณะถุงเพาะกล้าก่อนใช้งานและหลังการใช้งานแล้ว 1 และ 5 เดือน พบว่าหลังการใช้งานแล้ว ถุงที่มีแบ่งเป็นส่วนประกอบเกิดเป็นตะไคร่น้ำสีเขียวเกาะตามผิวของถุงด้านในทั้งนี้เนื่องจากถุงตัวอย่างมีความใสมากกว่าถุงปกติ แสงจึงสามารถส่องผ่านได้และเกิดเป็นตะไคร่น้ำได้ง่าย ซึ่งส่งผลเสียต่อต้นพริกเนื่องจากตะไคร่น้ำอาจเกิดการแย่งธาตุอาหารของพืชในดิน ดังนั้นการเตรียมถุงตัวอย่างครั้งต่อไป ควรทำให้ถุงตัวอย่างทึบแสงเพื่อลดการเกิดเป็นตะไคร่น้ำขณะทำการปลูกพริก รูป 4.8 แสดงลักษณะถุงเพาะกล้าทั้งสามชนิดที่อายุ 5 เดือน



ก) ก่อนปลูก



ข) หลังจากผ่านการปลูก 1 เดือน



ค) หลังผ่านการปลูก 5 เดือน

รูป 4.7 ลักษณะถุงเพาะกล้า ก) ก่อนการใช้งาน ข) หลังการใช้งาน 1 เดือน และ ค) หลังการใช้งาน 5 เดือน



ก)



ข)

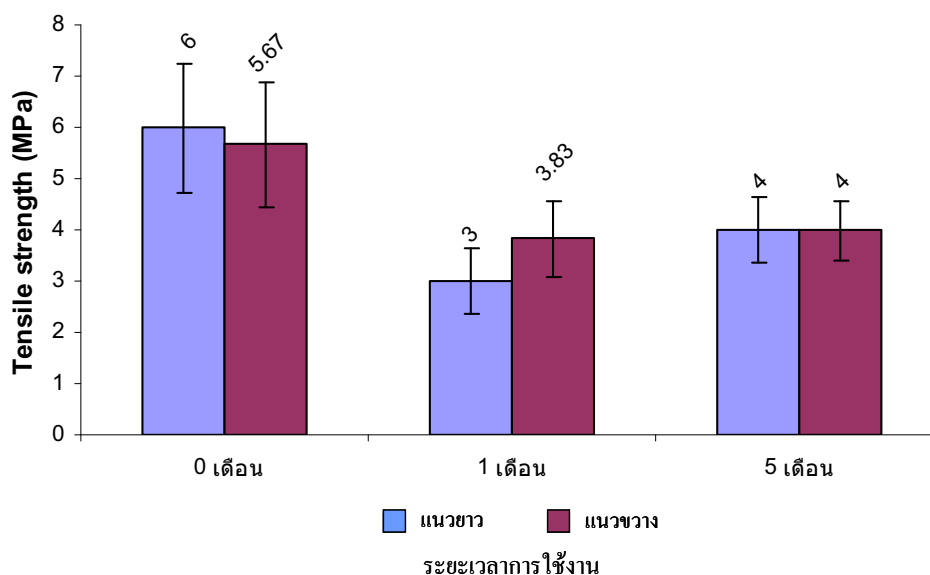


ค)

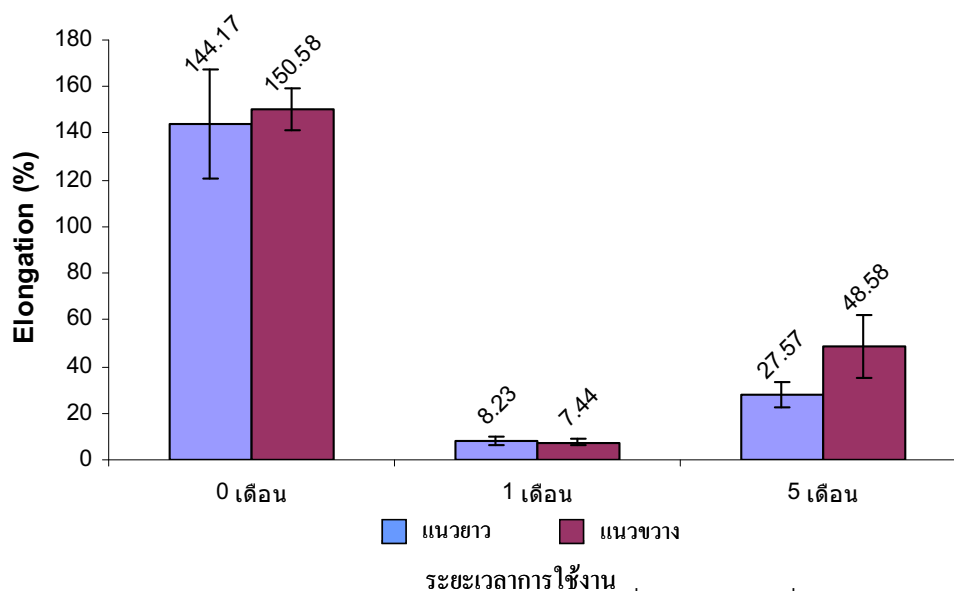
รูป 4.8 ลักษณะถุงเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 5 เดือน ก) ถุงเพาะกล้าปกติ (control) ข) ถุงผสมแบ่ง 40 % และ ค) ถุงผสมแบ่ง 50 %

จากผลการทดสอบสมบัติเชิงกลโดยการศึกษสมบัติความทนแรงดึงและค่าความยืดสูงสุด ณ จุดขาด พบว่าถุงปลูกทุกสูตรที่มีแบ่งเป็นส่วนผสมเมื่อผ่านการใช้งานแล้ว มีค่าความทนแรงดึงไม่แตกต่างกับในกรณีของถุงปลูกเริ่มต้นมากนัก (รูป 4.9 และ 4.11) แต่มีค่าความยืด ณ จุดขาดลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับถุงปลูกเริ่มต้น (ก่อนใช้งาน) (รูป 4.10 และ 4.12) ในขณะที่ถุงปกติ (ถุง LDPE) ซึ่งใช้เป็นถุงควบคุมยังคงมีสมบัติเชิงกลที่ไม่แตกต่างกับตอนเริ่มต้นมากนัก (รูป 4.13 และ 4.14) ซึ่งจากผลที่ได้รับอาจกล่าวได้ว่าในกรณีของถุงปลูกที่มีแบ่งเป็นองค์ประกอบเมื่อผ่านการใช้งาน

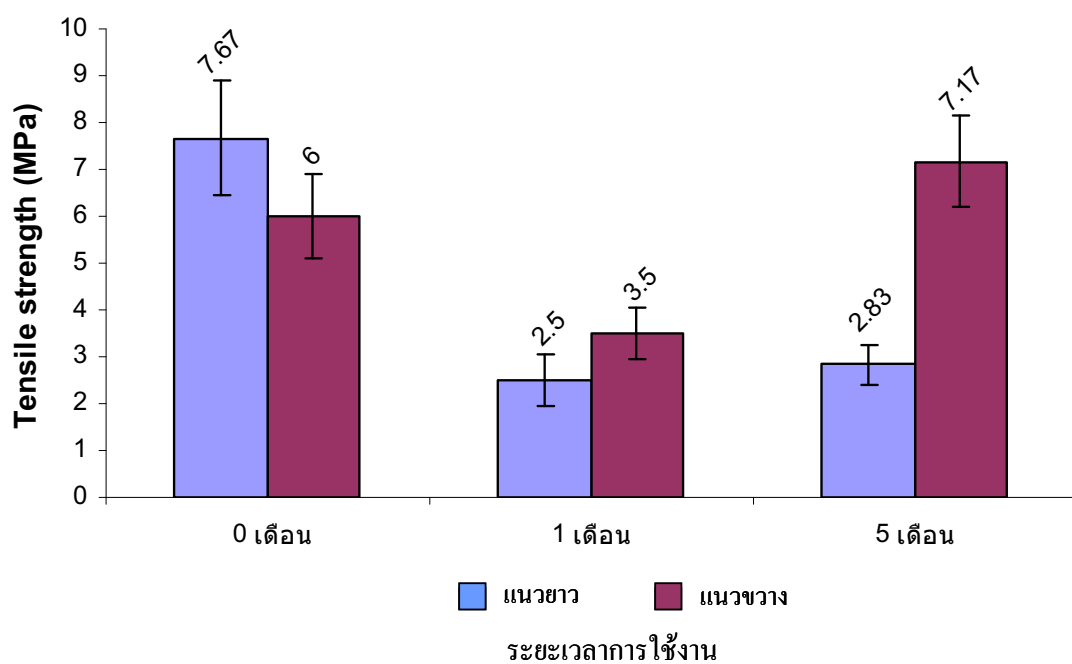
แล้วจะเกิดการเสียสภาพของชิ้นงานเนื่องจากการย่อยสลายของแป้งเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากผลที่ได้รับไม่สามารถระบุแนวโน้มได้ชัดเจนว่าปริมาณแป้งและระยะเวลาในการใช้งานที่ต่างกันมีผลทำให้สมบัติเชิงกลของชิ้นงานแตกต่างกันหรือไม่ เนื่องจากชิ้นงานอาจเกิดการเสียสภาพก่อนแล้ว



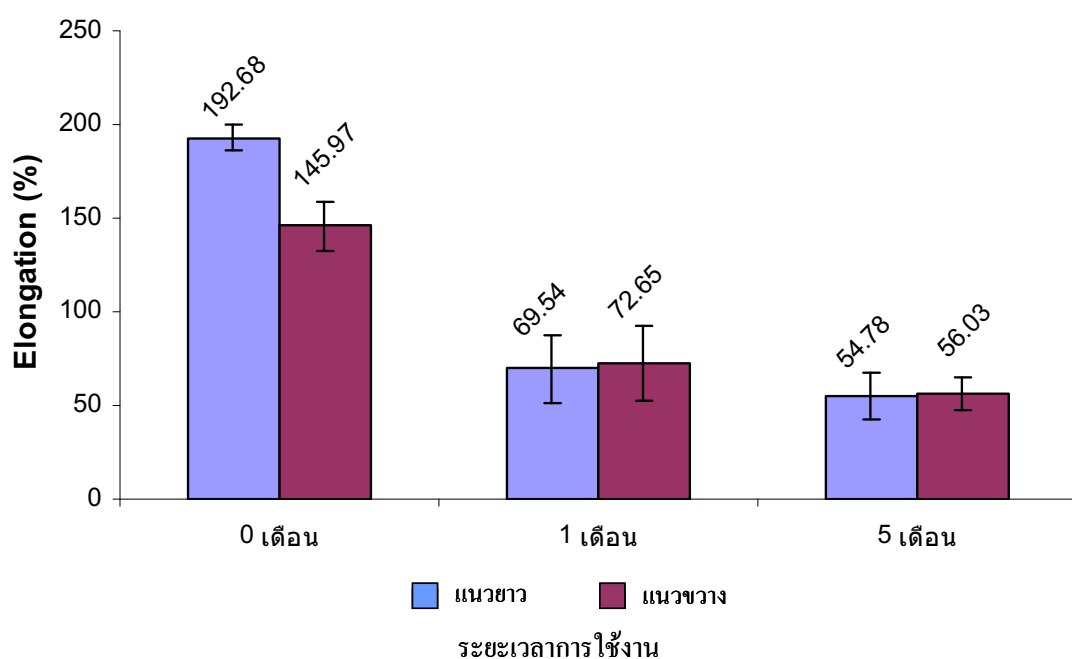
รูป 4.9 ค่าความทนแรงดึงของถุงปลูกกล้าพริกที่มีแป้ง 40% ที่ระยะเวลาในการใช้งาน 1 เดือน และ 5 เดือน



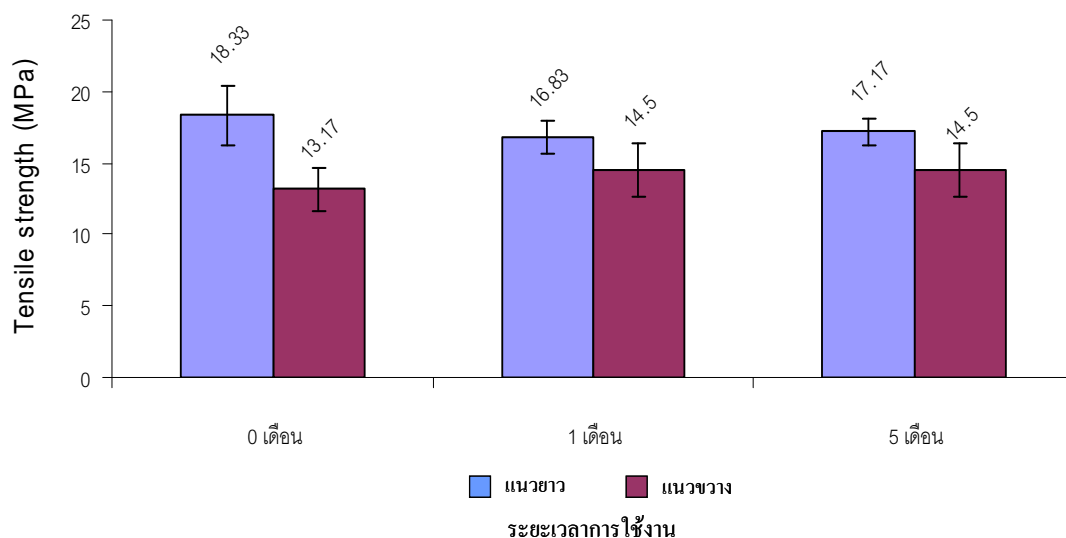
รูป 4.10 ค่าความยืด ณ จุดขาด (%) ของถุงปลูกกล้าพริกที่มีแป้ง 40% ที่ระยะเวลาในการใช้งาน 1 เดือน และ 5 เดือน



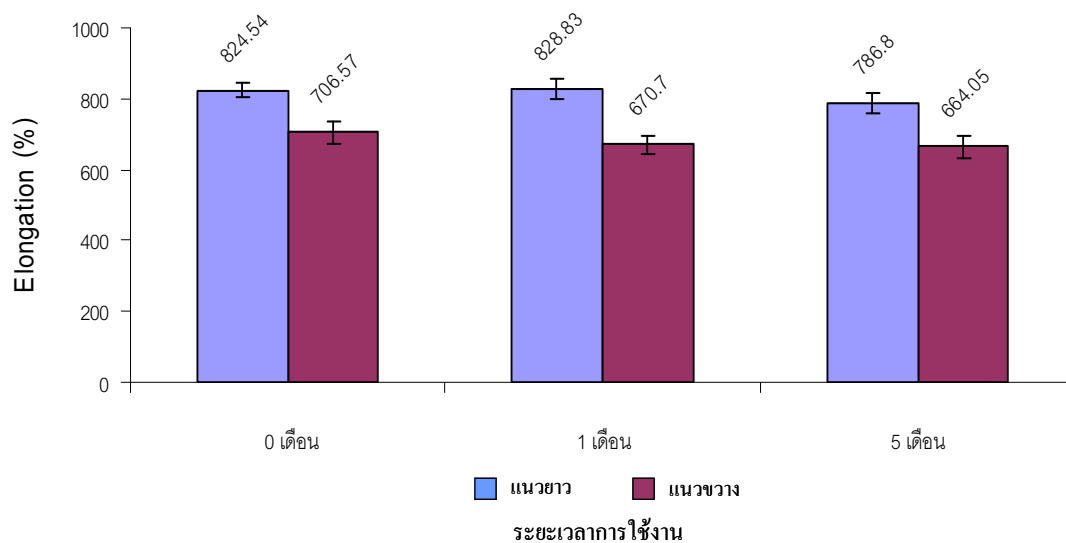
รูป 4.11 ค่าความทนแรงดึงของถุงปลูกกล้าพริกที่มีแป้ง 50% ที่ระยะเวลาในการใช้งาน 1 เดือน และ 5 เดือน



รูป 4.12 ค่าความยืด ณ จุดขาด (%) ของถุงปลูกกล้าพริกที่มีแป้ง 50% ที่ระยะเวลาในการใช้งาน 1 เดือน และ 5 เดือน



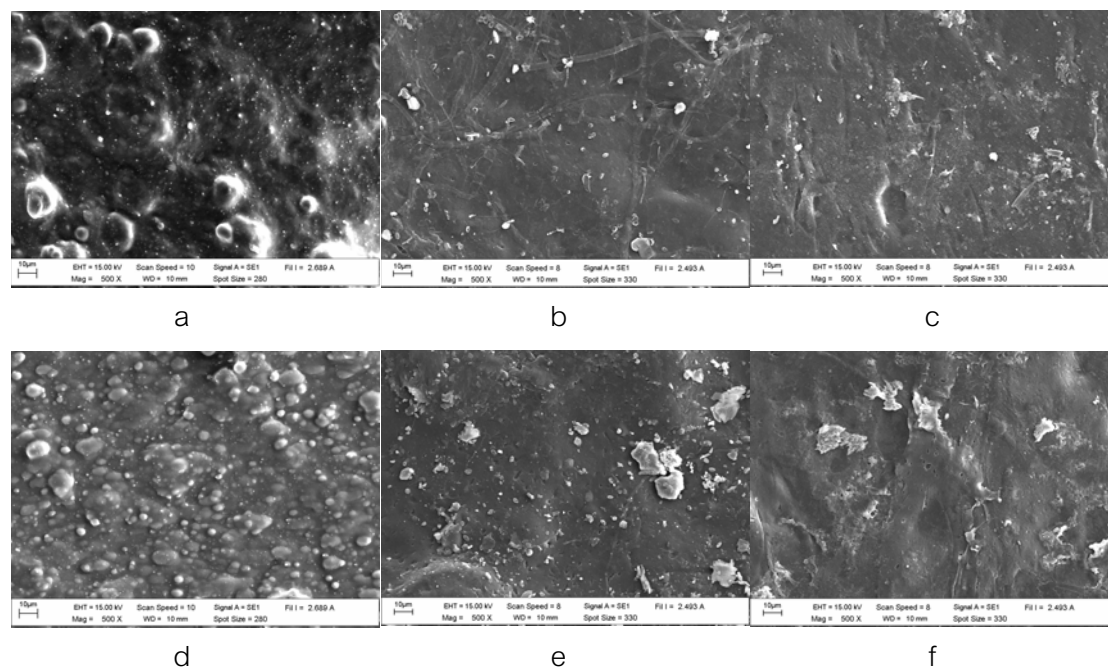
รูป 4.13 ค่าความทนแรงดึงของถุงควบคุมที่ใช้สำหรับปลูกกล้าพริกที่ระยะเวลาในการใช้งาน 1 เดือน และ 5 เดือน



