

โครงการวิจัยเรื่อง **อิทธิพลของปุ๋ยน้ำชีวภาพและอัตราการใช้ที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตและ  
น้ำมันในเมล็ดสบู่ดำ**

**The Effect of Bio Fertilizer and Using Rate to the Improvement of Yield and  
Oil Yield of Jatropha**

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยแห่งปี 2551 จำนวนเงิน 476,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย...1..ปี เริ่มทำการวิจัยเมื่อ ( เดือน, ปี ) ตุลาคม 2551 ถึงเดือน ตุลาคม 2552

ขอขยายเวลาตามวงจรถงพืชถึงสิ้นเดือนพฤศจิกายน 2552

รายนามคณะผู้วิจัย พร้อมทั้งหน่วยงานที่สังกัดและหมายเลขโทรศัพท์

1.รศ.ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ (หัวหน้าโครงการ) หัวหน้าศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพืชพลังงาน

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ.พิษณุโลก 65000

Tel and Fax 055-962704 Ext 2731

Mobile 087-6391007, 080-4806040

E-mail [pumisak\\_intanon@hotmail.com](mailto:pumisak_intanon@hotmail.com)

[pumisaki@nu.ac.th](mailto:pumisaki@nu.ac.th)

2. ผศ. ดร.จตุรพร รัชังาร

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

Tel 055-962704 ต่อ 2721 Fax 055 – 962704

**E-mail [Jaturapornr@hotmail.com](mailto:Jaturapornr@hotmail.com)**

3. นายสุรสิทธิ์ บุญรักษาติ

ศูนย์ส่งเสริมวิศวกรรมเกษตรที่ 2 กรมส่งเสริมการเกษตร กม.11

ถนนสายพิษณุโลก-หล่มสัก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก 65130

Tel. office 055-311155 Fax. 055-311372

4. ดร.รัชนีพร สุทธิภาศิลป์

คณะเกษตรศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อ. เมือง จ.เชียงใหม่

Tel . 081-6722221

(ลงชื่อ) .....หัวหน้าโครงการ

รศ.ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์

## บทที่ 1 บทนำ

### 1.1 ที่มาของปัญหา/ หลักการและเหตุผล/ ความสำคัญของปัญหา

จากสถานการณ์น้ำมันในตลาดโลกที่ปรับตัวสูงขึ้นเป็นลำดับ และมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต ทำให้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศสูงขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตในภาคการเกษตรสูงขึ้น กระทบต่อเกษตรกรในภาพรวมซึ่งมีรายได้ต่ำอยู่แล้ว ประกอบกับการที่รัฐบาลมีนโยบายในการส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้ไบโอดีเซล ที่เป็นผลผลิตการเกษตรทดแทนน้ำมันที่ชัดเจน โดยมีแผนการพัฒนาระบบการใช้ไบโอดีเซลที่เป็นผลผลิตการเกษตร ร้อยละ 10 ของน้ำมันดีเซลทั่วประเทศ โดยวัตถุประสงค์หลักที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลที่สำคัญคือปาล์มน้ำมันและ สนุ่นดำ แต่พื้นที่ส่วนใหญ่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความเป็นไปได้สูงที่จะปลูกสนุ่นดำ พืชสนุ่นดำได้เคยมีการศึกษามาแล้วช่วงหนึ่งเมื่อวิกฤตน้ำมันราคาแพงในปี พ.ศ.2525 แต่ต้องเลิกล้มไปเมื่อน้ำมันมีราคาลดลง โดยจากข้อมูลของการศึกษาพบว่า สนุ่นดำมีศักยภาพในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล เนื่องจากมีคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลหลายประการ นอกจากนี้สนุ่นดำยังเป็นพืชที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี เจริญเติบโตเร็ว กากของสนุ่นดำสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ย และยังมีผลพลอยได้อื่นๆ อีกมาก เช่น ใช้เป็นเวชภัณฑ์ของมนุษย์และสัตว์ได้ และเป็นพืชยืนต้นถาวรที่จะทำให้เกิดป่าไม้มีอายุถึง 50 ปี ซึ่งมีประโยชน์มหาศาล ปัจจุบันเริ่มมีโครงการนำร่องในการใช้น้ำมันสนุ่นดำทดแทนน้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรมากขึ้น โดยภาครัฐบาลร่วมมือกับภาคเอกชนที่ยืนยันว่าน้ำมันสนุ่นดำสามารถใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้ อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญที่สุดของสนุ่นดำคือ การเพิ่มผลผลิตต่อไร่หรือการเพิ่มปริมาณน้ำมันต่อไร่ นั่นเองจึงประเด็นที่มีการถกเถียงกันอย่างกว้างขวางเพื่อการส่งเสริมปลูกสนุ่นดำในเชิงพาณิชย์ เพราะประเด็นดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจ ปลูกสนุ่นดำ และความคุ้มค่าของโครงการ หากปลูกเป็นพืชหลักไม่ใช่ปลูกตามหัวไร่ปลายนาอีกต่อไป

งานวิจัยเพื่อส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซลได้จากสนุ่นดำที่ผ่านมาจากภาครัฐและเอกชน ได้มีการทดสอบถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล ทดสอบการใช้น้ำมันสนุ่นดำกับรถบรรทุกเล็ก วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันสนุ่นดำ สรรวจแหล่งที่เหมาะสมกับการส่งเสริมปลูก ตรวจสอบผลภาวะของไอเสีย ทดสอบการสึกกร่อนของเครื่องยนต์ ผลจากงานวิจัยสรุปได้ว่า ไบโอดีเซลได้จากสนุ่นดำสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเพิ่มส่วนผสมใดๆ อีก เหมาะกับเครื่องยนต์สูบลมเดี่ยวรอบต่ำ ซึ่งเป็นลักษณะของเครื่องจักรกลการเกษตร มีปริมาณวันค่าน้อยกว่าน้ำมันดีเซล และไม่มีผลกระทบบกเครื่องยนต์ มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถละลายได้ดีทั้งในน้ำมันดีเซลและเบนซิน เมื่อเก็บไว้นานๆ ก็ไม่มีการแยกชั้น โดยเมื่อทดสอบกับรถบรรทุกเล็กและรถจักรยานยนต์ พบว่าน้ำมันสนุ่นดำมีคุณลักษณะพิเศษคือเครื่องยนต์ไม่ร้อนเมื่อเดินด้วยความเร็วปกติ กลิ่นและจำนวนคาร์บอนมอนนอกไซด์ อยู่ในเกณฑ์ต่ำ และเครื่องยนต์ดีดง่าย นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถนำน้ำมันจากสนุ่นดำไปผสมกับน้ำมันเบนซินใช้เป็นน้ำมัน

ดีเซลในการเติมยานพาหนะและใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่นต่อไป (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชัยนาท , 2005)

**ผลทดสอบเปรียบเทียบการใช้น้ำมันสบูดำกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก**

การทำงานของเครื่องยนต์ (รอบ/นาที)	อัตราการกินน้ำมันสบูดำ (ซี.ซี./ชั่วโมง)	อัตราการกินน้ำมันดีเซล (ซี.ซี./ชั่วโมง)
1500	498	500
1600	494	498
1700	528	540
1800	576	586
1900	614	629
2000	665	696
2100	720	758
2200	770	804
2300	852	869

ที่มา: ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชัยนาท (จักรกลเกษตร) 2005-09-16

จากการทดสอบ โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กคูโบต้า ET70 ปรากฏว่าเครื่องยนต์เดินเรียบสม่ำเสมอ ไม่มีการน็อค สามารถเร่งเครื่องยนต์ได้ตามปกติ และการใช้น้ำมันสบูดำสิ้นเปลืองน้อยกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย

### ผลการทดสอบไอเสียจากเครื่องยนต์

เครื่องยนต์	รอบ/นาที	น้ำมันสบูดำ		น้ำมันดีเซล	
		ควัน ดำ%	คาร์บอนมอน น็อกไซด์ (PPm)	ควัน ดำ%	คาร์บอนมอน น็อกไซด์ (PPm)
คูโบต้า	840	12.0	550	10.5	650
7 แรงม้า	2160	13.0	450	14.5	750
	2600	12.0	725	12.5	500
ยันมาร์	1000	11.5	500	10.0	500
18 แรงม้า	1600	14.5	650	15.5	500
	2200	18.5	650	19.0	600

ที่มา: ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชัยนาท (จักรกลเกษตร) 2005-09-16

จากการทดสอบและวิเคราะห์ไอเสียของเครื่องยนต์ พบว่า ค่าควันดำของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันสบูดำ เฉลี่ย 13.42% ดีเซล 13.67% ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือต่ำกว่า 40% ส่วนคาร์บอนมอนน็อกไซด์จากเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันสบูดำ เฉลี่ย 587ppm ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือต่ำกว่า 6% หรือ 60,000 ppm

นอกจากนี้ผลการทดสอบกับเครื่องยนต์ พบว่า เมื่อเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันสบูดำครบ 1,000 ชั่วโมง ได้ถอดชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ออกมาตรวจสอบเสื่อสูบ ลูกสูบ แหวน ลื่น หัวฉีด และอื่นๆ ไม่พบยางเหนียวจับทุกชิ้นยังคงสภาพดีเหมือนเดิม แสดงว่า น้ำมันสบูดำสามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กเพื่อการเกษตรได้ ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนในการประกอบอาชีพของเกษตรกรลดลง ด้วยเหตุนี้ อิทธิพลของปุ๋ยน้ำชีวภาพและอัตราการใช้ที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตและน้ำมันในเมล็ดสบูดำ จึงมีความสำคัญยิ่งต่อการส่งเสริมในระดับเกษตรกรและการผลิตสบูดำในเชิงอุตสาหกรรม ผลจากการศึกษาจะสามารถขยายผลโดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการภายใต้ความร่วมมือกับหน่วยงานของกรมส่งเสริมการเกษตร คือ ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรเขต 6 จังหวัดพิษณุโลกซึ่งรับผิดชอบ 15 จังหวัดในภาคเหนือ ในฐานะหน่วยงานสนับสนุนเพื่อขยายผลนำไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นทางการต่อไป

## 2.. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยน้ำชีวภาพและอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตสับดูดำ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบชนิดและระดับของฮอร์โมนที่มีผลต่อการเพิ่มน้ำมันในเมล็ดสับดูดำ
3. เพื่อแสวงหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมปลูกสับดูดำเป็นพลังงานทดแทนภายในประเทศ

## 3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

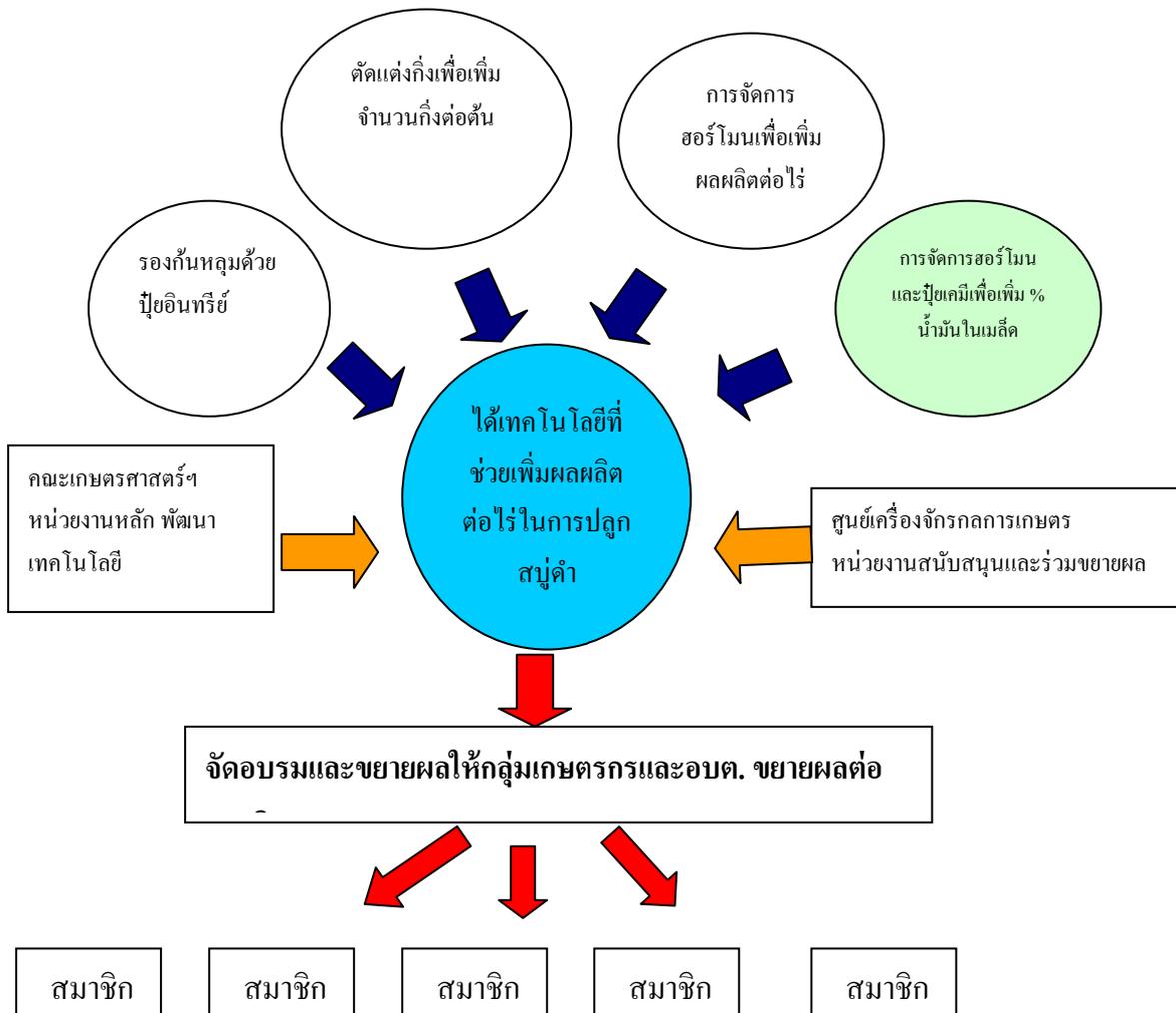
- แก้ปัญหาในการดำเนินงานของหน่วยงานที่ทำการวิจัย  
กลุ่มเป้าหมาย.....
- เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป  
กลุ่มเป้าหมาย.....
- บริการความรู้แก่ประชาชน  
กลุ่มเป้าหมาย : ได้เทคโนโลยีเพื่อการอบรมให้เกษตรกรและอบต. ไปขยายผลเพื่อเพิ่มผลผลิตสับดูดำได้อย่างเป็นรูปธรรม
- นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์  
กลุ่มเป้าหมาย : กลุ่มเกษตรกรและ อบต. ที่ผลิตไบโอดีเซลใช้เองในชุมชน และผลิตจำหน่ายมีรายได้เข้าสู่ชุมชน มีวัตถุประสงค์รองรับที่มั่นคงเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในระดับชุมชน
- เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต  
กลุ่มเป้าหมาย : กลุ่มเกษตรกร สามารถเพิ่มผลผลิตต่อไร่และเพิ่มกำลังการผลิตได้และสามารถผลิตน้ำมันใช้เองในชุมชนลดต้นทุนการผลิตได้
- เป็นประโยชน์ต่อประชากรกลุ่มเป้าหมาย  
กลุ่มเป้าหมาย.....
- อื่นๆ (ระบุ)  
กลุ่มเป้าหมาย.....

#### 4. ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. สบู่ดำที่ใช้ปลูกทดสอบเป็นสบู่ดำพันธุ์พิษณุโลก (เรียกชื่อตามถิ่นปลูก)มีถิ่นกำเนิดจากอำเภอชาติตระการจังหวัดพิษณุโลกเป็นต้นกล้าเพาะจากเมล็ด อายุ 2 เดือน
2. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับดิน-ปุ๋ยและธาตุอาหารพืชดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการ คณะเกษตรศาสตร์ฯ ม.นเรศวร และห้องปฏิบัติการศูนย์พัฒนาที่ดินเขต 5 จังหวัดขอนแก่นและห้องปฏิบัติการของสถาบันการศึกษาอื่นๆ
3. การหีบเพื่อศึกษาการเพิ่มขึ้นของน้ำมันในเมล็ดใช้เครื่องหีบของ ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร เขต 6 ต.วังทอง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

#### 5. ทฤษฎี สมมติฐาน และหรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 สมูตำ (วิทยาศาสตร์: Jatropha Curcas Linn.)

เป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาปลูกในประเทศไทย ในช่วงปลายสมัยกรุงศรีอยุธยา เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง ความสูง 2-7 เมตร อายุยืนไม่น้อยกว่า 20 ปี ลำต้นและยอดคล้ายละหุ่ง แต่ไม่มีขน อยู่ในวงศ์ไม้ยางพารา เมื่อหักลำต้น ส่วนยอดหรือส่วนก้านใบจะมียางสีขาวข้นคล้ายน้ำมันไหลออกมา มีกลิ่นเหม็นเขียวออกดอกเป็นช่อกระจุกที่ข้อส่วนปลายของยอดขนาดดอกเล็กสีเหลืองมีกลิ่นหอมอ่อนๆ มีดอกตัวผู้จำนวนมากและดอกตัวเมียจำนวนน้อยอยู่บนต้นเดียวกันผลและเมล็ดมีสาร **hydrocyanic** เมล็ดสมูตำมีสารพิษเรียกว่า CURCIN หากบริโภคแล้วทำให้เกิดอาการท้องเดินเหมือนสลด เมื่อคิดผลแล้วมีสีเขียวอ่อนเกลี้ยงเกล่าเป็นช่อพวงมีหลายผลเวลาสุกจัดมีสีเหลืองคล้ายลูกจันทร์ รูปผลมีลักษณะทรงกลมขนาดปานกลาง เปลือกหนาปานกลางผลหนึ่งส่วนมากมี 3 พู โดยแต่ละพูทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดไว้ เมล็ดสีดำขนาดเล็กกว่าเมล็ดละหุ่งพันธุ์ลายขาวดำเล็กน้อย สีตรงปลายเมล็ดมีจุดสีขาวเล็กๆ ติดอยู่ เมื่อเก็บไว้นานจุดนี้จะหดตัวเหี่ยวแห้งลงขนาดของเมล็ดเฉลี่ย ความยาว 1.7-1.9 ซม. หนา 0.8-0.9 ซม. น้ำหนัก 100 เมล็ดประมาณ 69.8 กรัม เมื่อแกะเปลือกนอกสีคำออกจะเห็นเนื้อในสีขาว

#### 2.2 ฮอโมนพืช หมายถึง

สารควบคุมการเจริญเติบโต หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า **ฮอโมน** จัดเป็นกลุ่มของสารที่ใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางและเห็นผลได้ค่อนข้างเด่นชัด โดยมากใช้ในการคิดผลช่วยเร่ง หรือชะลอการแก่ การสุกของผล ซึ่งลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ถูกควบคุมโดยสารแต่ละชนิดแตกต่างกันไป คำว่า **ฮอโมนพืช** นี้มีความหมายในเชิงวิชาการว่า เป็นสารอินทรีย์หรือฮอโมนอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นเองในปริมาณน้อยมากแต่มีผลในการส่งเสริมหรือยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในต้นพืชนั้นๆ ทั้งนี้ไม่รวมพวกน้ำตาลหรือธาตุอาหารพืชโดยตรง ในทางการเกษตร การนำผักผลไม้ที่มีฮอโมนผสมอยู่ไปหมักเพื่อให้เกิดการย่อยสลายออกมาของฮอโมนอินทรีย์ก่อนนำไปฉีดพ่นพืชเป้าหมายเป็นวิธีที่นิยมเพราะราคาถูกและทำได้ง่าย อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าพืชสร้างฮอโมนธรรมชาติขึ้นมาเรื่อยๆ แต่มีปริมาณเพียงพอที่จะควบคุมการเติบโตในต้นพืชนั้นๆ ได้ ดังนั้นการสกัดสารฮอโมนออกมาจากต้นพืชเพื่อไปพ่นให้ต้นไม้อื่นๆ จึงเป็นเรื่องยากและไม่คุ้มค่า จึงได้มีการค้นคว้าและสังเคราะห์สารต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายฮอโมนธรรมชาติขึ้นมาใช้ประโยชน์แทน เมื่อเป็นเช่นนี้ สารที่เรานำมาฉีดพ่นให้ต้นพืชเพื่อให้เกิดลักษณะตามที่เราต้องการนั้น จึงไม่ใช่ฮอโมนพืชไม่ใช่ฮอโมนธรรมชาติ แต่จัดเป็นสารสังเคราะห์หรือฮอโมนสังเคราะห์ ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายฮอโมนพืชจึงได้มีการบัญญัติศัพท์ทางวิชาการขึ้นมาว่า **สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators)** ซึ่งมีความหมายถึงฮอโมนพืชและสารสังเคราะห์ หรือ ฮอโมนสังเคราะห์นั่นเอง มีคุณสมบัติในการกระตุ้นยับยั้งหรือเปลี่ยนแปลง

กระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชได้ การเติบโตของพืชในทุกขั้นตอนล้วนแล้วแต่ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนตั้งแต่การงอกของเมล็ดจนกระทั่งต้นตาย ดังนั้นการใช้สารสังเคราะห์ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนชนิดหนึ่งให้กับต้นพืชจึงเป็นการเปลี่ยนระดับความสมดุลของฮอร์โมนภายในต้นพืช ทำให้ต้นพืชแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมานอกเหนือจากการควบคุมตามธรรมชาติ

ประเภทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสารควบคุมการเจริญเติบโตแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยได้ 7 กลุ่มด้วยกันคือ

1) ออกซิน (auxins) เป็นกลุ่มของสารที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการขยาย ขนาดของเซลล์ (cell enlargement) การแบ่งตัวของเซลล์ในแคมเบียม การขยายขนาดของใบ การเกิดราก การขยายขนาดของผล ป้องกันการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล ยับยั้งการแตกตาข้าง ฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นก็คือ ไอเอเอ (IAA) โดยสร้างมากที่บริเวณปลายยอด ปลายราก ผลอ่อน และบริเวณที่มีเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) อยู่มาก ปริมาณ ไอเอเอ ภายในเนื้อเยื่อพืชแต่ละส่วนมีมากน้อยแตกต่างกันไป โดยจะมีอยู่มากในส่วนที่กำลังเจริญเติบโต การรักษาระดับปริมาณภายในเนื้อเยื่อพืชถูกควบคุมโดยระบบการสร้างและการทำลายพร้อม ๆ กันไป ถ้าเป็นเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโตจะมีการสร้างมากกว่าการทำลาย และในทางตรงกันข้าม ในเนื้อเยื่อที่มีอายุมากขึ้น จะมีการทำลายมากกว่าการสร้างสารสังเคราะห์ที่จัดอยู่ในกลุ่มออกซิน ที่ใช้กันมากได้แก่

- เอ็นเอเอ (NAA)
- ไอบีเอ (IBA)
- 4-ซีพีเอ (4-CPA)
- 2,4-ดี (2,4-D)

2) จิบเบอเรลลิน (gibberellins) เป็นสารที่เกี่ยวข้องกับการยืดตัวของเซลล์ (cell elongation) ทำลายการพักตัวของพืช กระตุ้นการออกดอกของพืชบางชนิด และยับยั้งการออกดอกของพืชบางชนิด

3) ไซโตไคนิน (cytokinins) เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ของพืช ชะลอการแก่ชราและกระตุ้นการแตกตาข้าง พบมากในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญและในคัพภะ (embryo) ส่วนใหญ่แล้วไซโตไคนินมีการเคลื่อนย้ายน้อย แต่มีคุณสมบัติสำคัญในการดึงสารอาหารต่าง ๆ มายังแหล่งที่มีไซโตไคนินสะสมอยู่ (cytokinin-induced translocation) ฮอร์โมนที่พบในพืชได้แก่ ซีอาติน (zeatin) ส่วนสารสังเคราะห์ที่อยู่ในกลุ่มไซโตไคนินได้แก่

- บีเอพี (BAP)
- ไคเนติน (Kinetin)

4) เอธิลีนและสารปลดปล่อยเอธิลีน (ethylene and ethylene releasing compounds) เอธิลีนเป็นก๊าซชนิดหนึ่งและจัดเป็นฮอร์โมนพืช เนื่องจากพืชสร้างขึ้นมาได้ โดยมีผลควบคุมการแก่ชรา การสุกรวมทั้งการออกดอกของพืชบางชนิด และเกี่ยวข้องกับการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล การเหี่ยวของใบ การงอกของหัวพืช และเมล็ดพืชบางชนิด เอธิลีนจะสร้างมากในส่วนของพืชที่กำลังเข้าสู่ระยะชราภาพ

(senescence) เช่น ในผลแก่หรือใบแก่ใกล้หลุดร่วง เนื่องจากเอธิลีนเป็นก๊าซดังนั้นจึงฟุ้งกระจายไปได้ทั่ว เป็นก๊าซ จึงมีความยุ่งยากในการใช้และไม่สามารถควบคุมความเข้มข้นได้แน่นอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ในแปลงปลูกพืช ดังนั้นจึงได้มีการสังเคราะห์สารบางชนิด ซึ่งเป็นของเหลวแต่สามารถปลดปล่อยหรือสลายตัวได้ก๊าซเอธิลีน ซึ่งได้แก่

-เอทีฟอน (ethephon)

- เอตาเซลลิล (etacelasil)

**ผลของเอธิลีนต่อพืช**

1. กระตุ้นให้ผลไม้สุก ดังนั้นอาจจะเรียกเอธิลีนว่า Ripening hormone และใช้ในการบ่มผลไม้ในทางการค้า
  2. กระตุ้นการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพ เช่น กระตุ้นให้เกิด Abcission zone ขึ้น ทำให้ใบและกลีบดอกร่วงได้ กระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของราก และลำต้น รวมทั้งกระตุ้นการออกดอกของพืช เช่น สับปะรด กระตุ้นให้เกิด Adventitious root
  3. กระตุ้นให้พืชออกจากการพักตัว เช่น กรณีของมันฝรั่ง
  4. กระตุ้นให้เกิดดอกตัวเมียมากขึ้นในพืช Dioecious
- สำหรับฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ใช้ในการเร่งการออกดอกและสร้างเกสรตัวเมียในการวิจัยครั้งนี้คือ

**เอทีฟอน**

ชื่อสามัญ : ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทีฟอน (ethephon)

ทะเบียนวัตถุอันตรายเลขที่ :

กลุ่มสารเคมี : Ethylene generater

สารสำคัญ : 2-chloroethyl phosphonic acid.....48%W/V SL

5) สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช (plant growth retardants) สารกลุ่มนี้ไม่จัดเป็นฮอร์โมนพืช แต่เป็นสารสังเคราะห์ทั้งหมด มีคุณสมบัติสำคัญคือ ยับยั้งการสร้างหรือยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในพืช จึงมีผลลดการยืดตัวของเซลล์ ทำให้ปล้องสั้น ใบหนา เขียวเข้ม กระตุ้นการออกดอกของพืชบางชนิด และมีคุณสมบัติอื่น ๆ ได้แก่ ทำให้พืชทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ร้อนจัด เย็นจัด ดินแห้ง ดินเกลือ เพิ่มผลผลิตพืชบางชนิด เพิ่มการติดผลของพืชบางชนิด สารชะลอการเจริญเติบโตที่สำคัญได้แก่

-แอนซิมีดอล (ancymidol)

-คลอมีควอท (chlormequat)

-แดมิโนไซด์ (daminozide)

-พาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol)

6) สารยับยั้งการเจริญเติบโต (plant growth inhibitors) สารกลุ่มนี้มีหน้าที่ในการถ่วงดุลกับสารเร่งการเติบโตพวกออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน เพื่อให้การเติบโตเป็นไปอย่างพอเหมาะพอดี ส่วนใหญ่มีหน้าที่ยับยั้งการแบ่งเซลล์ และการเติบโตของเซลล์ ทำให้เกิดการพักตัว (dormancy) และเกี่ยวข้องกับการหลุดร่วงของอวัยวะพืช ฮอร์โมนในกลุ่มนี้มีพบในพืชมีกว่า 200 ชนิด แต่ที่สำคัญที่สุดและรู้จักกันดีคือ เอบีเอ (ABA) (abscisic acid) ในทางการเกษตรมีการใช้ประโยชน์จากสารกลุ่มนี้น้อยมาก อย่างไรก็ตาม มีการใช้สารสังเคราะห์เพื่อประโยชน์บางอย่างเช่นยับยั้งการงอกของหัวมันฝรั่งและหอมหัวใหญ่ ระหว่างการเก็บรักษา ใช้แทนการเด็ดยอด (pinching) เพื่อกระตุ้นให้แตกตาข้าง รวมทั้งยับยั้งการเติบโตทางกิ่งใบซึ่งมีผลในการกระตุ้นดอกได้ในพืชบางชนิด สารสังเคราะห์ที่สำคัญได้แก่

- คลอฟลูรีนอล (Chlorflurenol)
- ไดกุแลก โซเดียม (dikegulac sodium)
- มาเลอิกไฮไดรราไซด์ (maleic hydrazide)
- ทีไอบีเอ (TIBA)

7) สารอื่น ๆ (miscellaneous) เป็นกลุ่มสารที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากทั้ง 6 กลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น ส่วนใหญ่ใช้เพื่อประโยชน์เฉพาะอย่าง เช่น เพิ่มผลผลิต ขยายขนาดผล ป้องกันผลร่วง ช่วยในการแบ่งเซลล์ อย่างไรก็ตามยังจัดว่ามีประโยชน์ค่อนข้างน้อยและการใช้ยังไม่กว้างขวาง ยกตัวอย่างสารเหล่านี้ได้แก่ เออร์โกสตีมและ อโทนิค เป็นต้น

**สรุปฮอร์โมนพืช** หมายถึงเป็นสารชนิดหนึ่งซึ่งควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีทั้งที่พืชผลิตขึ้นเองตามธรรมชาติเรียกว่าฮอร์โมนอินทรีย์ หรือฮอร์โมนอินทรีย์ธรรมชาติและอีกชนิดหนึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นมาจึงมีความเข้มข้นสูงเรียกว่า ฮอร์โมนสังเคราะห์ การทำฮอร์โมนอินทรีย์นั้นมีขบวนการหมักเหมือนปุ๋ยน้ำชีวภาพทุกประการแต่แตกต่างกันตรงที่ส่วนผสมของวัสดุหมักและเป้าหมายของการหมักที่ต้องการให้เกิดฮอร์โมนอินทรีย์ในสารละลายเพื่อไปใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นพืชให้ออกดอก ออกผลหรือกระตุ้นการเจริญเติบโต เป็นต้น

### 2.3 ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หรือน้ำสกัดสมุนไพร คืออะไร

กรมพัฒนาที่ดิน(2545) ได้รายงานไว้ว่าปุ๋ยน้ำชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำหรือน้ำสกัดสมุนไพร เป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน คือ เป็นสารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืช หรือสัตว์หรือจากเศษซากพืชซากสัตว์ ในลักษณะสัดที่ย่อยสลายด้วยสารอินทรีย์ไม่ต้องการออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน เมื่อผ่านขบวนการหมักที่สมบูรณ์จะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates) กรดอินทรีย์ (organic acids) กรดอะมิโน (amino acids) กรดฮิวมิก (Humic acids) เอนไซม์ (enzymes) วิตามิน (Vitamins) ปุ๋ยเคมีเกิลด์ (Growth hormones) ปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก

## 2.4 ปุ๋ยน้ำชีวภาพ หรือ น้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพ คือ สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมัก เศษพืช หรือสัตว์ ซึ่งจะถูกละลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ การหมักมี 2 แบบ คือ แบบต้องการออกซิเจน (แบบเปิดฝา) และแบบไม่ต้องการ ออกซิเจน (แบบปิดฝา) ถ้าได้ผ่านการหมักที่ สมบูรณ์แล้ว จะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ (พืชหรือสัตว์) น้ำสกัดชีวภาพเป็นปุ๋ยชนิดหนึ่งที่ได้จากการหมักซากพืชซากสัตว์ หรือวัสดุเหลือใช้ต่างๆ โดยผ่านกระบวนการหมักของ

จุลินทรีย์ด้วยการเติมกากน้ำตาล ให้เป็นพลังงานของจุลินทรีย์ สำหรับย่อยสลาย ซากพืช ซากสัตว์ หรือวัสดุเหลือใช้ในการทำน้ำสกัดชีวภาพหรือปุ๋ยน้ำชีวภาพ เป็นภูมิปัญญาของท้องถิ่น ที่นำวัสดุซึ่งหาได้ง่ายในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ได้แก่

1. พืช ผักสด เช่น ผักบุ้ง หน่อไม้ หน่อกล้วย ตำลึง ต้นถั่วต่างๆ ควรเลือกส่วนที่เป็นยอดเพราะมีฮอร์โมนช่วยเร่งการเจริญเติบโต
2. ผลไม้ดิบ เช่น กล้วยน้ำว้า มะละกอ ตำลึง ชมพู่ ขนุน ฯลฯ มีฮอร์โมน ช่วยทำให้ลำต้นแข็งแรง ต่อต้านต่อโรค
3. ผลไม้สุก เช่น กล้วยน้ำว้าสุก มะละกอสุก ฟักทอง ตำลึง ลูกขอมสุก มะม่วงหิมพานต์ ลองกอง เลือกลูกผลไม้ที่มีรสหวานจะให้ฮอร์โมนเร่งดอก
4. แหล่งโปรตีน เช่น กากถั่วเหลือง กากถั่วต่างๆ เศษเนื้อสัตว์ เครื่องในสัตว์ หรือปลา
5. พืชสมุนไพรกลิ่นฉุน หรือรสเผ็ด เช่น สายเสื่อ พญาไร้ใบ พริกไทย พริก ลูกตำโลง ตะไคร้หอม กระเพรา ขิง ข่า ใบสะเดา น้อยหน่า เป็นพืชที่มีสารช่วยป้องกันแมลง
6. สมุนไพร รสขม หรือฝาด เช่น เปลือกมังคุด ลูกหมาก เป็นพืชที่มีสารป้องกันเชื้อรา

### ประเภทของปุ๋ยน้ำชีวภาพ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

**2.4.1 ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ผลิตจากพืช** การทำปุ๋ยน้ำชีวภาพ โดยการหมักเศษพืช สดให้ภาชนะที่มีฝาปิดปากกว้าง นำเศษผักมาผสมกับน้ำตาล จัดเรียงพืชผักเป็นชั้น โดยน้ำตาลทับสลับกัน กับพืชผัก อัตราส่วนของน้ำตาลต่อเศษผักเท่ากับ 1 : 3 หมักในสภาพไม่มีอากาศ โดยบรรจุผักลงภาชนะ ให้แน่น แล้วปิดฝาภาชนะ นำไปตั้งทิ้งไว้ในที่ร่ม ประมาณ 3-7 วัน จะเกิดของเหลวขึ้นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมของเหลวนี้นี้เป็นน้ำสกัดจากเซลล์พืชผัก ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์และอื่นๆ

**2.4.2 ปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์** เป็นน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลาย เศษอวัยวะ ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือดผ่านกระบวนการหมักโดยการย่อยสลาย โดยใช้ เอมไซม์ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

**1) ปุ๋ยน้ำชีวภาพผลิตจากปลา** อัตรา ส่วน/1 ถึง : 200 ลิตร

ปลาสด 40 กก.