รูป 4.14 ค่าความยืด ณ จุดขาด (%) ของถุงควบคุมที่ใช้สำหรับปลูกกล้าพริกที่ระยะเวลาในการใช้งาน 1 เดือน และ 5 เดือน

จากผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานด้วยเทคนิค SEM (รูป 4.15) พบว่าชิ้นงานที่มีแบ่งเป็นองค์ประกอบที่ผ่านการใช้งานแล้วจะสังเกตเห็นรูพรุนเกิดขึ้น (รูป 4.15(b), (c), (e) และ (f)) ซึ่งคาดว่าน่าจะเกิดจากการที่แบ่งเกิดการย่อยสลาย และจากรูปยังพบว่าชิ้นงานที่ผ่านการใช้งานแล้วมี

ลักษณะพื้นผิวที่ค่อนข้างเรียบเมื่อเทียบกับลักษณะก่อนการใช้งานทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการหลุดออกของแบ่งจากพื้นผิวชิ้นงาน

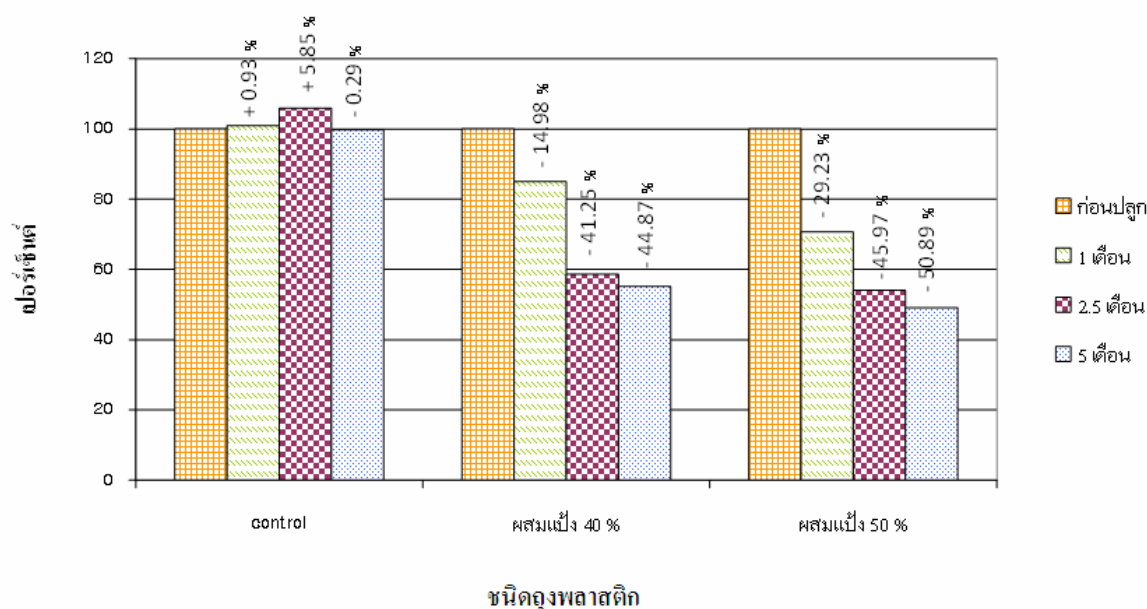


รูป 4.15 ภาพถ่ายจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของถุงพลาสติคที่มีแบ่ง 40% ((a-c)) และ 50% (d-f) ที่กำลังขยาย 500 เท่า โดย (a) และ (d) เป็นภาพถ่ายก่อนการใช้งาน (b) และ (e) เป็นภาพถ่ายหลังการใช้งาน 1 เดือน และ (c) และ (f) เป็นภาพถ่ายหลังการใช้งาน 5 เดือน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของถุงพลาสติคก่อนและหลังการใช้งานพบว่าถุงที่มีแบ่งเป็นองค์ประกอบมีน้ำหนักลดลงเมื่อระยะเวลาในการใช้งานนานขึ้น อีกทั้งยังพบว่าที่ระยะเวลาในการใช้งานเท่ากันถุงปลูกที่มีแบ่งเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่มากกว่า (50%) จะมีน้ำหนักลดลงมากกว่าถุงที่มีแบ่งน้อยกว่า (40%) ในขณะที่ถุงปลูกปกติ (LDPE) ที่ผ่านการใช้งานแล้วยังคงมีน้ำหนักที่คงที่เช่นเดียวกับน้ำหนักเริ่มต้น (ตาราง 4.1 และ รูป 4.16)

ตาราง 4.1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักถุงเพาะกล้าพริกก่อนและหลังการใช้งานที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ชนิดถุงพลาสติก	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักถุง			
	ก่อนปลูก	1 เดือน	2.5 เดือน	5 เดือน
Control	100.00	100.13	105.85	99.71
40%	100.00	85.02	58.75	55.13
50%	100.00	70.77	54.03	49.11



รูป 4.16 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักถุงเพาะกล้าพริกหลังการใช้งานที่ระยะเวลาต่างๆกัน

2.1.2 กรณีถุงตัวอย่างที่ใช้ปลูกพริก

ถุงตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเพื่อปลูกพริกมี 2 ตัวอย่าง ได้แก่

- ถุงที่มีแป้ง 30% (สูตร 3)
- ถุงปลูกปกติ (ถุง LDPE)

รูป 4.17 แสดงลักษณะถุงปลูกพริกที่อายุ 5 เดือน ทั้งชนิดที่เป็นถุงปลูกปกติ (control) และถุงที่มีแป้งผสมอยู่ 30% (สูตร 3) พบว่าถุงที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบจะเกิดการเสียสภาพเนื่องจากเกิดการย่อยสลายไปหลังจากการใช้งาน 5 เดือน และมีสีเขียวด้านในถุงเนื่องจากการเกิดตะไคร่น้ำขึ้น อย่างไรก็ตาม

ตามแม้ว่าถุงจะเกิดการย่อยสลายไปบ้าง แต่ถุงยังสามารถคงสภาพและห่อหุ้มวัสดุปลูกและต้นพริกไว้ได้ดี



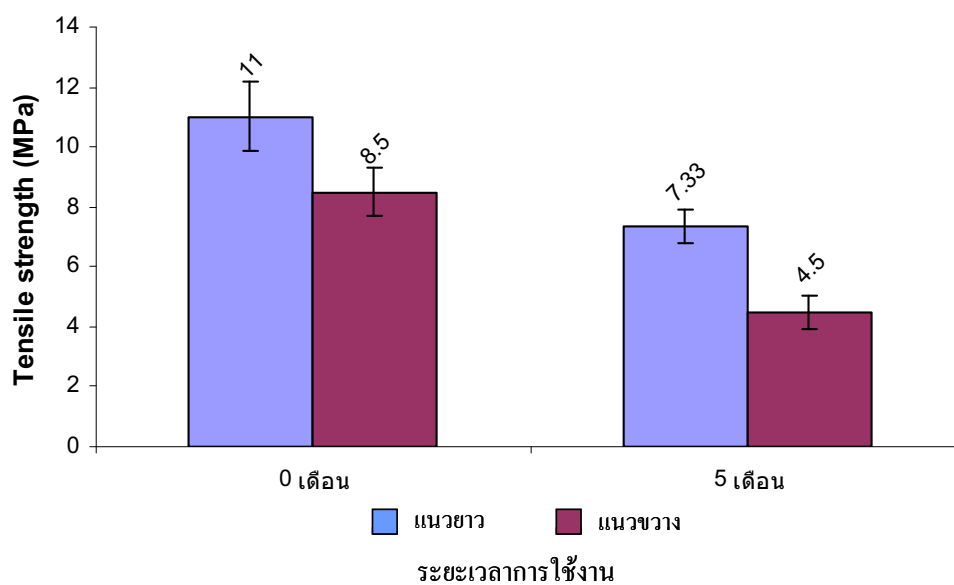
ก)



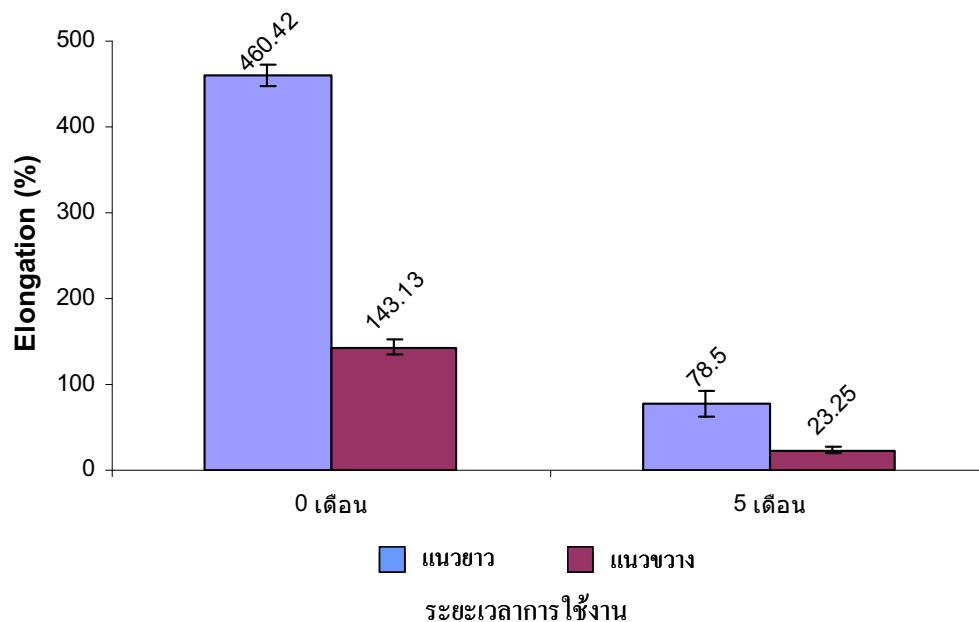
ข)

รูป 4.17 ลักษณะถุงปลูกพริกซูปเปอร์ฮอทที่อายุ 5 เดือน ก) ถุงปลูกปกติ (control) และ ข) ผสมแป้ง 30%

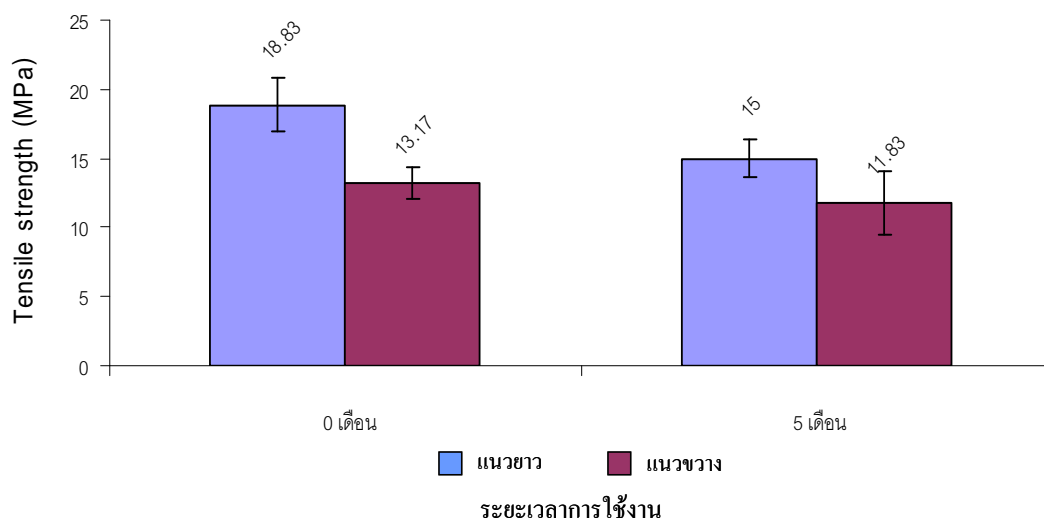
จากการศึกษาสมบัติเชิงกลของถุงปลูกต้นพริกที่มีแป้ง 30% (สูตร 3 (ตาราง 3.11)) ที่ระยะเวลาการใช้งาน 5 เดือน พบว่าค่าความทนแรงดึงของถุงปลูกที่ระยะเวลาการใช้งาน 5 เดือนมีค่าไม่แตกต่างกับกรณีของถุงปลูกเริ่มต้นมากนัก (รูป 4.18) แต่มีค่าความยืดหยุ่น จุดขาดลดต่ำลงอย่างมากเมื่อเทียบกับถุงปลูกเริ่มต้น (รูป 4.19) ในขณะที่ถุงปลูกปกติ (LDPE) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงสมบัติดังกล่าวหลังการใช้งาน 5 เดือน (รูป 4.20-4.21)



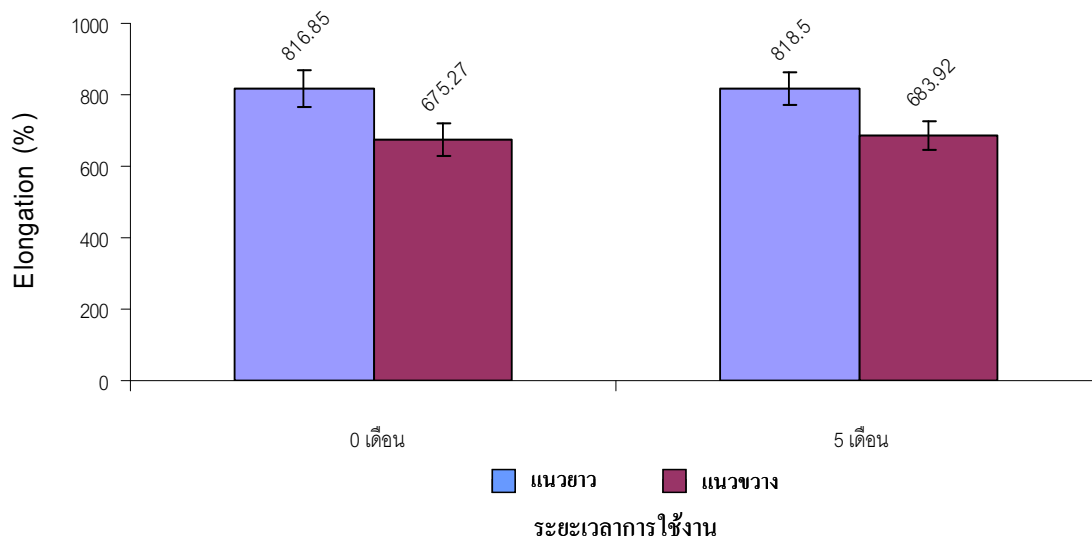
รูป 4.18 ค่าความทนแรงดึงของถุงปลูกต้นพริกที่มีแป้ง 30% ที่ระยะเวลาในการใช้งาน 5 เดือน



รูป 4.19 ค่าความยืด ณ จุดขาดของถุงปลูกต้นพริกที่มีแป้ง 30% ที่ระยะเวลาในการใช้งาน 5 เดือน

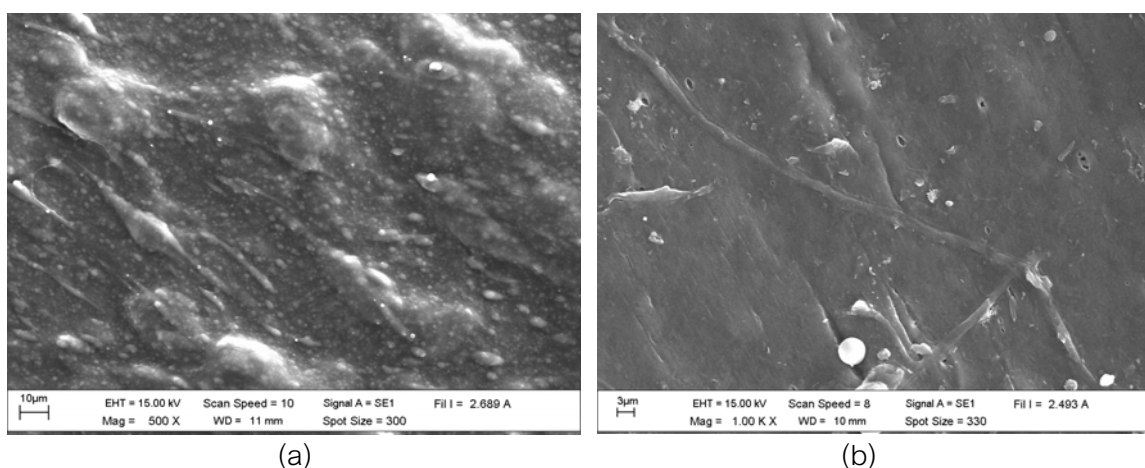


รูป 4.20 ค่าความทนแรงดึงของถุงปลูกปกติที่ใช้สำหรับปลูกต้นพริกที่ระยะเวลาการใช้งาน 5 เดือน



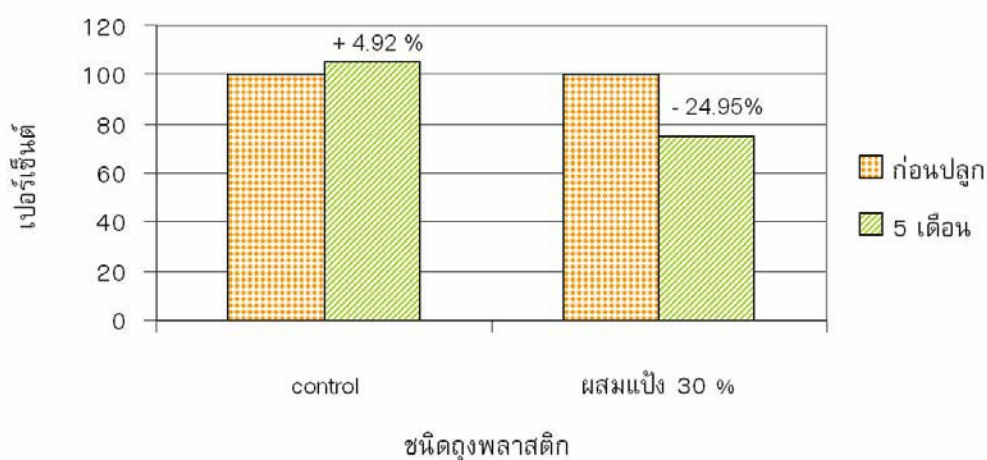
รูป 4.21 ค่าความยืด ณ จุดขาดของถุงปลูกปกติที่ใช้สำหรับปลูกต้นพริกที่ระยะเวลาการใช้งาน 5 เดือน

จากผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานด้วยเทคนิค SEM จากรูป 4.22 พบว่าในกรณีของชิ้นงานที่ผ่านการใช้งานแล้วจะมีพื้นผิวที่ค่อนข้างเรียบและมีรูพรุนเล็กน้อยซึ่งคาดว่าน่าจะเกิดจากการหลุดออกของแป้งจากพื้นผิวของชิ้นงาน (รูป 4.22(b))



รูป 4.22 ภาพถ่ายชิ้นงานที่มีแป้ง 30% ที่กำลังขยาย 500 เท่า โดย (a) เป็นภาพถ่ายก่อนการใช้งาน และ (b) เป็นภาพถ่ายหลังการใช้งาน 5 เดือน

จากการศึกษาปริมาณน้ำหนักของถุงปลูกก่อนและหลังการใช้งานพบว่าถุงปลูกที่มีแป้ง 30% มีน้ำหนักลดลง 21.37% เมื่อระยะเวลาในการใช้งาน 5 เดือน ในขณะที่ถุงปลูกปกติ (LDPE) ที่ผ่านการใช้งานแล้วยังคงมีน้ำหนักที่คงที่เช่นเดียวกับน้ำหนักเริ่มต้น (รูป 4.23)



รูป 4.23 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักถุงปลูกพริกหลังการใช้งานที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

2.2 การศึกษาผลของการใช้ถุ่ยย่อยสลายต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริก

วิธีการทดลอง

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของพริกชูเปอร์ฮอตที่ปลูกในระบบ substrate ภายใต้โรงเรือน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistic 8.0 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การเจริญเติบโต

- 1) วัดความสูงระยะต้นกล้าจากโคนต้นถึงส่วนของยอดพืชในถุงเพาะกล้าสัปดาห์ละครั้ง เป็นเวลา 1 เดือน
- 2) วัดความสูงต้นพริก โดยสุ่มจำนวน 45 ต้น วัดความสูงจากโคนต้นถึงส่วนของยอดพืชในถุงปลูก สัปดาห์ละครั้ง จนสามารถเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

- ผลผลิต

- 1) น้ำหนักผลผลิตต่อต้น จากการสุ่มตัวอย่างพืชจำนวน 45 ถุง
- 2) น้ำหนักแห้งต้นพริก
 - หลังผ่านการปลูกแล้ว 2.5 เดือน โดยสุ่มจำนวน 27 ต้น
 - หลังผ่านการปลูกแล้ว 5 เดือน โดยสุ่มจำนวน 27 ต้น

ผลการทดลอง

- การเจริญเติบโต

1) ความสูงระยะต้นกล้า

ทำการวัดความสูงของต้นกล้าพริกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 3 หลังการย้ายปลูก เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าสัปดาห์ที่ 1 ถุงที่มีแยม 40% และ 50% มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับถุงชนิดอื่น เฉลี่ยเท่ากับ 6.28 และ 6.13 เซนติเมตร รองลงมาคือถุงปลูกควบคุมมีความสูงต้นเฉลี่ย 5.51 เซนติเมตร (ตาราง 4.2)

สัปดาห์ที่ 2 ถุงที่มีแยม 40% และ 50% มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับถุงชนิดอื่น เฉลี่ยเท่ากับ 15.22 และ 14.46 เซนติเมตร รองลงมาคือถุงปลูกควบคุมมีความสูงต้นเฉลี่ย 13.24 เซนติเมตร (ตาราง 4.2)

สัปดาห์ที่ 3 ถุงปลูกควบคุม ถุงปลูกที่มีแยม 40% และ 50% มีความสูงต้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27.39 - 28.14 เซนติเมตร (ตาราง 4.2)

2) ความสูงระยะต้น

ทำการวัดความสูงของต้นพริกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 8 หลังการย้ายปลูก (หลังจากสัปดาห์ที่ 8 ไม่สามารถวัดความสูงของต้นได้ เนื่องจากต้นสูงเกินไป) พบว่าความสูงของต้น

พริกชี้ฟ้าที่ปลูกในถุงปลูกปกติ ถุงปลูกที่มีแแบ่ง 40% และ 50% ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึง สัปดาห์ที่ 8 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยสัปดาห์ที่ 1 มีความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 55.90 - 58.18 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 2 มีความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 66.25 - 67.87 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 3 มีความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 80.61 - 90.76 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 4 มีความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 116.89 - 123.30 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 5 มีความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 135.40 - 142.16 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 6 มีความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 150.42 - 160.72 เซนติเมตร สัปดาห์ที่ 7 มีความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 172.80 - 177.01 เซนติเมตร และสัปดาห์ที่ 8 มีความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 190.28 - 241.04 เซนติเมตร (ตาราง 4.3)

ตาราง 4.2 ความสูงระยะต้นกล้าของต้นพริกชี้ฟ้าตั้งแต่อายุ 1 สัปดาห์ถึง 3 สัปดาห์ หลังย้ายปลูก

ชนิดถุง	ความสูง (เซนติเมตร)		
	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 3
control	5.51 b ^{1/}	13.24 b	27.39 a
40%	6.28 a	15.22 a	28.06 a
50%	6.13 a	14.46 a	28.14 a
LSD _{0.05}	0.27	0.77	1.12
CV (%)	12.43	14.96	11.23

^{1/} ค่าเฉลี่ยจาก 60 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธีการเปรียบเทียบแบบ Least Significant Difference

ตาราง 4.3 ความสูงระยะต้นของต้นพริกชี้ฟ้าตั้งแต่อายุ 1 สัปดาห์ถึง 8 สัปดาห์ หลังย้ายปลูก

ชนิดถุง	ความสูง (เซนติเมตร)							
	สัปดาห์ 1	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 3	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 6	สัปดาห์ 7	สัปดาห์ 8
control	58.18 a ^{1/}	67.32 a	86.39 a	116.89 a	135.40 a	150.42 a	172.80 a	190.28 a
40%	56.95 a	66.25 a	90.76 a	123.30 a	142.16 a	160.72 a	177.01 a	241.04 a
50%	55.90 a	67.87 a	80.61 a	120.29 a	137.39 a	153.92 a	174.54 a	196.91 a
LSD _{0.05}	3.27	9.86	22.69	13.39	23.4	20.41	23.32	57.54
CV (%)	2.61	3.44	11.65	4.92	7.46	5.81	5.89	12.12

^{1/} ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธีการเปรียบเทียบแบบ Least Significant Difference

- ผลผลิต

ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตพริกชี้ฟ้าตั้งแต่ระยะแรกจนถึงสิ้นสุดระยะการเก็บเกี่ยว โดยเก็บเฉพาะผลแดงนำไปชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง พบว่าต้นพริกชี้ฟ้าที่ปลูกในถุงชนิด control, 40% และ 50% ให้น้ำหนักผลสดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 907.73 - 932.85 กรัมต่อต้น และน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 271.78 - 284.77 กรัมต่อต้น (ตาราง 4.4)

ตาราง 4.4 น้ำหนักผลผลิตสดและแห้งของพริกชี้ฟ้า

ชนิดถุง	น้ำหนักผล (กรัม)	
	ผลสด	ผลแห้ง
control	932.85 a ^{1/}	284.77 a
40%	924.77 a	274.53 a
50%	907.73 a	271.78 a
LSD _{0.05}	359.13	100.90
CV (%)	17.19	16.07

^{1/} ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธีการเปรียบเทียบแบบ Least Significant Difference

หลังจากการปลูกพริกในถุงปลูกครบ 5 เดือน ได้ทำการศึกษาระบบรากของพริกโดยการฉีกถุงออกและตรวจประเมินเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสีรากจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลบริเวณก้นถุง พบว่ารากของต้นพริกที่ปลูกในถุงเพาะกล้าที่ผสมแยม 50% และปลูกในถุงใหญ่ผสมแยม 30% มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสีรากมากที่สุด คือ 60.2 ส่วนถุงเพาะที่ผสมแยม 40% และปลูกในถุงใหญ่ผสมแยม 30% และ ถุงเพาะกล้า control และปลูกในถุงปลูก control พบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสีน้อยกว่าโดยมีค่าเฉลี่ย 41.7 และ 43.0 % ตามลำดับ (รูป 4.24 และตาราง 4.5) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่มีปริมาณแยมในถุงตัวอย่างมากและเป็นเวลานาน (5 เดือน) ทำให้เกิดกระบวนการหมัก (fermentation) และมีเกิดกรดขึ้นในระหว่างการปลูกและมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก



รูป 4.24 แสดงระบบรากของต้นพริกหลังการปลูกในถุงเพาะที่มีแบ่ง 50%, 40% (ปลูกในถุงปลูกที่มีแบ่ง 30%) และถุงเพาะปกติ (ปลูกในถุงปลูก LDPE) ระยะเวลา 5 เดือน

ตาราง 4.5 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนสีรากจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลของต้นพริกที่อายุหลังย้าย 5 เดือน

ประเภทถุง		% การเปลี่ยนสีของราก
ถุงเพาะกล้า (3"x5")	ถุงปลูก (8"x13")	
40%	30%	41.7
50%	30%	60.2
control	control	43.0

3. การทดสอบการใช้ถุงย่อยสลายเพื่อใช้ในการชำไหลและปลูกสตรอเบอรี่

การทดสอบการใช้ถุงย่อยสลายเพื่อชำไหลและปลูกสตรอเบอรี่ ดำเนินการที่ศูนย์พัฒนาโครงการแม่แะ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ โดยใช้ถุงตัวอย่างสูตร 4 (แบ่ง 40%) และสูตร 5 (แบ่ง 50%) (ตาราง 3.11) เพื่อใช้เป็นถุงชำไหลสตรอเบอรี่ โดยมีถุงปกติ (ถุงพลาสติก LDPE) เพื่อเปรียบเทียบผล การย่อยสลายของถุงตัวอย่างและผลต่อผลผลิตสตรอเบอรี่หลังการปลูก โดยมีรายละเอียดการทดลอง ดังนี้

วิธีการทดลอง

ใช้สตรอเบอร์รี่พันธุ์ Mara Des Bois โดยทำการทดลองในโรงเรือนของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ต.แม่นาจร อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ และแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้

1. ช่วงการผลิตไหลสตรอเบอร์รี่ (เดือน สิงหาคม – ตุลาคม 2552)

- 1.1 ชั่งน้ำหนักถุงที่จะใช้ในการผลิตไหลขนาด 2" × 4" จำนวน 3 สูตร คือ สูตรผสมแบ่ง 40% สูตรผสมแบ่ง 50% และถุงพลาสติกที่ใส่กันทั่วไป (Control) จำนวนชนิดละ 270 ถุง
- 1.2 เตรียมแปลงปลูกต้นกล้าสตรอเบอร์รี่ (แม่ไหล) เพื่อผลิตต้นไหล เป็นรูปสามเหลี่ยมความกว้าง 80 เซนติเมตร และสูง 60 เซนติเมตร จากนั้นคลุมแปลงด้วยใบตองตั้งทั้งสองด้าน (รูป 4.25)
- 1.3 ปลูกต้นกล้าสตรอเบอร์รี่ลงในร่องกลางแปลงปลูกที่เตรียมไว้ โดยใช้ระยะห่างระหว่างต้น 20-25 เซนติเมตร และเมื่อต้นสตรอเบอร์รี่มีอายุประมาณ 2 เดือนหลังปลูก จะเริ่มมีต้นไหลงอกออกมาจากต้นแม่และแตกรากที่มีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร (รูป 4.26)
- 1.4 กรอกดินลงในถุงปลูกที่เตรียมไว้ในข้อ 1.1 รดน้ำให้ชุ่ม นำมารองดินไหลแล้วใช้ไม้ที่มีความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร ยึดต้นไหล ต้นแม่ 1 ต้นสามารถผลิตไหลได้ประมาณ 25-30 ต้น (รูป 4.27)
- 1.5 เก็บถุงทั้ง 3 ชนิดออกมาชั่งน้ำหนักจำนวน 10 ถุงต่อเดือน

2. ช่วงการย้ายปลูกและผลิตผลสด (เดือน ตุลาคม 2552 – เมษายน 2553)

- 2.1 เตรียมแปลงปลูกขนาดเดียวกันกับการปลูกแม่ไหล คลุมด้วยพลาสติกคลุมแปลงทั้ง 2 ด้าน (รูป 4.28)
- 2.2 นำต้นกล้าสตรอเบอร์รี่ที่ได้จากข้อ 1 มาปลูกโดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 3 blocks 3 treatments ดังนี้
 - Treatment 1 คือ ถุงปลูกสูตรผสมแบ่ง 40%
 - Treatment 2 คือ ถุงปลูกสูตรผสมแบ่ง 50%
 - Treatment 3 คือ control
- 2.3 นำตัวอย่างทั้ง 3 treatment เปิดถุงปลูกด้านล่างเพื่อให้รากสามารถเจริญลงดินได้ แล้วนำปลูกลงดินโดยใช้ระยะปลูก 20 เซนติเมตร จากนั้นดูแลรักษาโดยการให้น้ำปุ๋ยสูตร 15-15-15 ทุก ๆ 25-30 วัน และพ่นอาหารเสริมทางใบเดือนละ 1 ครั้ง



รูป 4.25 ลักษณะแปลงปลูกต้นแม่ไหล



รูป 4.26 ลักษณะไหลของต้นสตรอเบอรี่ที่เหมาะสมต่อการนำไปผลิตไหล



รูป 4.27 ลักษณะการผลิตไหล



รูป 4.28 ลักษณะแปลงปลูกเพื่อผลิตผลสด

การบันทึกข้อมูล

แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. ข้อมูลทางกายภาพของถุงพลาสติกตัวอย่าง ได้แก่ การตรวจสอบพื้นผิว สมบัติความทนแรงดึงและน้ำหนักของถุงปลูกทั้ง 3 ชนิด คือ ก่อนปลูก ช่วงการผลิตไหลและหลังย้ายปลูก โดยทำการสุ่มซึ่งจำนวน 10 ถุงต่อชนิดต่อเดือน
2. การเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของสตรอเบอรี่ ทำการบันทึกข้อมูลด้าน

2.1 การเจริญเติบโต : ขนาดใบ จำนวนใบ และความสูงของต้นทุก ๆ 14 วัน

พร้อมทั้งบันทึกลักษณะและปริมาณรากของต้นสตรอเบอรี่ทุก 1 เดือน

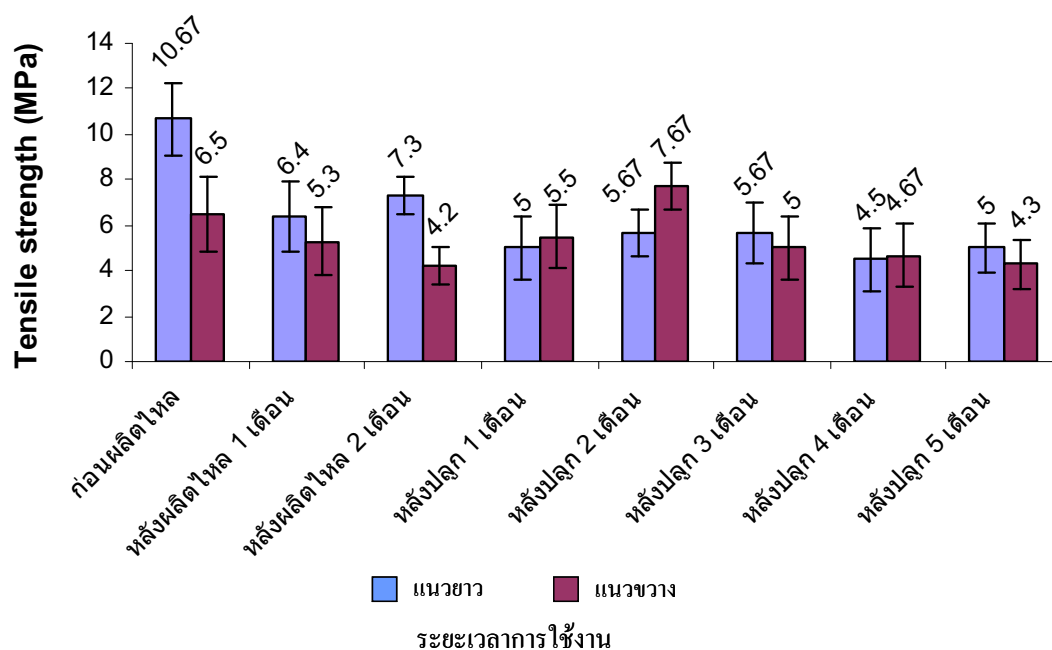
ปริมาณและคุณภาพผลผลิต : น้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล และค่าความ หวาน (brix) ของผลสตรอเบอรี่

เปอร์เซ็นต์รากที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มมากกว่าปกติ พิจารณาโดยการตั้งเกณฑ์การประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของรากจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลเข้ม ตั้งแต่ 0-100 % โดยแบ่งเป็นช่วงละ 10% แล้วใช้เกณฑ์ที่ตั้งไว้นั้นเป็นมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสีรากของแต่ละตัวอย่าง โดยตัวเลขที่รายงานนั้นเป็นตัวเลขค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่าง