กากน้ำตาล 20 กก.

สารเร่งผลิต ปุ๋ยหมัก 1 ชอง

**วิธีการทำ**

- 1.เตรียมสารเร่งผลิตปุ๋ยหมัก 1 ชอง ละลายน้ำอุ่น 20 ลิตร คนให้เข้ากัน 15-30 นาที
- 2.นำปลาสดและกากน้ำตาลใส่ในถัง 200 ลิตร รวมกับสารเร่งทำปุ๋ยหมัก
3. ใส่น้ำพอท่วมตัวปลา แล้วคนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30-35 เซลเซียส ไม่เปิดฝาคอนวันละ 4-5 ครั้ง ตลอดระยะเวลาในการหมัก ประมาณ 20-30 วันปลาจะย่อยสลายหมด
4. เติมน้ำให้เต็มถังและคนให้เข้ากันก่อนนำไปใช้ฉีดพ่นทางใบ 1 ลิตร/น้ำ 200 ลิตร ราดโคน 1 ลิตร/น้ำ 200 ลิตร

**2) ปุ๋ยน้ำชีวภาพผลิตจากหอยเชอรี่** อัตรา ส่วน/1 ถึง : 200 ลิตร

นำหอยเชอรี่ทั้งตัวมาทุบหรือบดให้ละเอียด 40 กก.

กากน้ำตาล 20 กก.

สารเร่งผลิต ปุ๋ยหมัก 1 ชอง

**วิธีการทำ**

- 1.เตรียมสารเร่งผลิตปุ๋ยหมัก 1 ชอง ละลายน้ำอุ่น 20 ลิตร คนให้เข้ากัน 15-30 นาที
- 2.นำหอยเชอรี่ทั้งตัวมาทุบหรือบดให้ละเอียด 40 กก. มาผสมกับน้ำตาล และปิดฝา
3. ใส่น้ำพอท่วมหอยเชอรี่ แล้วคนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30-35 เซลเซียส คนวันละ 1-2 ครั้ง ตลอดระยะเวลาในการหมัก ประมาณ 30 วันหอยเชอรี่จะย่อยสลายหมด ถ้ามีกลิ่นเหม็นให้ใส่น้ำตาลโมลาสเพิ่มขึ้น คนให้เข้ากันจนกว่าจะหายเหม็น
4. เติมน้ำให้เต็มถังและคนให้เข้ากันก่อนนำไปใช้ฉีดพ่นทางใบ 1 ลิตร/น้ำ 200 ลิตร ราดโคน 2 ลิตร/น้ำ 200 ลิตร

**3) การใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพและผลที่เกิดกับพืช**

การใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพฉีดพ่นทางดินและบนต้นพริกในอัตรา 60 มล.ผสมกับน้ำ 40 ลิตรต่อพื้นที่ 1 ไร่ ฉีดพ่น 1 ครั้ง/สัปดาห์ ตั้งแต่ย้ายกล้าจนถึงสิ้นสุดการเพาะปลูก พบว่าการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ในการปลูกพริก ติดต่อกันเป็นเวลา 3 ปี ทำให้ความสูงและขนาดลำต้นและทรงพุ่มน้ำหนักแห้ง ของส่วนที่อยู่เหนือดิน และผลผลิตดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยน้ำหมักในปีแรกอย่างมีนัยสำคัญในช่วงเก็บเกี่ยว

ผลผลิตพบว่าพริกที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพมีความเสียหายจากโรคกุ้งแห้ง ต่ำกว่าพริกที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมี ( ชุติมา ประดิษฐ์เวทย์,2542) สอร์โมนอินทรีย์มีค่า EC สูง เนื่องจากใช้วัสดุที่แตกต่างกันนำไปใช้เลย จะทำให้พืชใบไหม้และอาจตายได้ ดังนั้นควรใช้ที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมก่อนมีการศึกษาในต้นกวาดูพบว่าค่อนข้างแคระแกร็น เมื่อใช้ปุ๋ยชีวภาพจากเปลือกมันสำปะหลังกากน้ำตาล น้ำทิ้ง อัตราส่วนที่ต่างกันคือ 3:1:1, 2:1:10 และ 2:1:15 ที่มีความเข้มข้นสูง ดังนั้นการนำไปใช้ต้องเจือจางมากๆเมื่อมีการใช้ทางราก และใบ การให้สอร์โมนอินทรีย์ทางใบควรให้ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่าการให้ทางรากเนื่องจากว่าการให้ทางใบพืชนำไปใช้ได้ปริมาณที่มากกว่า

#### 4) ประโยชน์ของปุ๋ยน้ำชีวภาพ

1. ใช้เป็นปุ๋ยเพิ่มธาตุอาหาร เร่งการเจริญเติบโตของพืช
2. ใช้เป็นหัวเชื้อผลิตปุ๋ยชีวภาพ
3. ใช้ผลิตสอร์โมนพืช
4. ผสมกับน้ำ หรืออาหารให้สัตว์กิน
5. ผสมน้ำหยอดจุมูกเปิด ไม้ แทนวัคซีน
6. ใช้กำจัดสารพิษที่ตกค้างในดิน กำจัดเชื้อโรคต่างๆ
7. ช่วยลดการระบาดของหนอน แมลงศัตรูพืช
8. ช่วยปรับปรุงคุณภาพดิน ทำให้ดินร่วนซุย อุ้มน้ำ และถ่ายเทอากาศได้ดี

#### 5) การนำไปใช้

ปุ๋ยน้ำชีวภาพ1 ช้อนโต๊ะ ผสมกากน้ำตาล 1 ช้อนโต๊ะ และน้ำ 10 ลิตร ผสมละลายให้เข้ากัน ใช้ฉีดรด ราด พืชผัก ผลไม้ ไม้ยืนต้น ไม้ดอก ไม้ประดับ นาข้าว เป็นประจำ จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตลดโรคระบาด และแมลงศัตรูพืช

#### 6) วิธีการเก็บรักษา

หลังจากกรองใส่ขวดแล้ว สามารถเก็บไว้ใช้ได้นานประมาณ 3 เดือน (น้ำสกัดชีวภาพที่ดี จะมีสีคล้ำ กลิ่นหอม ถ้ามีกลิ่นเหม็น แก้ไขโดยการเติมกากน้ำตาลหรือน้ำตาลทรายแดง)

## 2.5 ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

**ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ** หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปของเหลว ที่ประกอบด้วยกรดอินทรีย์ และฮอร์โมน หรือสารเสริมการเจริญเติบโต พืชหลายชนิด ผลิตได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืชและสัตว์ ซึ่งมีลักษณะสดหรืออวบน้ำ ให้เป็นของเหลวออกมา โดยเกิดจากกิจกรรมของ จุลินทรีย์ในสภาพที่ไม่มียอกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหรือน้ำหมักอินทรีย์ มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาล ซึ่งได้มาจากสารละลายของเซลล์วัสดูหมัก และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการหมักประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตน้ำย่อย กรดอินทรีย์ วิตามิน กรดอะมิโน ฮอร์โมนพืช กรดฮิวมิก และแร่ธาตุ

## 2.6 การผลิตปุ๋ยปลาหมักสูตร วท. (ปุ๋ยน้ำชีวภาพสูตรหัวปลาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย)

**ผู้เผยแพร่ :** ดร.สุริยา ศาสนรักกิจ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยเป็นผลงานวิจัยจากการวิจัยระหว่าง ปี พ.ศ. 2538-2540 โดยใช้งบประมาณของ วท. ดร.สุริยาได้กล่าวไว้ว่า ปุ๋ยปลาหมักเป็นฮอร์โมนอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือด ผ่านขบวนการหมักโดยการย่อยสลายโดยการใช้เอนไซม์ ซึ่งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ หลังจากหมักจนได้ที่แล้ว จะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม นอกจากนี้ปุ๋ยปลายังประกอบด้วยธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน และธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส นอกจากนี้ปุ๋ยปลายังประกอบด้วยโปรตีนและกรดอะมิโน ซึ่งเกิดจากกระบวนการย่อยสลายของโปรตีนในหัวปลา ซึ่งจากข้อมูลทางวิชาการบ่งชี้ชัดว่ากรดอะมิโนสามารถจับตัวกับธาตุอาหารปุ๋ยทำให้ ปุ๋ยสามารถดูดซึมเข้าสู่ต้นพืชได้เร็วขึ้น ซึ่งตรงกับคำบอกเล่าของเกษตรกรที่พบว่าปุ๋ยปลาหมัก ช่วยพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ดอกไม้มีสีสดขึ้น ผลไม้มีคุณภาพดี และช่วยเร่งการแตกยอดและดอกใหม่ ตลอดจนการเพิ่มผลผลิตของพืช ดร.สุริยา ศาสนรักกิจ ได้เสนอสูตรการทำปลาหมักไว้ ดังนี้

**2.6.1 หมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum*** ในการหมักปุ๋ยปลาหมัก พบว่าได้ผลดี โดยการหมักเศษปลาจำนวน 100 กิโลกรัม ใช้กากน้ำตาล 20 ลิตรเติมเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus* sp. จำนวน 10 ลิตร คนให้เข้ากัน ใช้เวลาการหมักประมาณ 1-2 เดือน ก็จะได้ปุ๋ยปลาหมักจากเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์สำหรับพืชและสัตว์ นอกจากนั้นหลังจากหมักเป็นปลาหมักแล้วยังสามารถนำปลาหมักไปเป็นอาหารเสริมสำหรับสุกร ลดการติดเชื้อของโรคทางเดินอาหารของสุกรอีกด้วย เช่น สารเร่ง พด. 2 เป็นเชื้อสารเร่งสำหรับทำปุ๋ยน้ำหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ (ปุ๋ยในรูปของเหลว ที่ได้จากการหมักเศษพืชผักผลไม้ ซากสัตว์) มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ต่าง ๆ ให้เป็นปุ๋ยเร็วขึ้น และยังทำให้คุณภาพของปุ๋ยดียิ่งขึ้น

**2.6.2 หมักโดยใช้กรดอินทรีย์** กรดอินทรีย์ที่นิยมใช้ในการผลิตปุ๋ยปลาหมักได้แก่ กรดมด (กรดฟอร์มิก หรือกรดกัตตาย) และกรดน้ำส้มสายชู (กรดอะซิติก) ซึ่งกรดทั้งสองมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศเดนมาร์ก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 1948 การใช้กรดทั้งสองชนิดในการผลิตปลาหมักเนื่องจากกรดมดหรือกรดกัตตาย เป็นกรดที่หาได้ง่ายในพื้นที่ที่ทำสวนยาง ได้แก่ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนกรดน้ำส้มสายชูจะถูกนำมาใช้ในฟริกคอง ซึ่งมีความเข้มข้นของกรด 5 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่จะนำมาใช้ในการผลิตปลาหมักเป็นกรดน้ำส้มสายชูเข้มข้นที่เรียกว่า “หัวน้ำส้ม” สามารถหาซื้อได้ในตลาดสดแทบทุกแห่ง

### 2.6.3 ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยปลา

ปุ๋ยปลาสามารถผลิตได้โดยการนำเอาฟองปลาและเลือดปลามาทำการบดให้ชิ้นส่วนต่างๆเหล่านี้มีขนาดเล็กลง จากนั้นนำไปหมักโดยใช้กรดมดเข้มข้น (formic acid) หรือกรดน้ำส้มสายชูเข้มข้น (acetic acid) ในปริมาณร้อยละ 3.5 มาผสมให้เข้ากันกับฟองปลาและเลือด นอกจากนี้ยังต้องเติมกากน้ำตาลในปริมาณร้อยละ 20 เพื่อช่วยดับกลิ่นคาวจากเศษปลา จากนั้นทำการคนให้เข้ากันและคนติดต่อกันอย่างน้อยเป็นเวลา 7 วัน ในระยะนี้จะสังเกตเห็นว่าฟองปลาเริ่มมีการละลายออกมาเป็นสารละลายเกือบหมดแล้วจากนั้นทำการหมักต่อไปอีกเป็นเวลา 21 วัน ในระหว่างที่ทำการหมักให้คนปุ๋ยปลาเป็นครั้งคราว การหมักปุ๋ยปลาถ้าใช้เวลานานจะได้ปุ๋ยปลาที่มีคุณภาพและกลิ่นที่ดี บางครั้งปุ๋ยปลาที่หมักได้จะมีคุณภาพของปุ๋ยที่มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบและกระบวนการหมัก แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีธาตุอาหารไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.5-1 เปอร์เซ็นต์ และมีจุลธาตุดังกล่าวข้างต้น เป็นองค์ประกอบ หลังจากหมักเป็นเวลา 1-2 เดือน แล้วปุ๋ยปลาจะมีกลิ่นหอมและกลายเป็นสีน้ำตาลเข้ม ก่อนนำปุ๋ยปลาไปใช้ต้องทำการสะเทินกรดที่เหลืออยู่ในปุ๋ยปลาเสียก่อน (กรดที่เหลือจะเป็นอันตรายต่อพืช ทำให้ใบไหม้ถ้าใช้ในความเข้มข้นสูง) โดยการใส่หินฟอสเฟตบด (ปุ๋ยสูตร 0-3-0) ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อปุ๋ยปลาจำนวน 100 ลิตร หมักทิ้งไว้อีก 1 สัปดาห์ จึงนำปุ๋ยปลาไปใช้ได้

ในกรณีที่ไม่มีหินฟอสเฟต อาจใช้กระดูกป่นหรือปูนโดโลไมท์ หรือปูนขาว อย่างใดอย่างหนึ่ง ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อปุ๋ยปลา 100 ลิตร เช่นเดียวกันกับหินฟอสเฟต การหมักกรดอินทรีย์มีข้อดี คือกรดสามารถหาซื้อได้ง่ายกว่ากรดฟอสฟอรัส และสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้ แต่มีข้อเสียคือ มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสต่ำ ดังนั้นหากมิใช่ นำไปใช้กับเกษตรอินทรีย์จึงมักแนะนำให้ผสมปุ๋ยเกล็ดที่มีสูตรตัวกลางสูง เช่น 12-57-17 หรือ 10-30-20 หรืออาจเป็นปุ๋ยเม็ดเช่น 16-20-0 หรือ 15-15-15 อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้จะทำให้ปุ๋ยปลาหมักมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

#### 2.6.4 วิธีสังเกตว่าเมื่อไรจึงจะนำปุ๋ยน้ำชีวภาพมาใช้ได้

1. ระยะที่ 1 สังเกตน้ำปุ๋ยจะออกเข้มข้น เป็นฟองใหญ่ไม่แตกง่าย
2. ระยะที่ 2 ฟองจะค่อยๆ เล็กและแตกง่าย จะมีกลิ่นหอม
3. ระยะที่ 3 ฟองจะค่อยๆ เล็กลงมีกลิ่นน้ำส้มและกลิ่นแอลกอฮอล์และฟองจะละเอียดมาก

#### วิธีใช้

1. กรณีใช้ฉีดพ่นทางใบ ใช้ปุ๋ยน้ำ 1 ลิตร ค่อน้ำ 100-150 ลิตรหรือปริมาณ 130 cc / น้ำ 20 ลิตร
2. กรณีใช้รดลงดิน ราดโคน ใช้ปุ๋ยน้ำ 1 ลิตร ค่อน้ำ 50 ลิตรหรือปริมาณ 400 cc / น้ำ 20 ลิตร ใช้อย่างน้อยปีละ 3-4 ครั้ง

### 2.7 การผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพเพื่อสร้างฮอร์โมนอินทรีย์ (ที่ใช้ในการทดลอง)

ดั่งที่กล่าวมาแล้วข้างต้นฮอร์โมนคือสารชนิดหนึ่งซึ่งควบคุมการเจริญเติบโตของพืชซึ่งได้มาจากพืชผลิตขึ้นเองตามธรรมชาติเรียกว่าฮอร์โมนอินทรีย์ หรือจากการสังเคราะห์ซึ่งมีความเข้มข้นสูงเรียกว่า ฮอร์โมนสังเคราะห์ การทำฮอร์โมนอินทรีย์นั้นมิชบวนการหมักเหมือนปุ๋ยน้ำชีวภาพทุกประการ แต่ส่วนผสมของวัสดุหมักและเป้าหมายของการหมักคือใช้วัสดุที่เมื่อย่อยสลายแล้วทำให้มีฮอร์โมนอินทรีย์ละลายออกมาจำนวนมากเพื่อไปใช้ประโยชน์ในการฉีดพ่นเพื่อการกระตุ้นให้พืชเจริญงอกงามเร็วขึ้นหรือยับยั้งการเจริญเติบโตด้านลำต้นใบแล้วกระตุ้นการออกดอกออกผลของพืช ในการทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพขึ้นมา 2 สูตร เพื่อให้เป็นฮอร์โมนที่มุ่งเน้นกระตุ้นสปูดำให้ออกดอกติดผล และเพิ่มน้ำมันในเมล็ดให้มากขึ้นเรียกว่า ฮอร์โมนอินทรีย์ สูตร-1 และฮอร์โมนอินทรีย์ สูตร-2 เพื่อใช้เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีและฮอร์โมนสังเคราะห์อื่นๆ

### 2.8 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของสปูดำและการปลูกสปูดำ

สปูดำ จัดเป็นพืชในวงศ์ Euphorbiaceae ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกับมันสำปะหลัง ขางพารา สปูดำมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas* L. ชื่อสามัญคือ physic nut ทั้งนี้ คำว่า Jatropha มีรากศัพท์มาจากทางการแพทย์ของภาษากรีก 2 คำ คือ iatros แปลว่า หมอ และ trophe แปลว่า อาหาร ส่วนคำว่า curcas เป็นชื่อเรียกของสปูดำ บริเวณเมือง Malabar ในประเทศอินเดีย นอกจากนี้ ยังมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปในแต่ละประเทศอีกด้วย เช่น purging nut ( อังกฤษ) pourghere, pignon d'Inde ( ฝรั่งเศส) purgeemoot ( เนเธอร์แลนด์) purgueira ( โปรตุเกส) fagiola d'India ( อิตาลี) kadam ( เนปาล) yu-lu-tzu ( จีน) tubang-bakod ( ฟิลิปปินส์) jarak budge ( อินโดนีเซีย) bagani ( ไอเวอรี่โคสต์) butuje ( ไนจีเรีย) pinoncillo ( เม็กซิโก) tempate ( คอสตาริกา) mundubi-assu ( บราซิล) pinol ( เปรู) และ pinon ( กัวเตมาลา) จึงเป็นที่น่าสังเกตได้ว่า ต้นสปูดำสามารถเจริญเติบโตได้เกือบทั่วโลก ทำให้มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตาม สันนิษฐานกันว่า สปูดำเป็นพืชพื้นเมืองแถบทวีปอเมริกากลาง อเมริกาใต้ และ แอฟริกาใต้ สำหรับ

ในประเทศไทย คาดว่าถูกนำเข้ามาในช่วงคริสตศตวรรษที่ 18 หรือช่วงปลายสมัย กรุงศรีอยุธยาโดย พ่อค้าชาวโปรตุเกส รัชชื้อเมล็ดไปคั้นน้ำมันสำหรับทำสบู่ หลังจากนั้น ได้มีการปลูกกันแพร่หลายในทุกภาคของประเทศไทย และมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปสาเหตุที่เรียกว่า ต้นสบู่ดำ หรือต้นสบู่ เพราะมีน้ำยางสีขาวคล้ายสบู่บริเวณลำต้นและกิ่ง ทางภาคเหนือเรียกว่า มะหุ้งฮั่ว ไท้-ยู หรือเกงยู ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกว่า มะเข่า มั๊กเข่า หรือสีหลอด ส่วนภาคใต้เรียกว่า หงส์เทศ และภาษายาวี เรียกว่า ยาเขาะ เป็นต้น ต้นสบู่ดำเป็นพืชที่มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ ( $2n = 22$ ) เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง และอาจมีความสูง กว่า 5 เมตร อายุยืนกว่า 20 ปี ลำต้นและยอดเกลี้ยงเกลาไม่มีขน เนื้อไม้ไม่มีแก่น ระบบรากเป็นแบบรากแก้ว



### ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสับดูดำ

1) ลำต้น มีเปลือกเรียบ สีเทา ลำต้นเกลี้ยง อวบน้ำ เป็นไม้เนื้ออ่อน ไม่มีแก่น หักง่าย

2) ใบ เป็นแบบใบเดี่ยว แผ่นใบเป็นแบบ palmately compound, orbicular-cardate (broadly-ovate) คล้ายๆใบพุดตาลหรือใบฝ้าย แต่หนากว่าเพราะมีพวกไขเคลือบอยู่ที่ผิวใบ ขอบใบมีรอยหยักตื้นๆ ตั้งแต่ 3-7 หยัก กว้างและยาวประมาณ 6-15 เซนติเมตร (ขึ้นกับพันธุ์และความสมบูรณ์ของต้น) ฐานใบเป็นแบบ cordate ปลายเป็นแบบ mucronate ยกเว้นปลายใบตรงตำแหน่งหยักตรงกลางเป็นแบบ acute การจัดเรียงตัวของเส้นใบเป็นแบบ palmately netted แผ่นใบมีสีเขียวใบไม้ ขนาดของแผ่นใบเฉลี่ยมีความยาวประมาณ 19.78 เซนติเมตร และมีความกว้างประมาณ 16.67 เซนติเมตร ใบสับดูดำมีส่วนของก้านใบเชื่อมติดกับส่วนของลำต้น ก้านใบสีเขียว ความยาวก้านใบประมาณ 2.5-7.5 เซนติเมตร ตำแหน่งของการเกิดใบจะเกิดสลับกัน สับดูดำมักจะทิ้งใบในฤดูแล้งและเมื่อแล้งจัดก็จะทิ้งใบหมดทั้งต้น

3) ดอก ออกบริเวณปลายกิ่ง ลักษณะเป็นช่อดอกแบบ compound dichasia เป็นดอกไม้สมบูรณ์เพศ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกัน (monoecious) แต่อยู่ภายในช่อดอกเดียวกัน โดยออกเป็นช่อบริเวณซอกใบส่วนปลายของยอด ช่อดอกยาวประมาณ 6-10 เซนติเมตร ลักษณะดอกเป็นรูปถ้วย ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจำนวน 5 กลีบ เท่าๆ กัน กลีบเลี้ยงมีสีเขียวอ่อนอมเหลือง กลีบดอกมีสีเหลืองอมขาว มีต่อมน้ำหวานติดอยู่ที่โคนด้านในของกลีบดอก ดอกตัวผู้มีจำนวนเกสรตัวผู้จำนวน 10 อัน เรียงเป็นวงละ 5 อัน 2 ชั้น ดอกตัวเมียประกอบด้วยรังไข่และยอดเกสรตัวเมียเป็นรูปสามง่าม ส่วนของรังไข่แบ่งออกเป็น 3 พู (carpel) อัตราส่วนของตัวผู้ : ดอกตัวเมีย ประมาณ 7:1 สับดูดำเป็นพืชผสมข้าม ดอกตัวผู้ในช่อเดียวกันบานก่อนที่ดอกตัวเมียพร้อมที่จะรับการผสม (receptive) จึงต้องมีแมลงช่วยในการผสมพันธุ์ เช่น ผีเสื้อกลางคืน และผึ้ง โดยดอกตัวผู้และตัวเมียจะมีความพร้อมสำหรับการผสมพันธุ์ในช่วงกลางวัน ดอกสมบูรณ์เพศหรือดอกกะเทยที่สามารถผสมตัวเองได้ จะพบในปริมาณน้อย ปริมาณดอกย่อยประมาณ 70-120 ดอกต่อ 1 ช่อ แต่จะติดผลเพียง 6-15 ผลเท่านั้น

4) ผล มีรูปร่างค่อนข้างกลมและป้อม บางทีก็มีเหลี่ยม มี 3 พู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.04 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองสดและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนในที่สุด เมื่อปล่อยให้ผลแห้งคาต้นเปลือกนอกของผลจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ผลแห้งจะไม่แตกออก ผลสด 1 ผล มีน้ำหนักประมาณ 15.06 กรัม ผลแห้งน้ำหนักจะลดลงเหลือเพียง 2.60 กรัม อายุของผลสับดูดำตั้งแต่ดอกถึงผลแก่ประมาณ 60-90 วัน

5) เมล็ด รูปร่างเมล็ดของสับดูดำเป็นแบบรี มีเปลือกหุ้มสีดำ โดยมีเนื้อเยื่ออยู่ภายในเป็นที่สะสมพวกน้ำมันและสารพวก curcin เมล็ดประกอบด้วยเนื้อเมล็ดสีขาว (albumen หรือ karnel) ประมาณ 32% น้ำมัน 30-38% และเปลือก 30-38% ของน้ำหนักเมล็ด ซึ่งในปริมาณน้ำหนัก 100 เมล็ดจะหนักประมาณ

69.8 กรัม หรือประมาณ 1,000-2,000 เมล็ด/กิโลกรัม ส่วนของเนื้อเมล็ดและเปลือกมีน้ำมันประมาณ 51.99-62% และ 0.98% ของน้ำหนักเมล็ดตามลำดับขนาดของเมล็ดมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 1.94 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.16 เซนติเมตร เมล็ดแต่ละเมล็ดมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 0.64 กรัม เมล็ดสบู่ดำไม่มีการพักตัว

6) **น้ำยาง** มีลักษณะใส ไม่มีสี พบมากในส่วนของลำต้นอ่อนและก้านใบ ลำต้นแก่พบเฉพาะที่เปลือกเท่านั้น

7) **ระบบราก** สบู่ดำมีระบบรากฝอย (fibrous root system) รากจะงอกหลังเพาะเมล็ด 7-10 วัน และจะแพร่กระจายทั่วแนวรัศมีทรงพุ่มและแนวตั้ง

## 2.9 ประโยชน์ของสบู่ดำ

1) **ใบ** ใบอ่อนสามารถนำมาปรุง หรือต้มรับประทานได้อย่างปลอดภัย

2) **ลำต้น** ตัดเป็นท่อนต้มน้ำให้เด็กกินแก้ซาง ตาลขโมย ตัดเป็นท่อนแช่น้ำอาบแก้โรคพุพอง ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างและทำรั้วป้องกันสัตว์เลื้อยเข้าทำลายผลผลิต ใช้เป็นฟืนและถ่าน

3) **ดอก** เลี้ยงผึ้งเพื่อผลิตน้ำผึ้ง

4) **เมล็ด** ใช้เป็นยาถ่าย ยาระบาย กากเมล็ด ซึ่งเป็นส่วนที่เหลือจากการหีบเอาน้ำมันไปใช้แล้ว จะนำมาอัดเป็นก้อนส่วนนี้จะมีเคอร์ซิน (curcin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่เป็นพิษ เหมือนกับไรซิน (ricin) ในละหุ่ง ไม่เหมาะที่จะนำมาเลี้ยงสัตว์ แต่เหมาะที่จะนำไป ทำปุ๋ย หรือนำไปทำเป็นเชื้อเพลิง ให้กับเครื่องสตีมเทอร์ไบน์ (Steam turbine) สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในเมล็ดสบู่ดำยังมีสารพิษรุนแรงและเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ คือ curcin, curcasin, phytosterols, resin และสารในกลุ่ม phorbol esters ทำให้มีผลต่อระบบทางเดินอาหารและการหายใจ จึงมีการสกัดสารจากเมล็ดไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นสารชีวภาพกำจัดแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การลดการเข้าทำลายของหนอนเจาะต้นข้าว