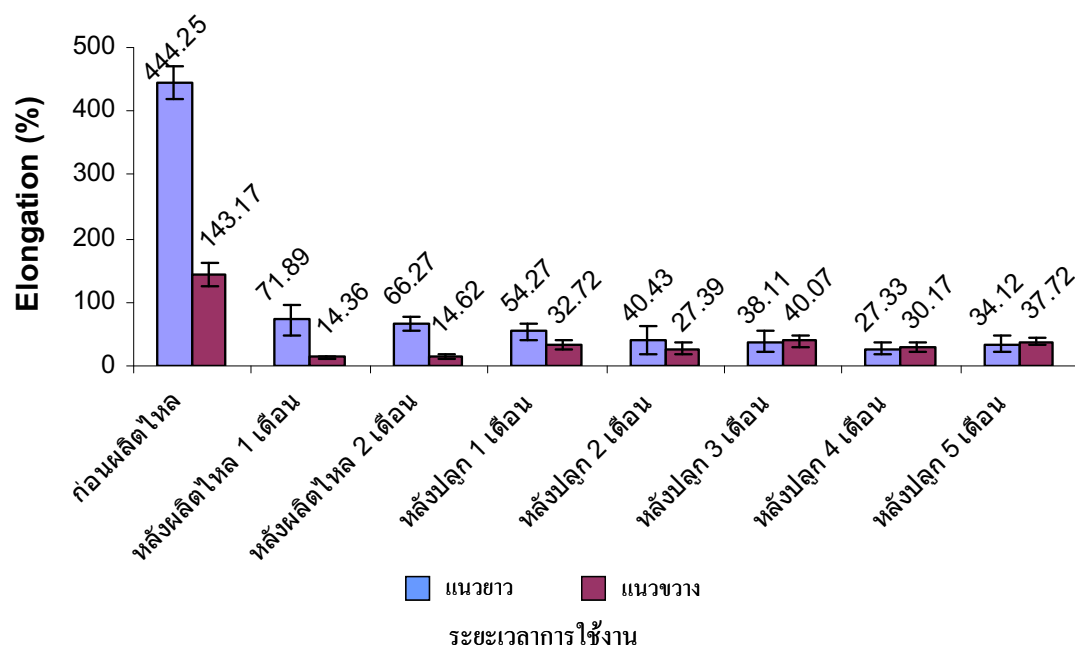
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 การศึกษาการย่อยสลายของถุงพลาสติกตัวอย่างจากการทดสอบสมบัติเชิงกล การตรวจสอบพื้นผิวด้วยเทคนิค SEM และการหาน้ำหนักที่หายไปหลังการใช้งาน

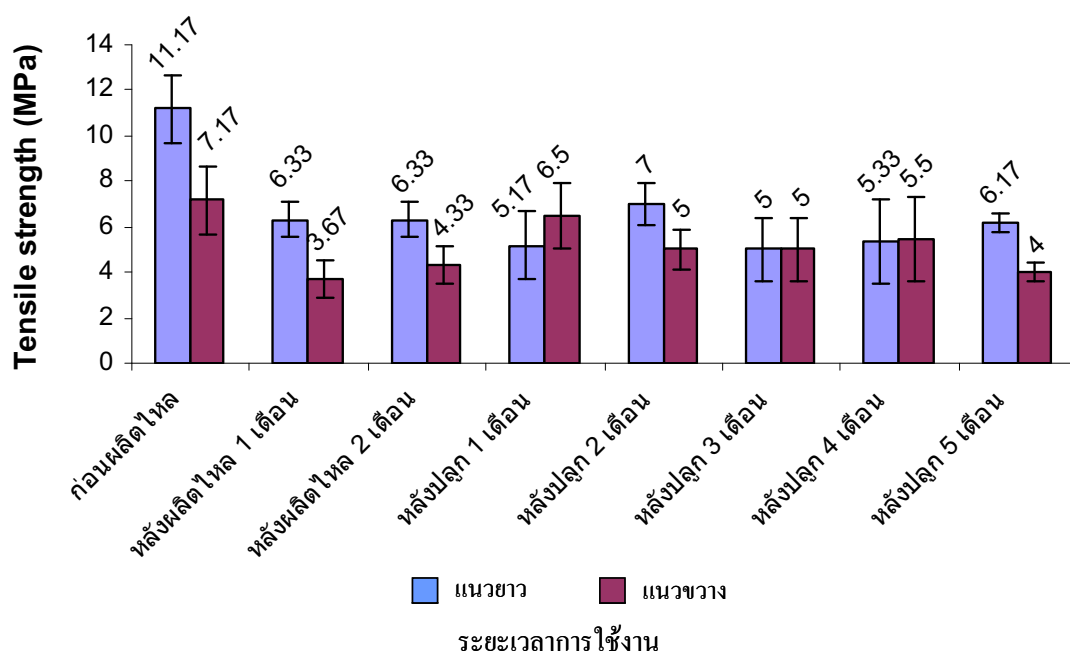
ศึกษาสมบัติเชิงกลและลักษณะพื้นผิวของถุงปลูกไหลสตรอเบอรี่ที่มีแบ่ง 40% และ 50% (สูตร 4 และ 5 (ตาราง 3.11)) ที่ระยะเวลาการใช้งาน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงก่อนการผลิตไหล (ระยะเวลา 2 เดือน) และช่วงปลูกไหล (ระยะเวลา 5 เดือน) (รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 7 เดือน) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกับถุงปลูกเริ่มต้น ผลการศึกษาสมบัติความทนแรงดึง และค่าความยืด ณ จุดขาดแสดงดังรูป 4.29-4.32 จากผลการทดสอบให้ผลเป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลการทดสอบในกรณีของถุงปลูกกล้วยและถุงปลูกต้นพริก กล่าวคือ ค่าความทนแรงดึงมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับถุงปลูกเริ่มต้น ในขณะที่ค่าความยืดสูงสุด ณ จุดขาดของถุงปลูกเมื่อผ่านการใช้งานแล้วมีค่าลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับถุงปลูกเริ่มต้น และจากผลการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานจะสังเกตเห็นรูพรุนเกิดขึ้นในกรณีของถุงปลูกที่ผ่านการใช้งานแล้วซึ่งเกิดจากการที่ส่วนของแบ่งสลายไป ดังแสดงในรูป 4.33-4.34



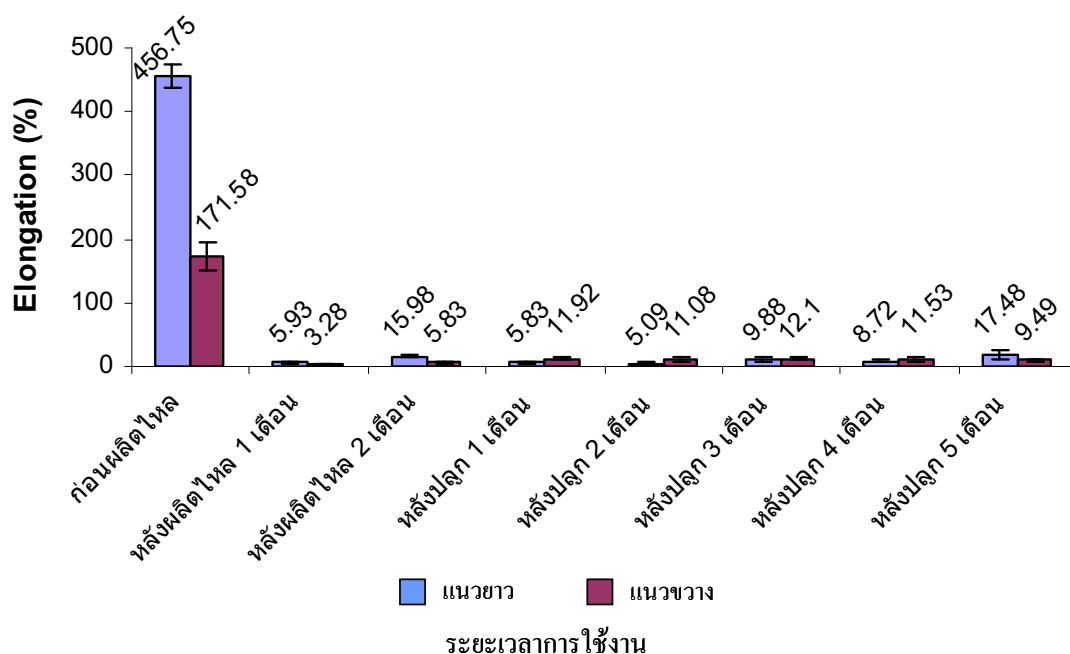
รูป 4.29 ค่าความทนแรงดึงของถุงชำไผ่สตรอเบอร์รี่ที่แบ่ง 40% ที่ระยะเวลาในการใช้งาน 1 เดือน ถึง 4 เดือน



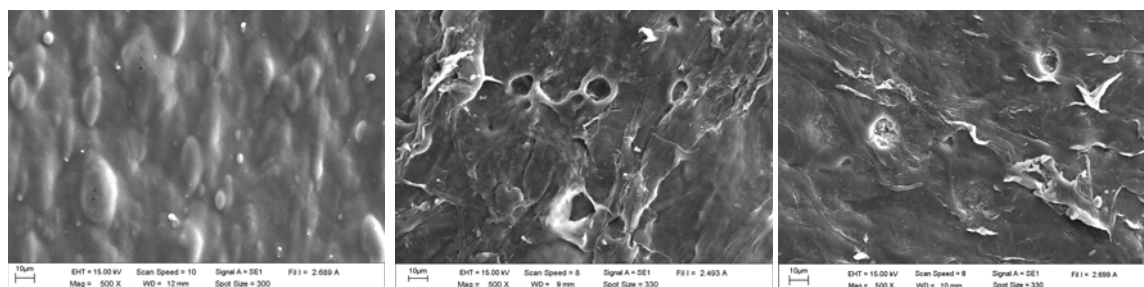
รูป 4.30 ค่าความยืด ณ จุดขาด (%) ของถุงชำไผ่สตรอเบอร์รี่ที่แบ่ง 40% ที่ระยะเวลาในการใช้งาน 1 เดือน ถึง 4 เดือน



รูป 4.31 ค่าความทนแรงดึงของถุงชำโหลสตรอเบอรี่ที่มีแป้ง 50% ที่ระยะเวลาในการใช้งาน 1 เดือน ถึง 4 เดือน



รูป 4.32 ค่าความยืด ณ จุดขาด (%) ของถุงชำโหลสตรอเบอรี่ที่มีแป้ง 50% ที่ระยะเวลาในการใช้งาน 1 เดือน ถึง 4 เดือน

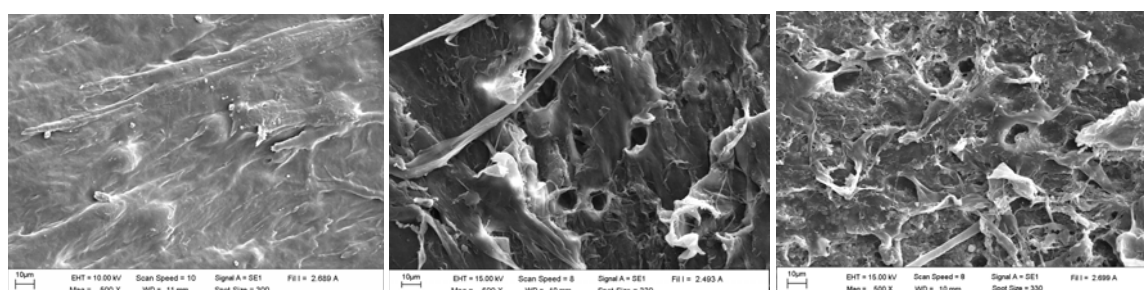


ก่อนการผลิตโหล

หลังผลิตโหล 2 เดือน

หลังปลูก 5 เดือน

รูป 4.33 ภาพถ่ายชิ้นงานแผ่นฟิล์มที่มีแป้ง 40% ที่กำลังขยาย 500 เท่า



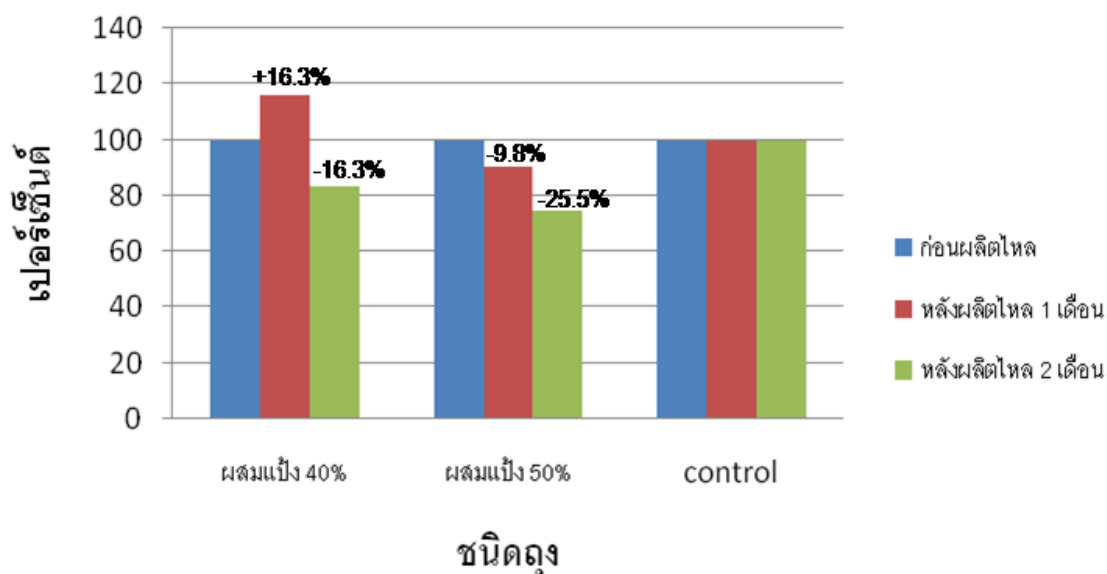
ก่อนการผลิตโหล

หลังผลิตโหล 2 เดือน

หลังปลูก 5 เดือน

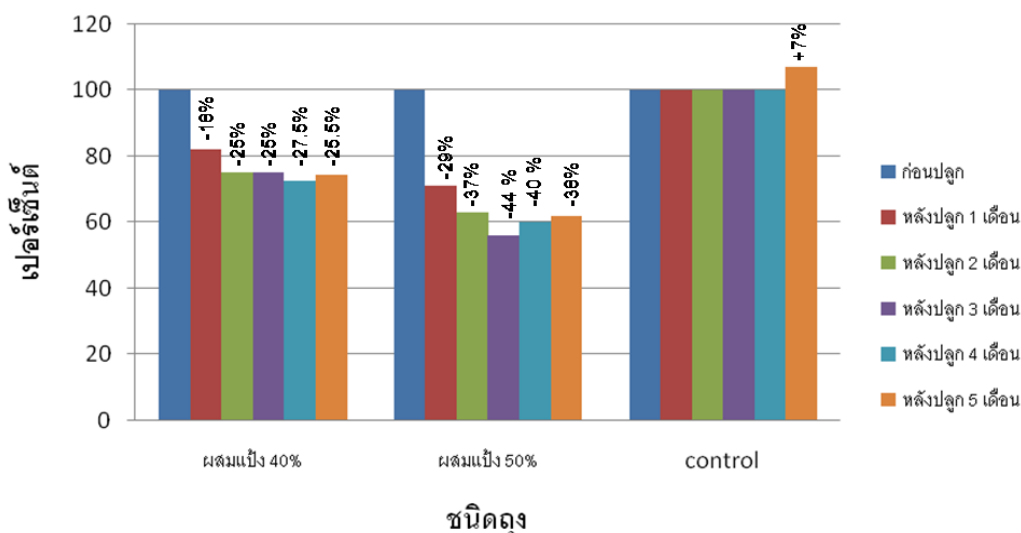
รูป 4.34 ภาพถ่ายชิ้นงานแผ่นฟิล์มที่มีแป้ง 50% ที่กำลังขยาย 500 เท่า

จากการหาน้ำหนักที่หายไปหลังการใช้งานเพื่อเป็นการยืนยันการเกิดการย่อยสลายของถุงหลังการใช้งาน โดยการทดลองนำถุงปลูกทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ สูตรผสมแป้ง 40% สูตรผสมแป้ง 50% และ control มาทำการผลิตโหลสตรอเบอรี่ภายใต้โรงเรือน ในช่วงเดือนสิงหาคม – ตุลาคม 2552 เป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า ถุงสูตรผสมแป้ง 50% มีน้ำหนักลดลงทั้ง 2 เดือน และมีเปอร์เซ็นต์การลดลงมากที่สุด โดยเดือนที่ 1 และ 2 มีอัตราการลดลงของน้ำหนัก คือ 9.8% และ 25.5% ตามลำดับ ส่วนถุงสูตรผสมแป้ง 40% ในช่วงเดือนที่ 1 น้ำหนักถุงเพิ่มขึ้น 16.3% แต่ในเดือนที่ 2 มีน้ำหนักลดลง 16.3% สำหรับถุงที่ใช้กันทั่วไป (control) พบว่า น้ำหนักถุงไม่ลดลงในทั้ง 2 เดือน (รูป 4.35)



รูป 4.35 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักถุงชำโหลสตรอเบอรี่ที่มีแป้ง 40%, 50% และถุงปลูกปกติ หลังจากการผลิตโหลแล้ว 2 เดือน (ก่อนนำถุงชำโหลลงดิน)

จากการนำต้นกล้าสตรอเบอรี่ในถุงปลูก 3 ชนิด ที่ผ่านการผลิตโหลแล้วมาย้ายลงแปลงปลูก แบบไม่ถอดถุงออก แต่เปิดกันถุงเพื่อผลิตผลสดภายใต้โรงเรือนเป็นระยะเวลา 5 เดือน โดยทำการย้ายปลูกเมื่อวันที่ 26 เดือนตุลาคม 2552 และเก็บเกี่ยวแล้วเสร็จในเดือน มีนาคม 2553 ผลการศึกษาการย่อยสลายของถุงแต่ละชนิดโดยการชั่งน้ำหนักของถุงที่เก็บจากแปลงปลูกทุก ๆ 1 เดือน พบว่า ถุงปลูกสูตรผสมแป้ง 40% และ 50% มีน้ำหนักลดลง โดยถุงผสมแป้ง 50% มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเฉลี่ยลดลงมากที่สุดในช่วงหลังย้ายปลูก 5 เดือน อยู่ระหว่าง 29-44% รองลงมาคือสูตรแป้ง 40% ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเฉลี่ยลดลง 18-27.5% ขณะที่ถุงปลูกที่ใช้กันทั่วไป(control) ไม่พบการลดลงของน้ำหนัก ในทั้ง 5 เดือน (รูป 4.36)



รูป 4.36 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักงูขำไหลสตรอเบอรี่ที่มีแป้ง 40%, 50% และงูปลูกปกติ หลังจากการปลูกแล้ว 5 เดือน (หลังจากนำงูเพาะไหลลงดินแล้ว 5 เดือน)

3.2 การศึกษาผลของการใช้ถุขย่อยสลายต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสตรอเบอรี่

3.2.1 ด้านการเจริญเติบโต

จากการศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี่ ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และขนาดทรงพุ่ม ทุก ๆ 14 วัน เป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงต้น จำนวนใบ ความยาวใบ และความกว้างทรงพุ่มของต้นสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุขทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความกว้างใบของต้นสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุขที่มีแป้ง 40% และ 50% พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.91 และ 2.87 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับถุข control ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 2.63 เซนติเมตร (ตาราง 4.6)

ตาราง 4.6 ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และขนาดทรงพุ่มของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois ที่อายุ 5 เดือนหลังปลูกในถุขปลูกชนิดต่าง ๆ

ชนิดถุข	ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนใบ ต่อต้น	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)
control	7.42 a ^{1/}	6.94 a	2.63 b	2.86 a	10.90 a
40%	7.70 a	7.74 a	2.91 a	3.15 a	12.46 a
50%	7.77 a	6.93 a	2.87 a	3.13 a	12.06 a
LSD _{0.05}	1.20	2.99	0.19	0.39	2.31
CV (%)	6.96	18.31	2.93	5.59	8.62

^{1/}ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธีการเปรียบเทียบแบบ Least Significant Difference

จากการศึกษาความยาวราก น้ำหนักราก และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสีของรากจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลของสตรอเบอร์รี่ทุก ๆ 1 เดือนหลังปลูก พบว่า ความยาวราก และเปอร์เซ็นต์ของการพบอาการการเปลี่ยนสีของรากของสตรอเบอร์รี่ที่ปลูกในถุงทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนน้ำหนักรากของสตรอเบอร์รี่ที่ปลูกในถุงที่มีแ่ง 50% มีน้ำหนักรากเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.30 กรัม โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับถุงชนิดอื่น รองลงมาคือถุงที่มีแ่ง 40 % และ control โดยมีน้ำหนักรากเฉลี่ย 3.782 และ 2.89 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 4.7) (รูป 4.37-4.42 แสดงลักษณะรากของต้นสตรอเบอร์รี่ที่ปลูกในถุงทั้ง 3 ชนิด ที่มีอายุ 1 เดือน และ 5 เดือน) การที่ถุงที่มีแ่ง 40% และ 50% มีน้ำหนักรากมากกว่าถุงควบคุม อาจเนื่องมาจากถุงตัวอย่างที่มีแ่งเกิดการย่อยสลาย ทำให้เกิดรูพรุน (ผลจากการวิเคราะห์พื้นผิวด้วยเทคนิค SEM รูปที่ 4.33 และ 4.34) ซึ่งทำให้รากสามารถเกิดการถ่ายเทอากาศและดูดซึมธาตุอาหารได้ดี ขณะที่ถุงควบคุมไม่มีการย่อยสลายในดิน ทำให้ความสามารถในการถ่ายเทอากาศและอัตราการดูดซึมธาตุอาหารน้อยกว่า จึงส่งผลให้การเจริญเติบโตของรากสตรอเบอร์รี่ในถุงที่มีแ่ง 40% และ 50% ดีกว่าและทำให้น้ำหนักรากมากกว่าถุงควบคุม

ตาราง 4.7 ความยาวราก น้ำหนักราก และเปอร์เซ็นต์การพบอาการการเปลี่ยนสีของรากจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลของสตรอเบอร์รี่ที่มีอายุ 5 เดือนหลังปลูกในถุงชนิดต่าง ๆ

ชนิดถุง	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักราก (กรัม)	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสีราก (%)
control	21.63 a ^{1/}	2.89 b	78.83 a
40%	19.96 a	3.78 ab	78.17 a
50%	21.63 a	5.30 a	81.33 a
LSD _{0.05}	7.30	2.16	9.22
CV (%)	15.29	23.91	5.12

^{1/}ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธีการเปรียบเทียบแบบ Least Significant Difference



รูป 4.37 ลักษณะรากของต้นสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุงที่มีแป้ง 40% ที่มีอายุ 1 เดือนหลังปลูก



รูป 4.38 ลักษณะรากของต้นสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุงที่มีแป้ง 50% ที่มีอายุ 1 เดือนหลังปลูก



รูป 4.39 ลักษณะรากของต้นสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุง control ที่มีอายุ 1 เดือนหลังปลูก



รูป 4.40 ลักษณะรากของต้นสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุงที่มีแป้ง 40% ที่มีอายุ 5 เดือนหลังปลูก



รูป 4.41 ลักษณะรากของต้นสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุงที่มีแป้ง 50% ที่มีอายุ 5 เดือนหลังปลูก



รูป 4.42 ลักษณะรากของต้นสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุง control ที่มีอายุ 5 เดือนหลังปลูก

3.2.2 ด้านผลผลิต

การศึกษาข้อมูลผลผลิตของสตรอเบอรี่ ได้แก่ น้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล และความหวาน ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักและความหวานของผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุงทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความกว้างผลของสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุงสูตร 40% และ 50% พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 15.74 และ 15.84 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับถุง control ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 10.74 มิลลิเมตร สำหรับความยาวผลของสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุงสูตร 40% พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 24.56 มิลลิเมตร โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับถุงชนิดอื่น รองลงมาคือถุงชนิด 50% และ control มีความกว้างผลเฉลี่ย 24.16 และ 17.16 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตาราง 4.8)

ตาราง 4.8 น้ำหนัก ความกว้าง ความยาว และความหวานของผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกในถุงชนิดต่าง ๆ

ชนิดถุง	น้ำหนักผล (กรัม)	ความกว้างผล (มิลลิเมตร)	ความยาวผล (มิลลิเมตร)	ความหวาน (องศาบริกซ์)
control	4.12 a ^{1/}	10.74 b	17.16 b	7.33 a
40%	4.46 a	15.74 a	24.56 a	8.32 a
50%	4.82 a	15.84 a	24.16 ab	7.45 a
LSD _{0.05}	1.22	4.06	7.02	2.07
CV (%)	12.05	12.70	14.10	11.88

^{1/}ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธีการเปรียบเทียบแบบ Least Significant Difference

สรุปผลการทดลอง (บทที่ 4)

จากการทดสอบใช้ถุงปลูกที่มีแบ่ง 40% (สูตร 1) และ 50% (สูตร 2) เพื่อเพาะกล้าพริก ถุงที่มีแบ่ง 30% (สูตร 3) เพื่อใช้เป็นถุงปลูกพริกและถุงที่มีแบ่ง 40% และ 50% (สูตร 4) และ 50% (สูตร 5) (ตาราง 3.11) เพื่อใช้เป็นถุงเพาะโหลสตรอเบอรี่ ทำการทดสอบการย่อยสลายของถุงตัวอย่างโดยการทดสอบการเสียสภาพ สมบัติความตึงยืดของถุง การเกิดรูพรุนจากการย่อยสลายของแบ่งในถุง การลดลงของน้ำหนักถุงหลังการใช้งาน นอกจากนี้ยังศึกษาผลการเจริญเติบโตและผลผลิตพริกและสตรอเบอรี่หลังการใช้ถุงปลูกที่มีแบ่งเป็นส่วนประกอบโดยเปรียบเทียบกับถุงปลูกโดยใช้ถุงปลูกปกติ (ถุง LDPE)

จากผลการทดลองพบว่าถุงปลูกทุกสูตรที่มีแบ่งเป็นองค์ประกอบมีค่าความยืดสูงสุด ณ จุดขาดลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับถุงปลูกเริ่มต้น ในขณะที่ค่าความทนแรงดึงไม่มีผลกระทบมากนัก ซึ่ง

ผลดังกล่าวสอดคล้องกับลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานที่มีลักษณะของรูพรุนเกิดขึ้น อีกทั้งยังให้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาปริมาณน้ำหนักของถุงปลูก โดยพบการลดลงของน้ำหนักจากเริ่มต้นเมื่อระยะเวลาในการใช้งานนานขึ้น ในขณะที่ถุงปลูกควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านสมบัติเชิงกลและน้ำหนักถุง ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าถุงปลูกที่เตรียมได้มีการย่อยสลายของแป้งเกิดขึ้น นอกจากนี้จากการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตพริกหลังการปลูกด้วยถุงตัวอย่างที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบเปรียบเทียบกับถุงปลูกปกติพบว่า ให้ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตพริกและสตรอเบอรี่ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามพบว่าการเปลี่ยนสีของรากจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลของพริกในกรณีที่มีการใช้ถุงเพาะกล้าที่มีแป้ง 50% มากกว่ากรณีที่ใช้ถุงเพาะกล้าที่มีแป้ง 40% และถุงปลูกปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่มีปริมาณแป้งในถุงตัวอย่างมากและเป็นเวลานาน (5 เดือน) ทำให้เกิดกระบวนการหมัก (fermentation) และมีเกิดกรดขึ้นในระหว่างการปลูกและมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสังเคราะห์แป้งดัดแปรโดยได้ทดสอบการใช้สารดัดแปรหลายชนิด เช่น ปฏิกริยาที่ใช้ Maleic Anhydride (MA) เพื่อดัดแปรโครงสร้างพบว่าปฏิกริยาไม่สามารถเกิดได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาวะการทดลอง เช่น ตัวทำละลาย อัตราส่วนโดยโมลของสารที่เข้าทำปฏิกริยาไม่เหมาะสม ส่วนปฏิกริยาการดัดแปรแป้งด้วย Succinic Anhydride (SA) นั้น ได้สภาวะเหมาะสมที่ทำให้ปฏิกริยาเกิดขึ้นได้ โดยใช้อัตราส่วนโดยโมลระหว่างหน่วยแป้ง : SA เป็น 1:2 ทำปฏิกริยาในเอทานอล จากนั้นนำสภาวะดังกล่าวมาใช้ในการเตรียมแป้งดัดแปรด้วย 2-Dodecyl Succinic Anhydride (DDSA) ซึ่งมีความเป็นไฮโดรโฟบิกมากกว่า SA ซึ่งจากผลการศึกษาด้วยเทคนิค FTIR พบว่าสภาวะที่ใช้ อัตราส่วนโดยโมลระหว่างหน่วยแป้ง:DDSA เป็น 1:2 (SDDSA3) ทำให้ได้การเข้าแทนที่ของหมู่ dodecyl (C12) มากที่สุด

การศึกษาผลของชนิดและเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบต่างๆในพอลิเมอร์ผสม เช่น ปริมาณแป้ง (unmodified starch) สารเพิ่มความยืดหยุ่นชีวภาพ (NR, ENR, Ecoflex) สาร compatibilizer (PE-g-MA และแป้งที่ผ่านการดัดแปรด้วย DDSA (modified starch)) และสาร plasticizer (กลีเซอรอล) ต่อ ลักษณะพื้นผิว (surface morphology) และสมบัติการทนแรงดึง (tensile properties) ของพอลิเมอร์ผสม จากผลการศึกษาพบว่า การดัดแปรโครงสร้างของแป้งและยางธรรมชาติอีพอกซีไดซ์ (ENR) ไม่มีผลมากนักในการเพิ่มระดับความเข้ากันได้ระหว่าง LDPE และแป้ง โดยพบว่าการใช้ 10% NR เป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่นชีวภาพ และ 3% PE-g-MA เป็นสาร compatibilizer ให้สมบัติเชิงกลของชิ้นงานอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และสามารถเป่าขึ้นรูปถุงตัวอย่างได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังพบว่าการเติม 20% กลีเซอรอล มีส่วนช่วยในการปรับปรุงสมบัติเชิงกลของชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น และเมื่อศึกษาผลของสารเพิ่มความยืดหยุ่นระหว่าง NR และ Ecoflex พบว่าสารทั้ง 2 ชนิดมีส่วนช่วยให้สามารถเป่าขึ้นรูปถุงตัวอย่างได้ โดยชิ้นงานที่มี Ecoflex เป็นสารเพิ่มความยืดหยุ่นจะให้สมบัติเชิงกลที่ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามในการเตรียมถุงปลูกเพื่อนำไปใช้งานจริงนั้นได้เลือกใช้ทั้ง NR และ Ecoflex เป็นส่วนผสมร่วมกับองค์ประกอบอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากต้องการให้ถุงเกิดการย่อยสลายที่ระยะเวลาแตกต่างกัน โดยถุงปลูกที่มี NR เป็นส่วนผสมและมีปริมาณแป้ง 40 และ 50% จะถูกนำไปใช้ในการปลูกกล้าพริกซึ่งต้องการให้ถุงเกิดการย่อยสลายภายในระยะเวลา 1 เดือน และถุงปลูกที่มี Ecoflex เป็นส่วนผสมนั้น จะมีการเติมแป้งที่ปริมาณ 30%, 40% และ 50% โดยที่ปริมาณแป้ง 30% จะนำไปใช้ในการปลูกต้นพริกซึ่งต้องการให้ถุงสามารถคงรูปและห่อหุ้มวัสดุปลูกอยู่ได้ในระยะเวลา 6 เดือน และที่ปริมาณแป้ง 40 และ 50% นั้น จะนำไปใช้ในการปลูกสตรอเบอรี่ซึ่งต้องการให้ถุงเกิดการย่อยสลายภายในระยะเวลา 1 เดือน

ศึกษาการย่อยสลายของถุงพลาสติกตัวอย่างโดยการทดสอบการเสียดสี สภาพสมบัติความยืดหยุ่น การเกิดรูพรุนจากการย่อยสลายของแบงก์ในถุง การลดลงของน้ำหนักถุงหลังการใช้งาน นอกจากนี้ยังศึกษาผลการเจริญเติบโตและผลผลิตพริกและสตรอเบอรี่หลังการใช้ถุงปลูกที่มีแบงก์เป็นส่วนประกอบโดยเปรียบเทียบกับปลูกโดยใช้ถุงปลูกปกติ (ถุง LDPE) จากผลการทดลองพบว่าถุงปลูกทุกสูตรที่มีแบงก์เป็นองค์ประกอบมีค่าความยืดหยุ่นสูง ณ จุดขาดลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับถุงปลูกเริ่มต้น ในขณะที่ค่าความทนแรงดึงไม่มีผลกระทบมากนัก ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานที่มีลักษณะของรูพรุนเกิดขึ้น อีกทั้งยังให้ผลสอดคล้องกับผลการศึกษาปริมาณน้ำหนักของถุงปลูก โดยพบการลดลงของน้ำหนักจากเริ่มต้นเมื่อระยะเวลาในการใช้งานนานขึ้น ในขณะที่ถุงปลูกควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านสมบัติเชิงกลและน้ำหนักถุง ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าถุงปลูกที่เตรียมได้มีการย่อยสลายของแบงก์เกิดขึ้น นอกจากนี้จากการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตพริกและสตรอเบอรี่หลังการปลูกด้วยถุงตัวอย่างที่มีแบงก์เป็นส่วนประกอบเปรียบเทียบกับถุงปลูกปกติพบว่า ให้ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตพริกและสตรอเบอรี่ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่าการใช้ถุงปลูกย่อยสลายนี้ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตพริกและสตรอเบอรี่

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบเบื้องต้นในการใช้ถุงเพาะและถุงปลูกโดยใช้พริกขี้หนูและสตรอเบอรี่เป็นพืชต้นแบบ โดยได้ทำการศึกษาในโรงเรือนเพื่อต้องการควบคุมตัวแปรต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำ แสง แสง โรคพืช โดยจากผลการทดลองพบว่า สามารถใช้ถุงเพาะและถุงปลูกเพื่อลดปริมาณการใช้พลาสติกได้โดยการผสมกับแบงก์ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพเพื่อให้เป็นส่วนของถุงที่สามารถเกิดการย่อยสลายได้ โดยเมื่อนำเกณฑ์ความสำเร็จของการใช้ถุงทั้งสองชนิดมาพิจารณาซึ่งประกอบไปด้วย

1. ถุงสามารถคงรูปอยู่ได้ตลอดระยะเวลาการเพาะหรือการปลูก
2. ประเมินผลผลิตพริกและสตรอเบอรี่ในถุงตัวอย่างเมื่อเทียบกับถุงควบคุมว่าผลผลิตได้เท่ากับหรือดีกว่าถุงควบคุม

จากผลการทดลองพบว่าถุงตัวอย่างทั้งสองชนิดสามารถคงรูปหรือสามารถห่อหุ้มดินหรือวัสดุปลูกได้ดีตลอดระยะเวลาการใช้งานของถุงบนดิน ทำให้ถุงตัวอย่างทั้งสองประเภทผ่านเกณฑ์ความสำเร็จในข้อแรก และเมื่อพิจารณาเกณฑ์ด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชทั้งสองชนิดพบว่า ทั้งพริกและสตรอเบอรี่ในถุงตัวอย่างสามารถให้ผลผลิตที่ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากถุงควบคุม ซึ่งแสดงว่าถุงตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองนี้ผ่านเกณฑ์ความสำเร็จด้านการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น แม้ว่าต้นทุนการผลิตถุงตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ยังมีราคาที่สูงกว่าถุงพลาสติกทั่วไป แต่การใช้ถุงพลาสติกตัวอย่างที่มีส่วนที่ย่อยสลายได้จะมีส่วนในการลดมลภาวะและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นจึงควรมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของถุงให้ดีขึ้น และวิจัยเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้เทียบเท่ากับถุงพลาสติกทั่วไป เพื่อเป็นตัวเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแก่เกษตรกร

นอกจากนี้ จากการทดลองนี้ ยังได้ข้อสังเกตที่น่าสนใจและสามารถนำไปพัฒนาและปรับปรุงเพื่อใช้ในงานต่อไปได้ เช่น

1. การใช้ถุงตัวอย่างที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ไม่ได้เป็นการช่วยให้การย่อยสลายของถุงเร็วขึ้น หรือเกิดการย่อยสลายง่ายขึ้น แต่เป็นการลดปริมาณการใช้พลาสติกที่ย่อยสลายได้ยาก โดยการใช้พอลิเมอร์ชีวภาพเป็นส่วนผสมในถุงตัวอย่าง

2. หลังจากการนำถุงเพาะไฮสตรอบเออร์เป็นเวลา 1 เดือนและนำถุงลงดินโดยไม่ฉีกถุงออก แต่ทำการเปิดกันถุงก่อนย้ายลงปลูกในดิน ปัญหาที่พบคือรากสตรอบเออร์ไม่สามารถเจริญออกทางด้านข้างได้เนื่องจากถุงหนาเกินไป ทำให้ต้นสตรอบเออร์มีขนาดเล็กในช่วงแรกๆของการปลูก ดังนั้นควรปรับปรุงการเป่าถุงให้มีควมบางมากขึ้น เพื่อให้สลายตัวได้เร็ว ซึ่งจะช่วยให้รากสตรอบเออร์สามารถแทงออกมาได้ง่ายขึ้น