5) **น้ำยาง** จากก้านใบ รักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือด แก้ปวดฟัน แก้ลิ้นเป็นฝ้าขาว โดยผสมกับน้ำมันมูรดา ป้ายลิ้น หรือใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น เบื่อปลา หรือเป็นของเล่น โดยเป่าน้ำยางสีขาวให้กลายเป็นฟองคล้ายฟองสบู่

6) **ราก** ใช้เป็นยาขับถ่ายพยาธิ

## 2.10 การปลูกและการดูแลรักษา

1) **สภาพพื้นที่ปลูก**

สบู่ดำเป็นพืชที่เพาะปลูก และขึ้นได้ง่าย จัดเป็นพืชทนความแห้งแล้ง ไม่ทนต่อสภาพน้ำขัง ปลูกได้ทุกภาคในประเทศไทย สามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดตั้งแต่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จนถึง

ความอุดมสมบูรณ์สูง อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ได้รับก็แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อม ดังนั้น การที่จะให้ได้ผลผลิตสูง ดินที่ปลูกควรมีความเป็นกรดเล็กน้อย ดินควรมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ มีการระบายน้ำดี และหากจะปลูกในที่ลุ่มควรทำทางระบายน้ำ จากข้อมูลและรายงานระบุว่า สบู่ดำสามารถเจริญเติบโตและอยู่รอดได้ในดินที่ไม่เหมาะสม และในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เช่น ดินด่าง ดินเค็ม ดินทราย ดินที่มีหินมาก หรือแม้แต่ดินที่มีฝนตกน้อยปีละ 200 มิลลิเมตร (Lele, 2005) แต่จะมีการปรับตัวได้ดีในเขตร้อนที่มีปริมาณฝน 300-1000 มิลลิเมตรต่อปี (Joker and Jepen, 2003) แต่ในแหล่งที่มีน้ำฝนมากกว่า 1000 มิลลิเมตรต่อปี และดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง เกษตรกรมักปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่า ดังนั้น การที่เกษตรกรจะเลือกปลูกพืชอะไรในที่ดินบริเวณไหน ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจึงเป็นเรื่องใหญ่ที่เกษตรกรต้องคำนึงถึงด้วย

## 2) ลักษณะชุดดิน

ในสภาพพื้นดินที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืชอื่นๆ พบว่าสบู่ดำยังสามารถเจริญเติบโตอยู่รอดได้ (Lele, 2005) เช่น ดินด่าง (alkaline soil) ดินเค็ม (saline soil) ดินทราย (sandy soil) หรือดินที่มีหินมาก (stony soil) หรือแม้แต่ในสภาพพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกน้อยปีละ 200 มิลลิเมตร ซึ่ง Joker and Jepsen (2003) สรุปว่าสบู่ดำถูกนำไปปลูกในที่ต่างๆ ทั่วโลก แต่ที่พบมีการปรับตัวได้ดีมักอยู่ในเขตร้อน (tropics) ในพื้นที่ดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดี ในแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ที่มีฝนตกมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี

## 3) การเตรียมดิน

โดยการไถพรวนในสภาพไร่ เพื่อให้ดินโปร่ง ระบายน้ำและอากาศได้ดี และเป็นกรกำจัดวัชพืช และหากเป็นที่ลุ่มควรมีการยกทรง เพื่อเป็นการระบายน้ำ สำหรับการปลูกเพื่อหวังผลตอบแทนสูง ทางเศรษฐกิจในระยะยาว เกษตรกรบางส่วนจะขุดหลุมปลูกและเตรียมหลุมปลูกอย่างดี ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่อนกันหลุมก่อนปลูก และมีการกำจัดวัชพืช และพรวนดินระหว่างแถวตามความเหมาะสม เนื่องจากสบู่ดำเป็นไม้พุ่มขนาดกลาง มีอายุยาวนานกว่า 50 ปี หากมีการวางแผนเตรียมการที่ดีตั้งแต่เริ่มต้น ย่อมได้รับผลตอบแทนที่ดีในระยะยาว

## 4) ระยะปลูก

ระยะปลูกและจำนวนต้นต่อพื้นที่จะแตกต่างกันไป ดังแสดงใน ตารางที่ 2.1 ตารางที่ 2.1 ระยะปลูกและจำนวนต้นต่อพื้นที่ตามสภาพพื้นที่

สภาพพื้นที่	แหล่งน้ำ	ระยะปลูก (เมตร)	จำนวนต้น/ไร่
ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ	สภาพน้ำฝน	1×1	1,600
ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง	สภาพน้ำฝน	2×1	800
ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง	น้ำชลประทานหรือมีแหล่งน้ำ	1.5×1.5	711
ความอุดมสมบูรณ์ดี	น้ำชลประทานหรือมีแหล่งน้ำ	2×1.5	533
ความอุดมสมบูรณ์ดี	น้ำชลประทานหรือมีแหล่งน้ำ	2×2	400

ความอุดมสมบูรณ์ดี	น้ำชลประทานหรือมีแหล่งน้ำ	2.5×2.5	256
ความอุดมสมบูรณ์ดี	น้ำชลประทานหรือมีแหล่งน้ำ	3×2	266

ที่มา: สมศักดิ์ ศรีสมบุญ, 2549

ระยะปลูกต้นสนุ่ดำที่ปลูกในแปลงเกษตรกรได้แก่ 2x2 เมตร (400 ต้น/ไร่) ในบางประเทศนิยมปลูกพืชอื่นร่วมระหว่างแถว เพื่อได้รับร่มเงาและป้องกันอันตรายจากสัตว์ต่าง ๆ

ฤดูปลูกที่เหมาะสม คือ ในฤดูฝน ตั้งแต่ช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม เพื่อให้ตั้งตัวได้ในช่วงแรก หลังปลูกควรให้น้ำทุก ๆ 10-15 วัน ควบคู่กับการกำจัดวัชพืชบริเวณโคนต้น โดยการฉีกและคลุมโคนต้นด้วยเศษซากพืชหรือแกลบ ซึ่งเป็นการช่วยรักษาความชื้นและเพิ่มธาตุอาหารในดิน

หลังจากปลูกประมาณ 1 เดือน ควรใส่ปุ๋ยบำรุงต้นสูตร-15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่อีกครั้งหลังการเก็บเกี่ยวครั้งแรก อย่างไรก็ตาม พบว่า ต้นสนุ่ดำมีความต้องการปุ๋ยในโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงกว่าฟอสฟอรัส ทั้งนี้ยังไม่มียางานถึงปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกต้นสนุ่ดำในประเทศไทย

ภายหลังการปลูก ลำต้นจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงควรตัดแต่งกิ่งเพื่อให้ต้นแตกกิ่งก้านมากขึ้น เพราะสะดวกในการเก็บเกี่ยว ได้ทำการศึกษา พบว่า ควรตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 หรือเมื่อมีอายุประมาณ 1 ปี ซึ่งในการพัฒนาการทางลำต้นในระยะนี้ สามารถตัดแต่งกิ่งได้ 3 ระดับ คือ ตัดแต่งกิ่งที่ข้อแยกที่ 1 ข้อแยกที่ 2 และข้อแยกที่ 3 ทั้งนี้ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ภายหลังการตัดแต่ง 6 สัปดาห์ การตัดแต่งกิ่งที่ข้อแยกที่ 1 จะทำให้เก็บเกี่ยวผลผลิตได้มากในฤดูฝน และสามารถติดดอกออกผลได้อีกครั้งในช่วงฤดูแล้งถัดไป เช่นเดียวกับการตัดแต่งกิ่งที่ข้อแยกที่ 2 แต่ให้ผลผลิตลดลง เพราะมีการทิ้งใบบางส่วนในช่วงฤดูแล้ง ขณะที่ต้นที่ตัดแต่งกิ่งที่ข้อแยกที่ 3 และต้นที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่งจะให้ผลผลิตต่ำกว่า เพราะมีการทิ้งใบเป็นจำนวนมากในช่วงฤดูแล้ง จึงแสดงให้เห็นว่า การตัดแต่งกิ่งต้นสนุ่ดำที่ข้อแยกที่ 1 จะช่วยให้มีระยะพัฒนาการทางลำต้นยาวนานขึ้น และสามารถสร้างยอดหรือกิ่งใหม่เพิ่มขึ้นได้มากกว่าปกติ ทำให้มีผลผลิตสูงขึ้นเพราะการออกดอกและติดผลจะเกิดจากยอดหรือกิ่งใหม่ของต้นสนุ่ดำ

## 2.11 การขยายพันธุ์สนุ่ดำ

ต้นสนุ่ดำเป็นพืชที่ทนและปรับตัวเข้ากับสภาพแห้งแล้งได้ดี แม้มีปริมาณน้ำฝนต่ำเพียง 300-1,000 มม.ต่อปี จึงทำให้เจริญได้ดีในแถบเขตร้อน หรือในพื้นที่ที่มีความสูงจนถึง 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล หรือพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ (Joker and Jepsen, 2003) จึงทำให้ต้นสนุ่ดำสามารถเจริญได้อย่างแพร่หลาย แม้ในพื้นที่มีสภาพไม่เหมาะสม ต้นสนุ่ดำสามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปีประมาณ 2-4 กิโลกรัม/ต้น/ปี อย่างไรก็ตาม ต้นสนุ่ดำอาจให้ผลผลิตสูงกว่านี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุ สภาพแวดล้อม การจัดการ และวิธีการปลูก โดยสามารถให้ผลผลิตได้ตั้งแต่ปีแรก และให้ผลผลิตสูงสุดเมื่ออายุประมาณ 3-5 ปี (Becker and Francis, 2000) ทั้งนี้สายพันธุ์ที่พบในประเทศไทยมีลักษณะของ

ผล 3 ลักษณะ คือ พันธุ์ที่มีผลกลมขนาดปานกลาง ผลกลมรีขนาดเล็ก และผลกลมขนาดปานกลางและเปลือกหนา (จร, 2527) การปรับปรุงพันธุ์อาจทำได้โดยใช้วิธีฉายรังสีแกมมาให้กับเมล็ดของต้นสบู่ดำ ซึ่งทำให้ต้นสบู่ดำมีลักษณะต้นเตี้ย ระยะเวลาออกดอกเร็วขึ้น และปริมาณผลผลิตต่อต้นสูง แต่มีขนาดของเมล็ดเล็กกว่าการไม่ฉายรังสี (วิมลรัตน์ และคณะ, 2533) สำหรับวิธีขยายพันธุ์อาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) เพาะเมล็ด วิธีการขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดสามารถทำได้โดย เลือกเมล็ดจากฝักที่มีสีเหลืองแก่แกมสีน้ำตาล ซึ่งเป็นระยะแก่เต็มที่ ไม่มีระยะพักตัว จึงงอกได้ทันทีภายใน 10 วัน หลังจากเพาะในดิน ทั้งนี้ เมล็ดสบู่ดำที่แก่เต็มที่หรืออยู่ในสภาพเมล็ดแห้งจะพ้นจากระยะพักตัวในช่วงผลสุกจึงสามารถนำไปปลูกได้ทันที การงอกจะมีส่วนของใบเลี้ยงคู่ 2 ใบ โผล่พ้นดินโดยการยืดตัวของส่วนใต้ข้อใบเลี้ยง หลังจากนั้น ต้นกล้าจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งควรอนุบาลต้นกล้าให้มีอายุประมาณ 2-3 เดือน หรือมีความสูงประมาณ 30-40 เซนติเมตร ก่อนนำไปปลูกในแปลง เพราะจะช่วยให้ต้นกล้าสามารถปรับตัวกับสภาพแปลงได้ดีและเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเริ่มให้ผลผลิตประมาณ 8-10 เดือน หลังปลูก สำหรับถ่วงเพาะหรือกระบะทรายใช้อัตราส่วน ดิน:ทราย:แกลบ:ปุ๋ยคอก เท่ากับ 3:3:3:1 (สมบัติ, 2548)

2) การปักชำ ควรใช้ท่อนพันธุ์ที่มีสีเขียวปนน้ำตาลเล็กน้อย ซึ่งเป็นกิ่งที่ไม่อ่อนและแก่เกินไป ทำให้สามารถแตกรากได้ง่าย สำหรับความยาวกิ่งปักชำที่เหมาะสม คือ ประมาณ 30 เซนติเมตร โดยปักลงในถ่วงเพาะหรือกระบะทรายอัตราส่วนเช่นเดียวกับดินผสมเพาะเมล็ด และใช้เวลาปักชำประมาณ 2 เดือน จึงสามารถนำไปปลูกและให้ผลผลิตหลังปลูกประมาณ 6-8 เดือน

3) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สามารถเลือกใช้จากส่วนของยอดอ่อน ใบ และก้านใบของต้นสบู่ดำ ปลูกเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์และชักนำได้ต้นอ่อนจำนวนมากหลาย ๆ ต้น จึงทำให้สามารถขยายพันธุ์ได้จำนวนมาก

## 2.12 การสกัดน้ำมันสบู่ดำ

1. การสกัดในห้องปฏิบัติการ ใช้วิธีบดให้ละเอียด แล้วสกัดด้วยตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ จะได้น้ำมัน 34.96% จากเมล็ด รวมเปลือกและ 54.68% จากเนื้อเมล็ด

2. การสกัดด้วยระบบไฮดรอลิกจะได้น้ำมัน 25-30 % มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15%

3. การสกัดด้วยระบบอัดเกลียว จะได้น้ำมัน 25-30% มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15%

กากสกัดน้ำมันด้วยวิธีที่ 2 และ 3 จะต้องนำเมล็ดมาทุบพอแตก แล้วนำไปเพิ่มความร้อน โดยการนำไปตากแดด หรือหนึ่ง หรือนำเข้าตู้อบ ก่อนนำเข้าเครื่องสกัด เพื่อให้การสกัดน้ำมันกระทำได้ง่ายขึ้น น้ำมันที่ได้จากการสกัดจะต้องนำไปกรองเอาสิ่งสกปรกออก หรือทิ้งไว้ให้ตกตะกอน ก่อนนำไปใช้งาน เครื่องหีบน้ำมันสบู่ดำสามารถหีบน้ำมันออกมาได้ 25 % ของน้ำหนักเมล็ด นั่นหมายถึงเมล็ดสบู่ดำ 4 กิโลกรัม หีบน้ำมันได้ 1 กิโลกรัม (ประมาณ 1 ลิตร) เหลือเป็นกากเมล็ดประมาณ 3 กิโลกรัม

## 2.13 ความเหมาะสมของสบู่ดำเพื่อผลิตเป็นพืชไบโอดีเซลชุมชน

สบู่ดำเป็นพืชที่มีความเหมาะสม ที่จะใช้เป็นพืชไบโอดีเซลเพื่อชุมชน ดังนี้

1. ขยายพันธุ์ง่าย ... ขยายพันธุ์ได้หลายวิธีและโตเร็ว เช่น เพาะเมล็ด ปักชำ และเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่ที่นิยมคือการเพาะเมล็ด

2. ไม่มีข้อจำกัดด้านสิ่งแวดล้อมการปลูก... สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลและระดับปริมาณน้ำฝน ไม่มีข้อจำกัดด้านดินปลูก ประเทศไทยและประเทศลาวสามารถปลูกได้ทั่วประเทศแต่ชอบที่สุดคือดินร่วนปนทราย

3. อายุการเก็บเกี่ยวสั้น แต่ต้นมีอายุยืน...สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตั้งแต่ 8 เดือนเป็นต้นไป ตลอดช่วงอายุ 50 ปี และเก็บได้ปีละหลายครั้ง

4. การลงทุนต่ำ... ต้นพันธุ์ราคาถูกและเครื่องหีบราคาถูก สบู่ดำเป็นพลังงานเพื่อชุมชนที่ดีเพราะการแปรรูปให้เป็นน้ำมันไบโอดีเซลง่ายและสะดวก เพียงผ่านกระบวนการหีบและกรองให้น้ำมันบริสุทธิ์ก็สามารถใช้กับเครื่องยนต์ได้เลย เครื่องหีบราคาถูกเช่นเครื่องหีบระดับชุมชนราคาประมาณ 100,000 บาทต่อระบบ สามารถผลิตได้ประมาณวันละ 100 ลิตร เป็นต้น

5. คุณสมบัติน้ำมันดี น้ำมันจากสบู่ดำมีคุณสมบัติด้านความหนืดต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นจึงเหมาะกับเครื่องยนต์การเกษตรเมื่อต้องใช้ในสภาพ B100

6. ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติหล่อลื่นเหนือกว่าน้ำมันดีเซล

7. เป็นน้ำมันเพื่อสิ่งแวดล้อม น้ำมันไบโอดีเซลจากสบู่ดำมีคุณสมบัติที่ดีในหลายด้าน สิ้นเปลืองน้ำมันน้อยกว่าน้ำมันดีเซล การหล่อลื่นดีกว่า ค่าควันทันน้อยกว่า ไม่กระจายแก๊มถัน(S)สู่ชั้นบรรยากาศ เป็นต้นในขณะที่น้ำมันดีเซลใช้แก๊มถัน(S)เป็นตัวหล่อลื่น ไบโอดีเซลไม่มีมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และที่สำคัญคือราคาถูกและเกษตรกรผลิตได้เอง

8. การเก็บรักษาง่าย ไม่ระเบิดเหมือนน้ำมันดีเซล (จุดติดไฟไบโอดีเซล 149 C จุดติดไฟของน้ำมันดีเซล 52 C)

9. วัสดุเหลือใช้มีประโยชน์ กากเมล็ดหรือกากผลสบู่ดำ สามารถนำมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดคุณภาพสูง ใช้ในชุมชนช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ดี ในขณะที่กิ่ง ก้านเป็นสมุนไพร เป็นต้น

## 2.14 พันธุ์สบู่ดำและผลผลิตต่อ / ไร่

เนื่องจากในประเทศไทยสบู่ดำเป็นพืชป่าที่ขาดการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่และขาดการปรับปรุงพันธุ์ดังนั้น พันธุ์ของสบู่ดำจึงเรียกชื่อพันธุ์ตามพื้นที่ปลูกหรือชื่อจังหวัดที่พบ พันธุ์ที่พบในเมืองไทยผลผลิตจึงอยู่ประมาณ 200-300 กิโลกรัม / ไร่ ผลผลิตสบู่ดำเมื่ออายุต้นพืช

4 ปี ดังนี้

พันธุ์พื้นเมืองตามจังหวัดต่างๆ ให้ผลผลิต 200-300 กิโลกรัม/ไร่

พันธุ์ที่ปรับปรุงแล้วตามสถานีวิจัยของทางราชการ ให้ผลผลิต 700-800 กิโลกรัม/ไร่

พันธุ์อินเดีย ให้ผลผลิต 2,000 – 2,200 กิโลกรัม/ไร่

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในกากสบู่ดำกับปุ๋ยอินทรีย์อื่นๆ

ชนิดของ ปุ๋ย	ไนโตรเจน		ฟอสฟอรัส		โพแทสเซียม	
	ประเทศ	ต่างประเทศ	ประเทศ	ต่างประเทศ	ประเทศ	ต่างประเทศ
	ไทย*	**	ไทย*	**	ไทย*	**
กาก สบู่ดำ	4.44	5.7-6.5	2.09	2.6-3.0	1.68	0.9-1.0
มูลโค/ กระบือ	0.89-1.32	2.0	0.69	1.5	1.66	2.0
มูลไก่	3.04	2.0-5.0	6.27	2.5-3.0	2.08	1.3-1.6

ที่มา : \* กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร

\*\* Jatrophaworld, 2004

ตารางที่ 2.3 แสดงเปรียบเทียบการให้ความร้อนของน้ำมันสบู่ดำกับน้ำมันอื่นๆ

คุณสมบัติ	น้ำมันดีเซล	น้ำมันสบู่ดำ
1.ค่าพลังงานความร้อน(kcl/kg)	10,170	9,470
2. ค่าควันดำ(%)	13.67	13.42
3. ก๊าซ CO(ppm.)	583	587
4. ก๊าซ SO <sub>2</sub> (ppm.)	125	No

ที่มา : จรูญ ก้อมคำพันธุ์ และ โยชิมุมิ ทาเคดะ, 2548

ตารางที่ 2.4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำมันสบู่อำ

องค์ประกอบ	ปริมาณที่พบ
ค่ากรด	38.2
ค่าสปอนนิฟิเคชัน	195.0
ค่าไอโอดีน	101.70
ค่าของความหนืด(31G)(กรดไขมันอิสระ)	40.40 cp
กรดพาล์มมิก	14.20
สเตียริก	6.90
โอเลอิก	43.10
ลิโนเลอิก	34.30
อื่นๆ	1.40

ที่มา : จรูญ ค้อมคำพันธุ์ และ โยชิมุมิ ทาคะ, 2548

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของน้ำมันสบู่อำกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว

รายการวิเคราะห์	น้ำมันสบู่อำ	น้ำมันดีเซล	วิธีที่ใช้วิเคราะห์
ความถ่วงจำเพาะ	d 15/4 0.9185	d 15/4 0.82-0.84	JIS-K-2249
จุดวาบไฟ	C 240	50Cp	JIS-K-2265
คาร์บอนตกค้าง	- 0.64	0.15 less	JIS-K-2270
ค่าของซีเทน	- 51.0	50 up	JIS-K-2271
การระเหย	C 295	350 less	JIS-K-2254
ค่าความหนืด	CS 50.73	2.7 up	JIS-K-2283
ปริมาณซัลเฟอร์	- 0.13	1.2 less	JIS-K-2273
ค่าทองแดงตกค้าง	1A -	-	JIS-K-2513
ค่าความร้อนที่ให้	Kc1/Kg 9.470	10.17	JIS-K-2271

ที่มา : จรูญ ค้อมคำพันธุ์ และ โยชิมุมิ ทาคะ, 2548

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### 3.1 วัสดุอุปกรณ์สำหรับงานวิจัย

- สบู่อุปกรณ์พิษณุโลกอายุ 6 เดือน จำนวน 150 ตัน
- ฮอร์โมนที่ใช้ในการทดสอบ
- สมุดบันทึก
- อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล
- ตลับเมตร
- ถังสำหรับใช้ฉีดพ่น
- กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร
- ถังน้ำสำหรับผสมสาร
- กล้องบันทึกภาพ ฯลฯ

##### 3.2 การวางแผนการทดลอง

โดยวางแผนการทดลองแบบ 6×5 Factorial in Completely Randomized Design \*(factorial in CRD) ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยหลักคือชนิดของฮอร์โมน 6 สำหรับทดลอง ปัจจัยรอง คือระดับความเข้มข้น 5 ระดับ จำนวน 5 ซ้ำ ดังนี้

**ปัจจัยหลัก** คือฮอร์โมนเพิ่มน้ำมัน 6 ชนิด คือ

1. ฮอร์โมนอินทรีย์เพิ่มน้ำมันสูตร-1 (ภูมิตักดี 2548)หรือฮอร์โมนสูตร-1 อักษรย่อว่า (H1)
2. ฮอร์โมนอินทรีย์เพิ่มน้ำมันสูตร-2 (ภูมิตักดี 2548)หรือเรียกว่า ฮอร์โมนสูตร-2 อักษรย่อว่า (H2)
3. ปุ๋ยน้ำพ่นทางใบสูตร 6-32-32 หรือเรียกว่า เคมีสูตร-1 อักษรย่อว่า (C1)
4. ปุ๋ยน้ำพ่นทางใบสูตร 0-0-60 หรือเรียกว่า เคมีสูตร-2 อักษรย่อว่า (C2)
5. ฮอร์โมนสังเคราะห์เร่งการติดผลและเร่งน้ำมัน(pacllobutrazol) ของเอกชน อักษรย่อว่า (R)
6. ฮอร์โมนสังเคราะห์เร่งน้ำมันเอธิฟอน(2-chloroethyl phosphonic acid) อักษรย่อว่า (E)

**ปัจจัยรอง** คือความเข้มข้นของสารเร่ง 5 ระดับ คือ\*\*

1. ไม้พ่นสาร(Control)
2. พ่นสารความเข้มข้น 20 ppm
3. พ่นสารความเข้มข้น 30 ppm
4. พ่นสารความเข้มข้น 40 ppm

5. ฟอสฟอรัสความเข้มข้น 50 ppm

\* = ดังนั้นจึงมีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 6 ชนิดสาร x 5 ระดับ x 5 ซ้ำ = 150 ต้น

\*\* = ทำการฉีดพ่นทุกต้นในปริมาณเท่ากันเวลา 8.30 น. โดยพ่น 15 วัน ต่อ 1 ครั้ง

ประกอบด้วย 30 กรรมวิธีดังนี้

อักษรย่อ	กรรมวิธี	อัตราการใช้
(H1-0)	ฮอร์โมนสูตร-1	ไม่ใส่ (Control)
(H1-20)	ฮอร์โมนสูตร-1	20 ppm
(H1-30)	ฮอร์โมนสูตร -1	30 ppm
(H1-40)	ฮอร์โมนสูตร -1	40 ppm
(H1-50)	ฮอร์โมนสูตร -1	50 ppm
(H2-0)	ฮอร์โมนสูตร-2	ไม่ใส่ (Control)
(H2-20)	ฮอร์โมนสูตร-2	20 ppm
(H2-30)	ฮอร์โมนสูตร-2	30 ppm
(H2-40)	ฮอร์โมนสูตร-2	40 ppm
(H2-50)	ฮอร์โมนสูตร-2	50 ppm
(C1-0)	เคมีสูตร-1	ไม่ใส่ (Control)
(C1-20)	เคมีสูตร-1	20 ppm
(C1-30)	เคมีสูตร-1	30 ppm
(C1-40)	เคมีสูตร-1	40 ppm
(C1-50)	เคมีสูตร-1	50 ppm
(C2-0)	เคมีสูตร-2	ไม่ใส่ (Control)
(C2-20)	เคมีสูตร-2	20 ppm
(C2-30)	เคมีสูตร-2	30 ppm
(C2-40)	เคมีสูตร-2	40 ppm
(C2-50)	เคมีสูตร-2	50 ppm
(R-0)	ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกชน	ไม่ใส่ (Control)
(R-20)	ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกชน	20 ppm
(R-30)	ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกชน	30 ppm
(R-40)	ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกชน	40 ppm
(R-50)	ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกชน	50 ppm
(E-0)	ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน	ไม่ใส่ (Control)
(E-20)	ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน	20 ppm
(E-30)	ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน	30 ppm
(E-40)	ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน	40 ppm
(E-50)	ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน	50 ppm

### 3.3 การผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพเพื่อผลิตฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-1 และ สูตร-2

**ปุ๋ยน้ำชีวภาพ** คือ สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักในสภาพอับอากาศโดยใช้เศษพืช หรือ สัตว์ ซึ่งจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ การหมักที่ สมบูรณ์แล้วจะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรท โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ในปริมาณที่ แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก ในขณะที่ฮอร์โมนพืช หมายถึงสารชนิดหนึ่งซึ่งควบคุม การเจริญเติบโตของพืชมีทั้งที่พืชผลิตขึ้นเองตามธรรมชาติเรียกว่าฮอร์โมนอินทรีย์ และฮอร์โมน สังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นสูง การทำฮอร์โมนอินทรีย์ในการทดลองนี้จึงเป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพชนิดหนึ่ง ที่ คัดเลือกส่วนผสมเมื่อภายหลังการย่อยสลายเสร็จแล้วต้องการให้มีฮอร์โมนอินทรีย์เข้มข้นขึ้นจำนวนมาก เพื่อไปใช้ประโยชน์ในการฉีดกระตุ้นให้สพู่คำออกดอกออกผลหรือกระตุ้นการสร้างน้ำมันในเมล็ด ประกอบด้วย 2 สูตรดังนี้

#### ส่วนผสมของฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-1 (ภูมิศักดิ์, 2548) ดังนี้

1) ส่าหเลีย	10	กิโลกรัม	2) กระจุกป่น	10	กิโลกรัม
3) ขนป่น	2	กิโลกรัม	4) โสนอินเดียป่น	5	กิโลกรัม
5) กากน้ำตาล	8	กิโลกรัม	6) น้ำตาลทรายแดง	3	กิโลกรัม
7) หัวเชื้อจุลินทรีย์ พด.2	1	ซอง	8) เติมน้ำให้ได้	200	ลิตร

#### ส่วนผสมของฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-2 (ภูมิศักดิ์, 2548) ดังนี้

1) ส่าหเลีย	10	กิโลกรัม	2) ถั่วแขกแห้งบดละเอียด	10	กิโลกรัม
3) หัวไชเท้าสับละเอียด	5	กิโลกรัม	4) บล๊อคโคลี่สับละเอียด	5	กิโลกรัม
5) นมสดจืด	3	กิโลกรัม	6) กากน้ำตาล	8	กิโลกรัม
7) หัวเชื้อจุลินทรีย์ พด.2	1	ซอง	8) เติมน้ำให้ได้	200	ลิตร

#### วิธีการผลิตฮอร์โมนอินทรีย์ทั้ง 2 สูตร ดังนี้

- นำวัสดุผสมมาหั่นให้ละเอียดต่ำกว่า 2 ซม. เทใส่ถัง 200 ลิตร แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน
- นำน้ำสะอาด (ไม่ควรใช้น้ำประปา) ประมาณ 20 ลิตรใส่ถังที่เตรียมไว้ แล้วเทหัวเชื้อจุลินทรีย์ พด.2 ลงไปใช้ไม้คนให้เข้ากันทิ้งไว้ 5 นาที
- นำ หัวเชื้อจุลินทรีย์ พด.2 ที่ละลายแล้วในข้อ 2 เทลงในถัง 200 ลิตร เติมน้ำให้เกือบเต็มถัง คลุกเคล้าให้เข้ากันปิดฝาพอประมาณทิ้งไว้ 1 เดือน โดยทำการคนทุกสัปดาห์ในกรณีมีแก๊สหรือ

กลิ่นเหม็นเกิดขึ้นให้เติมกากน้ำตาลและคนให้เข้ากันจะช่วยลดกลิ่นเหม็นลงได้เมื่อส่วนผสมทั้งหมดย่อยสลายดีแล้วทำการกรองเอาน้ำหมักไปใช้ในการทดลอง

### 3.4 การเตรียมแปลงทดลอง

ภายหลังจากเซ็นสัญญาได้รับการสนับสนุนงบประมาณงวดที่ 1 แล้ว คณะผู้วิจัยได้ทำได้ที่เก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองเพื่อการวิเคราะห์ธาตุอาหารและคุณสมบัติดินเบื้องต้นก่อนทำการทดลองเสร็จแล้วทำการไถพื้นที่ 2 ครั้ง คือ ไถตะและไถแปร เพื่อย่อยดินให้ละเอียด ในบริเวณบ้านโป่งดินดำ ต.หนองกระท้าว อ.นครไทย จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นพื้นที่ ที่ผู้คนสนใจปลูกสบู่ดำ ปาล์มน้ำมันและยางพารา

### 3.5 การเตรียมต้นกล้า

ทำการเพาะเมล็ดต้นกล้าพันธุ์สบู่ดำ พันธุ์พิษณุโลกจำนวน 500 ต้น โดยวัสดุเพาะเมล็ดคือดิน 1 ส่วน ผสมกับแกลบดำ 2 ส่วน ใส่ถุงดำขนาด 3X6 นิ้ว ในสภาพพรางแสงด้วยสแลน 50 % รดน้ำให้ชุ่มเมื่อต้นกล้าออกและโตได้อายุ 2 เดือนแล้วทำการคัดเลือกต้นที่มีขนาดเท่ากันเพื่อใช้ในการทดลอง 150 ต้น