3. จากการย้ายปลูกต้นพริกลงถุงปลูกขนาด 8"x13" สูตรผสมแบ่ง 30% พบปัญหาการเกิดตะไคร่น้ำในถุงและวัสดุปลูก ซึ่งเป็นผลมาจากถุงใสไม่สามารถป้องกันแสงได้ จึงทำให้เกิดตะไคร่น้ำขึ้น ส่งผลให้เกิดการแย่งธาตุอาหารจากพืชและอาจทำให้ต้องใช้ปุ๋ยมากขึ้น ดังนั้นในการเตรียมถุงครั้งต่อไป ควรทำถุงปลูกให้ทึบแสงโดยการเพิ่มสีขาวยในระหว่างการขึ้นรูปฟิล์ม นอกจากนี้ในระหว่างการปลูกพริก ด้วยถุงย่อยสลายนี้เป็นระยะเวลานาน พบการเจริญของเชื้อราบริเวณถุงเพาะ (ถุงสูตร 1 และ 2 ขนาด 3"x5") ที่อยู่ด้านในถุงปลูก จากการนำเชื้อราไปวิเคราะห์พบกลุ่มเชื้อรา Class Deuteromyces เชื้อรา *Rhizopus* spp. ซึ่งเป็นเชื้อราจำพวก saprophyte ที่เจริญอยู่ในธรรมชาติสภาพแวดล้อมทั่วไปแต่ไม่ได้เป็นเชื้อร่าก่อโรคในพืช แต่จะช่วยให้การย่อยสลายของแบ่งเร็วขึ้น ดังนั้นจึงไม่ส่งผลกระทบต่อระบบการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของต้นพริก

4. จากการศึกษาถุงปลูกพริกที่ระยะเวลาการปลูกประมาณ 6 เดือน พบว่าถุงที่มีส่วนผสมแบ่ง 50% (สูตร 2) เกิดการเปลี่ยนสีของรากจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลในปริมาณมาก ทั้งนี้อาจเกิดจากการที่มีปริมาณส่วนผสมของแบ่งในถุงตัวอย่างมาก การสลายตัวของแบ่งและแฉวมอยู่ในน้ำปุ๋ยบริเวณกันถุงเป็นระยะนาน ๆ ก่อให้เกิดกระบวนการหมัก (fermentation) ซึ่งอาจส่งผลกล่าวคือ เกิดสภาพของน้ำปุ๋ยบริเวณกันถุงไม่เหมาะสม ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของราก ขณะที่ถุงที่มีแบ่ง 40% (สูตร 1) พบการเปลี่ยนสีของรากจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลเช่นกันแต่มีปริมาณน้อยกว่า ดังนั้นการใช้ถุงที่มีแบ่งเป็นส่วนประกอบในเปอร์เซ็นต์ที่สูงอาจไม่เหมาะสมในการใช้ปลูกพืชระยะเวลานาน เพราะอาจมีผลต่อระบบรากพืชได้ ส่วนถุงเพาะไฮสตรอบเออร์ที่มีแบ่งเป็นส่วนประกอบ 40% (สูตร 4) และ 50% (สูตร 5) พบว่าหลังจากการปลูกครบ 5 เดือนแล้ว มีการเปลี่ยนสีของรากจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลไม่แตกต่างกันเชิงสถิติเมื่อเทียบกับถุงควบคุม (ตารางที่ 4.7)

5. เมื่อทำการประมาณราคาค่าต้นทุนถุงย่อยสลายที่เตรียมได้พบว่าราคาค่าต้นทุนต่อถุงยังมีราคาสูงกว่าถุงที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากการสูญเสียสารผสมไปค่อนข้างมากในขั้นตอนการเป่าถุง

เนื่องจากการไม่เข้ากันอย่างสมบูรณ์ของส่วนผสมต่างๆ จึงเกิดเป็นเม็ดแบ่งหรือยางขึ้น ซึ่งทำให้เกิดการฉีกขาดระหว่างการเป่า จึงสามารถเป่าได้ถุงบางส่วนจากการเป่าทั้งหมดเท่านั้น นอกจากนี้ ถุงที่เป่าได้บางส่วนก็ยังมียุทธศาสตร์ที่หนา ทำให้ได้จึงมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับน้ำหนักสารที่ผสมเริ่มต้นทั้งหมด ทำให้ราคาต้นทุนวัสดุต่อถุง มีค่าสูงเมื่อเทียบกับราคาถุงที่ใช้จริงในปัจจุบัน ดังนั้นจะต้องทำการพัฒนาสูตรถุงย่อยสลายเพิ่มเติมเพื่อให้ได้สูตรที่สามารถเป่าได้อย่างต่อเนื่องและมีความบาง ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตอย่างมาก

6. จากการศึกษาระยะเวลาการเก็บของถุงก่อนการใช้งาน (stability) ว่าถุงเกิดการเสื่อมสภาพก่อนการใช้งานหรือไม่ โดยทำการทดสอบค่าการทนแรงดึง (tensile properties) ของถุงที่เวลาการเก็บต่างๆ กันพบว่าสามารถเก็บถุงนี้ในถุงซิปลเป็นระยะเวลาหลายเดือนก่อนการใช้งานแล้วถุงยังมีสมบัติความยืดหยุ่นเหมือนเดิม อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเก็บถุงในสภาวะเปิด (ไม่ได้เก็บในถุงซิปล) พบว่าถุงมีลักษณะติดกันและมีราเกิดขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่ถุงมีแบ่งเป็นส่วนประกอบจึงสามารถดูความชื้นได้ง่าย

ตาราง 5.1 เปรียบเทียบกิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการและกิจกรรมที่ทำจริง

กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ	กิจกรรมที่ทำได้จริง
1. ดัดแปรโครงสร้างทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังและยางธรรมชาติ เพื่อความเข้ากันได้ระหว่าง LDPE และทดสอบความเข้ากันได้กับองค์ประกอบต่างๆ ในสารผสม	1. สามารถสังเคราะห์แป้งดัดแปรด้วย SA และ DDSA และสังเคราะห์ยางชนิด NR และ ENR เมื่อทดสอบความเข้ากันได้พบว่าองค์ประกอบต่างๆ สามารถเข้ากันได้ดีและไม่เกิดการไหม้เมื่อทำการเป่า
2. ศึกษาผลของปริมาณของแป้งและองค์ประกอบต่างๆ ต่อสมบัติการทนแรงดึง สมบัติพื้นผิวและสมบัติเชิงความร้อน	2. ศึกษาผลขององค์ประกอบต่างๆ ไปนี้ต่อสมบัติการทนแรงดึง สมบัติพื้นผิวและสมบัติเชิงความร้อน - ผลของอัตราส่วนระหว่าง LDPE และแป้ง - ผลของปริมาณ PE-g-MA ซึ่งเป็นสาร compatibilizer - ผลของชนิดของยาง ได้แก่ NR และ ENR - ผลของปริมาณ NR - ผลของปริมาณกลีเซอรอล ซึ่งเป็นสาร plasticizer - ผลของปริมาณแป้งดัดแปรด้วย DDSA

กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ	กิจกรรมที่ทำได้จริง
3. ขึ้นรูปของของผสมระหว่าง LDPE และแบ่งเป็นแผ่นฟิล์ม	3. สามารถเตรียมถุงต้นแบบ 5 สูตร เพื่อใช้ในการปลูกพริก และสตรอเบอรี่ ดังแสดงรายละเอียดสูตรในตาราง 3.11
4. วิเคราะห์การย่อยสลายของพลาสติกต้นแบบในระดับห้องปฏิบัติการ	4. ทดสอบการย่อยสลายถุงที่มีแบ่ง 40% และ 50% ในระดับห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกับถุง LDPE พบว่าถุงที่มีแบ่ง 50% ย่อยสลายดีที่สุด (39.97%) ส่วนถุงที่มีแบ่ง 40% สลายไป 24.77% ส่วนถุงควบคุม LDPE ไม่มีการสลายเลย
5. ทดสอบการใช้ถุงตัวอย่างที่มีปริมาณแบ่งต่างกันเพื่อเป็นถุงเพาะกล้าพริก ถุงปลูกพริกและถุงชำโหลสตรอเบอรี่	5. สามารถใช้ถุงตัวอย่างดังรายละเอียดในตาราง 3.11 เพื่อเพาะกล้าพริก ปลูกต้นพริกและชำโหลสตรอเบอรี่ได้
6. ศึกษาการย่อยสลายของถุงตัวอย่างทั้งหมด โดยศึกษาสมบัติเชิงกล สมบัติพื้นผิวและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักถุงก่อนและหลังการใช้งานที่ระยะเวลาต่างๆกัน	6. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เช่น สมบัติการทนแรงดึง ความยืด หยุ่น จุดขาด สมบัติพื้นผิวและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักถุงหลังการใช้งาน ทำให้ทราบว่าถุงที่มีแบ่ง 50% เกิดการย่อยสลายได้เร็วกว่าถุงที่มีแบ่ง 40% ขณะที่ถุงปลูกปกติ (ถุง LDPE) ไม่เกิดการย่อยสลาย
7. ศึกษาผลของการใช้ถุงตัวอย่างที่มีแบ่งเป็นส่วนประกอบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกและสตรอเบอรี่	7. ทราบว่าผลการเจริญเติบโตและผลผลิตพริกและสตรอเบอรี่ระหว่างการปลูกในถุงที่มีแบ่งและถุงควบคุม (ถุง LDPE) นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่าการใช้ถุงปลูกย่อยสลายนี้ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตพริกและสตรอเบอรี่

ตาราง 5.2 เปรียบเทียบ output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ได้จริง

Output		ในกรณีล่าช้า ให้ท่าน ระบุสาเหตุและการ แก้ไข
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	
1. ดัดแปรโครงสร้างทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังและยางธรรมชาติ	100%	-
2. ศึกษาผลของปริมาณของแป้งและองค์ประกอบต่างๆต่อสมบัติการทนแรงดึง สมบัติพื้นผิวและสมบัติเชิงความร้อน	100%	-
3. ขึ้นรูปของของผสมระหว่าง LDPE และแป้งเป็นแผ่นฟิล์ม	100%	-
4. วิเคราะห์การย่อยสลายของพลาสติกต้นแบบในระดับห้องปฏิบัติการ	100%	-
5. ทดสอบการใช้ถุงตัวอย่างที่มีปริมาณแป้งต่างกันเพื่อเป็นถุงเพาะกล้าพริก ถุงปลูกพริกและถุงชำโหลสตรอเบอรี่	100%	-
6. ศึกษาการย่อยสลายของถุงตัวอย่างทั้งหมด โดยการศึกษาสมบัติทางกายภาพ	100%	-
7. ศึกษาผลของการใช้ถุงตัวอย่างที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกและสตรอเบอรี่	100%	-

ลงนาม.....

(รองศาสตราจารย์.ดร.เมธา รัตนกรพิทักษ์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

26 ตุลาคม 2553

เอกสารอ้างอิง

- [1] ผู้จัดการออนไลน์. (30 พฤศจิกายน 2550) สมาคมพลาสติกชีวภาพ นกตลาดบวรจักษ์ณ์
สิ่งแวดล้อมรับกระแสโลกร้อน. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มกราคม 2551.
จาก:http://www.reangwa.co.th/news/content_detail.asp?c=25
- [2] สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2 มีนาคม 2550) กรอบการวิจัยพลาสติกชีวภาพของประเทศไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มกราคม 2551. จาก: <http://www.nrct.net/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=2660&mode=t>
- [3] เติลินวิธ. (17 ตุลาคม 2549). พลาสติกชีวภาพ. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มกราคม 2551. จาก:
<http://library.kmitnb.ac.th/clipping/UploadFiles/pdf-jvm31143.pdf>
- [4] Arvanitoyannis I, Biliaderis CG, Ogawa H, Kawasaki N. Biodegradable film made from low-density polyethylene (LDPE), rice starch and potato starch for food packaging application: Part 1. Carbohydrate Polymer 1998;36:89-104.
- [5] Psomiadou E, Arvanitoyannis I, Biliaderis CG, Ogawa H, Kawasaki N. Biodegradable films made from low density polyethylene (LDPE), wheat starch and soluble starch for food packaging applications. Part 2. Carbohydrate Polymers 1997;33:227-242.
- [6] Thakore IM, Desai S, Sarawade BD, Devi S. Studies on biodegradability, morphology and thermo-mechanical properties of LDPE/modified starch blends. European polymer journal 2001;37:151-160.
- [7] Nakamura EM, Cordi L, Almeida GSG, Duran N, Mei LHI. Study and development of LDPE/starch partially biodegradable compounds. Journal of Material Processing Technology 2005;162-163:236-241.
- [8] Huang CY, Roan ML, Kuo MC, Lu WL. Effect of compatibiliser on the biodegradation and mechanical properties of high-content starch/low-density polyethylene blends. Polymer Degradation and Stability 2005;90:95-105.
- [9] Kumar CR, Fuhrmann I, Karger-Kocsis J. LDPE-based thermoplastic elastomers containing ground tire rubber with and without dynamic curing. Polymer Degradation and Stability 2002;76:137-144.
- [10] Siri-Upathum C, Punnachaiya S. Radiation cross-linking of small electrical wire insulator fabricated from NR/LDPE blends. NIMB Beam Interactions with Materials & Atoms 2007;265:109-113.
- [11] Gerald JL. Degradable Plastics. United States Patent 4983651 (May 21, 1987)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของถุงปลูกก่อนการใช้งาน

LDPE บริสุทธิ์

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	15	8	372.5	503.5
2	14	9	430.1	479.0
3	13	7	400.1	449.5
4	10	9	406.0	510.0
5	15	8	403.5	545.3
6	14	7	469.5	469.0
เฉลี่ย	13.5	8	413.6	492.7
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.9	0.89	32.94	34.05

Recycled PE

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	12	9	523.5	698.5
2	11	8	558.5	708.0
3	10	10	556.0	616.5
4	13	9	530.5	630.2
5	14	8	522.5	578.3
6	11	7	487.0	590.5
เฉลี่ย	11.83	8.5	529.7	637.0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.47	1.05	26.2	54.58

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	PE-g-MA
2	70	30	20	10	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	10	7	240.5	108.5
2	11	6	196.5	117.0
3	9	8	234.0	108.5
4	8	8	247.0	125.5
5	7	6	210.5	102.5
6	8	5	211.0	105.5
เฉลี่ย	8.83	6.67	223.25	111.25
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.47	1.21	20.03	8.49

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	PE-g-MA
3	60	40	20	10	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	7	5	126.0	143.0
2	7	4	150.0	139.0
3	5	7	145.0	161.5
4	4	6	185.5	157.5
5	6	7	119.0	155.5
6	7	5	139.5	147.0
เฉลี่ย	6	5.67	144.17	150.58
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.26	1.21	23.36	8.89

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	PE-g-MA
4	50	50	20	10	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	9	5	200.1	154.0
2	8	7	192.5	132.5
3	7	7	199.5	160.5
4	9	6	185.5	129.3
5	6	5	194.5	156.0
6	7	6	184.5	143.5
เฉลี่ย	7.67	6	192.68	145.97
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.21	0.89	6.79	12.97

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	PE-g-MA
5	40	60	20	10	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	5	5	243.0	226.5
2	6	4	225.5	223.5
3	6	5	246.0	216
4	7	3	206.5	210
5	5	4	217.5	225
6	4	4	244.0	238
เฉลี่ย	5.5	4.17	230.42	223.17
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.05	0.75	16.42	9.58

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	PE-g-MA
6	30	70	20	10	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	4	4	143.5	160.0
2	3	4	146.0	168.0
3	2	3	167.0	198.5
4	4	5	137.5	158.0
5	3	4	169.0	196.0
6	4	4	147.0	187.5
เฉลี่ย	3.33	4	151.67	178.0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.82	0.63	13.09	18.21

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	PE-g-MA
8	50	50	20	10	1

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	4	5	65.0	100.0
2	5	4	77.5	98.0
3	6	3	68.5	93.0
4	7	5	68.5	111.5
5	5	3	74.5	103.0
6	6	3	70.0	80.5
เฉลี่ย	5.5	3.83	70.67	97.67
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.05	0.98	4.55	10.41

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	PE-g-MA
9	50	50	20	10	5

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	10	8	277.5	257.5
2	11	9	263.5	263.0
3	9	7	275.0	240.0
4	8	6	278.5	228.0
5	7	5	269.0	251.0
6	9	5	259.5	235.0
เฉลี่ย	9	6.67	270.5	247.75
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.41	1.63	7.82	13.16

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	ENR	PE-g-MA
10	50	50	20	10	1

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	5	3	105.5	76.0
2	4	5	105.5	85.5
3	4	4	100.0	114.0
4	3	2	102.5	71.0
5	5	5	105.0	112.5
6	3	3	103.0	101.5
เฉลี่ย	4	3.67	103.58	93.42
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.89	1.21	2.18	18.56

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	ENR	PE-g-MA
11	50	50	20	10	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	5	3	95.0	85.0
2	3	2	76.0	111.0
3	4	3	122.0	93.0
4	6	5	91.0	79.0
5	7	7	73.0	93.5
6	5	6	111.0	125.0
เฉลี่ย	5	4.3	94.67	97.75
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.41	1.97	19.21	17.16

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	ENR	PE-g-MA
12	50	50	20	10	5

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	5	3	257.5	260.0
2	6	5	243.1	229.0
3	7	7	221.0	258.5
4	8	4	226.5	219.0
5	9	6	227.5	241.5
6	6	3	220.5	269.0
เฉลี่ย	6.83	4.67	232.68	246.17
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.47	1.63	14.66	19.59

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	PE-g-MA
13	50	50	20	0	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	5	4	167.5	206.0
2	4	3	144.0	138.5
3	6	5	162.5	184.0
4	7	4	173.0	142.0
5	3	3	129.5	150.5
6	6	5	169.0	156.5
เฉลี่ย	5.17	4	157.58	162.92
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.47	0.89	17.11	26.57

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	PE-g-MA
14	50	50	20	20	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	9	5	148.0	248.5
2	9	7	160.0	279.0
3	8	7	151.0	264.5
4	7	6	145.5	234.0
5	7	7	137.5	247.0
6	9	6	124.5	202.0
เฉลี่ย	8.17	6.33	144.42	245.83
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.98	0.81	12.20	26.53

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	PE-g-MA
15	50	50	0	10	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	12	8	23.5	14.5
2	11	8	22.5	11.0
3	10	9	17.5	13.5
4	9	7	23.5	12.5
5	10	7	24.0	13.0
6	11	8	23.5	10.5
เฉลี่ย	10.5	7.8	22.42	12.5
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.05	0.75	2.46	1.52

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	(SDDSA1)
17	50	50	20	10	1

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	7	5	48	54.0
2	6	6	64.5	48.5
3	6	5	47.5	54.0
4	5	5	50.0	46.5
5	6	4	46.5	42.5
6	6	5	53.5	40.5
เฉลี่ย	6	5	51.67	47.67
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.63	0.63	6.76	5.67

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	(SDDSA2)
18	50	50	20	10	1

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	7	5	54.5	30.0
2	8	5	40.0	35.5
3	9	4	51.5	27.0
4	8	6	53.0	34.0
5	8	5	43.0	35.0
6	8	3	40.5	31.0
เฉลี่ย	8	4.67	47.08	32.08
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.63	1.03	6.63	3.32

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)		ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของเม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)		
	LDPE	Starch	Glycerol	NR	(SDDSA3)
19	50	50	20	10	1

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	8	3	50.5	44.0
2	7	4	53.0	37.5
3	7	5	44.5	44.0
4	7	7	39.0	39.5
5	6	6	50.0	44.5
6	6	7	42.0	43.5
เฉลี่ย	6.8	5.3	46.5	42.17
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.75	1.63	5.49	2.93

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)				ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของ เม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)	
	LDPE	LLDPE	Ecoflex	Starch	Glycerol	PE-g-MA
20	40	10	20	30	20	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	12	8	451.0	63.5
2	11	7	459.5	71.0
3	12	8	457.0	89.0
4	10	6	455.5	72.0
5	12	8	455.0	79.5
6	9	7	484.5	77.5
เฉลี่ย	11	7.33	460.42	78.5
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11.5	0.82	12.12	8.70

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)				ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของ เม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)	
	LDPE	LLDPE	Ecoflex	Starch	Glycerol	PE-g-MA
21	30	10	20	40	20	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	11	7	444.5	190.0
2	10	6	475.5	155.0
3	12	5	475.0	168.0
4	13	8	419.5	150.0
5	9	7	430.0	156.0
6	9	6	421.0	1188.5
เฉลี่ย	10.67	6.5	444.25	143.17
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.63	1.05	25.61	17.56

สูตร	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (w/w)				ร้อยละโดยน้ำหนักรวมของ เม็ดพลาสติกและแป้ง (%wt)	
	LDPE	LLDPE	Ecoflex	Starch	Glycerol	PE-g-MA
22	20	10	20	50	20	3

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	12	7	470.0	197.5
2	11	6	436.0	191.5
3	10	9	478.5	157.0
4	12	8	471.5	160.0
5	9	5	438.5	143.0
6	13	8	446.0	180.5
เฉลี่ย	11.17	7.17	456.75	171.58
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.47	1.47	18.68	21.50

ตารางแสดงผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของถุงปลูกภายหลังการใช้งาน

1. ถุงควบคุมที่ใช้สำหรับปลูกกล้าพริกที่ระยะเวลาการใช้งาน 0 เดือน

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	19	14	850.35	678.50
2	18	13	847.10	756.90
3	18	15	830.20	732.10
4	16	14	800.90	700.30
5	17	12	797.00	691.50
6	22	11	821.70	680.10
เฉลี่ย	18.33	13.17	824.54	706.60
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.07	1.47	22.51	31.43

2. ถุงควบคุมที่ใช้สำหรับปลูกกล้าพริกที่ระยะเวลาการใช้งาน 1 เดือน

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	17	14	843.1	657.8
2	18	13	878.9	678.9
3	16	15	830.5	700.5
4	17	16	809.2	654.3
5	15	12	811.8	634.9
6	18	17	799.5	697.8
เฉลี่ย	16.83	14.5	828.83	670.7
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.17	1.87	29.15	26.10

3. คุณสมบัติที่ใช้สำหรับปลุกกล้าพริกที่ระยะเวลาการใช้งาน 5 เดือน

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	18	12	789.4	654.9
2	16	13	765.0	623.0
3	17	15	800.5	690.3
4	18	14	745.8	700.2
5	16	16	823.9	674.0
6	18	17	796.2	641.9
เฉลี่ย	17.17	14.5	786.8	664.05
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.98	1.87	27.62	29.51

4. คุณสมบัติปลุกกล้าพริก ปริมาณแ่ง 40% (ภายหลังการใช้งาน 1 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	3	3	6.42	6.95
2	3	4	9.48	6.19
3	3	5	9.18	5.83
4	3	3	8.75	8.90
5	2	4	5.90	7.30
6	4	4	9.67	9.45
เฉลี่ย	3	3.83	8.23	7.44
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.63	0.75	1.64	1.46

5. ถูปลูกกล้วยตาก ปริมาณแป้ง 40% (ภายหลังการใช้งาน 5 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	3	3	24.09	61.59
2	4	4	27.66	50.82
3	4	5	19.04	63.26
4	4	4	30.20	48.30
5	4	4	34.90	39.10
6	5	4	29.50	28.40
เฉลี่ย	4	4	27.57	48.58
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.63	0.58	5.46	13.32

6. ถูปลูกกล้วยตาก ปริมาณแป้ง 50% (ภายหลังการใช้งาน 1 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	2	4	56.22	96.67
2	3	4	98.53	90.51
3	2	3	67.87	63.09
4	2	3	45.30	45.30
5	3	3	69.09	59.70
6	3	4	80.20	80.60
เฉลี่ย	2.5	3.5	69.54	72.65
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.55	0.55	18.56	19.83

7. ถูปลูกกล้วยตาก ปริมาณแป้ง 50% (ภายหลังการใช้งาน 5 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	3	6	45.25	69.08
2	2	8	71.37	55.37
3	3	8	70.46	62.98
4	3	6	48.16	52.01
5	3	7	49.37	48.92
6	3	8	44.06	47.79
เฉลี่ย	2.83	7.12	54.78	56.03
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.41	0.98	12.65	8.41

8. ถูควบคุมที่ใช้สำหรับปลูกต้นพริกที่ระยะเวลาการใช้งาน 0 เดือน

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	16	12	880.90	645.0
2	19	13	878.69	600.0
3	21	12	795.60	678.0
4	18	15	789.12	723.4
5	21	14	757.30	690.4
6	18	13	799.50	714.8
เฉลี่ย	18.83	13.17	816.85	675.27
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.94	1.17	50.98	46.25

9. ถูควบคุมที่ใช้สำหรับปลุกต้นพริกที่ระยะเวลาการใช้งาน 5 เดือน

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	15	11	870.4	645.3
2	15	10	789.4	672.9
3	16	12	825.6	712.9
4	17	15	799.3	635.9
5	14	14	759.2	735.7
6	13	9	867.1	700.8
เฉลี่ย	15	11.83	818.5	683.92
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.41	2.32	44.36	39.31

10. ถูปลุกต้นพริก ปริมาณแบ่ง 30% (ภายหลังการใช้งาน 5 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	9	5	153.9	28.24
2	8	4	139.5	23.53
3	9	4	135.8	26.80
4	8	4	168.0	19.05
5	8	5	128.7	21.60
6	9	5	132.9	20.19
เฉลี่ย	8.5	4.5	143.13	23.24
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.55	0.55	14.93	3.67

11. ถุงปลูกไหลสตรอเบอรี่ ปริมาณแบ่ง 40% (หลังผลิตไหล 1 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	8	4	95.11	11.33
2	5	5	43.52	15.34
3	6	5	59.55	12.45
4	6	7	78.21	15.91
5	6	5	52.87	16.30
6	9	6	102.1	14.80
เฉลี่ย	6.4	5.3	71.89	14.36
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.52	1.03	23.71	2.01

12. ถุงปลูกไหลสตรอเบอรี่ ปริมาณแบ่ง 40% (หลังผลิตไหล 2 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	8	6	54.01	11.19
2	7	4	60.36	10.56
3	8	3	53.13	10.56
4	6	3	70.30	19.04
5	8	4	82.89	15.90
6	7	5	76.9	20.45
เฉลี่ย	7.3	4.17	66.27	14.62
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.82	1.17	12.36	4.47

13. ถูปลูกไหลสตรอบอรี่ ปริมาณแบ่ง 40% (หลังปลูก 1 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	5	3	67.2	30.9
2	4	4	54.3	30.8
3	3	6	40.9	25.6
4	7	8	38.6	35.2
5	6	5	56.6	43.1
6	5	7	68	30.7
เฉลี่ย	5	5.5	54.27	32.72
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.41	1.87	12.53	5.93

14. ถูปลูกไหลสตรอบอรี่ ปริมาณแบ่ง 40% (หลังปลูก 2 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	6	8	35.91	26.38
2	7	7	20.24	17.17
3	6	12	21.19	19.58
4	5	8	31.49	32.91
5	4	6	54.06	34.48
6	6	5	79.68	33.80
เฉลี่ย	5.67	7.67	40.43	27.39
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.03	2.42	22.82	7.59

15. ถุงปลูกไหลสตรอเบอรี่ ปริมาณแ่ง 40% (หลังปลูก 3 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	6	3	34.20	34.60
2	5	5	28.10	43.10
3	4	6	43.00	54.00
4	5	4	68.00	37.00
5	8	7	24.90	43.70
6	6	5	30.45	28.00
เฉลี่ย	5.67	5	38.11	40.07
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.37	1.41	15.91	8.96

16. ถุงปลูกไหลสตรอเบอรี่ ปริมาณแ่ง 40% (หลังปลูก 4 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	5	4	30.5	23.0
2	3	6	45.0	27.0
3	5	5	28.0	42.0
4	4	6	25.6	30.8
5	7	3	18.0	25.0
6	3	4	16.9	33.2
เฉลี่ย	4.5	4.67	27.33	30.17
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.38	1.21	10.21	6.89

17. ถุงปลูกไหลสตรอเบอรี่ ปริมาณแบ่ง 40% (หลังปลูก 5 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	6	5	32.81	45.37
2	5	4	14.23	44.64
3	6	4	51.03	35.81
4	5	4	26.41	37.21
5	3	4	37.21	31.21
6	5	5	43.01	32.05
เฉลี่ย	5	4.3	34.12	37.72
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.09	0.52	12.89	6.08

18. ถุงปลูกไหลสตรอเบอรี่ ปริมาณแบ่ง 50% (หลังผลิตไหล 1 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	7	5	3.94	2.38
2	6	5	6.04	3.04
3	7	5	5.76	2.91
4	5	3	7.09	2.63
5	7	2	6.90	4.90
6	6	2	5.90	3.80
เฉลี่ย	6.33	3.67	5.94	3.28
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.82	1.51	1.21	0.93

19. ถุงปลูกไหลสตรอเบอรี่ ปริมาณแบ่ง 50% (หลังผลิตไหล 2 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	7	6	19.02	3.46
2	7	6	17.80	3.01
3	6	5	13.35	8.26
4	5	4	12.30	9.70
5	7	3	15.60	4.67
6	6	2	17.80	5.89
เฉลี่ย	6.33	4.33	15.98	5.83
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.82	1.63	2.70	2.68

20. ถุงปลูกไหลสตรอเบอรี่ ปริมาณแบ่ง 50% (หลังปลูก 1 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	6	4	12.10	4.70
2	5	6	15.20	5.90
3	4	5	9.30	6.30
4	7	8	8.70	3.20
5	3	7	13.40	4.80
6	6	9	18.80	5.67
เฉลี่ย	5.17	6.5	11.92	5.09
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.47	1.87	2.49	1.12

21. ถูปลูกไหลสตรอบอรี่ ปริมาณแบ่ง 50% (หลังปลูก 2 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	6	4	12.10	4.70
2	5	6	15.20	5.90
3	4	5	9.30	6.30
4	7	8	8.70	3.20
5	3	7	13.40	4.80
6	6	9	18.80	5.67
เฉลี่ย	5.17	6.5	11.92	5.09
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.47	1.87	2.49	1.12

22. ถูปลูกไหลสตรอบอรี่ ปริมาณแบ่ง 50% (หลังปลูก 3 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	5	3	8.90	13.00
2	4	6	10.70	8.00
3	5	4	11.30	7.00
4	3	7	12.00	9.00
5	7	6	15.70	5.80
6	6	3	14.00	9.50
เฉลี่ย	5	5	12.10	8.72
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.41	4.86	2.43	2.049

23. ถูปลูกไหลสตรอบอรี่ ปริมาณแบ่ง 50% (หลังปลูก 4 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	5	5	14.20	8.60
2	7	6	8.90	7.80
3	3	7	10.40	4.50
4	5	5	15.30	5.10
5	4	4	11.40	9.00
6	8	6	9.00	5.00
เฉลี่ย	5.33	5.5	11.53	6.67
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.86	1.05	2.68	2.02

24. ถูปลูกไหลสตรอบอรี่ ปริมาณแบ่ง 50% (หลังปลูก 5 เดือน)

sample	Tensile strength (MPa)		Elongation (%)	
	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง	ตามแนวยาว	ตามแนวขวาง
1	7	4	13.26	8.24
2	6	4	12.97	10.82
3	6	4	11.50	12.41
4	6	4	13.81	7.45
5	6	4	24.79	6.25
6	6	4	28.56	11.79
เฉลี่ย	6.17	4	17.48	9.49
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.41	0	7.26	2.52

ภาคผนวก ข

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นกล้าของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 1

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	19.89	9.94	18.00	0.00
Error	177	97.62	0.55		
Total	179	117.51			
LSD _{0.05}	= 0.27				
CV (%)	= 12.43				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นกล้าของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 2

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	119.73	59.86	13.10	0.00
Error	177	810.47	4.58		
Total	179	930.19			
LSD _{0.05}	= 0.77				
CV (%)	= 14.96				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 3

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	2	20.28	10.14	1.04	0.36
Error	177	1,733.64	9.79		
Total	179	1,753.92			
LSD _{0.05}	= 1.13				
CV (%)	= 11.23				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 1

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	21.04	10.52		
Treatments	2	7.84	3.92	1.77	0.28
Error	4	8.83	2.21		
Total	8	37.71			
LSD _{0.05}	= 3.37				
CV (%)	= 2.61				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 2

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	8.79	4.39		
Treatments	2	4.06	2.03	0.38	0.71
Error	4	21.32	5.33		
Total	8	34.16			
LSD _{0.05}	= 5.23				
CV (%)	= 3.44				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 3

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	86.99	43.49		
Treatments	2	155.42	77.71	0.78	0.52
Error	4	400.76	100.19		
Total	8	643.17			
LSD _{0.05}	= 22.69				
CV (%)	= 11.65				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 4

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	3.96	1.98		
Treatments	2	61.64	30.82	0.88	0.48
Error	4	139.61	34.90		
Total	8	205.20			
LSD _{0.05}	= 13.39				
CV (%)	= 4.92				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 5

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	11.37	5.69		
Treatments	2	72.33	36.17	0.34	0.73
Error	4	426.20	106.55		
Total	8	509.90			
LSD _{0.05}	= 23.40				
CV (%)	= 7.46				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 6

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	15.01	7.50		
Treatments	2	164.49	82.24	1.01	0.44
Error	4	324.34	81.09		
Total	8	503.84			
LSD _{0.05}	= 20.41				
CV (%)	= 5.81				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 7

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	136.42	68.21		
Treatments	2	26.89	13.44	0.13	0.88
Error	4	423.53	105.88		
Total	8	586.84			
LSD _{0.05}	= 23.33				
CV (%)	= 5.89				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของพริกขี้หนูเผือก สัปดาห์ที่ 8

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	361.69	180.84		
Treatments	2	4,567.99	2284.00	3.54	0.13
Error	4	2,577.63	644.41		
Total	8	7,507.31			
LSD _{0.05}	= 57.55				
CV (%)	= 12.12				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักผลผลิตสดของพริกขี้หนูเผือก

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	59,239.00	29,619.60		
Treatments	2	986.00	493.10	0.02	0.98
Error	4	100,418.00	25,104.50		
Total	8	160,643.00			
LSD _{0.05}	= 359.19				
CV (%)	= 17.19				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักรากผลผลิตแห้งของพริกขี้หนูเปราะฮอท

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	2,175.60	1,087.79		
Treatments	2	281.20	140.61	0.07	0.93
Error	4	7,927.20	1,981.80		
Total	8	10,384.00			
LSD _{0.05}	= 100.92				
CV (%)	= 16.07				

ภาคผนวก ค

ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	1.89	0.94		
Treatments	2	0.20	0.10	0.36	0.72
Error	4	1.13	0.28		
Total	8	3.22			
LSD _{0.05}	= 1.20				
CV (%)	= 6.96				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนใบต่อต้นของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	3.85	1.93		
Treatments	2	1.30	0.65	0.37	0.71
Error	4	6.96	1.74		
Total	8	12.11			
LSD _{0.05}	= 2.99				
CV (%)	= 18.31				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างใบของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	0.21	0.10		
Treatments	2	0.14	0.07	10.57	0.03
Error	4	0.03	0.01		
Total	8	0.38			
LSD _{0.05}	= 0.19				
CV (%)	= 2.93				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวใบของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	0.19	0.09		
Treatments	2	0.16	0.08	2.75	0.18
Error	4	0.12	0.03		
Total	8	0.46			
LSD _{0.05}	= 0.39				
CV (%)	= 5.59				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	5.80	2.90		
Treatments	2	3.93	1.96	1.90	0.26
Error	4	4.14	1.04		
Total	8	13.87			
LSD _{0.05}	= 2.31				
CV (%)	= 8.62				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวรากของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	M	F	P
Blocks	2	9.25	4.63		
Treatments	2	5.56	2.78	0.27	0.78
Error	4	41.52	10.38		
Total	8	56.33			
LSD _{0.05}	= 7.30				
CV (%)	= 15.29				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักรากของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	5.71	2.85		
Treatments	2	8.89	4.45	4.88	0.08
Error	4	3.64	0.91		
Total	8	18.24			
LSD _{0.05} = 2.16					
CV (%) = 23.91					