### 3.6 การปลูกสบู่ดำ

นำต้นกล้าอายุ 2 เดือน ทำการปลูกต้นกล้าตามแผนการทดลองซึ่งคอยระวังอย่าให้เข้าดินที่ติดมากับต้นแตกเพราะจะทำให้ต้นกล้าเหี่ยวเฉาและชะงักการเจริญเติบโตได้ ทำการขุดหลุม ขนาด 30\*30\*30 ซม. ตามแผนการทดลองรวม 150 ต้น(หลุม) ระยะแถวและระยะต้น 2X2 เมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นมูลวัวแห้ง 2 กก./ต้น คลุกกับปุ๋ยเคมีสูตร-15-15-15 อัตรา 100 กรัม/ต้น(หลุม) รวม 150 ต้น

### 3.7 การจัดการระบบน้ำ

สูบน้ำจากบ่อดินขนาด 10 X 20 เมตรบริเวณใกล้แปลงทดลองไปไว้ที่ถังพักจากถังพักทำการต่อระบบน้ำโดยท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/4 นิ้ว ไปตามแถวต้นสบู่ดำแล้วต่อก๊อกน้ำเป็นระยะเพื่อใช้รดน้ำในตอนเช้าเวลา 8.30 น. ในเวลาฝนตกทิ้งช่วงโดยเฉพาะในช่วงเดือนธันวาคม มกราคม และ กุมภาพันธ์ ซึ่งไม่มีฝนตกเลยจึงทำการให้น้ำทุก 2 วันเพราะเป็นช่วงฤดูแล้งและอากาศร้อนมาก

### 3.8 การกำจัดวัชพืช

ทำการฉีดยาฆ่าหญ้าตามทางเดินและบริเวณระหว่างแถวด้วยสารเคมีไกลโฟเสท 48% รวม 4 ครั้ง เนื่องจากมีหญ้าขึ้นมาก ครั้งที่ 1 วันที่ 14 เดือนพฤศจิกายน 2551 และครั้งที่ 2 วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2552

ครั้งที่ 3 วันที่ 26 พฤษภาคม 2552 ครั้งที่ 4 วันที่ 15 สิงหาคม 2552 ส่วนบริเวณโคนต้นสับค้ำใช้จอบคาย  
หญ้ากำจัดวัชพืชแทนใช้สารเคมี

### 3.9 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลภายหลังจากปลูกสับค้ำแล้ว 1 เดือนเมื่อต้นพืชตั้งตัวได้ดีแล้ว ปลูกเมื่อ 1  
ตุลาคม 2551 และเริ่มเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบ (Vegetative phase) จากวันที่ 1 ธันวาคม  
2551 ไปทุก 15 วัน จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม 2552 ซึ่งสับค้ำเริ่มโตและพัฒนาช่อดอกบางส่วนแล้วจึงทำการ  
บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านดอกและให้ผลผลิต (Reproductive phase) จากเดือน  
เมษายน 2552 ไปจนถึง เดือน ตุลาคม 2552 ไปทุก 15 วัน ซึ่งสับค้ำสิ้นสุดช่วงการให้ผลพอดี

การนำเสนอข้อมูลในช่วงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบ (Vegetative phase) นั้นได้นำเสนอ  
ทุกครั้งที่มีการบันทึกข้อมูลรวม 9 ครั้ง ส่วนการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านดอกและ  
ให้ผลผลิตนั้น (Reproductive phase) เนื่องจาก ในหนึ่งต้นของสับค้ำการพัฒนาการออกดอก กลายเป็นผล  
ขนาดเล็ก เป็นผลขนาดใหญ่ และสุกแก่พร้อมเก็บเกี่ยวก่อนที่จะกะเทาะเอาเมล็ดได้นั้นมีการพัฒนาการ  
ต่อเนื่องกันอยู่ตลอดเวลา และในหนึ่งต้นสับค้ำจะสุกไม่พร้อมกัน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการรวม  
ข้อมูลของทุกครั้งที่สำรวจตลอดช่วงการออกดอกและให้ผลผลิต (Reproductive phase) เข้าด้วยกัน แล้วจึง  
นำมาหาค่าเฉลี่ยต่อต้นของแต่ละกรรมวิธีที่จัดการด้วยฮอร์โมนต่างๆ ตามรายการต่อไปนี้

#### 1) รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมในแปลงปลูก

เนื่องจากพื้นที่ทำการทดลองอยู่ในขอบข่ายการบันทึกข้อมูลภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศ  
อุตุนิยมหาวิทยาลัย อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลกซึ่งมีการเก็บข้อมูลอย่างละเอียดอยู่แล้วดังนั้นจึงได้  
ประสานเพื่อขอข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนจากสถานีดังกล่าวเพื่อประกอบการพิจารณาผลจาก  
สภาพแวดล้อมที่มีต่อการเจริญเติบโตของสับค้ำ ตลอดช่วงที่ทำการวิจัย

#### 2) วิเคราะห์ข้อมูลดินและน้ำในแปลงวิจัย

ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินและน้ำจากบ่อดินในบริเวณบ้านโป่งดินดำ ต.หนองกระเทียม อ.นคร  
ไทย จังหวัดพิษณุโลก พื้นที่ทดลองตามแผนการวิจัยไปวิเคราะห์หา N-P-K , pH , OM ที่ศูนย์พัฒนาที่ดิน  
เขต 5 จังหวัดขอนแก่น

#### 3) วิเคราะห์ฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-1 และ ฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-2

เนื่องจากการทดลองครั้งนี้มุ่งเน้นการใช้ฮอร์โมนเพื่อเพิ่มผลผลิตและน้ำมันในเมล็ดสับค้ำดังนั้นสูตรของ  
ฮอร์โมนอินทรีย์ ที่ใช้ในการทดลองจึงเป็นกลุ่มเพื่อเพิ่มธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเป็นส่วนใหญ่  
เมื่อการผลิตฮอร์โมนอินทรีย์สิ้นสุดลงแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างฮอร์โมนอินทรีย์ทั้ง 2 สูตรอย่างละ 5

ตัวอย่างต่อหนึ่งรายการวิเคราะห์ แล้วนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการและจำนวนจุลินทรีย์ที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก

#### 4) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นกิ่งและใบของสับปะรด (Vegetative phase)

โดยเริ่มบันทึกการเจริญเติบโตของสับปะรดตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2551 เป็นต้นมาจนถึงวันที่ 30 มีนาคม 2552 ในทุก 2 สัปดาห์ รวม 9 ครั้ง โดยทำการบันทึก ความสูงของลำต้น ขนาดลำต้น จำนวนกิ่ง จำนวนใบ และขนาดทรงพุ่ม ดังนี้

- (1) บันทึกความสูงของลำต้น โดยวัดทุก 1 สัปดาห์เริ่มวัดเมื่อ 1 เดือนหลังย้ายปลูก จนกระทั่งสับปะรดเริ่มออกดอก โดยใช้ตลับเมตรวัดจากผิวดินจนถึงปลายยอดที่สูงที่สุด
- (2) บันทึกขนาดลำต้น โดยวัดทุก 1 สัปดาห์เริ่มวัดเมื่อ 1 เดือนหลังย้ายปลูกเป็นต้นไป โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์วัดที่ระดับความสูงจากระดับผิวดิน 5 เซนติเมตร
- (3) บันทึกจำนวนกิ่งต่อต้น โดยวัดทุก 1 สัปดาห์เริ่มวัดเมื่อ 1 เดือนหลังย้ายปลูกเป็นต้นไป โดยนับกิ่งที่มีความยาว 5 เซนติเมตรขึ้นไป รวมกันในหนึ่งต้นแล้วหาค่าเฉลี่ย
- (4) บันทึกจำนวนใบต่อต้น โดยวัดทุก 1 สัปดาห์เริ่มวัดเมื่อ 1 เดือนหลังย้ายปลูกเป็นต้นไป นับจำนวนใบทั้งหมดในหนึ่งต้นรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย
- (5) บันทึกขนาดทรงพุ่ม โดยวัดทุก 1 สัปดาห์ เริ่มวัดเมื่อ 1 เดือนหลังย้ายปลูกเป็นต้นไป โดยใช้ตลับเมตรวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงพุ่มบริเวณที่กว้างที่สุดของทรงพุ่มสับปะรดแล้วหาค่าเฉลี่ย

#### 5) บันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต (Reproductive phase)

โดยเริ่มบันทึกตั้งแต่สับปะรดเริ่มพัฒนาช่อดอก เป็นต้นไปในทุก 2 สัปดาห์ ตั้งแต่ 15 เมษายน – สิงหาคม 2552 รวม 10 ครั้ง ตามรายการต่อไปนี้

- (1) จำนวนช่อดอก/กิ่ง ทำการนับจำนวนช่อดอกที่เกิดขึ้นในหนึ่งกิ่งแล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีตลอดช่วงเก็บข้อมูล
- (2) จำนวนช่อดอกต่อต้น ทำการบันทึกจำนวนช่อดอกที่โตเต็มที่แล้วในหนึ่งต้นนับรวมกันเพื่อหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีตลอดช่วงเก็บข้อมูล
- (3) จำนวนผล/พวง ทำการบันทึกจำนวนผลต่อพวงโดยสุ่มนับจำนวน 5 พวงต่อต้นเมื่อผลแก่เต็มที่ แล้วหาค่าเฉลี่ยตลอดช่วงเก็บข้อมูล
- (4) จำนวนผล/กิ่ง ทำการบันทึกจำนวนผลต่อกิ่งโดยสุ่มนับจำนวน 5 ช่อต่อต้นเมื่อผลแก่เต็มที่ (ผลมีสีเขียวเข้ม) แล้วหาค่าเฉลี่ยตลอดช่วงเก็บข้อมูล
- (5) จำนวนผลสุก/ต้น ทำการนับจำนวนผลสุกต่อต้นที่พร้อมเก็บเกี่ยวแล้วในแต่ละครั้งแล้วนับรวมกันในแต่ละต้นตลอดช่วงการทดลองเพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธี

(6) **ขนาดของผล (เซนติเมตร)** ทำการบันทึกขนาดความใหญ่ของผลโดยสุ่มวัดผลสุ่มค่าที่พร้อมเก็บเกี่ยวแล้วมาต้นละ 10 ผล ใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลตามแนวขวาง บริเวณที่กว้างที่สุด แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีตลอดช่วงเก็บข้อมูล

(7) **ขนาดความยาวของผล (เซนติเมตร)** ทำการบันทึกขนาดความยาวของผลโดยสุ่มวัดจำนวนต้นละ 10 ผล บริเวณที่ผลยาวที่สุด โดยใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์แล้วหาค่าเฉลี่ย ในแต่ละกรรมวิธีตลอดช่วงเก็บข้อมูล

(8) **น้ำหนักผลสุก/ต้น (กรัม/ต้น)** ทำการรวบรวมผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เมื่อผลสุบุดำสุกเต็มที่แล้ว ในแต่ละครั้ง(ผลมีสีเหลืองอมน้ำตาลเกิน 70% แล้วทำการชั่งน้ำหนักเอาไว้เพื่อหาน้ำหนักรวมต่อต้นของสุบุดำก่อนที่จะหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

(9) **สัดส่วนเปลือกต่อเมล็ด** ทำการเลือกผลสุบุดำในแต่ละกรรมวิธี มา 10 ผลแล้วแยกเปลือกต่อเมล็ดออกจากกันทำการชั่งน้ำหนักเปลือกต่อเมล็ด แล้วเปรียบเทียบน้ำหนักของเมล็ดกับน้ำหนักส่วนเปลือกทำเช่นนี้ 3 ครั้งในแต่ละกรรมวิธีเพื่อหาค่าเฉลี่ยเพื่อประเมินคุณภาพของสุบุดำปกติแล้วสัดส่วนของเปลือกจะมีประมาณ 70 % สัดส่วนของเมล็ดจะมีประมาณ 30 % โดยน้ำหนักหรือ 7.0/3.0 หรือเปลือกผล 70%/ เมล็ด 30%

(10) **น้ำหนักเมล็ด/ต้น (กรัม/ต้น , สุบุดำอายุหลังปลูก 1 ปี)** ทำการบันทึกน้ำหนักเมล็ดที่สุกแล้วโดยแยกเปลือกและเมล็ดออกจากกันและทำการสุ่มชั่งน้ำหนักเมล็ด ต้นละ 10 ผลแล้วหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ด (เมล็ดมีสีดำ)

(11) **น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม, สุบุดำอายุหลังปลูก 1 ปี)** ทำการบันสุ่มเมล็ดในแต่ละกรรมวิธีมา 100 เมล็ด เพื่อหาน้ำหนักและความแน่นเนื้อของเมล็ดทำเช่นนี้ 3 ครั้งในแต่ละกรรมวิธี แล้วหาค่าเฉลี่ย

(12) **เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด (สุบุดำอายุหลังปลูก 1 ปี)** การบันทึกปริมาณน้ำมันสุบุดำที่หีบแล้วในแต่ละกรรมวิธี โดยเก็บผลสุบุดำในขณะที่ผลมีสีเหลือง ประมาณ 70%ของผล แกะเมล็ดออกมาตากแดดให้แห้งโดยให้ความชื้นต่ำกว่า 15 % แล้วทำการหีบเอาน้ำมัน น้ำมันที่ได้นำมาเทียบเป็นเปอเซ็นต์กับน้ำหนักเมล็ดทำเช่นนี้ในทุกกรรมวิธี แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธี

(13) **ผลผลิตน้ำมัน / ต้น (สุบุดำอายุหลังปลูก 1 ปี)** ทำการรวบรวมเมล็ดสุบุดำในแต่ละต้นไปตลอดช่วงการทดลองแล้วนำเมล็ดที่ตากแห้งแล้วมาหีบเอาน้ำมันเพื่อหาปริมาณน้ำมันต่อต้น

(14) **ผลผลิตน้ำมัน / ไร่ (สุบุดำอายุหลังปลูก 1 ปี)** ทำการรวบรวมเมล็ดสุบุดำในแต่ละต้นไปตลอดช่วงการทดลองแล้วนำเมล็ดที่ตากแห้งแล้วมาหีบเอาน้ำมันเพื่อหาปริมาณน้ำมันต่อต้นเสร็จแล้วทำการคำนวณปริมาณน้ำมันต่อพื้นที่โดยนำมาคูณกับจำนวนต้นที่มีในแปลงนั้นๆทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะปลูกเป็นสิ่งสำคัญว่าจะมีจำนวนต้นเท่าใดในการทดลองครั้งนี้ใช้ระยะปลูก 2X2เมตร จึงมีจำนวนต้น 400 ต้น/ไร่

## 6) วิเคราะห์ต้นทุนของฮอร์โมนและความเป็นไปได้ในการใช้ฮอร์โมนเพิ่มผลผลิตและน้ำมันสบู่ดำ โดยสังเขป

### (1) ต้นทุนของฮอร์โมนพืชแต่ละชนิด

รวบรวมค่าใช้จ่ายในการผลิตฮอร์โมนแต่ละชนิดแล้วคิดหาค่าต่อ 1 ลิตร เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

(2) ความเป็นไปได้ในทางเศรษฐกิจเพื่อใช้ฮอร์โมนเพิ่มผลผลิตและน้ำมันในเมล็ดสบู่ดำ ทำการเปรียบเทียบผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในรูปของเมล็ดสบู่ดำ ปริมาณน้ำมันและมูลค่าของน้ำมันที่ได้เปรียบเทียบกับระหว่างเมื่อใช้ฮอร์โมนแต่ละชนิดกับกรรมวิธีควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ฮอร์โมน

### (3) การพัฒนาชีวมวลของสบู่ดำ(Biomass)

เป็นการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อใช้ประโยชน์จากสบู่ดำในด้านอื่นๆนอกเหนือจากเป้าหมายเพื่อปลูกเอามล็ดทำไบโอดีเซลเช่น การปลูกสบู่ดำเป็นชีวมวลเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าหรือการผลิตสบู่ดำเพื่อเป็นสมุนไพรหรือยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น โดยทำการศึกษการพัฒนาชีวมวลของสบู่ดำในแต่ละช่วงอายุคือ 1,3,6,9 ,12 เดือนโดยทำการเลือกต้นสบู่ดำที่เหมาะสมเป็นตัวแทนเพื่อการศึกษาจำนวน 5 ต้น แต่ละช่วงอายุดังกล่าวตัวอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้รากขาดแล้วนำสบู่ดำที่ได้ไปทำการตัดแยกส่วนและล้างรากเพื่อหาน้ำหนักในแต่ละส่วนซึ่งได้แก่ ใบ ลำต้น กิ่ง ราก สบู่ดำที่ใช้ศึกษาชีวมวลนี้เป็นคนละส่วนกับที่ใช้ทดลองการจัดการฮอร์โมนฯ

## 7) การอบรมขยายผลของโครงการ

ทำการอบรมขยายผลโครงการ 1 ครั้งพร้อมทำการประเมินผลการอบรมโดยทำการจัดอบรมผลการวิจัยในครั้งนี้บางส่วนและที่รวบรวมมาทำเป็น VCD อบรมการปลูกสบู่ดำและการนำเมล็ดสบู่ดำมาทำไบโอดีเซลใช้ในครัวเรือนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญตามรายละเอียดที่ได้กำหนดไว้ในแผนงบประมาณของโครงการ โดยอบรมให้ผู้แทน อบต. เทศบาลหรือหน่วยงานในระดับท้องถิ่น พร้อมทั้งประเมินผลการอบรมโดยใช้แบบสอบถามทั้งปลายปิดและปลายเปิดซึ่งแยกเป็น 5 ส่วนสำคัญ ดังนี้ (แบบสอบถามอยู่ในภาคผนวก )

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าอบรม เน้นการศึกษา สถานภาพ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสบู่ดำ และไบโอดีเซล ประสบการณ์การปลูกสบู่ดำ ประสบการณ์เกี่ยวกับไบโอดีเซล

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจด้านเทคโนโลยีและวิชาการ

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจในประสิทธิภาพ(สูตรฮอร์โมนอินทรีย์ชีวภาพ )

ส่วนที่ 4 ความพึงพอใจด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ (เทคโนโลยีที่เหมาะสม)

ส่วนที่ 5 ความพึงพอใจด้านต่างๆ เช่น วิทยากรบรรยาย การต้อนรับ การประชาสัมพันธ์ การมีส่วนร่วม ความเหมาะสมของระยะเวลาการอบรม อาหารและเครื่องดื่ม เป็นต้น

### 3.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

รวบรวมข้อมูลจากการวิจัยนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA)

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

### 3.11 สถานที่ทำการวิจัย

ทำการปลูกทดลองในแปลงวิจัยบ้านโป่งดินดำ ต.หนองกระท้าว อ.นครไทย จังหวัดพิษณุโลก  
ระยะปลูก 2X2 เมตร รวม 150 ต้น

### 3.12 แผนการดำเนินงาน 1 ปี (ระยะเวลาวิจัย ตุลาคม 2551 – พฤศจิกายน 2552)

กิจกรรม	ปี 2551      ปี 2552 ..... →											
	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย.
1. เตรียมพื้นที่และเตรียมต้นกล้า					→		→					
2. วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร							→					
3. ปลูกสับคั่ว							→					
4. ให้น้ำและกำจัดวัชพืช	→				→							→
5. บันทึกการเจริญเติบโต	→		→						→			→
6. ฟันฮอร์โมนเร่งน้ำมัน				→	→							
7. เก็บเกี่ยวผลผลิต						→	→					
8. หีบน้ำมันจากเมล็ดสับคั่ว						→	→					
9. วิเคราะห์ผลและสรุปผล							→	→				
10. อบรมขยายผล							→	→				
11. ทำรายงานฉบับสมบูรณ์							→	→				

## บทที่ 4 ผลการทดลอง

### 4.1 ผลรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมในแปลงปลูก

#### 4.1.1 อุณหภูมิ

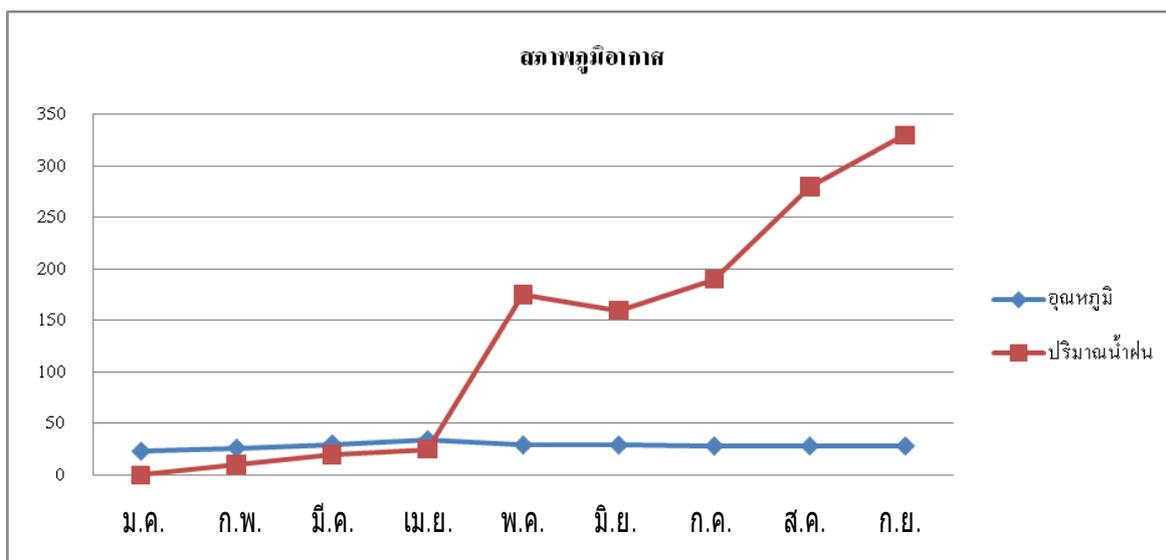
สภาพภูมิอากาศในช่วงบันทึกการเจริญเติบโตด้านลำต้นกิ่งใบและการออกดอกติดผลระหว่างเดือน มกราคม 2552 ถึงเดือน กันยายน 2552 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลทางด้านอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน จากสถานีตรวจอากาศอุตุวิทยามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งแปลงวิจัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวได้แสดงในตารางที่ 4.1 ภาพที่ 4.1 ซึ่งพบว่าสภาพอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงระหว่าง 23 – 34 C มีค่าเฉลี่ยประมาณ 28 C ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิปกติ

#### 4.1.2 ปริมาณน้ำฝน

ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนของแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยเดือนมกราคมไม่มีฝนตกเลย ฝนเริ่มตกในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน ปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 175 – 330 mm. เฉลี่ยประมาณ 227 mm. ต่อเดือนดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ ภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนในเขตพื้นที่ทำการทดลอง ( ม.ค. – ก.ย. 2552 )

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
อุณหภูมิ (C)	23	26	30	34	29	29	28	28	28
ปริมาณน้ำฝน (mm)	0	10	20	25	175	160	190	280	330



**ภาพที่ 4.1** กราฟแสดงสภาพแวดล้อมพื้นที่ทำการทดลอง  
ที่มา: สถานีตรวจอากาศอุษุณิยวิทยา อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก

#### 4.2 ผลวิเคราะห์ข้อมูลดินและน้ำในแปลงวิจัย(ก่อนการทดลอง)

สภาพพื้นที่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีความลาดเอียงเล็กน้อย(ต่ำกว่า 3%) ก่อนการทดลองได้เก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเคมีต่างๆพบว่าลักษณะ โดยทั่วไปเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก ปฏิกริยาดินเป็นกรด อินทรีย์วัตถุในระดับต่ำ หน้าดินดินบนเป็นดินร่วนปนทรายมีอินทรีย์วัตถุต่ำ ธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อยู่ในระดับต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับดินทั่วไป ดังตารางที่ 4.2 และ ภาพที่ 4. 2

#### ตารางที่ 4.2 แสดงคุณสมบัติของดินและน้ำในแปลงทดลอง

สมบัติของดิน					สมบัติ ของน้ำ
pH	OM (%)	Total N (%)	Available P (%)	Exchangeble K(%)	pH = 8.0
5.8	1.05	0.09	0.0006%	0.0019%	



**ภาพที่ 4.2** ลักษณะดินของแปลงวิจัย

### 4.3 ผลวิเคราะห์ฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-1 และ ฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-2

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของฮอร์โมนอินทรีย์สูตร - 1 และฮอร์โมนอินทรีย์สูตร- 2 พบว่า มีปฏิกิริยาเป็นกรดจัด ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อยู่ในระดับที่สูงเป็นไปตามเป้าหมายการพัฒนาสูตรฮอร์โมนอินทรีย์เพื่อการเร่งน้ำมันในเมล็ดสบู่ดำ ส่วนธาตุอาหารเสริมที่สำคัญนั้นพบว่าปริมาณต่ำถึงต่ำมาก 3-450 ppm โดยเฉพาะสังกะสี อย่างไรก็ตามระดับดังกล่าวพอเพียงต่อการเจริญเติบโตของสบู่ดำเพราะพืชทั่วไปจะดูดธาตุอาหารเสริมไม่เกิน 5 ppm เป็นส่วนใหญ่ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 ส่วนผลการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์นั้นพบว่าจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์อยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในสูตรที่ 2 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการของฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-1และสูตร-2

สมบัติของสารเพิ่มน้ำมัน	ฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-1	ฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-2
pH	3.67	3.64
Total N	1866 ppm	1655 ppm
Available P	363 ppm	649 ppm
Exchangeable K	496 ppm	842 ppm
เหล็ก(Fe)	360 ppm	450 ppm
ทองแดง (Cu)	20 ppm	36 ppm
สังกะสี (Zn)	3 ppm	8 ppm
แมงกานีส(Mn)	50 ppm	63 ppm

หมายเหตุ วิเคราะห์โดยฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ในสอร์โมนอินทรีย์สูตร-1และสูตร-2

ประเภท	ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ 30 °C			หมายเหตุ
		รา	แบคทีเรีย	แอกติโนมัยซีส	
สอร์โมนอินทรีย์สูตร-1	3.67	$2 \times 10^1$	$6 \times 10^4$	$1.2 \times 10^5$	
สอร์โมนอินทรีย์สูตร-2	3.64	$1 \times 10^2$	$5 \times 10^6$	$2 \times 10^5$	



ภาพที่ 4.3 สอร์โมนอินทรีย์(การหมักสอร์โมนอินทรีย์สูตร-1และสูตร-2)

#### 4.4 ผลบันทึกการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นกิ่งและใบของสนุ่นดำ (Vegetative phase)

(เป็นข้อมูลของสนุ่นดำหลังปลูก 1 ปี)

##### 1) ความสูงของสนุ่นดำ

จากการศึกษาทดลองฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนทำให้ความสูงเฉลี่ยของสนุ่นดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 5 อันดับแรกคือ กรรมวิธี (E -30) , (H2-20) , (E -40) , (E -20) และ (E -50) ตามลำดับ มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 85.2 , 85, 84.4, 82.4 และ 82.2 เซนติเมตร ตามลำดับ และความสูงเฉลี่ยต่ำสุด 3 อันดับสุดท้าย คือ กรรมวิธีที่ (C1-20) , (C1-40) , และ (C1-0) ตามลำดับ มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 59 , 58.4 และ 54.8 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดการเรียงอันดับทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 4.5 , ตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.5 แสดงอันดับด้านความสูงของสนุ่นดำที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	ผลการวิจัย ความสูง (ซม.)	อันดับที่	กรรมวิธี	ผลการวิจัย ความสูง (ซม.)	อันดับที่
(E-30)	85.2	1	(R-0)	70.6	16
(H2-20)	85	2	(R-20)	69.8	17
(E-40)	84.4	3	(R-30)	68.4	18
(E-20)	82.4	4	(C2-20)	64.4	19
(E-50)	82.2	5	(C2-50)	63.8	20
(H1-30)	80.8	6	(C2-0)	63	21
(H1-40)	80.4	7	(R-40)	62.4	22
(H2-50)	79.6	8	(R-50)	62	23
(H1-20)	79.4	9	(C2-40)	61.8	24
(H2-30)	77.2	10	(C2-30)	59.2	25
(H1-50)	76.2	11	(C1-30)	59	26
(E-0)	74.8	12	(C1-50)	59	27
(H1-40)	74.2	13	(C1-20)	59	28
(H2-0)	73.2	14	(C1-40)	58.4	29
(H1-0)	73.2	15	(C1-0)	54.8	30

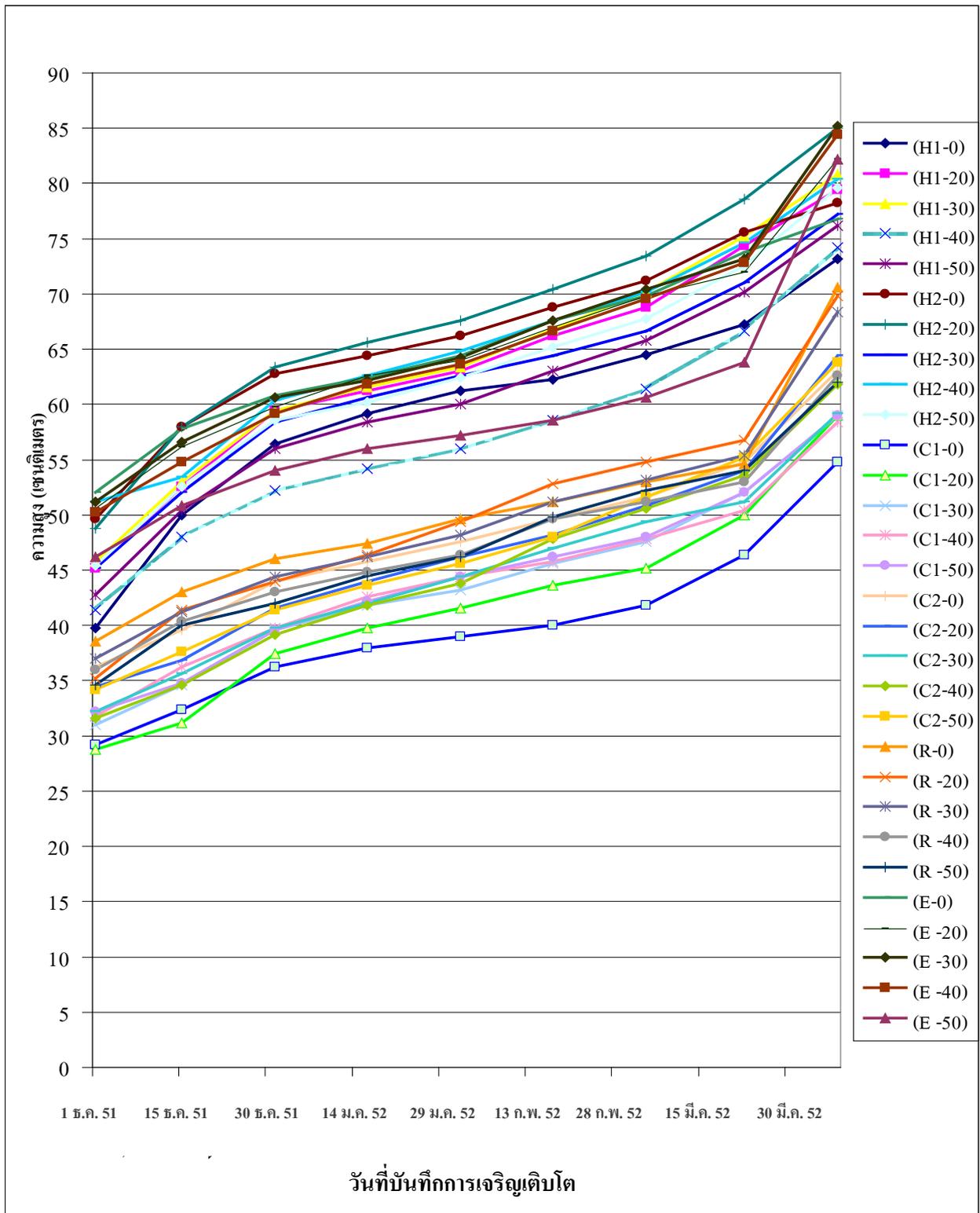
ตารางที่ 4.6 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของสับคั่วที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วย  
ฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : cm)