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์รากเน่าของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	42.89	21.44		
Treatments	2	16.72	8.36	0.51	0.64
Error	4	66.11	16.53		
Total	8	125.72			
LSD _{0.05} = 9.22					
CV (%) = 5.12					

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักผลของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	1.17	0.59		
Treatments	2	0.72	0.36	1.24	0.38
Error	4	1.16	0.29		
Total	8	3.05			
LSD _{0.05} = 1.22					
CV (%) = 12.05					

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างผลของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	5.11	2.55		
Treatments	2	50.95	25.48	7.94	0.04
Error	4	12.83	3.21		
Total	8	68.89			
LSD _{0.05}	= 4.06				
CV (%)	= 12.70				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวผลของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	15.01	7.51		
Treatments	2	103.88	51.94	5.42	0.07
Error	4	38.34	9.59		
Total	8	157.23			
LSD _{0.05}	= 7.02				
CV (%)	= 14.10				

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหวานของสตรอเบอรี่พันธุ์ Mara des bois

Source of variation	DF	SS	MS	F	P
Blocks	2	6.86	3.43		
Treatments	2	1.74	0.87	1.04	0.43
Error	4	3.35	0.84		
Total	8	11.95			
LSD _{0.05}	= 2.07				
CV (%)	= 11.88				

ลักษณะอากาศบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่ ต.โป่งแยง อ.แมริม จ.เชียงใหม่

ประจำเดือน มีนาคม พ.ศ.2552

วันที่	อุณหภูมิ (°ซ)			ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (%)		ปริมาณน้ำฝน (มม.)	การระเหยน้ำ (มม.)
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เวลา 08.00 น.	เวลา 15.00 น.		
1	21.00	19.50	19.62	49.46	50.33	-	5.26
2	23.00	19.50	20.44	91.47	40.67	-	3.40
3	22.00	20.00	20.31	65.24	48.18	-	5.78
4	22.00	20.50	20.60	64.84	33.56	-	4.79
5	21.50	19.50	19.83	54.34	40.67	-	6.82
6	24.00	21.00	21.69	57.27	53.01	-	6.89
7	22.50	21.00	21.08	52.65	46.12	-	4.83
8	21.50	20.00	20.11	61.72	46.12	-	5.24
9	24.00	21.00	21.69	68.08	53.01	-	5.87
10	23.50	22.50	22.34	49.46	46.59	-	4.68
11	22.50	21.50	21.37	46.32	53.43	-	6.08
12	23.50	22.50	22.34	61.72	39.36	-	4.65
13	23.50	22.50	22.34	62.58	47.06	-	6.40
14	20.50	16.50	17.71	58.75	66.76	-	4.06
15	23.00	17.00	19.01	77.63	56.49	-	3.31
16	23.50	21.00	21.49	79.00	58.13	-	3.81
17	20.50	16.00	17.43	73.08	71.96	-	3.60
18	21.00	16.00	17.63	95.24	87.89	11.30	-
19	23.50	17.00	19.22	90.69	84.18	-	1.37
20	23.50	17.00	19.22	83.83	76.97	-	2.68
21	23.50	20.50	21.21	83.83	69.63	-	4.00
22	24.00	21.00	21.69	72.78	58.89	-	4.49
23	22.00	20.50	20.60	76.97	64.24	-	4.19
24	23.50	20.00	20.92	87.61	61.75	-	3.54
25	21.50	19.50	19.83	74.24	63.91	-	3.10
26	21.00	17.50	18.49	91.47	62.87	0.20	2.86
27	24.50	19.50	21.05	83.05	69.05	27.30	-
28	25.00	20.00	21.53	70.18	65.60	-	4.06
29	24.50	21.00	21.90	62.16	58.13	5.30	3.08
30	25.50	21.00	22.30	59.66	44.14	-	4.70
31	21.00	18.00	18.77	70.80	55.32	-	5.80
รวม						44.1	129.34
เฉลี่ย	22.77	19.68	20.44	70.2	57.23		
ปริมาณน้ำฝนในรอบเดือน (มม.)	44.10			ฝนตกมากที่สุดในหนึ่งวัน (มม.)		27.30	
อุณหภูมิสูงสุดในรอบเดือน (°ซ)	25.50			จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)		4.00	
อุณหภูมิต่ำสุดในรอบเดือน (°ซ)	16.00						

ประจำเดือน เมษายน พ.ศ.2552

วันที่	อุณหภูมิ (°ซ)			ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (%)		ปริมาณน้ำฝน	การระเหยน้ำ
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เวลา 08.00 น.	เวลา 15.00 น.	(มม.)	(มม.)
1	22.00	20.00	20.31	83.25	59.87	-	4.76
2	23.00	19.00	20.15	87.17	83.83	-	3.35
3	22.50	19.50	20.23	83.83	58.52	-	-
4	24.00	21.00	21.69	75.91	53.85	52.60	5.00
5	23.50	20.50	21.21	59.21	53.85	-	5.46
6	22.50	21.50	21.37	69.17	53.85	-	5.20
7	21.00	20.50	20.19	79.97	50.33	-	4.48
8	24.00	21.00	21.69	91.47	53.85	-	4.66
9	22.50	21.00	21.08	84.35	64.56	-	4.93
10	23.00	21.00	21.29	84.01	62.69	-	4.63
11	24.00	20.00	21.13	84.01	65.60	-	1.72
12	22.50	21.00	21.08	84.35	62.87	6.20	2.08
13	26.00	22.00	23.08	79.97	60.63	0.90	3.61
14	22.00	21.00	20.88	68.12	68.75	-	4.74
15	24.00	21.00	21.69	91.67	68.75	5.90	2.01
16	25.50	23.50	23.73	76.97	64.87	1.90	3.70
17	24.00	22.50	22.55	70.80	51.22	-	4.81
18	28.50	21.50	23.81	80.41	60.63	-	6.64
19	25.00	23.00	23.24	73.37	35.89	-	4.44
20	25.00	22.50	22.95	67.11	37.59	-	7.53
21	23.50	22.50	22.34	63.79	43.13	-	7.16
22	25.50	23.00	23.44	76.45	41.20	-	6.38
23	25.50	23.50	23.73	74.21	42.60	-	7.00
24	25.50	23.00	23.44	70.80	53.65	-	6.81
25	20.50	20.00	19.70	70.80	44.61	--	6.99
26	21.00	19.00	19.34	95.64	91.57	37.70	6.64
27	22.00	19.50	20.03	95.59	75.47	9.90	-
28	23.00	20.00	20.72	91.67	78.77	17.60	3.80
29	28.50	20.50	23.24	91.76	75.93	1.60	2.14
30	24.00	21.00	21.69	84.35	44.61	-	3.94
รวม						134.30	134.61
เฉลี่ย	23.78	21.17	21.70	79.67	58.78		
ปริมาณน้ำฝนในรอบเดือน (มม.)	134.30			ฝนตกมากที่สุดในวันหนึ่งวัน (มม.)	52.60		
อุณหภูมิสูงสุดในรอบเดือน (°ซ)	28.50			จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	9.00		
อุณหภูมิต่ำสุดในรอบเดือน (°ซ)	19.00						

ประจำเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2552

วันที่	อุณหภูมิ(°ซ)			ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (%)		ปริมาณน้ำฝน	การระเหยน้ำ
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เวลา 08.00 น.	เวลา 15.00 น.	(มม.)	(มม.)
1	22.50	19.00	19.95	84.35	76.45	-	4.67
2	23.00	20.00	20.72	91.67	65.93	-	2.93
3	21.50	20.00	20.11	91.57	78.36	0.70	3.37
4	22.00	20.00	20.31	91.67	69.05	0.30	2.85
5	23.50	20.00	20.92	91.67	87.89	-	3.64
6	25.00	22.50	22.95	87.89	84.01	1.40	1.67
7	26.50	22.00	23.28	77.45	65.18	4.00	2.74
8	31.00	22.50	25.39	77.69	64.56	0.30	4.99
9	23.50	21.00	21.49	77.45	62.04	-	5.58
10	24.50	21.00	21.90	87.89	73.25	0.50	4.88
11	24.00	21.00	21.69	84.35	64.56	-	4.63
12	23.50	21.00	21.49	84.35	73.00	-	3.55
13	20.50	19.50	19.42	77.21	81.42	9.30	3.01
14	20.50	19.50	19.42	100.00	95.89	21.20	2.70
15	20.50	19.50	19.42	100.00	95.69	36.20	1.52
16	25.00	20.00	21.53	100.00	88.15	26.69	0.34
17	25.50	20.00	21.74	88.15	88.52	-	3.24
18	27.00	20.50	22.63	91.76	88.86	44.00	-
19	21.00	20.50	20.19	91.57	84.84	1.90	2.32
20	23.50	20.50	21.21	95.69	72.49	11.10	-
21	24.00	20.50	21.41	84.18	66.88	-	4.52
22	26.50	21.00	22.71	84.18	76.15	-	5.53
23	24.50	21.50	22.18	81.61	67.18	-	5.81
24	22.50	21.00	21.08	80.83	73.00	-	5.68
25	22.5	20.50	20.80	91.76	78.77	-	4.05
26	24.00	22.00	22.26	91.67	79.36	2.40	2.21
27	24.00	22.50	22.50	80.63	79.17	-	4.00
28	21.20	21.00	20.56	88.15	71.96	-	4.20
29	22.50	20.00	20.52	95.79	85.15	21.30	4.25
30	21.50	21.00	20.68	95.89	98.89	11.30	1.01
31	25.00	20.00	21.53	100.00	92.11	21.60	2.42
รวม						214.19	102.31
เฉลี่ย	23.62	20.68	21.36	88.62	77.99		
ปริมาณน้ำฝนในรอบเดือน (มม.)				ฝนตกมากที่สุดในวันหนึ่งวัน (มม.)		44.00	
อุณหภูมิสูงสุดในรอบเดือน (°ซ)				จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)		17.00	
อุณหภูมิต่ำสุดในรอบเดือน (°ซ)							

ประจำเดือน มิถุนายน พ.ศ.2552

วันที่	อุณหภูมิ (°ซ)		เฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (%)		ปริมาณน้ำฝน (มม.)	การระเหยน้ำ (มม.)
	สูงสุด	ต่ำสุด		เวลา 08.00 น.	เวลา 15.00 น.		
1	23.00	21.00	21.29	95.74	77.92	10.40	1.67
2	24.00	21.50	21.98	84.01	75.47	-	3.10
3	24.00	21.00	21.69	76.97	78.14	-	4.34
4	27.50	19.50	22.27	80.41	69.34	-	4.15
5	21.50	19.50	19.83	95.79	84.18	69.30	5.70
6	20.50	19.00	19.13	100.00	87.89	7.80	0.78
7	21.00	20.00	19.91	100.00	91.85	7.00	0.58
8	23.00	18.50	19.87	100.00	87.89	4.50	1.28
9	24.00	19.50	20.84	95.69	88.64	1.50	1.23
10	27.50	21.00	23.12	76.45	78.36	4.70	1.93
11	23.00	19.50	20.44	83.64	78.77	-	4.04
12	21.00	19.50	19.62	79.97	81.42	2.80	3.55
13	24.00	20.50	21.41	91.47	84.84	1.60	2.36
14	22.50	21.00	21.08	84.18	92.20	-	2.37
15	28.00	21.50	23.61	83.83	85.58	5.30	1.80
16	21.50	20.50	20.39	88.03	76.15	2.30	3.21
17	21.00	20.00	19.91	100.00	95.98	24.70	2.88
18	23.00	19.00	20.15	100.00	88.28	16.60	0.25
19	21.50	19.50	19.83	91.76	88.64	10.70	0.96
20	27.00	19.50	22.06	95.69	88.64	0.40	2.81
21	26.50	20.00	22.14	91.67	85.15	-	3.34
22	22.00	20.00	20.31	95.69	88.28	3.30	1.70
23	21.50	20.00	20.11	95.79	78.14	1.20	1.86
24	27.00	20.50	22.63	95.79	88.64	9.90	-
25	23.50	21.50	21.78	91.67	85.58	-	2.39
26	25.00	20.00	21.53	91.85	77.92	-	3.25
27	23.50	21.00	21.49	84.68	72.23	0.40	2.29
28	26.50	20.00	22.14	84.18	81.61	-	4.55
29	21.50	20.00	20.11	83.64	77.69	-	2.31
30	21.00	19.00	19.34	91.57	95.93	-	1.79
รวม						184.40	72.47
เฉลี่ย	23.55	20.10	21.00	90.34	83.71		
ปริมาณน้ำฝนในรอบเดือน (มม.)	184.40			ฝนตกมากที่สุดในวันหนึ่งวัน (มม.)		69.30	
อุณหภูมิสูงสุดในรอบเดือน (°ซ)	28.00			จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)		19.00	
อุณหภูมิต่ำสุดในรอบเดือน (°ซ)	18.50						

ประจำเดือน กรกฎาคม พ.ศ.2552

วันที่	อุณหภูมิ (°ซ)			ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (%)		ปริมาณน้ำฝน	การระเหยน้ำ
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เวลา 08.00 น.	เวลา 15.00 น.	(มม.)	(มม.)
1	23.00	19.00	20.15	100.00	95.89	15.80	-
2	23.00	20.00	20.72	100.00	91.67	5.50	0.70
3	24.50	21.00	21.92	83.83	88.40	4.70	1.03
4	22.00	20.50	20.60	84.52	77.92	2.00	2.25
5	20.50	19.00	19.13	91.67	95.89	1.00	2.72
6	20.50	18.50	18.85	100.00	91.57	29.60	0.89
7	21.00	18.50	19.05	100.00	80.19	10.40	-
8	23.00	20.00	20.72	91.47	88.40	1.50	1.47
9	26.00	21.00	22.51	84.01	78.97	-	2.32
10	22.50	21.50	21.37	76.45	66.25	1.60	-
11	24.50	22.00	22.47	83.83	60.99	-	6.00
12	23.50	22.50	22.34	80.83	85.00	-	5.89
13	22.00	20.00	20.31	84.18	88.40	-	3.93
14	23.00	20.50	21.00	91.67	74.21	3.60	0.97
15	23.00	21.50	21.57	87.89	78.36	-	2.31
16	24.00	22.00	22.26	80.19	66.25	0.30	3.34
17	28.50	20.50	23.24	76.97	66.25	-	5.10
18	21.00	19.50	19.62	91.85	95.93	38.30	--
19	21.50	20.50	20.39	95.69	74.73	20.50	1.37
20	22.00	20	20.31	95.74	87.89	-	3.75
21	22.00	21.00	20.88	95.79	95.89	2.20	1.44
22	23.50	22.00	22.06	91.67	75.23	4.40	0.96
23	22.50	21.50	21.37	84.18	81.79	-	4.47
24	23.50	21.00	21.49	87.76	72.75	0.10	1.95
25	21.00	20.00	19.91	91.85	77.92	-	4.28
26	21.00	20.00	19.91	91.47	88.15	-	3.17
27	23.00	21.00	21.29	100.00	88.15	1.80	0.23
28	22.50	21.00	21.08	87.89	74.99	-	2.05
29	23.00	21.50	21.57	91.76	81.03	-	3.84
30	23.50	20.50	21.21	84.01	92.03	-	1.75
31	25.00	21.00	22.10	100.00	84.52	13.20	-
รวม						156.50	68.18
เฉลี่ย	22.89	20.60	21.01	89.91	82.12		
ปริมาณน้ำฝนในรอบเดือน (มม.)	156.50			ฝนตกมากที่สุดในวันหนึ่งวัน (มม.)		38.30	
อุณหภูมิสูงสุดในรอบเดือน (°ซ)	28.50			จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)		18.00	
อุณหภูมิต่ำสุดในรอบเดือน (°ซ)	18.50						

ลักษณะอากาศในโรงเรียนปลูกสตรอเบอรี่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ต. แม่่นาจร อ. แม่ว่าง จ. เชียงใหม่

ประจำเดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2552			
วันที่	อุณหภูมิ เวลา 08.00 น. (°ซ)		ความชื้นสัมพัทธ์ในดิน(%)
	สูงสุด	ต่ำสุด	เวลา 08.00 น.
27	23.00	10.00	10.00
28	23.00	10.00	10.00
29	24.00	11.00	10.00
30	27.00	10.50	10.00

ประจำเดือน ธันวาคม พ.ศ.2552

วันที่	อุณหภูมิเวลา 08.00 น. (°ซ)		ความชื้นสัมพัทธ์ในดิน(%)
	สูงสุด	ต่ำสุด	เวลา 08.00 น.
1	31.00	12.00	10.00
2	31.50	9.00	10.00
3	30.00	9.50	10.00
4	30.50	9.50	10.00
5	30.50	9.00	10.00
6	30.00	9.00	10.00
7	30.50	9.50	10.00
8	26.50	9.50	10.00
9	29.50	9.50	10.00
10	30.50	9.50	10.00
11	29.50	10.00	10.00
12	31.50	9.50	10.00
13	30.50	10.00	10.00
14	26.00	10.00	10.00
15	32.50	9.50	10.00
16	32.50	9.00	10.00
17	32.00	9.00	10.00
18	34.00	8.00	10.00
19	31.00	12.00	10.00
20	30.50	10.00	10.00
21	32.00	9.00	10.00
22	29.00	9.00	10.00
23	28.00	9.50	10.00
24	30.00	9.00	10.00
25	33.00	9.00	10.00
26	33.50	10.00	10.00
27	34.00	11.00	10.00
28	32.50	1.50	10.00
29	29.50	9.50	10.00
30	32.00	8.00	10.00
31	30.50	9.50	10.00

ประจำเดือน มกราคม พ.ศ.2553

วันที่	อุณหภูมิเวลา 08.00 น. (°ซ)		ความชื้นสัมพัทธ์ในดิน(%)
	สูงสุด	ต่ำสุด	เวลา 08.00 น.
1	29.00	10.00	10.00
2	30.50	10.00	10.00
3	29.00	10.00	10.00
4	30.00	10.00	10.00
5	30.50	9.50	10.00
6	30.50	10.00	10.00
7	30.50	11.00	10.00
8	30.00	11.00	10.00
9	32.00	9.50	10.00
10	32.50	10.00	10.00
11	32.00	9.50	10.00
12	32.00	9.50	10.00
13	30.00	11.00	10.00
14	31.00	12.00	10.00
15	33.00	10.00	10.00
16	32.00	9.00	10.00
17	34.00	8.50	10.00
18	33.00	8.00	10.00
19	29.00	9.00	10.00