กรรมวิธี	วันที่บันทึกผลการเจริญเติบโต								
	1 ธ.ค. 51	15 ธ.ค. 51	30 ธ.ค. 51	14 ม.ค. 52	29 ม.ค. 52	13 ก.พ. 52	28 ก.พ. 52	15 มี.ค. 52	30 มี.ค. 52
(H1-0)	39.8g	50f	56.4f	59.2e	61.2d	62.3e	64.5d	67.2g	73.2f
(H1-20)	45.2d	52.6e	59.4e	61.2d	63d	66.2d	68.8d	74.4c	79.4d
(H1-30)	45.8d	53e	59.4e	61.6d	63.4d	66.8c	70.2c	75.2c	80.8d
(H1-40)	41.4f	48f	52.2g	54.2f	56f	58.6f	61.4e	66.6g	74.2f
(H1-50)	42.8e	50.4f	56f	58.4e	60e	63e	65.8d	70.2f	76.2e
(H2-0)	49.6a	58a	62.8b	64.4b	66.2b	68.8b	71.2b	75.6b	78.2f
(H2-20)	48.8b	58a	63.4a	65.6a	67.6a	70.4a	73.4a	78.6a	85a
(H2-30)	45.2d	52e	58.4e	60.6d	62.6d	64.4d	66.6d	71e	77.2e
(H2-40)	51.2a	53.4d	60.4c	62.6c	64.8c	67.6c	70.2c	74.6c	80.4d
(H2-50)	45.4d	52.6e	58.6e	60.2d	62.4d	65.2d	67.8d	72.6d	79.6d
(C1-0)	29.2n	32.4m	36.2m	38l	39l	40l	41.8l	46.4l	54.8l
(C1-20)	28.8n	31.2m	37.4m	39.8l	41.6l	43.6k	45.2k	50l	59l
(C1-30)	31n	34.6l	39.6m	41.8k	43.2k	45.6k	47.6k	52k	59l
(C1-40)	31.8n	36.2k	39.8l	42.6k	44.4k	45.8k	47.8k	50.4k	58.4l
(C1-50)	32.2m	34.8l	39.6m	42.2k	44.4k	46.2k	48k	52k	59l
(C2-0)	36.2i	39.6j	44i	45.8i	47.6i	49.6i	51.6i	54.8i	63k
(C2-20)	34.4k	36.8k	41.6k	44j	46.2j	48.2j	50.8j	54k	64.4i
(C2-30)	32.2m	35.6k	39.8l	42k	44.4k	47k	49.4j	51.2k	59.2l
(C2-40)	31.6n	34.6l	39.2m	41.8k	43.8k	47.8j	50.6j	53.6k	61.8k
(C2-50)	34.2l	37.6k	41.4k	43.6j	45.6j	48j	51.6i	55.2i	63.8j
(R-0)	38.6h	43g	46h	47.4g	49.6g	51.2h	53h	54.6j	70.6g
(R-20)	35.2j	41.4h	44i	46.4h	49.4g	52.8g	54.8f	56.8h	69.8g
(R-30)	37i	41.2h	44.4i	46.2h	48.2h	51.2h	53.2g	55.4i	68.4h
(R-40)	36i	40.4i	43j	44.8j	46.4j	49.6i	51.2j	53k	62.6k
(R-50)	34.6k	40i	42k	44.5j	46.2j	49.8i	52.2h	54k	62k
(E-0)	52a	57.8a	60.8c	62.4c	64.4c	67.6c	69.8c	73.8d	76.8e
(E-20)	50.6a	56.2b	59.8d	62.6c	64c	67c	69.8c	72d	82.2c
(E-30)	51.2a	56.6a	60.6c	62.2c	64.2c	67.6c	70.4b	73.2d	85.2a
(E-40)	50.2a	54.8c	59.2e	61.8d	63.6c	66.6c	69.6c	72.8d	84.4b
(E-50)	46.2c	50.8f	54g	56f	57.2f	58.6f	60.6e	63.8g	82.2c
เฉลี่ย	40.28	45.45	49.98	52.13	54.02	56.57	58.96	62.50	70.79
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV.(%)	3.8	11.7	12.4	11.5	11.4	11.2	11	13.2	17.4

\*, \*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 4.4 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของสบูดำที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ



## 2) ขนาดลำต้นของสปูดำ

จากการทดลองฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆทำให้ขนาดลำต้นเฉลี่ยของสปูดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีขนาดลำต้นเฉลี่ยสูงสุด 5 อันดับแรกคือ กรรมวิธี (E-20) , (E-40) , (E-30) , (E-50) และ (H1-50) ตามลำดับ มีขนาดลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 11 , 10.6, 10.6, 10.5 และ 10.3 เซนติเมตร ตามลำดับ และขนาดลำต้นเฉลี่ยต่ำสุด 3 อันดับสุดท้าย คือ กรรมวิธี (H2-0), (R-0) , และ (C1-40) ตามลำดับ มีขนาดลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.3 , 8.2 และ 8.1 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดการเรียงอันดับทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.7 , ตารางที่ 4.8 และ ภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.7 แสดงอันดับทางด้านขนาดลำต้นของสปูดำที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	ผลการวิจัย ขนาดลำต้น (ซม.)	อันดับที่	กรรมวิธี	ผลการวิจัย ขนาดลำต้น (ซม.)	อันดับที่
(E-20)	11	1	(C1-20)	8.8	16
(E-40)	10.6	2	(H2-50)	8.7	17
(E-30)	10.6	3	(C2-0)	8.7	18
(E-50)	10.5	4	(R-30)	8.7	19
(H1-50)	10.3	5	(R-50)	8.7	20
(H1-40)	10.2	6	(C2-40)	8.6	21
(H1-20)	10	7	(C2-50)	8.6	22
(H1-30)	9.9	8	(C1-30)	8.6	23
(C2-20)	9	9	(C1-50)	8.5	24
(E-0)	8.9	10	(R-20)	8.5	25
(H1-0)	8.9	11	(R-40)	8.4	26
(C1-0)	8.9	12	(H2-30)	8.3	27
(C2-30)	8.9	13	(H2-0)	8.3	28
(H2-40)	8.8	14	(R-0)	8.2	29
(H2-20)	8.8	15	(C1-40)	8.1	30

ตารางที่ 4.8 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านขนาดลำต้นของสับปะรดที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ(หน่วย : cm)

กรรมวิธี	วันที่บันทึกผลการเจริญเติบโต								
	1 ธ.ค. 51	15 ธ.ค. 51	30 ธ.ค. 51	14 ม.ค. 52	29 ม.ค. 52	13 ก.พ. 52	28 ก.พ. 52	15 มี.ค. 52	30 มี.ค. 52
(H1-0)	2.04a	2.5	3	3.5	4.2c	5c	6c	8d	8.9d
(H1-20)	2.06a	2.5	3	3.5	4c	5c	6c	8d	10b
(H1-30)	2.04a	2.5	3	3.5	4c	5c	6c	8d	9.9b
(H1-40)	2a	2.5	3	3.5	4.2c	5c	6c	8d	10.2b
(H1-50)	2a	2.5	3	3.5	4.3c	5c	6c	8d	10.3b
(H2-0)	2a	2.5	3	3.5	3.96c	5c	6c	7f	8.3d
(H2-20)	2a	2.5	3	3.5	4.3c	5c	6c	7.2f	8.8d
(H2-30)	2a	2.5	3	3.5	4.1c	5c	6c	7.1f	8.3d
(H2-40)	2a	2.5	3	3.5	4.3c	5c	6c	7.4f	8.8d
(H2-50)	2a	2.5	3	3.5	4.1c	5c	6c	7.4f	8.7d
(C1-0)	2a	2.5	3	3.5	3.96c	5c	6.4b	7.6e	8.9d
(C1-20)	2a	2.5	3	3.5	3.92c	5c	6c	7.2f	8.8d
(C1-30)	2a	2.5	3	3.5	4.1c	5c	6c	7.1f	8.6d
(C1-40)	2a	2.5	3	3.5	4c	5c	6c	7f	8.1d
(C1-50)	2a	2.5	3	3.5	4.2c	5c	6c	7.2f	8.5d
(C2-0)	2a	2.5	3	3.5	4.2c	5c	6c	7.3f	8.7d
(C2-20)	2a	2.5	3	3.5	4.2c	5c	6c	7.6e	9c
(C2-30)	2a	2.5	3	3.5	4.3c	5c	6c	7.4f	8.9d
(C2-40)	2a	2.5	3	3.5	4.2c	5c	6c	7.2f	8.6d
(C2-50)	2a	2.5	3	3.5	4c	5c	6c	7.2f	8.6d
(R -0)	2a	2.5	3	3.5	4c	5c	6c	7f	8.2d
(R -20)	2a	2.5	3	3.5	4.1c	5c	6c	7.2f	8.5d
(R -30)	2a	2.5	3	3.5	4.1c	5c	6c	7.2f	8.7d
(R -40)	2a	2.5	3	3.5	4.1c	5c	6c	7.1f	8.4d
(R -50)	2a	2.5	3	3.5	4.1c	5c	6c	7.2f	8.7d
(E -0)	2.04a	2.5	3	3.5	4.2b	5c	6c	8.4c	8.9d
(E -20)	2.08a	2.5	3	3.5	4.3a	5.2b	6.2c	8.7b	11a
(E -30)	2.08a	2.5	3	3.5	4.9b	6a	7a	8.8a	10.6b
(E -40)	2.04a	2.5	3	3.5	4.86b	6a	7a	8.9a	10.6b
(E -50)	2.08a	2.5	3	3.5	4.96b	6a	7a	8.9a	10.5b
เฉลี่ย	2.02	2.50	3.00	3.50	4.21	5.11	6.12	7.61	9.10
F-test	ns	-	-	-	**	**	**	**	**
CV. (%)	0.14	-	-	-	1.55	1.5	0.27	0.12	3.2

\*, \*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติค่าเฉลี่ยของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT



### 3) จำนวนกิ่งต่อต้าน

จากการทดลองฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆทำให้จำนวนกิ่งเฉลี่ยของสับปุ่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยสูงสุด 5 อันดับแรกคือ กรรมวิธี(H2-40), (H2-20) , (H2-30) , (H1-20) และ (H1-30) กิ่งตามลำดับ มีจำนวนกิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 , 4.4, 4.4, 4.2 และ 4.2 กิ่งตามลำดับ และจำนวนกิ่งเฉลี่ยต่ำสุด 3 อันดับสุดท้าย คือ กรรมวิธี(C2-50) , (C2-0) , และ (R-0) ตามลำดับ มีจำนวนกิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 2.4 , 2.4 และ 2.4 กิ่งตามลำดับ โดยมีรายละเอียดการเรียงอันดับทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 4.9, ตารางที่ 4.10 และ ภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.9 แสดงอันดับจำนวนกิ่งต่อต้านของสับปุ่นที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	ผลการวิจัย จำนวนกิ่ง (กิ่ง)	อันดับที่	กรรมวิธี	ผลการวิจัย จำนวนกิ่ง (กิ่ง)	อันดับที่
(H2-40)	4.6	1	(C1-5)	3.4	16
(H2-20)	4.4	2	(E-40)	3.4	17
(H2-30)	4.2	3	(E-50)	3.4	18
(H1-20)	4.2	4	(E-30)	3.2	19
(H1-30)	4.2	5	(E-20)	3	20
(H1-40)	4	6	(R-50)	3.8	21
(H1-50)	3.8	7	(C2-30)	2.6	22
(C1-40)	3.6	8	(C2-20)	2.6	23
(C1-30)	3.6	9	(C2-40)	2.6	24
(H2-50)	3.6	10	(R-20)	2.6	25
(H2-0)	3.6	11	(R-40)	2.4	26
(H1-0)	3.6	12	(R-30)	2.4	27
(E-0)	3.6	13	(C2-50)	2.4	28
(C1-0)	3.4	14	(C2-0)	2.4	29
(C1-20)	3.4	15	(R-0)	2.4	30

ตารางที่ 4.10 แสดงการเจริญเติบโตจำนวนกิ่งต่อต้นของสับปะรดที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : กิ่ง)

กรรมวิธี	วันที่บันทึกผลการเจริญเติบโต								
	1 ธ.ค. 51	15 ธ.ค. 51	30 ธ.ค. 51	14 ม.ค. 52	29 ม.ค. 52	13 ก.พ. 52	28 ก.พ. 52	15 มี.ค. 52	30 มี.ค. 52
(H1-0)	0.6c	1.6c	1.6c	1.6c	2.6c	2.6c	3.6a	4.6a	3.6e
(H1-20)	0.4d	1.4d	1.4d	1.4c	2.4d	2.6c	3.2c	4.2c	4.2c
(H1-30)	0.4d	1.4d	1.4d	1.4c	2.4d	2.6c	3.2c	4.2c	4.2c
(H1-40)	0.4d	1.4d	1.4d	1.4c	2.4d	2.6c	3c	4c	4d
(H1-50)	0.2d	1.2d	1.2d	1.2c	2.2d	2.6c	2.8d	3.8d	3.8d
(H2-0)	0.4d	1.4d	1.4d	1.4c	2.4d	2.4d	3c	4c	3.6e
(H2-20)	0.8b	1.8b	1.8b	1.8b	2.8b	2.8b	3.4b	4.4b	4.4b
(H2-30)	1a	2a	2a	2a	3a	3a	3.4b	4.4b	4.4b
(H2-40)	1a	2a	2a	2a	3a	3a	3.6a	4.6a	4.6a
(H2-50)	1a	2a	2a	2a	3a	3a	2.6d	3.6e	3.6e
(C1-0)	0.4d	1.4d	1.4d	1.4c	2.4d	2.4d	2.4d	3.4f	3.4f
(C1-20)	0.2d	1.2d	1.2d	1.2c	2.2d	2.2d	2.4d	3.4f	3.4f
(C1-30)	0.4d	1.4d	1.4d	1.4c	2.4d	2.4d	2.6d	3.6e	3.6e
(C1-40)	0.2d	1.2d	1.2d	1.2c	2.2d	2.2d	2.6d	3.6e	3.6e
(C1-50)	0d	1d	1d	1c	2d	2.2d	2.4d	3.4f	3.4f
(C2-0)	0d	1d	1d	1c	2d	2d	2d	2.4f	2.4f
(C2-20)	0d	1d	1d	1c	2d	2d	2d	2.6f	2.6f
(C2-30)	0d	1d	1d	1c	2d	2d	2d	2.6f	2.6f
(C2-40)	0d	1d	1d	1c	2d	2d	2d	2.6f	2.6f
(C2-50)	0d	1d	1d	1c	2d	2d	2d	2.4f	2.4f
(R -0)	0d	1d	1d	1c	2d	2d	2d	2.4f	2.4f
(R -20)	0d	1d	1d	1c	2d	2d	2d	2.6f	2.6f
(R -30)	0d	1d	1d	1c	2d	2d	2d	2.4f	2.4f
(R -40)	0d	1d	1d	1c	2d	2d	2d	2.4f	2.4f
(R -50)	0d	1d	1d	1c	2d	2d	2d	2.8f	2.8f
(E -0)	1a	2a	2a	2a	3a	3a	3c	3.6e	3.6e
(E -20)	1a	2a	2a	2a	3a	3a	3c	3f	3f
(E -30)	1a	2a	2a	2a	3a	3a	3c	3.2f	3.2f
(E -40)	1a	2a	2a	2a	3a	3a	3c	3.6e	3.4f
(E -50)	1a	2a	2a	2a	3a	3a	3c	3.2f	3.4f
เฉลี่ย	0.41	1.41	1.41	1.41	2.41	2.45	2.64	3.37	3.32
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV.(%)	23.4	6.8	6.8	6.8	4	4.3	11.4	12.8	12.9

\*, \*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT



#### 4) จำนวนใบต่อต้น

จากการทดลองฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ ทำให้จำนวนใบเฉลี่ยของสับรู่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด 5 อันดับแรกคือ กรรมวิธี(E-40), (E-20), (E-30), (E-50) และ (H1-50) มีจำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 83 , 82.4 , 81.6 ,79.4 และ 73.4 ตามลำดับ และจำนวนใบเฉลี่ยต่ำสุด 3 อันดับสุดท้ายคือ กรรมวิธีที่(C2-50) , (R-30) , และ(C2-30)ตามลำดับมีจำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 59.2 , 59 และ 56.2 ใบ ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดการเรียงอันดับทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 4.11, ตารางที่ 4.12 และ ภาพที่ 4.7

ตารางที่ 4.11 แสดงอันดับจำนวนใบต่อต้นของสับรู่ที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	ผลการวิจัย จำนวนใบ (ใบ)	อันดับที่	กรรมวิธี	ผลการวิจัย จำนวนใบ (ใบ)	อันดับที่
(E-40)	83	1	(C1-20)	67.2	16
(E-20)	82.4	2	(C1-30)	63.4	17
(E-30)	81.6	3	(C2-40)	62.2	18
(E-50)	79.4	4	(H1-0)	62	19
(H1-50)	73.4	5	(R-50)	61.8	20
(H2-30)	73	6	(R-40)	61.8	21
(H2-40)	72.6	7	(C1-50)	61	22
(H1-20)	72	8	(R-0)	60.4	23
(H2-50)	71.2	9	(R-20)	60.2	24
(H1-40)	71	10	(C1-40)	60	25
(H1-30)	70.8	11	(C2-20)	60	26
(H2-20)	70	12	(C2-0)	59.2	27
(H1-0)	69.8	13	(C2-50)	59	28
(E-0)	69.8	14	(R-30)	56.4	29
(H2-0)	69.8	15	(C2-30)	56.2	30

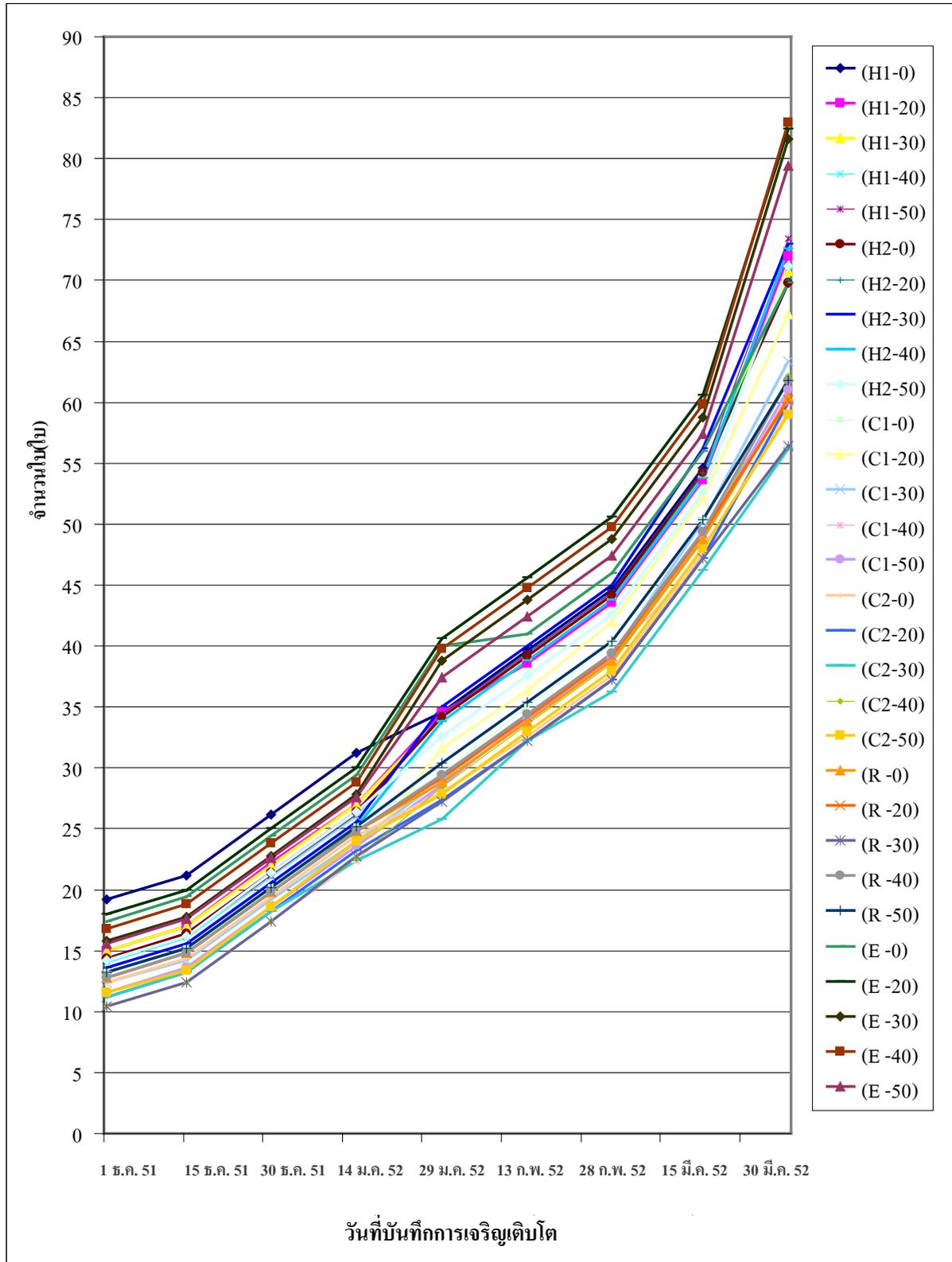
ตารางที่ 4.12 แสดงการเจริญเติบโตจำนวนใบต่อต้นของสปีดที่ที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : ใบ)

กรรมวิธี	วันที่บันทึกผลการเจริญเติบโต								
	1 ธ.ค. 51	15 ธ.ค. 51	30 ธ.ค. 51	14 ม.ค. 52	29 ม.ค. 52	13 ก.พ. 52	28 ก.พ. 52	15 มี.ค. 52	30 มี.ค. 52
(H1-0)	19.2a	21.2a	26.2a	31.2a	34.6e	39.6g	44.6f	54.6f	69.8d
(H1-20)	15f	17g	22.2g	27g	34.6e	38.6i	43.6h	53.6h	72c
(H1-30)	15f	17g	22g	27g	34.2e	39.2g	44.2f	54.2f	70.8c
(H1-40)	14g	16g	21h	26i	34.4e	39.4g	44.4f	54.4f	71c
(H1-50)	14.2g	16.2g	21.2h	26.2h	34.4e	39.4g	44.4f	54.4f	73.4c
(H2-0)	14.4g	16.4g	21.4h	26.4h	34.2e	39.2g	44.2f	54.2f	69.8d
(H2-20)	12.8h	14.8h	19.8i	25j	33.8e	38.8h	43.8g	54.2f	70d
(H2-30)	13.6h	15.6h	20.6i	25.6j	35d	40f	45f	56.2e	73c
(H2-40)	13.2h	15.2h	20.2i	25.2j	33.8e	38.8h	43.8g	53.8g	72.6c
(H2-50)	14.2g	16.2g	21.4h	26.4h	32.6f	37.6j	42.6i	52.6i	71.2c
(C1-0)	13.2h	15.2h	20.2i	25.2j	29.6h	35i	40.2k	50.4k	62f
(C1-20)	11.6h	13.6h	18.6i	22.6j	31.6g	36.4k	42j	52.2j	67.2e
(C1-30)	12.4h	14.2h	19.2i	24j	29h	34.4l	39.2k	50.2k	63.4f
(C1-40)	10.4h	12.4h	17.4i	22.4j	28.6h	34.2l	39.2k	47.2k	60f
(C1-50)	11.6h	13.6h	18.6i	23.6j	28.6h	34l	39k	49k	61f
(C2-0)	12.4h	14.4h	19.4i	24.4j	28h	32.6l	37.6k	47.6k	59.2f
(C2-20)	11.2h	13.2h	18.2i	23.2j	27.4h	32.2l	37.2k	47.2k	60f
(C2-30)	11.2h	13.2h	18.2i	22.4j	25.8h	32.2l	36.2k	46.2k	56.2f
(C2-40)	10.4h	12.4h	17.4i	22.6j	28.4h	33.6l	38.6k	48.6k	62.2f
(C2-50)	11.6h	13.4h	18.6i	24j	27.8h	33l	38k	48k	59f
(R -0)	12.8h	14.8h	19.8i	24.8j	28.8h	33.8l	38.8k	48.8k	60.4f
(R -20)	12.8h	14.8h	19.8i	24.8j	29.2h	34.2l	39.2k	49.2k	60.2f
(R -30)	10.4h	12.4h	17.4i	22.8j	27.2h	32.2l	37.2k	47.2k	56.4f
(R -40)	12.8h	14.8h	19.8i	24.8j	29.4h	34.4l	39.4k	49.4k	61.8f
(R -50)	13.2h	15.2h	20.2i	25.2j	30.4g	35.4l	40.4k	50.4k	61.8f
(E -0)	17.4c	19.4c	24.4c	29.4c	40a	41e	46e	56e	69.8d
(E -20)	18b	20b	25b	30b	40.6a	45.6a	50.6a	60.6a	82.4a
(E -30)	15.8e	17.8e	22.8e	27.8e	38.8b	43.8c	48.8c	58.8c	81.6a
(E -40)	16.8d	18.8d	23.8d	28.8d	39.8a	44.8b	49.8b	59.8b	83a
(E -50)	15.6f	17.6f	22.6f	27.6f	37.4c	42.4d	47.4d	57.4d	79.4b
เฉลี่ย	13.57	15.56	20.58	25.55	32.27	37.19	42.18	52.21	67.35
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV.(%)	35.5	30.6	22.7	18.87	26.9	27.4	24.5	19.7	38.3

\*, \*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติค่าเฉลี่ยของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 4.7 แสดงการเจริญเติบโตจำนวนใบต่อต้นของสปีดค่าที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ



### 5) ขนาดทรงพุ่มของสบู่ดำ

จากการทดลองฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ ทำให้ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยของสบู่ดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยสูงสุด 5 อันดับแรกคือ กรรมวิธี(H2-20), (H1-30), (E-20), (C2-20)และ (H2-40) ตามลำดับ มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยเท่ากับ 65, 64.2, 63.6, 62 และ 60.2 เซนติเมตร ตามลำดับ และขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยต่ำสุด 3 อันดับสุดท้ายคือ กรรมวิธี(C1-30), (C1-0) , และ (R-0) ตามลำดับ มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยเท่ากับ 53.6, 53.4 และ 52.4 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดการเรียงอันดับทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 4.13, ตารางที่ 4.14และ ภาพที่ 4.8

ตารางที่ 4.13 แสดงอันดับทางด้านขนาดทรงพุ่มของสบู่ดำที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	ผลการวิจัย ขนาดทรงพุ่ม	อันดับที่	กรรมวิธี	ผลการวิจัย ขนาดทรงพุ่ม	อันดับที่
(H2-20)	65	1	(C1-50)	55.4	16
(H1-30)	64.2	2	(C1-40)	55.4	17
(E-20)	63.6	3	(C1-20)	55.4	18
(C2-20)	62	4	(R-40)	55.2	19
(H2-40)	60.2	5	(E-40)	55	20
(H1-50)	60	6	(R-30)	54.8	21
(H2-30)	59.4	7	(E-50)	54.6	22
(H1-20)	59.2	8	(C2-0)	54.4	23
(C2-50)	58.8	9	(C2-40)	54.4	24
(E-30)	58.8	10	(R-50)	54.32	25
(E-0)	58.8	11	(R-20)	54.32	26
(H1-0)	58.8	12	(C2-30)	53.6	27
(H2-0)	58.4	13	(C1-30)	53.6	28
(R-30)	54.8	14	(C1-0)	53.4	29
(H2-50)	58.2	15	(R-0)	52.4	30

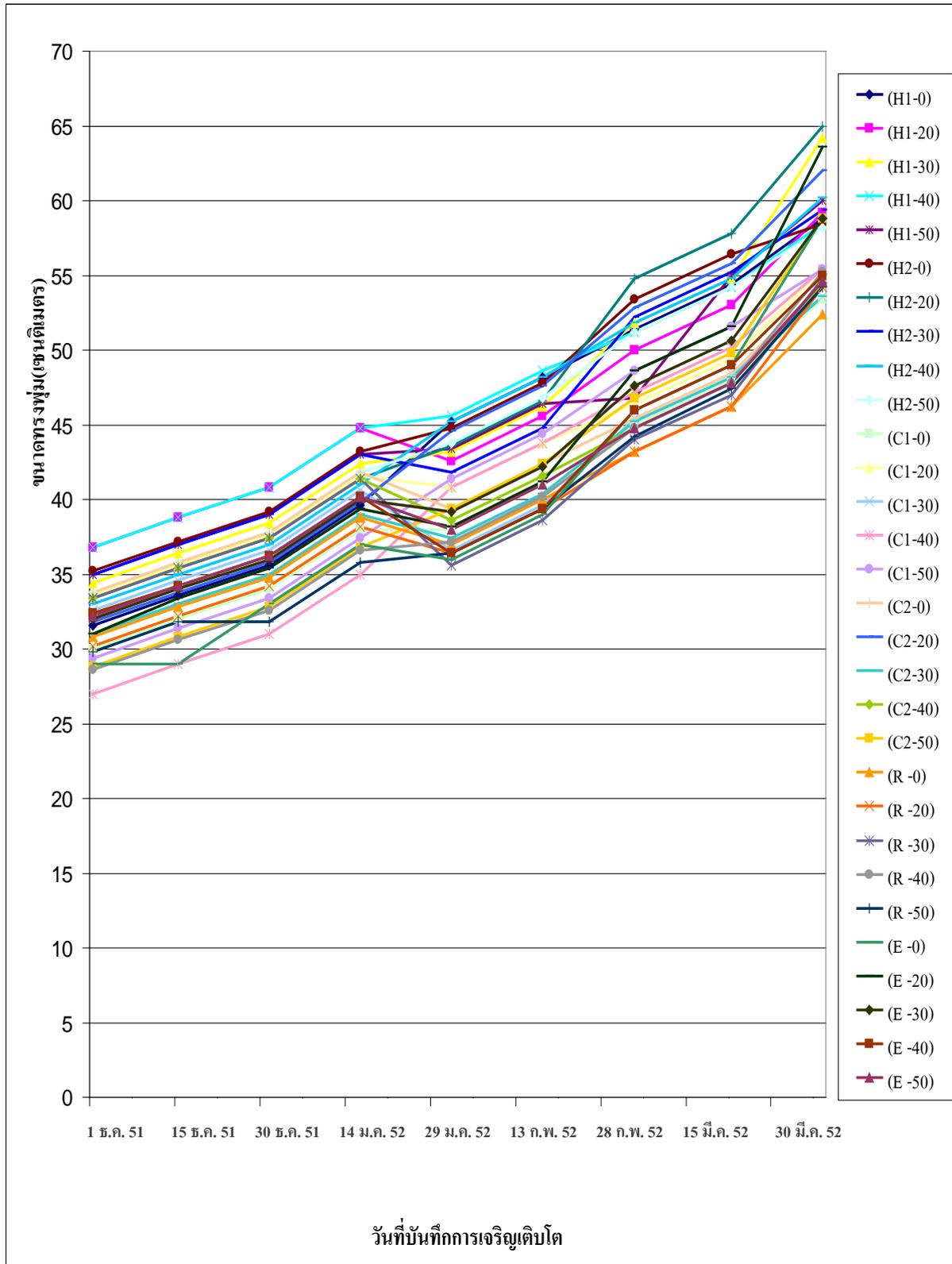
ตารางที่ 4.14 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านขนาดทรงพุ่มของสบู่ดำที่ได้รับอิทธิพลจากการ  
ฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : cm)

กรรมวิธี	วันที่บันทึกผลการเจริญเติบโต								
	1 ธ.ค. 51	15 ธ.ค. 51	30 ธ.ค. 51	14 ม.ค. 52	29 ม.ค. 52	13 ก.พ. 52	28 ก.พ. 52	15 มี.ค. 52	30 มี.ค. 52
(H1-0)	31.6j	33.6i	35.6j	39.6j	45.2b	48.2b	51.4f	54.4c	58.8i
(H1-20)	36.8a	38.8a	40.8a	44.8a	42.6d	45.6d	50g	53d	59.2i
(H1-30)	34.4c	36.4d	38.4d	42.4d	43.2d	46.2d	51.8e	54.8c	64.2b
(H1-40)	36.8a	38.8a	40.8a	44.8a	45.6a	48.6a	51.2f	54.2c	58.4j
(H1-50)	35b	37c	39c	43c	43.4d	46.4d	41.8h	55c	60f
(H2-0)	35.2b	37.2b	39.2b	43.2b	44.8b	47.8b	53.4b	56.4b	58.4j
(H2-20)	33.4f	35.4g	37.4g	41.4g	43.6c	46.6c	54.8a	57.8a	65a
(H2-30)	35b	37c	39c	43c	41.8e	44.8e	52.2d	55.2b	59.4h
(H2-40)	33f	35h	37g	41g	45.2b	48.2b	51.8e	54.8c	60.2e
(H2-50)	33.8d	35.8e	37.8e	41.8e	43.8c	46.8c	51.2f	54.2c	58.2j
(C1-0)	30k	32j	34l	38l	38j	41j	45h	48g	53.4k
(C1-20)	33.6e	35.6f	37.6f	41.6f	40.8f	43.8f	46.4h	49.4g	55.4k
(C1-30)	32.6g	34.6h	36.6h	40.6h	36.6j	39.6j	45.4h	48.4g	53.6k
(C1-40)	27k	29j	31l	35l	40.8f	43.8f	47.2h	50.2f	55.4k
(C1-50)	29.4k	31.4j	33.4l	37.4l	41.4e	44.4e	48.6h	51.6e	55.4k
(C2-0)	33.8d	35.8e	37.8e	41.8e	39.4g	42.4g	45.4h	48.4g	54.4k
(C2-20)	31.8j	33.8i	35.8j	39.8j	44.6b	47.6b	52.8c	55.8b	62d
(C2-30)	31j	33i	35k	39k	37.4j	40.4j	45.2h	48.2g	53.6k
(C2-40)	33.4f	35.4g	37.4g	41.4g	38.6i	41.6i	44.8h	47.8g	54.4k
(C2-50)	28.8k	30.8j	32.8l	36.8l	39.4g	42.4g	46.8h	49.8g	58.8i
(R -0)	30.8j	32.8i	34.8k	38.8k	37j	40j	43.2h	46.2g	52.4k
(R -20)	30.2k	32.2j	34.2l	38.2l	36.4j	39.4j	43.2h	46.2g	54.2k
(R -30)	33.4f	35.4g	37.4g	41.4g	35.6j	38.6j	44h	47g	54.8k
(R -40)	28.6k	30.6j	32.6l	36.6l	37.2j	40.2j	44.8h	47.8g	55.2k
(R -50)	29.8k	31.8j	31.8l	35.8l	36.4j	39.4j	44.2h	47.4g	54.2k
(E -0)	29k	29j	33l	37l	36j	39j	46h	49g	58.8i
(E -20)	31j	33.4i	35.4j	39.4j	38.2j	41.2j	48.6h	51.6e	63.6c
(E -30)	32j	34i	36j	40j	39.2h	42.2h	47.6h	50.6f	58.8i
(E -40)	32.4h	34.2i	36.2i	40.2i	36.4j	39.4j	46h	49g	55k
(E -50)	32.2i	34.2i	36.2i	40.2i	38j	41j	44.8h	47.8g	54.6k
เฉลี่ย	32.19	34.13	36.13	40.13	40.22	43.22	47.65	51.00	57.33
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV.(%)	17.2	17.6	15.1	13.6	8.9	8.3	41.4	11.3	19.1

\*, \*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติค่าเฉลี่ยของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 4.8 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านขนาดทรงพุ่มของสับลำที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ



#### 4.5 ผลการบันทึกองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต (Reproductive phase)

(เป็นข้อมูลของสับุดำอายุหลังปลูก 1 ปี)

##### 1) จำนวนช่อดอก/กิ่ง

จากการศึกษาการจัดการนิตพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้จำนวนช่อดอก/กิ่งของสับุดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้จำนวนช่อดอก/กิ่งของสับุดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (H2-30), (E-40), (E-50), และ (H2-20) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.3 ,43.6 ,40.6 ,39.2 , และ 38.8 ช่อดอกตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.15 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนช่อดอกต่อกิ่งที่ได้รับอิทธิพลจากการนิตพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : ช่อดอก)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	38.4 <sup>e</sup>	37.8 <sup>cd</sup>	41.8 <sup>ab</sup>	36.4 <sup>de</sup>	36.4 <sup>de</sup>	38.16
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	38.6 <sup>cd</sup>	38.8 <sup>d</sup>	43.6 <sup>bd</sup>	37.4 <sup>ab</sup>	38.6 <sup>b</sup>	39.4
เคมีสูตร-1 (C1)	32.4 <sup>ab</sup>	34.6 <sup>a</sup>	34.0 <sup>a</sup>	32.4 <sup>a</sup>	32.5 <sup>a</sup>	33.18
เคมีสูตร-2 (C2)	32.6 <sup>e</sup>	33.2 <sup>cd</sup>	34.8 <sup>ab</sup>	33.2 <sup>de</sup>	33.6 <sup>de</sup>	33.48
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอ็กซน (R)	28.6 <sup>cd</sup>	32.0 <sup>d</sup>	28.8 <sup>bd</sup>	28.6 <sup>ab</sup>	30.8 <sup>b</sup>	29.76
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทيفون (E)	35.2 <sup>ab</sup>	36.6 <sup>a</sup>	48.3 <sup>a</sup>	40.6 <sup>a</sup>	39.2 <sup>a</sup>	39.98
เฉลี่ย	34.30	35.50	38.55	34.77	35.18	35.66
F-Test ชนิดฮอร์โมน	**					
อัตรานิตพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตรานิตพ่น	**					
CV.(%)	35.43					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

## 2) จำนวนช่อดอกต่อต้น

จากการศึกษาการจัดการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้จำนวนช่อดอกต่อต้นของस्पुंदำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้จำนวนช่อดอกต่อต้นของस्पुंदำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่(E-30), (E-40), (E-20), (H2-30),และ(H2-30), ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 212.6 ,196.2 ,187.4 ,186.2 และ172.4 ช่อดอกตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.16 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนช่อดอกต่อต้นที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : ช่อดอก)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	115.2 <sup>c</sup>	159.2 <sup>cd</sup>	167.4 <sup>ab</sup>	163.4 <sup>de</sup>	154.2 <sup>de</sup>	151.88
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	116.4 <sup>cd</sup>	167.4 <sup>d</sup>	186.2 <sup>bd</sup>	172.4 <sup>ab</sup>	158.1 <sup>b</sup>	160.10
เคมีสูตร-1 (C1)	112.5 <sup>ab</sup>	136.7 <sup>a</sup>	138.2 <sup>a</sup>	135.8 <sup>a</sup>	140.2 <sup>a</sup>	132.68
เคมีสูตร-2 (C2)	114.5 <sup>ab</sup>	129.7 <sup>a</sup>	139.2 <sup>a</sup>	136.8 <sup>a</sup>	131.2 <sup>a</sup>	130.28
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกซน (R)	110.5 <sup>ab</sup>	126.7 <sup>a</sup>	135.1 <sup>a</sup>	130.8 <sup>a</sup>	124.2 <sup>a</sup>	125.46
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทิฟอน (E)	117.2 <sup>ab</sup>	187.4 <sup>d</sup>	212.6 <sup>ab</sup>	196.2 <sup>bd</sup>	169.8 <sup>b</sup>	176.64
เฉลี่ย	114.38	151.18	163.12	155.90	146.28	146.17
F-Test ชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราฉีดพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	**					
CV.(%)	25.19					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติและค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

### 3) จำนวนผล/พวง

จากการศึกษาการจัดการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้ จำนวนผล/พวงของสับดูดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้ จำนวนผล/พวง ของสับดูดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-40), (H2-30), ((H1-30) และ (E-30) เท่ากัน),และ (H2-40)ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18, 17.6,17,16 และ15.3 ผลตามลำดับ(ดังแสดงในตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.17 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนผลต่อพวงของสับดูดำ ที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : ผล)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	8.33 <sup>c</sup>	14.67 <sup>cd</sup>	16.00 <sup>ab</sup>	15.33 <sup>de</sup>	14.33 <sup>de</sup>	13.73
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	8.67 <sup>cd</sup>	15.33 <sup>d</sup>	17.00 <sup>bd</sup>	15.36 <sup>ab</sup>	15.00 <sup>b</sup>	14.27
เคมีสูตร-1 (C1)	7.3 <sup>e</sup>	10.67 <sup>cd</sup>	14.00 <sup>ab</sup>	7.33 <sup>de</sup>	8.33 <sup>de</sup>	9.53
เคมีสูตร-2 (C2)	7.33 <sup>e</sup>	10.67 <sup>cd</sup>	14.00 <sup>ab</sup>	7.33 <sup>de</sup>	8.33 <sup>de</sup>	9.53
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกซน (R)	7.33 <sup>e</sup>	10.67 <sup>cd</sup>	14.00 <sup>ab</sup>	7.33 <sup>de</sup>	8.33 <sup>de</sup>	9.53
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทيفون (E)	9.33 <sup>ab</sup>	15.33 <sup>a</sup>	18.00 <sup>a</sup>	17.67 <sup>a</sup>	16.00 <sup>a</sup>	15.26
เฉลี่ย	8.05	12.89	15.50	11.73	11.72	11.98
F-Test ชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราฉีดพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	**					
CV.(%)	12.24					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

#### 4) จำนวนผล/กิ่ง

จากการศึกษาการจัดการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้จำนวนผล/กิ่ง ของस्पูดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้จำนวนผล/กิ่ง ของस्पูดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-20), (H2-30), (H2-20), และ (H1-30) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32, 29.3, 29, 27.3, และ 26 ผล ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.18)

ตารางที่ 4.18 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนผลต่อกิ่งของस्पูดำ ที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : ผล)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	14.33 <sup>d</sup>	22.67 <sup>cd</sup>	26.00 <sup>ab</sup>	24.33 <sup>de</sup>	22.33 <sup>de</sup>	21.93
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	16.67 <sup>cd</sup>	27.33 <sup>d</sup>	29.00 <sup>bd</sup>	25.33 <sup>ab</sup>	24.00 <sup>b</sup>	24.47
เคมีสูตร-1 (C1)	16.33 <sup>ab</sup>	24.33 <sup>a</sup>	24.00 <sup>a</sup>	22.67 <sup>a</sup>	22.00 <sup>a</sup>	21.87
เคมีสูตร-2 (C2)	15.7 <sup>e</sup>	20.67 <sup>cd</sup>	24.00 <sup>ab</sup>	17.33 <sup>de</sup>	18.33 <sup>de</sup>	19.21
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอ็กซอน (R)	15.6 <sup>3cd</sup>	19.33 <sup>d</sup>	24.00 <sup>bd</sup>	20.33 <sup>ab</sup>	21.00 <sup>b</sup>	20.06
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทิฟอน (E)	16.8 <sup>ab</sup>	29.33 <sup>a</sup>	32.00 <sup>a</sup>	28.67 <sup>a</sup>	26.00 <sup>a</sup>	26.56
เฉลี่ย	15.91	23.94	26.50	23.11	22.28	22.35
F-Test ชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราฉีดพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	**					
CV.(%)	35.43					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

### 5)จำนวนผลสุก/ต้น

จากการศึกษาการจัดการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้จำนวนผลสุก/ต้นของสบู่ดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้จำนวนผลสุก/ต้นของสบู่ดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-20), (H2-30), (H2-40), และ(E-40) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 190, 180, 176, 174, และ173 ผลตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.19)

ตารางที่ 4.19 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนผลสุกต่อต้นของสบู่ดำ ที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : ผล)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	65 <sup>c</sup>	160 <sup>cd</sup>	170 <sup>ab</sup>	162 <sup>de</sup>	152 <sup>de</sup>	141.80
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	70 <sup>cd</sup>	172 <sup>d</sup>	176 <sup>bd</sup>	174 <sup>ab</sup>	164 <sup>b</sup>	151.20
เคมีสูตร-1 (C1)	60 <sup>ab</sup>	140 <sup>a</sup>	150 <sup>a</sup>	160 <sup>a</sup>	140 <sup>a</sup>	130.00
เคมีสูตร-2 (C2)	62 <sup>c</sup>	136 <sup>cd</sup>	156 <sup>ab</sup>	148 <sup>de</sup>	142 <sup>de</sup>	128.80
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอ็กซน (R)	64 <sup>cd</sup>	133 <sup>d</sup>	145 <sup>bd</sup>	140 <sup>ab</sup>	130 <sup>b</sup>	122.40
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทيفون (E)	66 <sup>ab</sup>	180 <sup>a</sup>	190 <sup>a</sup>	173 <sup>a</sup>	165 <sup>a</sup>	154.80
เฉลี่ย	64.50	153.50	164.50	159.50	148.83	138.17
F-Testชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราฉีดพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	**					
CV.(%)	32.43					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

### 6) ขนาดของผล (เซนติเมตร)

จากการศึกษาการจัดการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้ขนาดของผล เส้นผ่าศูนย์กลางของผล(เซนติเมตร) ของสับดูดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้ขนาดของผลสับดูดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ ((C1-50) และ(C1-30)เท่ากัน), (H1-20), (H2-30), (H1-50), และ(H1-40) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.17, 3.14, 3.13, 3.12, และ3.11 เซนติเมตร ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.20)

ตารางที่ 4.20 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านขนาดของผล สับดูดำ ที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : เซนติเมตร)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	2.64 <sup>dc</sup>	3.14 <sup>a</sup>	3.11 <sup>a</sup>	3.11 <sup>a</sup>	3.12 <sup>a</sup>	3.02
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	2.76 <sup>b</sup>	3.05 <sup>a</sup>	3.13 <sup>a</sup>	3.00 <sup>ab</sup>	3.05 <sup>ab</sup>	3.00
เคมีสูตร-1 (C1)	2.98 <sup>b</sup>	3.01 <sup>ab</sup>	2.97 <sup>b</sup>	3.08 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	3.04
เคมีสูตร-2 (C2)	2.79 <sup>b</sup>	3.07 <sup>a</sup>	3.07 <sup>a</sup>	3.06 <sup>a</sup>	3.10 <sup>a</sup>	3.02
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกซน (R)	2.79 <sup>b</sup>	3.07 <sup>a</sup>	3.07 <sup>a</sup>	3.06 <sup>a</sup>	3.10 <sup>a</sup>	3.02
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทيفون (E)	2.98 <sup>b</sup>	3.01 <sup>ab</sup>	2.97 <sup>b</sup>	3.08 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	3.04
เฉลี่ย	2.82	3.06	3.05	3.07	3.12	3.02
F-Test ชนิดฮอร์โมน	ns					
อัตราฉีดพ่น	*					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	ns					
CV.(%)	6.53					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

### 7) ขนาดความยาวของผล(เซนติเมตร)

จากการศึกษาการจัดการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้ขนาดของผล ความยาวของผล(เซนติเมตร) ของสับดูดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกรรมวิธีที่มีผลทำให้ขนาดของผล ความยาวของผล(เซนติเมตร)ของสับดูดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (H1-20), ((H1-40), (H1-50)และ(H2-30) เท่ากัน), ((C1-50)และ(R-50) เท่ากัน), ((H1-30) และ(R-40) เท่ากัน), และ ((C2-20)และ(E-20)เท่ากัน) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.30, 3.23, 3.21, 3.20, และ3.18 เซนติเมตร ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.21)

ตารางที่ 4.21 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านความยาวของผลสับดูดำที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : เซนติเมตร)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	2.83 <sup>bd</sup>	3.30 <sup>a</sup>	3.20 <sup>a</sup>	3.23 <sup>a</sup>	3.23 <sup>a</sup>	3.16
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	3.00 <sup>bd</sup>	3.09 <sup>b</sup>	3.23 <sup>a</sup>	3.09 <sup>b</sup>	3.07 <sup>b</sup>	3.10
เคมีสูตร-1 (C1)	3.10 <sup>b</sup>	3.16 <sup>a</sup>	3.08 <sup>ab</sup>	3.20 <sup>a</sup>	3.21 <sup>a</sup>	3.15
เคมีสูตร-2 (C2)	2.98 <sup>b</sup>	3.18 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	3.13
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทอกเซน (R)	3.10 <sup>b</sup>	3.16 <sup>a</sup>	3.08 <sup>ab</sup>	3.20 <sup>a</sup>	3.21 <sup>a</sup>	3.15
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทيفون (E)	2.98 <sup>b</sup>	3.18 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	3.13
เฉลี่ย	3.00	3.18	3.16	3.18	3.18	3.14
F-Test ชนิดฮอร์โมน	ns					
อัตราฉีดพ่น	*					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	ns					
CV.(%)	5.42					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMR

### 8) น้ำหนักผลสุก/ต้น (กรัม/ต้น)

จากการศึกษาการจัดการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้น้ำหนักผลสุก/ต้น ของสบู่ดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้น้ำหนักผลสุก/ต้น ของสบู่ดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30),(E-40),(H1-40), (E-50), และ(H2-40) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,642, 2,596, 2,206, 2,153, และ 1,865 กรัม ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.22)

ตารางที่ 4.22 แสดงการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักผลสุกต่อต้น ที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : กรัม)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	1,030 <sup>c</sup>	1,506 <sup>b</sup>	1,849 <sup>a</sup>	1,780 <sup>q</sup>	1,652 <sup>ab</sup>	1,563
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	1,055 <sup>c</sup>	1,640 <sup>b</sup>	2,206 <sup>a</sup>	1,865 <sup>ab</sup>	1,754 <sup>b</sup>	1,633
เคมีสูตร-1 (C1)	800 <sup>e</sup>	1,226 <sup>d</sup>	1,549 <sup>c</sup>	1,672 <sup>b</sup>	1,448 <sup>cd</sup>	1,399
เคมีสูตร-2 (C2)	864 <sup>e</sup>	1,308 <sup>c</sup>	1,750 <sup>b</sup>	1,653 <sup>b</sup>	1,582 <sup>b</sup>	1,451.2
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกชน (R)	900 <sup>cd</sup>	1,380 <sup>c</sup>	1,774 <sup>b</sup>	1,661 <sup>b</sup>	1,544 <sup>b</sup>	1,466.8
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน (E)	1,136 <sup>c</sup>	1,680 <sup>b</sup>	2,642 <sup>a</sup>	2,596 <sup>a</sup>	2,153 <sup>a</sup>	1,883
เฉลี่ย	964	1,457	1,849	1,871	1,689	1,566
F-Test ชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราฉีดพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	**					
CV.(%)	41.16					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

### 9) สัดส่วนเปลือกต่อเมล็ด

จากการศึกษาการจัดการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่า มีผลทำให้สัดส่วนเปลือกต่อเมล็ดของสบู่ดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้สัดส่วนเปลือกต่อเมล็ดของสบู่ดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30),(E-40), (R-0), (H2-30) , (H1-20) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70 : 30, 71 : 29, 71 : 29, 71 : 29, 71 : 29 , 71 : 29เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.23)

ตารางที่ 4.23 แสดงเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของเปลือกต่อเมล็ด ที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ เปลือก: เมล็ด (หน่วย : เปอร์เซ็นต์)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย %
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	72 : 28 <sup>b</sup>	71 : 29 <sup>b</sup>	72 : 28 <sup>b</sup>	72 : 28 <sup>b</sup>	72 : 28 <sup>b</sup>	71.8 : 28.2
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	73 : 27 <sup>c</sup>	71 : 29 <sup>a</sup>	71 : 29 <sup>a</sup>	72 : 28 <sup>b</sup>	72 : 28 <sup>b</sup>	71.8 : 28.2
เคมีสูตร-1 (C1)	72 : 28 <sup>b</sup>	72 : 28 <sup>b</sup>	75 : 25 <sup>d</sup>	74 : 26 <sup>d</sup>	74 : 26 <sup>d</sup>	73.4 : 26.6
เคมีสูตร-2 (C2)	73 : 27 <sup>c</sup>	73 : 27 <sup>c</sup>	74 : 26 <sup>d</sup>	73 : 27 <sup>c</sup>	74 : 26 <sup>c</sup>	73.4 : 26.6
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกชน (R)	71 : 29 <sup>a</sup>	72 : 28 <sup>b</sup>	75 : 25 <sup>d</sup>	74 : 26 <sup>d</sup>	75 : 25 <sup>d</sup>	73.4 : 26.6
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน (E)	73 : 27 <sup>c</sup>	75 : 25 <sup>d</sup>	70 : 30 <sup>a</sup>	71 : 29 <sup>a</sup>	72 : 28 <sup>b</sup>	72.2 : 27.8
เฉลี่ย %	72.3 : 27.7	72.3 : 27.7	72.8 : 27.2	72.7 : 27.3	73.2 : 26.8	72.7 : 27.3
F-Test ชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราฉีดพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	**					
CV.(%)	5.47					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

### 10) น้ำหนักเมล็ด/ต้น (กรัม , สบู่ดำอายุหลังปลูก 1 ปี)

จากการศึกษาการจัดการดินพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้น้ำหนักเมล็ด/ต้นของสบู่ดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้น้ำหนักเมล็ด/ต้นของสบู่ดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30),(E-40), (H2-30), (E-50), และ(H2-40) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 215.69, 195.24, 187.4, 175.90, และ174 กรัมตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.24)

ตารางที่ 4.24 แสดงน้ำหนักเมล็ดต่อต้นที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : กรัม)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	80.24 <sup>de</sup>	106.87 <sup>cd</sup>	160.9 <sup>c</sup>	155.24 <sup>c</sup>	154.90 <sup>c</sup>	131.63
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	85.15 <sup>de</sup>	120.85 <sup>d</sup>	187.4 <sup>a</sup>	174.00 <sup>b</sup>	167.36 <sup>b</sup>	146.95
เคมีสูตร-1 (C1)	77.80 <sup>e</sup>	96.41 <sup>d</sup>	142.89 <sup>c</sup>	132.64 <sup>d</sup>	121.62 <sup>d</sup>	114.27
เคมีสูตร-2 (C2)	74.24 <sup>e</sup>	86.82 <sup>de</sup>	135.69 <sup>d</sup>	155.24 <sup>c</sup>	125.90 <sup>d</sup>	115.58
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอคเซน (R)	70.80 <sup>e</sup>	96.41 <sup>d</sup>	132.64 <sup>d</sup>	142.89 <sup>c</sup>	128.62 <sup>d</sup>	114.27
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน (E)	85.24 <sup>de</sup>	137.8 <sup>c</sup>	215.69 <sup>a</sup>	195.24 <sup>a</sup>	175.90 <sup>b</sup>	161.97
เฉลี่ย	78.91	107.53	162.54	159.21	145.72	130.78
F-Test ชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราฉีดพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	**					
CV.(%)	28.03					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

### 11) น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม, สบู่ดำอายุหลังปลูก 1 ปี)

จากการศึกษาการจัดการดินพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ด ของสบู่ดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ด ของสบู่ดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (H2-40), (E-40), ((E-50), และ(H2-30), เท่ากัน), และ(E-20) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 76.85, 74.93, 74.20, 74.11, และ73.16 กรัมตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.25)

ตารางที่ 4.25 แสดงน้ำหนัก 100 เมล็ด ที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ

(หน่วย : กรัม)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	63.01 <sup>d</sup>	68.16 <sup>d</sup>	72.85 <sup>c</sup>	68.20 <sup>d</sup>	64.11 <sup>d</sup>	67.27
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	69.52 <sup>d</sup>	71.82 <sup>b</sup>	74.11 <sup>b</sup>	74.93 <sup>a</sup>	71.33 <sup>c</sup>	72.34
เคมีสูตร-1 (C1)	56.40 <sup>c</sup>	62.81 <sup>d</sup>	70.14 <sup>c</sup>	65.40 <sup>d</sup>	62.66 <sup>d</sup>	63.48
เคมีสูตร-2 (C2)	53.01 <sup>c</sup>	61.16 <sup>de</sup>	71.85 <sup>c</sup>	63.20 <sup>d</sup>	62.11 <sup>c</sup>	62.27
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทรีฟอน (R)	53.01 <sup>c</sup>	62.81 <sup>d</sup>	73.14 <sup>b</sup>	70.40 <sup>c</sup>	63.66 <sup>d</sup>	64.60
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน (E)	71.52 <sup>c</sup>	73.16 <sup>b</sup>	76.85 <sup>a</sup>	74.20 <sup>a</sup>	74.11 <sup>b</sup>	73.97
เฉลี่ย	61.08	66.65	73.16	69.39	66.33	67.32
F-Test ชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราฉีดพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	**					
CV.(%)	8.31					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

## 12) เปอร์เซนต์น้ำมันในเมล็ด (สับดูอายุหลังปลูก 1 ปี)

จากการศึกษาการจัดการดินพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้เปอร์เซนต์น้ำมันในเมล็ดของสับดูแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้เปอร์เซนต์น้ำมันในเมล็ด สับดูแสดงผลค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-40), (H2-30), (E-50), และ(E-20)ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28, 27, 26, 26, และ 26 เปอร์เซนต์ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.26)

ตารางที่ 4.26 แสดงเปอร์เซนต์น้ำมันในเมล็ดที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ

(หน่วย : เปอร์เซนต์)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย %
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	22 <sup>e</sup>	25 <sup>c</sup>	25 <sup>c</sup>	25 <sup>c</sup>	25 <sup>c</sup>	24.40
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	23 <sup>de</sup>	25 <sup>c</sup>	26 <sup>b</sup>	24 <sup>d</sup>	24 <sup>d</sup>	24.40
เคมีสูตร-1 (C1)	22 <sup>e</sup>	22 <sup>e</sup>	23 <sup>de</sup>	22 <sup>e</sup>	22 <sup>e</sup>	22.20
เคมีสูตร-2 (C2)	24 <sup>d</sup>	23 <sup>de</sup>	23 <sup>de</sup>	22 <sup>de</sup>	22 <sup>e</sup>	22.80
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกซน (R)	24 <sup>d</sup>	23 <sup>de</sup>	23 <sup>de</sup>	22 <sup>e</sup>	22 <sup>e</sup>	22.80
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน (E)	22 <sup>e</sup>	26 <sup>b</sup>	28 <sup>a</sup>	27 <sup>a</sup>	26 <sup>b</sup>	25.80
เฉลี่ย %	22.83	24.00	24.67	23.67	23.50	23.73
F-Test ชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราฉีดพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	**					
CV.(%)	6.15					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

### 13) ผลผลิตน้ำมัน / ต้น (สพุดำอายุหลังปลูก 1 ปี)

จากการศึกษาการจัดการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้ผลผลิตน้ำมัน / ต้น ของสพุดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้ผลผลิตน้ำมัน / ต้น ของสพุดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-40), (H2-30), (E-50), และ (H2-40) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53, 50, 47, 44, และ 43 ซี ซี .ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.27)

ตารางที่ 4.27 แสดงผลผลิตน้ำมันต่อต้นที่ได้รับอิทธิพลจากการฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ

(หน่วย : CC)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	20 <sup>de</sup>	27 <sup>de</sup>	40 <sup>ab</sup>	40 <sup>b</sup>	40 <sup>b</sup>	33.40
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	21 <sup>de</sup>	30 <sup>cd</sup>	47 <sup>a</sup>	43 <sup>a</sup>	42 <sup>b</sup>	36.60
เคมีสูตร-1 (C1)	20 <sup>de</sup>	24 <sup>d</sup>	36 <sup>c</sup>	33 <sup>c</sup>	30 <sup>cd</sup>	28.60
เคมีสูตร-2 (C2)	18 <sup>de</sup>	22 <sup>d</sup>	34 <sup>c</sup>	40 <sup>b</sup>	31 <sup>c</sup>	29.00
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอ็กซอน (R)	20 <sup>de</sup>	24 <sup>d</sup>	33 <sup>c</sup>	36 <sup>c</sup>	32 <sup>c</sup>	29.00
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน (E)	21 <sup>d</sup>	34 <sup>c</sup>	53 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	44 <sup>ab</sup>	40.40
เฉลี่ย	20.00	26.83	40.50	40.33	36.50	32.83
F-Testชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราฉีดพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราฉีดพ่น	**					
CV.(%)	12.46					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

#### 14) ผลผลิตน้ำมัน / ไร่ (สับดำอายุหลังปลูก 1 ปี)

จากการศึกษาการจัดการดินพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ ในอัตราที่ต่างกันพบว่าผลทำให้ผลผลิตน้ำมัน / ไร่ ของสับดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่มีผลทำให้ผลผลิตน้ำมัน / ไร่ ของสับดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-40), (H2-30), (E-50), และ(H2-40) ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.2, 20, 18.8, 17.6, และ 17.2 ลิตรตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.28)

ตารางที่ 4.28 แสดงผลผลิตน้ำมันต่อไร่ที่ได้รับอิทธิพลจากการพ่นด้วยฮอร์โมนชนิดต่างๆ (หน่วย : ลิตร)

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ปัจจัยรอง(อัตราการพ่นสาร)					เฉลี่ย
	0 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	8 <sup>f</sup>	10.8 <sup>c</sup>	16 <sup>ab</sup>	16 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	13.36
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	8.4 <sup>f</sup>	12 <sup>dc</sup>	18.8 <sup>a</sup>	17.2 <sup>a</sup>	16.8 <sup>a</sup>	14.64
เคมีสูตร-1 (C1)	8 <sup>g</sup>	9.6 <sup>c</sup>	14.4 <sup>c</sup>	13.2 <sup>b</sup>	12 <sup>b</sup>	11.44
เคมีสูตร-2 (C2)	7.2 <sup>g</sup>	8.8 <sup>g</sup>	13.6 <sup>c</sup>	16 <sup>f</sup>	12.4 <sup>f</sup>	11.60
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกชน (R)	8 <sup>g</sup>	9.6 <sup>c</sup>	13.2 <sup>c</sup>	14.4 <sup>b</sup>	12.8 <sup>b</sup>	11.60
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน (E)	8.4 <sup>f</sup>	13.6 <sup>dc</sup>	21.2 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	17.6 <sup>a</sup>	16.16
เฉลี่ย	8.00	10.73	16.20	16.13	14.60	13.13
F-Test ชนิดฮอร์โมน	**					
อัตราพ่น	**					
ชนิดฮอร์โมน X อัตราพ่น	**					
CV.(%)	10.26					

\*,\*\* = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95 % โดยวิธี DMRT

#### 4.6 ผลการวิเคราะห์ผลผลิตและต้นทุนฮอร์โมนโดยสังเขป

##### 1) ต้นทุนของฮอร์โมนชนิดต่างๆ

เมื่อพิจารณาราคาฮอร์โมนต่อ 1 ลิตร พบว่า ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกซน (R) เคมีสูตร 2 เคมีสูตร 1 ฮอร์โมนสูตร 2 และฮอร์โมนสูตร 1 มีต้นทุนสูงสุดตามลำดับที่ราคา 500 , 360, 15, 13, 5, 4 บาท ตามลำดับ ดังแสดงไว้ที่ตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 แสดงต้นทุนของฮอร์โมนชนิดต่างๆที่ใช้ในการทดลอง

ปัจจัยหลัก (ชนิดของฮอร์โมน)	ต้นทุน		
	ราคา/หน่วย	ต้นทุนของฮอร์โมน / 1 ลิตร	สัดส่วนผสม / น้ำ 20 ลิตร
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	800 บ / 200 ลิตร	4 บาท	30 cc / 20 ลิตร
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	1,000 บ / 200 ลิตร	5 บาท	30 cc / 20 ลิตร
เคมีสูตร-1 (C1)	130 บ / 10 ลิตร	13 บาท	30 cc / 20 ลิตร
เคมีสูตร-2 (C2)	150 บ / 10 ลิตร	15 บาท	30 cc / 20 ลิตร
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกซน (R)	180 บ / 500 cc	360 บาท	30 cc / 20 ลิตร
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน (E)	250 บ / 500 cc	500 บาท	30 cc / 20 ลิตร

##### 2) ความเป็นไปได้ในการใช้ฮอร์โมนเพื่อเพิ่มผลผลิตและน้ำมันในเมล็ดสบู่ดำ

ราคาฮอร์โมนต่อ 1 ลิตร พบว่า ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกซน (R) เคมีสูตร 2 เคมีสูตร 1 ฮอร์โมนสูตร 2 และฮอร์โมนสูตร 1 มีต้นทุนสูงสุดตามลำดับที่ราคา 500 , 360, 15, 13, 5, 4 บาท ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของผลผลิตและปริมาณน้ำมันต่อไร่แล้วจะพบว่าฮอร์โมนที่ทำให้ผลผลิตมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มสูงขึ้นได้สูงสุดได้แก่ ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน ฮอร์โมนสูตร 2 ฮอร์โมนสูตร 1 เคมีสูตร 2 เคมีสูตร 1 และ ฮอร์โมนสังเคราะห์เอกซน R ตามลำดับผลผลิตเพิ่มขึ้น 154, 121, 88, 82, 68, 68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้มีรายได้เพิ่มสูงขึ้นจากที่ไม่ใช้ฮอร์โมน (control) คิดเป็นเงิน 358 , 291 , 213, 213, 168, 168, บาท ตามลำดับ(เมื่อกำหนดมูลค่าผลผลิตเทียบเท่าราคาน้ำมันดีเซล = 28 บาท) ดังแสดงไว้ที่ตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 แสดงความเป็นไปได้ในการใช้ฮอร์โมนชนิดต่างๆเพื่อเพิ่มผลผลิตและ  
น้ำมันในเมล็ดสบู่ดำ

ปัจจัยลงทุน (ชนิดของฮอร์โมน)	ผลผลิตและมูลค่า				
	เมล็ด /ไร่ (กก.)	น้ำมัน /ไร่ (ลิตร)	มูลค่า (28บ/ล)	ผลต่างกับ Control (บาท)	ผลผลิต เพิ่มขึ้นร้อยละ
ไม่พ่นฮอร์โมน (Control)	34	8.4	235	-	-
ฮอร์โมนสูตร-1 (H1)	64	16	448	213	88%
ฮอร์โมนสูตร-2 (H2)	75	18.8	526	291	121%
เคมีสูตร-1 (C1)	57	14.4	403	168	68%
เคมีสูตร-2 (C2)	62	16	448	213	82%
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทรีฟอน (R)	57	14.4	403	168	68%
ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน (E)	86.4	21.2	593	358	154%

### 3) การพัฒนาด้านชีวมวลของสบู่ดำ (Biomass)

เป็นการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อใช้ประโยชน์จากสบู่ดำในด้านอื่นๆนอกเหนือจากเป้าหมายเพื่อปลูกเอาเมล็ดทำไบโอดีเซลเช่น การปลูกสบู่ดำเป็นชีวมวลเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าหรือการผลิตสบู่ดำเพื่อเป็นสมุนไพรหรือยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า สบู่ดำมีส่วนโดยน้ำหนัก ที่เป็นลำต้นมากที่สุดรองลงมาคือ กิ่ง ราก และใบ ตามลำดับต้นอายุ 1 ปี มีน้ำหนักชีวมวล 14.7 กิโลกรัมโดยประมาณ และเป็นที่น่าสนใจว่าส่วนของกิ่งมีส่วนเท่ากันกับส่วนของรากในทุกช่วงของอายุของสบู่ดำ

ตารางที่ 4.31 แสดงพัฒนาการด้านชีวมวลของสบู่ดำในหนึ่งต้น (Biomass)

อายุต้นสบู่ดำ (เฉลี่ยทุกกรรมวิธี)	ชีวมวล (Biomass ; Kg )				
	ใบ	กิ่ง	ลำต้น	ราก	รวม/ต้น
อายุ 1 เดือน	0.1(18.3)	-	0.1(10.8)	0.02(15.3)	0.22(12.6)
อายุ 3 เดือน	0.2(25.2)	0.2(12.3)	0.3(15.4)	0.2(20.3)	0.9(18.4)
อายุ 6 เดือน	0.6(34.5)	1.3(15.3)	1.2(16.6)	1.0(32.4)	4.1(22.8)
อายุ 9 เดือน	0.9(35.1)	2.2(15.7)	1.9(25.3)	2.1(36.8)	7.1(25.8)
อายุ 12 เดือน	2.0(38.2)	5(24.3)	3.2(24.3)	4.5(34.4)	14.7(34.2)

หมายเหตุ (cv%), n = 5

#### 4.7 ผลการอบรมขยายผลของโครงการ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการประเมินแบบสอบถามการอบรมขยายผล เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตสับุดำและการผลิตไบโอดีเซล

ชุมชนจากสับุดำ

วันเสาร์ที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2552

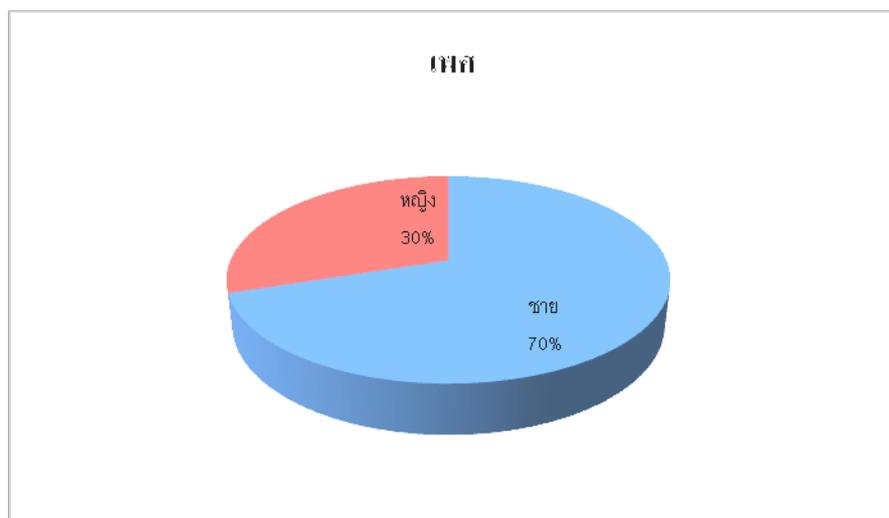
คณะเกษตรศาสตร์ ๗ ชั้น 2 ณ ห้อง AG 2103 เวลา 08:30 – 17:00 น.

.....

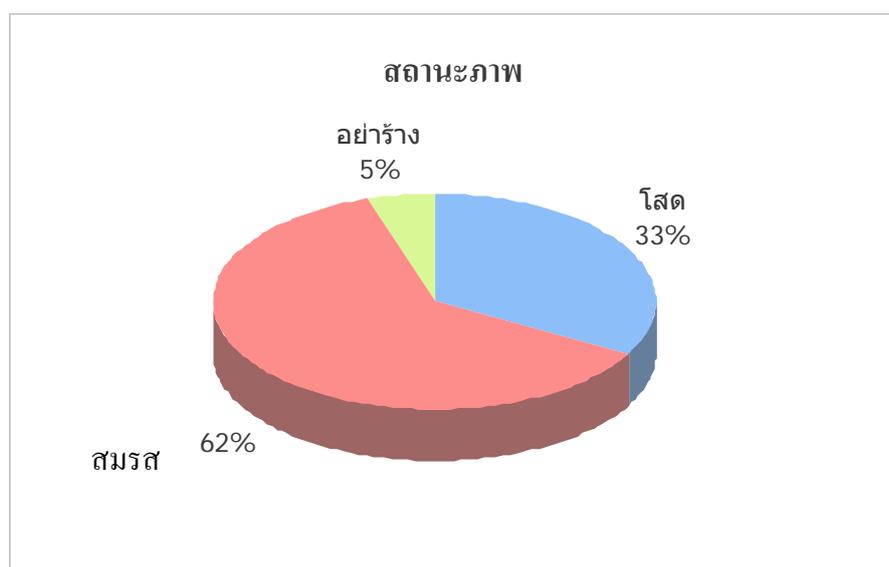
.....

ส่วนที่ 1 ผลการประเมินข้อมูลทั่วไปสถานะภาพของผู้เข้ารับการอบรมทั้งหมด 223 คน

##### 1) เพศ



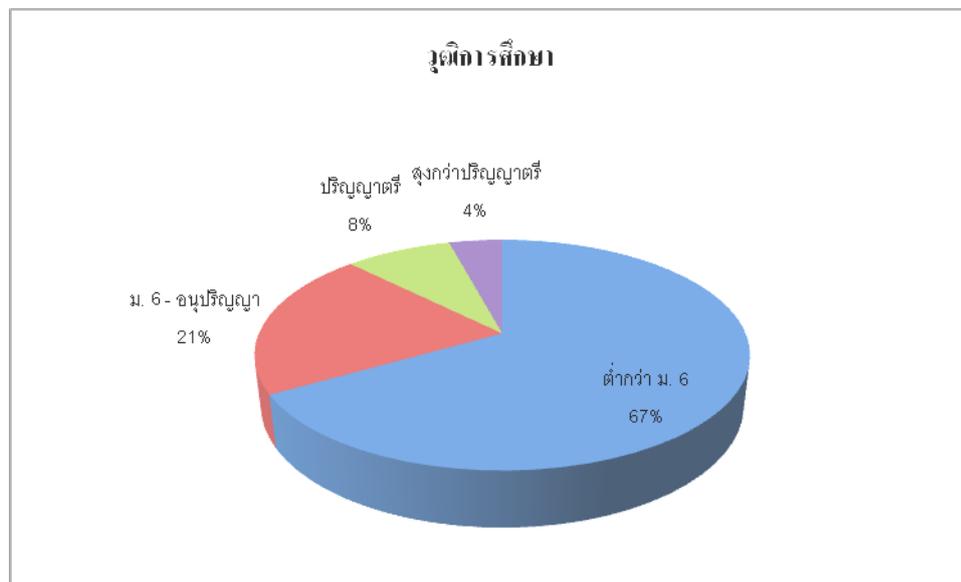
##### 2) สถานะภาพ



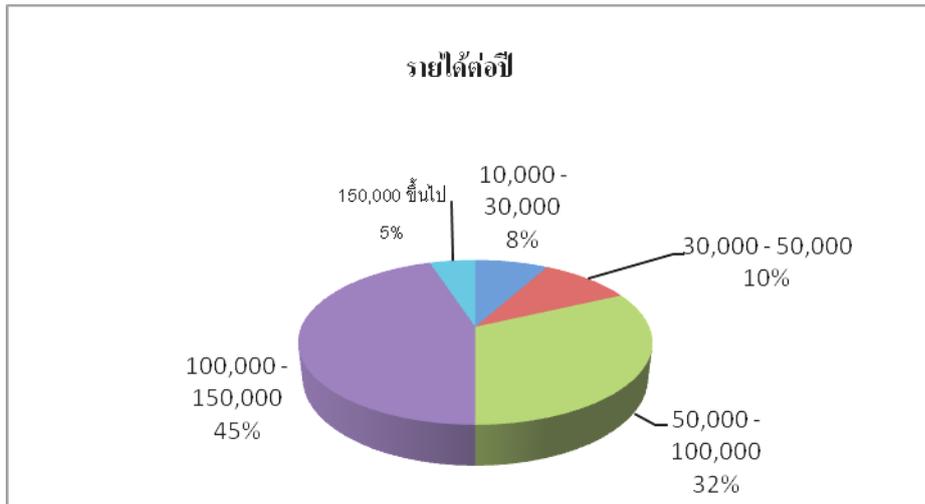
## 3) อายุ



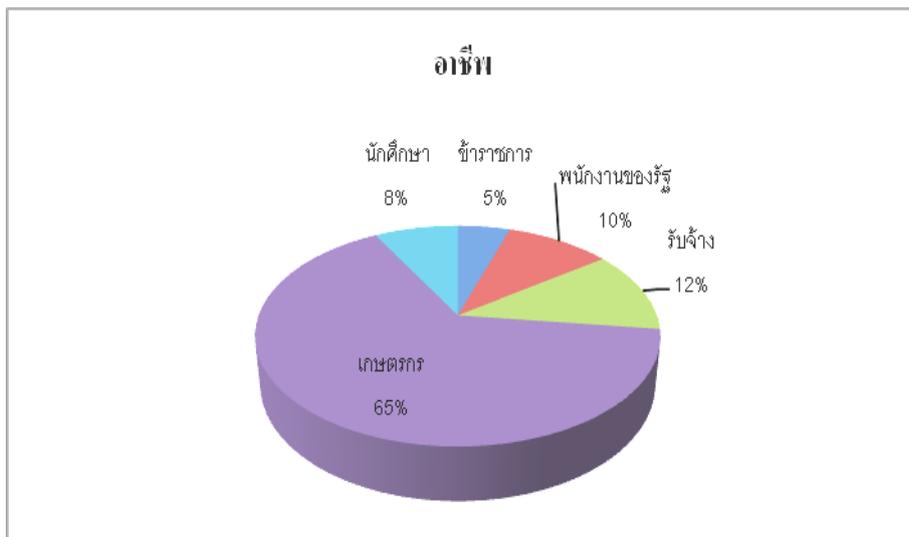
## 4) วุฒิการศึกษา



## 5) รายได้ต่อปี



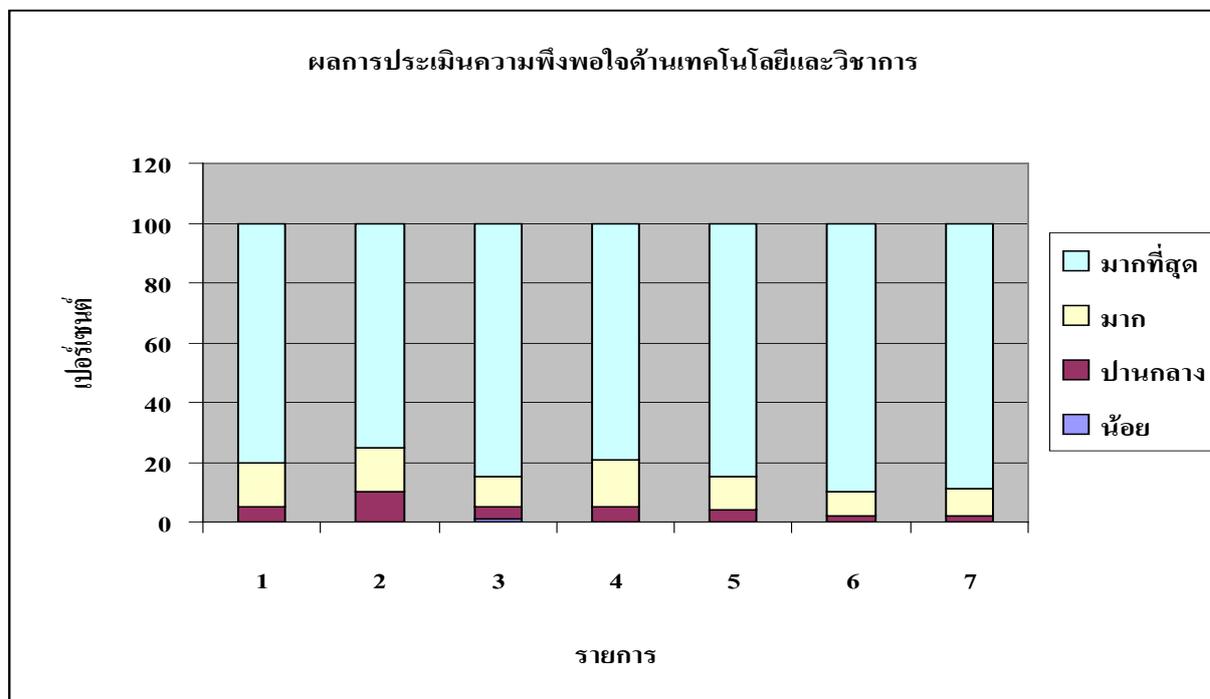
## 6) อาชีพ



## ส่วนที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านเทคโนโลยีและวิชาการ

รายการ	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	รวม 100 % (223 คน)
1. ความพึงพอใจ แฟ้มเอกสารและ CD ประกอบการอบรม	-	5	15	80	100
2. ความเข้าใจเรื่องสถานการณ์ด้านพลังงานของประเทศ	-	10	15	75	100
3. ความเข้าใจเรื่องการปลูกสับดูดำโดยรวม	1	4	10	85	100
4. ความเข้าใจเรื่องการผลิตไบโอดีเซลชุมชน	-	5	16	79	100
5. ความเข้าใจเรื่องการผลิตเพิ่มผลผลิตโดยการจัดการปุ๋ยและฮอร์โมนเพิ่มน้ำมันสับดูดำ	-	4	11	85	100
6. ความเข้าใจเรื่องเครื่องทำไบโอดีเซลและระบบผลิต	-	2	8	90	100
7. ความเข้าใจเรื่องการนำไบโอดีเซลไปใช้ประโยชน์ในภาคการเกษตรและการลดต้นทุนในครัวเรือน	-	2	9	89	100

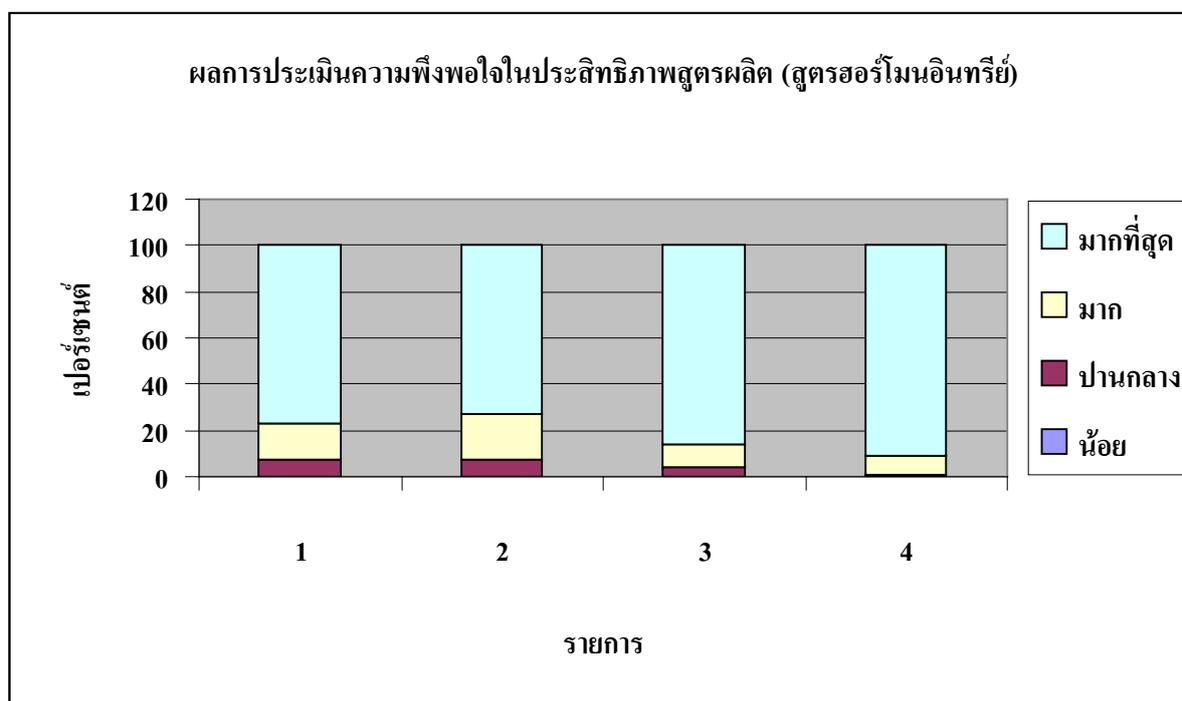
### ภาพแสดงระดับความพึงพอใจด้านเทคโนโลยีวิชาการของผู้เข้ารับการอบรม



### ส่วนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจในประสิทธิภาพสูตรผลิต (สูตรฮอร์โมนอินทรีย์)

รายการ	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	รวม 100 % (223 คน)
1. ความเข้าใจเรื่องสูตรการผลิตสูตรฮอร์โมนอินทรีย์ชีวภาพ	-	7	16	77	100
2. ความเข้าใจเรื่องการใช้ประโยชน์อินทรีย์ชีวภาพและฮอร์โมนเพื่อเพิ่มผลผลิตสับปะรด	-	7	20	73	100
3. ความเข้าใจเรื่องขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพและฮอร์โมนอินทรีย์	-	4	10	86	100
4. ความเข้าใจเรื่องการลงทุนการผลิตโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพและฮอร์โมนอินทรีย์	-	1	8	91	100

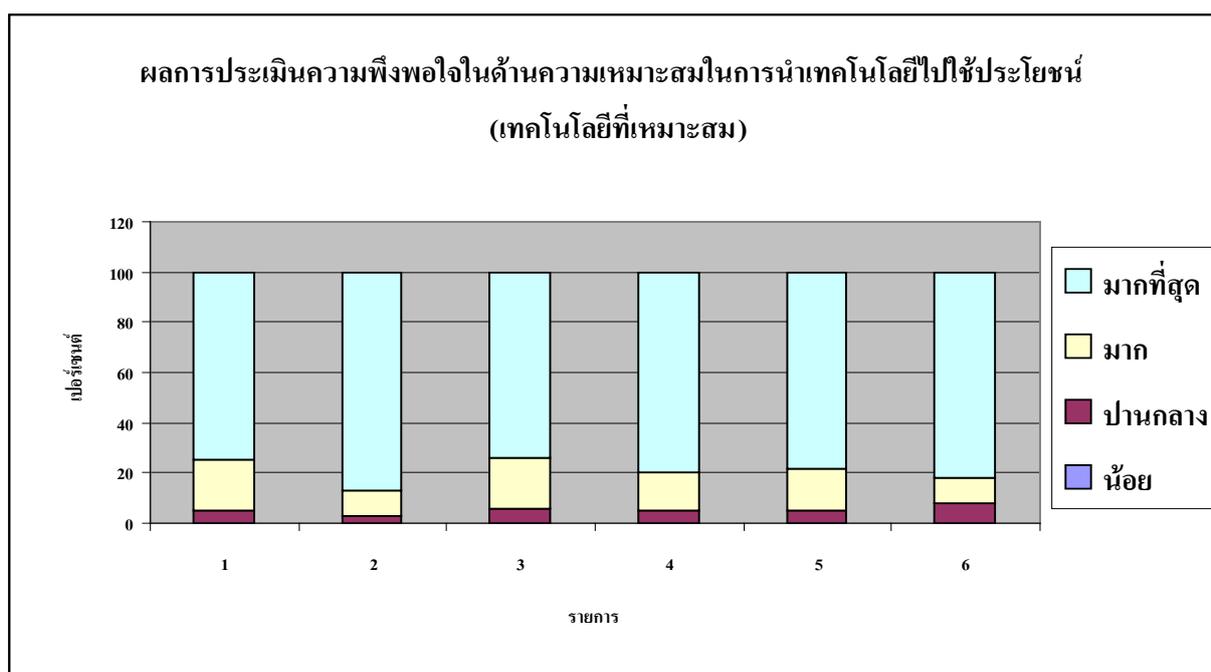
### ภาพแสดงระดับความพึงพอใจในประสิทธิภาพสูตรผลิตของผู้เข้าร่วมอบรม



ส่วนที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจในด้านความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์  
(เทคโนโลยีที่เหมาะสม)

รายการ	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	รวม 100 % (223 คน)
1. ความเหมาะสมของเทคโนโลยีและความมั่นใจที่จะนำผลการอบรมไปใช้ได้จริง	-	5	20	75	100
2. ความเหมาะสมในด้านปัจจัยการผลิตและสถานที่ปลูกสับดูดำ	-	3	10	87	100
3. ความเหมาะสมของเครื่องผลิตไบโอดีเซลสับดูดำในชุมชน	-	6	20	74	100
4. ความเหมาะสมในการนำไบโอดีเซลไปใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตร	-	5	15	80	100
5. ความเหมาะสมในการนำไบโอดีเซลไปใช้กับเครื่องยนต์รอบสูง (รถกระบะ ฯลฯ)	-	5	17	78	100
6. ความเหมาะสมด้านต้นทุนในขั้นตอนต่างๆ เช่น การผลิตปุ๋ยน้ำ EM ,ฮอร์โมนอินทรีย์, ราคาเครื่องหีบสับดูดำและอุปกรณ์ผลิตไบโอดีเซล	-	8	10	82	100

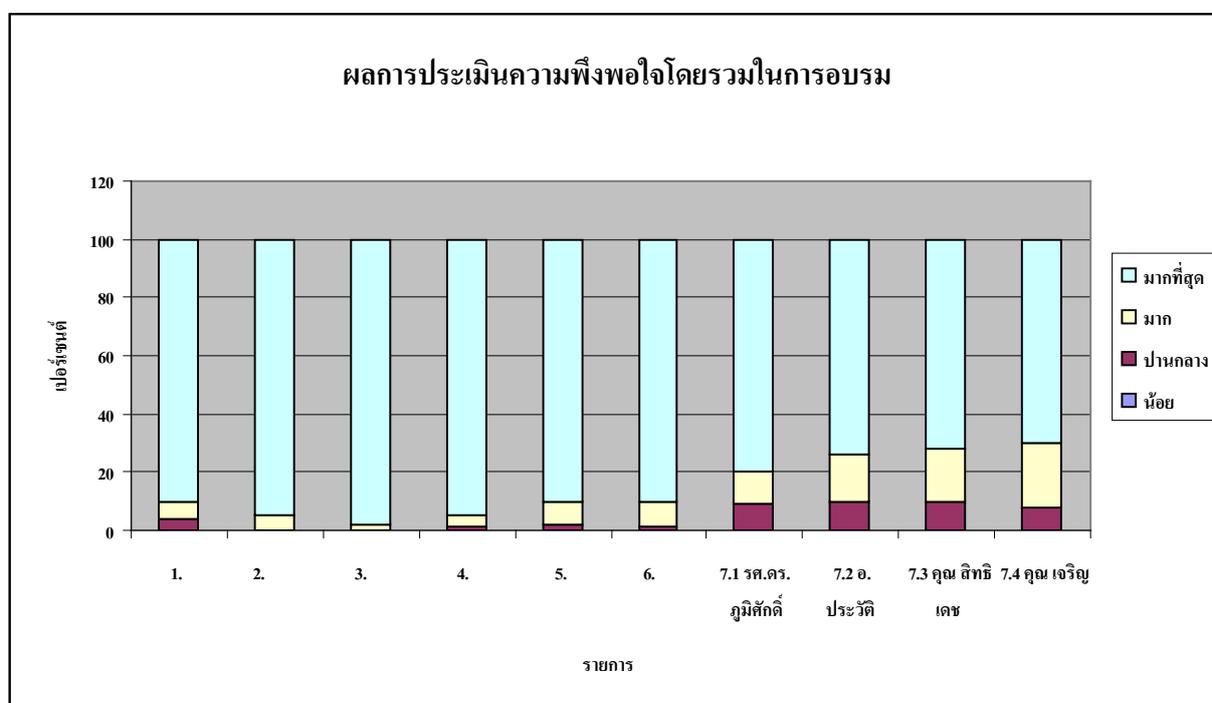
ภาพแสดงระดับความพึงพอใจด้านความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ของผู้เข้ารับการอบรม



## ส่วนที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมในการอบรม

รายการ	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	รวม 100 % (223 คน)
1. การต้อนรับในการเข้าอบรม	-	4	6	90	100
2. การประชาสัมพันธ์	-	-	5	95	100
3. ด้านเพิ่มเอกสารประกอบการอบรม	-	-	2	98	100
4. ด้านสถานที่ในการอบรม	-	1	4	95	100
5. ความเหมาะสมระยะเวลาในการอบรม	-	2	8	90	100
6. อาหารและเครื่องดื่ม	-	1	9	90	100
7. วิทยากรผู้ให้การอบรม					
7.1 รศ.ดร. ภูมิศักดิ์ อินทนนท์	9	11	80	-	100
7.2 อ. ประวัติ นกอ๋ม	10	16	74	-	100
7.3 นายสิทธิเดช สุขสวัสดิ์	10	18	72	-	100
7.4 นายเจริญ เพ็ญมะ	8	22	70	-	100

### ภาพแสดงระดับความพึงพอใจโดยรวมในการอบรม



## บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล

### 5.1 อภิปรายผลการทดลอง

#### 1) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมในแปลงวิจัย

ในช่วงที่ทำการศึกษพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 28 องศาเซลเซียส สำหรับข้อมูลด้านปริมาณน้ำฝนในระหว่างช่วงที่ทำการศึกษามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ 227 มิลลิเมตร/เดือน และเดือนกุมภาพันธ์ไม่มีฝนตกเลย ฝนตกหนักสุดในเดือนกันยายน ซึ่งถือว่าเป็นสภาพภูมิอากาศปรกติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสับรูดำตามรายงานของ(Heller, 1996) ที่กล่าวว่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสับรูดำ คือ 20-28 องศาเซลเซียส และสับรูดำเป็นพืชที่ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตที่มีน้ำฝนตั้งแต่ 300-1,000 มิลลิเมตร และในบางพื้นที่สับรูดำสามารถเจริญเติบโตได้ดีถึงแม้ว่าแทบไม่มีฝนตกเลย

#### 2) ข้อมูลดินที่ใช้ในการทดลอง

จากข้อมูลการวิเคราะห์ดินพบว่าดินที่ใช้ในการศึกษามีระดับความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำถึงต่ำมากปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด อินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลางมีปริมาณธาตุอาหารพืชในระดับต่ำทั้ง 3 ธาตุอาหารหลักได้แก่ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายมีการระบายน้ำและอากาศดี ซึ่งสอดคล้องกับ ศูนย์สารสนเทศกรมวิชาการเกษตร (2544) และ Heller (1996) ที่ว่า สับรูดำมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ดีในสภาพดินที่เป็นดินร่วนเป็นทราย เพราะเป็นพืชที่ต้องการออกซิเจนสูง

#### 3) การวิเคราะห์ฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-1 และ ฮอร์โมนอินทรีย์สูตร-2

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของฮอร์โมนอินทรีย์สูตร – 1 และฮอร์โมนอินทรีย์สูตร- 2 พบว่ามีปฏิกิริยาเป็นกรดจัด ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อยู่ในระดับที่สูงเป็นไปตามเป้าหมายการพัฒนาสูตรฮอร์โมนอินทรีย์เพื่อการเร่งน้ำมันในเมล็ดสับรูดำ ส่วนธาตุอาหารเสริมที่สำคัญนั้นพบว่ามีปริมาณที่ต่ำถึงต่ำมากธาตุอาหารเสริมที่สำคัญนั้นพบว่ามีปริมาณต่ำถึงต่ำมาก 8- 450 ppm ยกเว้นสังกะสี อย่างไรก็ตามระดับดังกล่าวพอเพียงต่อการเจริญเติบโตของสับรูดำเพราะพืชทั่วไปจะดูดธาตุอาหารเสริมไม่เกิน 5 ppm เป็นส่วนใหญ่ ส่วนจุลินทรีย์นั้นพบว่ามีในฮอร์โมนทั้ง 2 สูตรมีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์อยู่เป็นจำนวนมาก

## 5.2 ผลบันทึกการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นกิ่งและใบของสับดูดำ (Vegetative phase)

1) ความสูงของสับดูดำ ความสูงเฉลี่ยของสับดูดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 5 อันดับแรกคือ (E-30), (H2-20) , (E-40) , (E-20) และ(E-50) ตามลำดับ

2) ขนาดลำต้นของสับดูดำ จากการทดลองฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนต่างๆทำให้ขนาดลำต้นเฉลี่ยของสับดูดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีขนาดลำต้นเฉลี่ยสูงสุด 5 อันดับแรกคือ (E-20), (E-40) , (E-30) , (E-50) และ (H1-50) ตามลำดับ

3) จำนวนกิ่งต่อต้น จากการทดลองฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนต่างๆทำให้จำนวนกิ่งเฉลี่ยต่อต้นของสับดูดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด 5 อันดับแรกคือ (H2-40), (H2-20) , (H2-30) , (H1-30) และ (H1-20) กิ่งตามลำดับ

4) จำนวนใบต่อต้น จากการทดลองฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนต่างๆ ทำให้จำนวนใบเฉลี่ยของสับดูดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด 5 อันดับแรกคือ (E-40), (E-20) , (E-30), (E-50) และ (H1-50) ตามลำดับ

5) ขนาดทรงพุ่มของสับดูดำ จากการทดลองฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนต่างๆทำให้ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยของสับดูดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยสูงสุด 5 อันดับแรกคือกรรมวิธีที่ (H2-20), (H1-30) , (E-20), (C2-20) และ (H2-40) ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบนั้นกรรมวิธีที่ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอนที่ระดับความเข้มข้น 20-40 ppm มีการเจริญเติบโตดีที่สุดรองลงมาคือ ฮอร์โมนอินทรีซ์สูตร 2 ความเข้มข้น 20-40 ppm และฮอร์โมนอินทรีซ์สูตร 1 ความเข้มข้น 20-40 ppm ตามลำดับ แต่จะเห็นได้ว่าการกรรมวิธีที่ใช้ฮอร์โมนอินทรีซ์ทั้ง 2 สูตรนั้น มีการแตกกิ่งก้านสาขาดี(จำนวนกิ่งต่อต้น)ทำให้มีลักษณะทรงพุ่มกว้าง(ขนาดทรงพุ่ม) ซึ่งทุกกรรมวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

## 5.3 ผลการบันทึกองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต (Reproductive phase)

1) จำนวนช่อดอก/กิ่ง จากการศึกษาพบว่าจำนวนช่อดอก/กิ่งของสับดูดำแสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (H2-30), (E-40), , (E-50), และ (H2-20) ตามลำดับ

2) จำนวนช่อดอกต่อต้น จากการศึกษาพบว่าสับดูดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-40), (E-20), (H2-30),และ(H2-30), ตามลำดับ

3) จำนวนผล/พวง จากการศึกษาพบว่าสับดูดำแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-40), (H2-30), ((H1-30) และ (E-30) เท่ากัน),และ (H2-40)ตามลำดับ

**4) จำนวนผล/กิ่ง** จากการศึกษาพบว่าสับดูค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-20), (H2-30), (H2-20), และ (H1-30) ตามลำดับ

**5) จำนวนผลสุก/ต้น** จากการศึกษาพบว่าสับดูค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-20), (H2-30), (H2-40), และ(E-40) ตามลำดับ

**6) ขนาดของผล (เซนติเมตร)** จากการศึกษาพบว่าสับดูค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ ((C1-50) และ (C1-30)เท่ากัน), (H1-20), (H2-30), (H1-50), และ(H1-40) ตามลำดับ

**7) ขนาดความยาวของผล(เซนติเมตร)** จากการศึกษาพบว่าสับดูค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ 2(H1-20), ((H1-40), (H1-50)และ(H2-30) เท่ากัน), ((C1-50)และ(R-50) เท่ากัน), ((H1-30) และ(R-40) เท่ากัน), และ ((C2-20)และ(E-20)เท่ากัน) ตามลำดับ

**8) น้ำหนักผลสุก/ต้น (กรัม/ต้น)** จากการศึกษาพบว่าสับดูค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30),(E-40),(H1-40), (E-50), และ(H2-40) ตามลำดับ

**9) สัดส่วนเปลือกต่อเมล็ด** จากการศึกษาพบว่าสับดูค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30),(E-40), (R-0), (H2-30), (H1-20) ตามลำดับ

**10) น้ำหนักเมล็ด/ต้น** จากการศึกษาพบว่าสับดูค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30),(E-40), (H2-30), (E-50), และ(H2-40) ตามลำดับ

**11) น้ำหนัก 100 เมล็ด** จากการศึกษาพบว่าสับดูค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (H2-40), (E-40), ((E-50), และ(H2-30), เท่ากัน), และ(E-20) ตามลำดับ

**12) เปอร์เซ็นต้น้ำมันในเมล็ด** จากการศึกษาพบว่าสับดูค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-40), (H2-30), (E-50), และ(E-20)ตามลำดับ

**13) ผลผลิตน้ำมัน / ต้น** จากการศึกษาพบว่าสับดูค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ (E-30), (E-40), (H2-30), (E-50), และ (H2-40) ตามลำดับ

**14) ผลผลิตน้ำมัน / ไร่** จากการศึกษาพบว่าสปีดค่าแสดงผลออกมาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติ กรรมวิธีที่แสดงค่าเฉลี่ยออกมาสูงสุด 5 อันดับแรกได้แก่ ได้แก่ (E-30), (E-40), (H2-30), (E-50), และ(H2-40) ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์การเจริญเติบโตทางด้านการออกดอกและติดผลของสปีดค่าพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน ที่ระดับความเข้มข้น 20-40 ppm มีการเจริญเติบโตดีที่สุดรองลงมาคือฮอร์โมนอินทรีย์สูตร 2 ความเข้มข้น 30-40 ppm และฮอร์โมนอินทรีย์สูตร 1 ความเข้มข้น 30-40 ppm ตามลำดับ แต่จะเห็นได้ว่าในกรรมวิธีที่ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน นั้นมีจำนวนดอกมากจึงทำให้ผลคอกจำนวนผลต่อต้นและน้ำหนักเมล็ดต่อต้นสูงตามไปด้วยและยังมีการสะสมน้ำมันในเมล็ดดีทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ด ผลผลิตน้ำมันต่อต้น ผลผลิตน้ำมันต่อไร่สูงตามไปด้วยเช่นกัน ส่วนฮอร์โมนอินทรีย์ทั้ง 2 สูตรนั้น มีลักษณะเด่นคือ ผลมีขนาดใหญ่และยาวแต่มีจำนวนน้อยกว่า การที่สปีดค่าแสดงผลออกมาเช่นนี้สามารถประเมินได้ว่าฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่สังเคราะห์ขึ้นมาปกติแล้วเกษตรกรใช้ในการกระตุ้นการออกดอกการติดผลของไม้ผลอยู่แล้วเมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับสปีดค่าจึงแสดงผลออกมาก่อนข้างคั้นชดส่วนฮอร์โมนอินทรีย์ทั้ง 2 สูตรนั้นเนื่องจากเป็นฮอร์โมนธรรมชาติที่มีความเข้มข้นต่ำจึงกระตุ้นการออกดอกและติดผลได้น้อยกว่าซึ่งสอดคล้องกับระดับความเข้มข้นของอัตราการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน ใช้ตั้งแต่ 20 ppm ขึ้นไป ในขณะที่ฮอร์โมนอินทรีย์ทั้ง 2 สูตรใช้ได้ดีเมื่อความเข้มข้นระดับสูงขึ้นตั้งแต่ 30 -40 ppm เป็นต้นอย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

#### 5.4 ผลการวิเคราะห์ผลผลิตและต้นทุนฮอร์โมนโดยสังเขป

ต้นทุนของฮอร์โมนแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงทั้งนี้เนื่องมาจากประเภทของฮอร์โมนและความเข้มข้นของสารนั่นเองกล่าวคือฮอร์โมนสูตร 1 และสูตร 2 เป็นฮอร์โมนอินทรีย์ (ฮอร์โมนธรรมชาติ) ปุ๋ยน้ำเคมีสูตร 1 และสูตร 2 เป็นปุ๋ยเคมีที่ใช้เพื่อการออกดอกส่วนฮอร์โมนสังเคราะห์เอทอกซน R และฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน เป็นฮอร์โมนสังเคราะห์เมื่อพิจารณาราคาต่อ 1 ลิตร พบว่า ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทอกซน (R) เคมีสูตร 2 เคมีสูตร 1 ฮอร์โมนสูตร 2 และฮอร์โมนสูตร 1 มีต้นทุนสูงสุดตามลำดับที่ราคา 500 , 360, 15, 13, 5, 4 บาท ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของผลผลิตและปริมาณน้ำมันต่อไร่แล้วจะพบว่าฮอร์โมนที่ทำให้ผลผลิตมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มสูงขึ้นได้สูงสุดได้แก่ ฮอร์โมนสังเคราะห์เอธิฟอน ฮอร์โมนสูตร 2 ฮอร์โมนสูตร 1 เคมีสูตร 2 เคมีสูตร 1 และ ฮอร์โมนสังเคราะห์เอทอกซน (R) ตามลำดับผลผลิตเพิ่มขึ้น 154, 121, 88, 82, 68, 68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้มีรายได้เพิ่มสูงขึ้นจากที่ไม่ใช้ฮอร์โมน (control) คิดเป็นเงิน 358 , 291 ,213, 213,168,168, บาท ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาด้านต้นทุนของฮอร์โมนประกอบแล้วจะเห็นว่าการใช้ฮอร์โมนสูตร 2 ที่มีต้นทุนลิตรละ 5 บาท ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น 291 บาท หากมีการใช้เพิ่มพื้นที่ปลูกอีก 1 ไร่ จะมีต้นทุน 10 บาท แต่จะ

สามารถมีรายได้เพิ่มขึ้น  $291 \times 2 = 582$  บาท จึงทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ สอร์โมนสังเคราะห์ เอธิฟอน (358 บาท) ที่มีราคาแพงลิตรละ 500 บาท และสอร์โมนสูตร 2 นั้นเกษตรกรสามารถผลิตเองได้ด้วย ส่วนปุ๋ยเคมีน้ำนั้นถึงแม้จะมีธาตุอาหารหลักโดยเฉพาะฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงก็ตามแต่ก็ขาดธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมโดยเฉพาะธาตุแคลเซียม โบรอน กำมะถัน ซึ่งจำเป็นสำหรับไม้ผลปกติชาวบ้านต้องซื้อแคลเซียมโบรอนมาฉีดเสริมอยู่แล้วส่วนกำมะถันมีส่วนสำคัญในการสร้างน้ำมันเมื่อปุ๋ยเคมีน้ำขาดธาตุเหล่านี้จึงแสดงผลออกมาทำให้ผลผลิตต่ำ ในทางตรงกันข้ามธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม มีอย่างเพียงพอในสอร์โมนทั้ง 2 สูตรจึงทำให้ผลผลิตสูงขึ้นดังกล่าว นอกจากนั้นน้ำจากบ่อดินที่มีสภาพเป็นด่าง (pH 8) เป็นน้ำกระด้างจึงอาจเป็นสาเหตุให้การเจริญเติบโตของสับดูดำในช่วงแรกเข้าไปด้วยตามที่เคยรายงานในความก้าวหน้าครั้งที่ 2 เพราะคุณธาตุไนโตรเจนใช้ได้ น้อยลงและเป็นฤดูแล้งซึ่งใช้น้ำจากบ่อดินรดเป็นส่วนใหญ่แต่เมื่อสับดูดำเริ่มออกดอกและติดผลธาตุแคลเซียมโบรอนจะดูดได้ขึ้นในสภาพเป็นด่างซึ่งเป็นช่วงที่สับดูดำจำเป็นเพื่อสร้างผลผลิตพอดีและเป็นฤดูฝนที่สับดูดำเจริญเติบโตได้ดีอีกด้วย

### 5.5 ผลการอบรมขยายผลของโครงการ มีรายละเอียดดังนี้

จากการอบรมขยายผลพบว่าเกษตรกรมีความสนใจและเข้าร่วมรับฟังและฝึกปฏิบัติภารกิจเกินจำนวนที่ระบุไว้ในโครงการ(200 คน) มีผู้สนใจเข้าร่วม 223 คน ผลการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการอบรมสรุปได้ว่าผู้เข้ารับการอบรมส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรเพศชายอายุอยู่ระหว่าง 36-45 ปี วุฒิการศึกษาต่ำกว่า ม.6 ส่วนด้านเนื้อหาวิชาการและความพึงพอใจนั้นพบว่ามากกว่า 85 % แสดงความพึงพอใจระดับมากที่สุดและมากกว่า 90%ของผู้เข้ารับการอบรมแสดงผล เข้าใจเรื่องการลดต้นทุนการผลิตสับดูดำด้วยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดและสอร์โมนอินทรีย์ในระดับมากที่สุด ในด้านการนำเทคโนโลยีไปใช้นั้น (เทคโนโลยีที่เหมาะสม)พบว่ามากกว่า 80% ของผู้เข้ารับการอบรมแสดงผล มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ส่วนความพึงพอใจกับการจัดอบรมในภาพรวมพบว่ามากกว่า 90% แสดงความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

### 5.6 สรุปผลการทดลอง

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดขั้นต้นอิทธิพลของปุ๋ยน้ำชีวภาพและอัตราการใช้ที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตและน้ำมันในเมล็ดสับดูดำสามารถสรุปได้ดังนี้

1. สอร์โมนที่มีอิทธิพลต่อการแตกกิ่งก้านลำต้นใบของสับดูดำมากที่สุดคือ สอร์โมนสังเคราะห์ เอธิฟอนที่ความเข้มข้น 20-40 ppm รองลงมาคือ สอร์โมนอินทรีย์สูตร 2 ความเข้มข้น 20-40 ppm และสอร์โมนอินทรีย์สูตร 1 ความเข้มข้น 20-40 ppm ตามลำดับ

2. สอร์โคนที่มีความเข้มข้น 20-40 ppm มีการเจริญเติบโตดีที่สุดที่สุตรองลงมาคือ สอร์โคนที่มีความเข้มข้น 30-40 ppm และสอร์โคนที่มีความเข้มข้น 30-40 ppm ตามลำดับ
3. สอร์โคนที่มีความเข้มข้น 30-40 ppm ทำให้สูกำมีผลผลิตมากขึ้นผลผลิตแต่ผลมีขนาดเล็กส่วน สอร์โคนที่มีความเข้มข้น 2 และ 1 ทำให้สูกำมีผลผลิตขนาดใหญ่ขึ้น อย่างไรก็ตาม สอร์โคนที่มีความเข้มข้น 2 และ 1 สามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันต่อพื้นที่ได้สูงสุด แต่มีต้นทุนที่สูงกว่า
4. เมื่อพิจารณาต้นทุนสอร์โคนที่เกษตรกรจะได้ออกมาเพิ่มขึ้นแล้ว สอร์โคนที่เหมาะสมที่สุดในการปลูกสูกำคือ สอร์โคนที่มีความเข้มข้น 2 สอร์โคนที่มีความเข้มข้น 1 เพราะราคาถูกและเกษตรกรผลิตเองได้ด้วย
5. การอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีวิธีการปลูกสูกำด้วยการจัดการสอร์โคนที่และการผลิตไบโอดีเซลจากสูกำใช้ในครัวเรือนเกษตรกรส่วนใหญ่ให้ความสำคัญและมีความพอใจที่มีการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีซึ่งแสดงผลพึงพอใจมากที่สุดกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของผู้เข้ารับการอบรม

## 5.7 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนปลูกสูกำประกอบด้วย
2. ควรสนับสนุนให้มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง (มากกว่า 1 ปี) เพื่อทราบถึงอิทธิพลของสอร์โคนที่ต่าง ๆ ต่อผลผลิตขั้นสุดท้าย เพราะสูกำเป็นไม้ยืนต้นที่ให้ผลผลิตสูงสุดในปีที่ 4 และอายุยืนมากกว่า 30 ปี
3. ควรมีการประยุกต์ใช้วิธีการอื่นๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตสูกำให้มากขึ้น เช่น การตัดแต่งกิ่งการเสริมรากร่วมกับการฉีดสอร์โคนที่ เป็นต้นเพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่ดียิ่งขึ้น
4. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการปลูกสูกำเป็นพลังงานทางเลือกให้มากขึ้น ควรสนับสนุนให้มีการวิจัยการใช้ประโยชน์จากชีวมวลของสูกำให้มากขึ้น เพราะมีชีวมวลปริมาณมากจากการปลูกสูกำ เช่น กิ่งก้าน ใบ ราก เปลือกผล และกากเมล็ดสูกำ เพื่อให้การปลูกสูกำมีความคุ้มค่ามากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

1. กรมวิชาการเกษตร. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). สบู่ดำ. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2548. จาก: <http://www.doa.go.th>.
2. กรมวิชาการเกษตร. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ. สืบค้นวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2548. จาก: <http://www.aopdmo1.go.th/data/physicnut21.html>
3. กองบรรณาธิการ. (2548). สบู่ดำกับน้ำมันดีเซล. น.ส.พ. กสิกรรม, 78(5), 22-33.
4. จรุง ค่อมคำพันธ์ และ โยชิมุมิ ทาคะ. (2548). น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซล. ในศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร, นานาสาระ “สบู่ดำ” (หน้า 6-10) สืบค้นวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2548. จาก: <http://www.doa.go.th>
5. ประยูร ห่วงนิกร. (2529). การศึกษาปลูกสบู่ดำแปลงใหญ่และการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์ของน้ำมันสบู่ดำ. วิทยานิพนธ์ วทม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
6. ระพีพันธ์ ภาสบุตร และสุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์. (2525). ผลการวิจัยค้นคว้าการใช้ไขมันสบู่ดำเป็นพลังงานทดแทนเครื่องยนต์ดีเซล. ในการใช้น้ำมันสบู่ดำเดินเครื่องยนต์ดีเซล(หน้า 11-42). กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร.
7. สมบัติ ชินะวงศ์. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). สบู่ดำ พืชทดแทนพลังงานที่มีศักยภาพ. สืบค้นวันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ. 2548. จาก : <http://www.ku.ac.th>.
8. สุคนธา สกุลคู. (2529). อิทธิพลของน้ำในดินที่มีต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารอินทรีย์บางชนิดในต้นสบู่ดำ. วิทยานิพนธ์ วทม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
9. สุรพงษ์ เขียวรัต. (2548). ต้นทุนการผลิตสบู่ดำกับราคาคู่มทุน. ใน ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร, นานาสาระ “สบู่ดำ” (หน้า 6-10) สืบค้นเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ.2548.จาก: <http://www.doa.go.th>
10. กรมส่งเสริมการเกษตร2547. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสบู่ดำ. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2549 จาก:<http://aopdmo1.duae.go.th/data/>
11. เทคโนโลยีการเกษตร “สบู่ดำ” พืชพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซล (online). Available : <http://news.cedis.or.th/detail.php?d=1040&lang=en&group-id=1>
12. คณะกรรมการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร 2545. พลังงานทดแทนเอทานอลและไบโอดีเซล
14. สมเกียรติ รัตเรีเกียรติ 2526. การศึกษาการปลูกสบู่ดำแบบแปลงใหญ่ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า11
15. นิจศิริ เรื่องรังษี และพยอม ต้นดีวัฒน์ 2534. พืชสมุนไพร หน้า 129
16. บัณฑิตวรรณ จูติชนาวนิช 2527. ผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวของกิ่งปักชำ ต่อการเกิดรากสบู่ดำ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 1

17. นรินทร์ สมบูรณ์สาร. (2526). ผลของฮอร์โมนIBAต่อการเกิดรากในกิ่งปักชำสับคั่ว. วิทยานิพนธ์ วทม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
18. นรินาม. (2548). ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ.2548.  
จาก:<http://www.doa.go.th>.
- 19.ปราโมทย์ ทิมขำ. (2549). อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสับคั่ว. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วทม. มหาวิทยาลัยนเรศวร
20. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2550). โครงการการคัดเลือกพันธุ์สับคั่วเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง มหาวิทยาลัยแม่โจ้และสมาคมนิสิตเก่าและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ส.มก.)
21. ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2546). สับคั่วพืชหมักจรรยา. เอกสารประกอบการบรรยาย สับคั่วพืชพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานทดแทน ,มหาวิทยาลัยนเรศวร.
22. ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2548). พืชพลังงานและพลังงานชีวมวล (สับคั่ว) เอกสารประกอบการสอน วิชา พืชพลังงานและพลังงานชีวมวล คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
23. ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2549). การผลิตไบโอดีเซลจากสับคั่ว เอกสารประกอบการบรรยาย เกษตรนเรศวรครั้งที่ 5 คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ,มหาวิทยาลัยนเรศวร.
24. อุดมพร เสือมาก. (2548). ผลของการให้ปุ๋ยในระบบน้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพผลของมังคุด(Garcinia mangostana Linn.)นอกฤดูปลูก. วิทยานิพนธ์ วทม., มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
25. ไชยวัฒน์ สุขเสวตสรณ์ ทวีรัตน์รัตน์ และ วัชระ สิงห์โตทอง. 2541. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีบำรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดในชุดดินไทรงาม (Influence of organic manure and chemical fertilizer for soil improvement on maize production on Sai-Ngam soil series). สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ.2549.  
จาก:<http://www.Idd.go.th>.
26. เมธี มณีวรรณ ปรีดี ศิริรักษา สุภาพร จันรุ่งเรือง และ พิรัชมา วาสนานุกูล. 2537. อัตราการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในการปลูกผักกาดหัวในชุดดินวาริน (Rates of manure and chemical fertilizer for chinese radish in Warin soil series). สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2549. จาก:<http://www.Idd.go.th>.
26. <http://203.158.184.2/elearning/SoilFertility/unit601.htm>

**ภาคผนวก-ก**  
**แบบสอบถามประกอบการอบรม**

**กำหนดการอบรมขยายผล เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตสับด้า  
และการผลิตไบโอดีเซลชุมชนจากสับด้า**

**วันเสาร์ ที่ 10 ตุลาคม 2552**

**คณะเกษตรศาสตร์ฯ ม.นเรศวร ชั้น2 ณ ห้อง AG 2103 เวลา 08.30. -17.00 น.**

08.30 - 9.00 น.	ลงทะเบียน (มีเอกสารแจกพร้อม CD)
9.00 - 9.30 น.	พิธีเปิดการอบรม โดย คณบดีเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร
9.30 -10.45 น.	บรรยายเชิงวิชาการ เรื่องเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตสับด้าจากปุ๋ยน้ำชีวภาพและฮอร์โมนเพื่อเพิ่มผลผลิตสับด้า และการผลิตสับด้าเพื่อผลิตไบโอดีเซลลดต้นทุนทางการเกษตรในระดับครัวเรือน
	<b>วิทยากรคนที่ 1.</b> โดย รศ.ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร
	หัวหน้าโครงการวิจัยสับด้าแบบครบวงจร ม.นเรศวร
10.45-11.00 น.	พักเบรก (เครื่องดื่ม น้ำชากาแฟ)
11.00 -12.00 น.	บรรยายเชิงวิชาการเรื่อง การนำวัสดุเหลือใช้จากสับด้ามาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร (ผลิตปุ๋ยและพลังงานชีวมวล)
	<b>วิทยากรคนที่ 2.</b> โดย นายประวัติน กอ่อม นักวิชาการเกษตรระดับชำนาญการ สถานีพัฒนาที่ดินพิจิตร
12.00 -13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 -15.00. น.	<b>วิทยากรคนที่ 3.</b> บรรยาย เรื่อง ประสบการณ์การใช้ไบโอดีเซลแบบ 100 % กับเครื่องจักรกลการเกษตร
	โดย นายเจริญ เพ็ญมะ เกษตรกร ทำนา 120 ไร่ ผู้ใช้น้ำมันไบโอดีเซลลดต้นทุนการผลิตในการทำนา (ใช้ไบโอดีเซลแบบ 100%กับรถไถนังจับ รถเกี่ยวข้าว และรถอีซูซุดีแม็กส์ เป็นเวลา 2 ปี)
15.00 -15.15 น.	พักเบรก (เครื่องดื่ม น้ำชากาแฟ)
15.15 -16.30 น.	<b>วิทยากรคนที่ 4.</b> การฝึกปฏิบัติการและสาธิตการผลิตไบโอดีเซล
	เรื่อง วิธีผลิตไบโอดีเซลจากสับด้าและน้ำมันพืชเก่าที่ใช้แล้วในระดับครัวเรือน โดย นายสิทธิเดช สุขสวัสดิ์ ผู้เชี่ยวชาญการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชเก่าและ รศ.ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ การผลิตไบโอดีเซลจากสับด้า (ไบโอดีเซลแบบ 100 %) กับรถนิสสันและรถโตโยต้าวิโก้ เป็นเวลา 3 ปี
16.30 -17.00 น.	ซักถามและถ่ายรูปที่ระลึก
	ปิดการอบรมโดย คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร

แบบสอบถามการอบรมขยายผล เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตสับดำและการผลิตไบโอดีเซลชุมชนจากสับดำ

วันเสาร์ที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2552

คณะเกษตรศาสตร์ ๗ ชั้น 2 ณ ห้อง AG 2103 เวลา 08:30 – 17:00 น.

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้ารับการอบรม

- 7) เพศ  ชาย  หญิง
- 8) สถานภาพ  โสด  สมรส  หย่าร้าง
- 9) อายุ  ต่ำกว่า 15 ปี  15 - 25 ปี  25 - 35 ปี  
 35 - 45 ปี  45 - 55 ปี  55 - 65 ปี  
 65 ปีขึ้นไป
- 10) วุฒิการศึกษา  ต่ำกว่า ม.6  ม.6 – อนุปริญญา  ปริญญาตรี  
 สูงกว่าปริญญาตรี
- 11) รายได้ต่อปี  ต่ำกว่า 10,000 บาท  10,000 – 30,000 บาท  
 30,000 - 50,000 บาท  50,000 – 100,000 บาท  
 100,000 – 150,000 บาท  150,000 บาท ขึ้นไป
- 12) อาชีพ  ข้าราชการ  พนักงานของรัฐ  
 รับจ้าง  เกษตรกร  
 นักศึกษา  อื่นๆ.....

### ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจด้านเทคโนโลยีและวิชาการ

รายการ	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
8. ความพึงพอใจ เพิ่มเอกสารและ CD ประกอบการอบรม				
9. ความเข้าใจเรื่องสถานการณ์ด้านพลังงานของประเทศ				
10. ความเข้าใจเรื่องการปลูกสบู่ดำโดยรวม				
11. ความเข้าใจเรื่องการผลิตไบโอดีเซลชุมชน				
12. ความเข้าใจเรื่องการผลิตเพิ่มผลผลิตโดยการจัดการปุ๋ยและฮอร์โมนเพิ่ม น้ำมันสบู่ดำ				
13. ความเข้าใจเรื่องเครื่องทำไบโอดีเซลและระบบผลิต				
14. ความเข้าใจเรื่องการนำไบโอดีเซลไปใช้ประโยชน์ในภาคการเกษตร และการลดต้นทุนในครัวเรือน				

### ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจในประสิทธิภาพสูตรผลิต (สูตรฮอร์โมนอินทรีย์)

รายการ	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
5. ความเข้าใจเรื่องสูตรการผลิตสูตรฮอร์โมนอินทรีย์ชีวภาพ				
6. ความเข้าใจเรื่องการใช้ประโยชน์ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพและ ฮอร์โมนเพื่อเพิ่มผลผลิตสบู่ดำ				
7. ความเข้าใจเรื่องขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพและ ฮอร์โมนอินทรีย์				
8. ความเข้าใจเรื่องการลงทุนการผลิตโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ชีวภาพและฮอร์โมนอินทรีย์				

### ส่วนที่ 4 ความพึงพอใจในด้านความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ (เทคโนโลยีที่เหมาะสม)

รายการ	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของเทคโนโลยีและความมั่นใจที่จะนำผลการอบรม ไปใช้ได้จริง				
8. ความเหมาะสมในด้านปัจจัยการผลิตและสถานที่ปลูกสบู่ดำ				
9. ความเหมาะสมของเครื่องผลิตไบโอดีเซลสบู่ดำในชุมชน				
10. ความเหมาะสมในการนำไบโอดีเซลไปใช้กับเครื่องจักรกล การเกษตร				
11. ความเหมาะสมในการนำไบโอดีเซลไปใช้กับเครื่องยนต์รอบสูง (รถกระบะ ฯลฯ )				
12. ความเหมาะสมด้านต้นทุนในขั้นตอนต่างๆ เช่น การผลิตปุ๋ยน้ำ EM , ฮอร์โมนอินทรีย์, ราคาเครื่องหีบสบู่ดำ และอุปกรณ์ผลิตไบโอดีเซล				

ส่วนที่ 5 ความพึงพอใจโดยรวมในการอบรม

รายการ	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
8. การต้อนรับในการเข้าอบรม				
9. การประชาสัมพันธ์				
10. ด้านเพิ่มเอกสารประกอบการอบรม				
11. ด้านสถานที่ในการอบรม				
12. ความเหมาะสมระยะเวลาในการอบรม				
13. อาหารและเครื่องดื่ม				
14. วิทยากรผู้ให้การอบรม				
7.1 รศ.ดร. ภูมิศักดิ์ อินทนนท์	.....	.....	.....	.....
7.2 อ. ประวิติ นกอิม	.....	.....	.....	.....
7.3 นายสิทธิเดช สุขสวัสดิ์	.....	.....	.....	.....
7.4 นายเจริญ เพ็ญมะ	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมอบรมทุกท่าน

\*โปรดกรอกข้อมูลตามความเป็นจริงและส่งแบบสอบถามคืนฝ่ายประเมินผล คณะเกษตรศาสตร์  
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ก่อนเวลา 17:00 น.

**ภาคผนวก-ข**  
**ภาพกิจกรรม**



การเตรียมต้นกล้าสับดูดำ



### ฮอร์โมนอินทรีย์ชีวภาพที่พร้อมใช้งาน



### สภาพแปลงวิจัย







