



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่

สาขา

พืชไร่นา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของจำนวนใบ ตำแหน่งใบ และองศาของกิ่งสพู่ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสพู่ดำ

Effects of Leaf Number, Leaf Position and Branch Angles on Growth and Yield of
Physic Nut (*Jatropha curcas* Linn.)

นามผู้วิจัย นางสาววิชา สติชัยเวียงทอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์สมบัติ ชินะวงศ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์รวี เสระจุกักดี, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สนธิชัย จันทร์เปรม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของจำนวนใบ ตำแหน่งใบ และองศาของกิ่งสนับต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสนับดำ

Effects of Leaf Number, Leaf Position and Branch Angles on Growth and Yield of
Physic Nut (*Jatropha curcas* Linn.)

โดย

นางสาววิชา สติชัยเวียงทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)
พ.ศ. 2552

ชววิชา สติชัยเวียงทอง 2552: ผลของจำนวนใบ ตำแหน่งใบและองศาของกิ่งสพุดำต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตสพุดำ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สมบัติ ชินะวงศ์, Ph.D. 93 หน้า

การศึกษาผลของจำนวนใบ ตำแหน่งใบและองศาของกิ่งสพุดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ สพุดำ ดำเนินการทดลองในเดือนมกราคม 2551-มกราคม 2552 ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้ การทดลองที่ 1 ศึกษาจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสพุดำ โดยมี 2 ปัจจัยคือ จำนวนใบ 4 ระดับ ได้แก่ 2 4 6 และ 8 ใบ ปัจจัยที่สองคือ ตำแหน่งใบมี 3 ระดับ ได้แก่ ใบที่ติดกับช่อดอก ใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ 30 ซม. พบว่า จำนวนใบและตำแหน่งใบไม่ทำให้มีการแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งการเจริญเติบโตและผลผลิต การทดลองที่ 2 ศึกษาองศากิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสพุดำ โดยมีมุมองศาที่ศึกษา 3 ระดับ คือ กิ่งที่มีมุมองศา 0-30 (T3) 30-60 (T2) และ 60-90 (T1) ผลปรากฏว่า องศากิ่งที่มีมุมองศา T3 มีจำนวนดอกเพศเมียสูงสุด รองลงมาคือ T2 และ T1 มีจำนวนดอกเพศเมียน้อยที่สุด ซึ่งเท่ากับ 15.0 11.5 และ 10.3 ดอก ตามลำดับ ส่วนในด้านผลผลิตนั้นพบว่าองศากิ่งที่มีมุมองศา T3 มีจำนวนผลต่อช่อสูงสุด รองลงมาคือองศากิ่ง T2 และ T1 ได้เท่ากับ 13.8 9.8 และ 9.1 ผลตามลำดับ แต่พบว่าองศากิ่งที่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสพุดำ การทดลองที่ 3 ศึกษาการตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสพุดำ โดยใช้ ระยะปลูก 2 ระยะคือ 2x2 เมตร และ 3x3 เมตร ร่วมกับการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 50 70 และ 90 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน ผลปรากฏว่า การตัดแต่งกิ่งที่ 90 เซนติเมตร มีความสูงของต้นสพุดำหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วันสูงสุด คือ 178.6 เซนติเมตร รองลงมาคือการตัดแต่งกิ่งที่ 70 และ 50 เซนติเมตร มีความสูง 172.2 และ 140.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ในการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 เซนติเมตร มีผลผลิตต่อต้นสูงสุดคือ 114.8 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 70 และ 50 เซนติเมตร มีผลผลิตต่อไร่ 78.7 และ 13.7 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

Chawisa Satitvaingthong 2009: Effects of Leaf Number, Leaf Position and Branch Angles on Growth and Yield of Physic Nut (*Jatropha curcas* Linn.). Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Associate Professor Sombat Chinawong, Ph.D. 93 pages.

In order to study the effects of leaf number, leaf position and branch angles on growth and yield of physic nut (*Jatropha curcas* Linn.), three main agronomical experiments were carried out during January of 2008 to January of 2009 in the research field of Department of Agronomy, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakhon Pathom province. In the first experiment, the effects of the leaf number and its position on the growth and yield were examined. The physic nut with 2, 4, 6, and 8 leaves at varied leaf positions (ie. at the proximal, at 15 cm and 30 cm high from the panicle) were planned and inspected. According to the statistical collection of the data, the analyzed results showed that the number of leaves and their height from the panicle had no effect on the growth and yield of the physic nut. However, in the second experiment, the study of branch angles effect underlined that although the branch angles did not influence on the growth, but, in the other hands, it increased the yield of the physic nut. From the experiment, the physic nut with the branch angles at 0-30° (T3) obtained the highest pistillate flowers of 15.0, whereas those with the branch angles at 30-60° (T2) and 60-90° (T1) received the lesser amount of pistillate flowers at 11.5 and 10.3, successively. As in good agreement with the number of pistillate flowers, the physic nut with the T3 branch angles also yielded the highest fruit number at 13.8 fruit, which was greater than the others with the branch angles T2 and T1, which produce 9.8 and 9.1 fruit, respectively. Afterward, the effect of the pruning height to the growth and yield of physic nut was investigated. By planted in the growing space of 2x2 m and the 3x3 m, all physic nut in each space were pruned down at the height of 50, 70 and 90 cm above the ground. In this third experiment, the results revealed that, after 150 days, the pruned physic nut at 90 cm above ground were tallest with the 178.6 cm high and produced the highest yield at 114.8 g per plant, comparing to the pruned down plants at 70 and 50 cm above ground, which had plant height at 172.2 and 140.6 cm, and obtained the yield per plant at 78.7 and 13.7 g, consecutively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

/ /

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ชินะวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.รวิ เสรรฐภักดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและกำลังใจเกี่ยวกับการศึกษาและการทำการวิจัยตลอดจนแก้ไขและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์ ดร.วิศิษฐ์ ใจอารีย์ ประธานในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ดร.วันทนา ตั้งเปรมศรี ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ช่วยแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บริษัทโทเทคเตอร์ นิวทริชั่น(ประเทศไทย)จำกัดที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนทุนในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณพ่อแม่ พี่สาว ครู และอาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ต่างๆอีกทั้งให้กำลังใจและคำแนะนำที่ดีเสมอมา

สุดท้ายขอขอบคุณ ทีมงานโรงเรียนสพฐคำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน คุณอุกฤษฏ์ สหพัฒน์สมบัติ และพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ชวิศา สติชัยเวียงทอง

พฤษภาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	20
อุปกรณ์	20
วิธีการ	21
ผลและวิจารณ์	30
สรุปและข้อเสนอแนะ	78
สรุป	78
ข้อเสนอแนะ	79
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	81
ภาคผนวก	90
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	93

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อการเจริญเติบโตของสับรู่ดำ 150 วัน หลังการตัดแต่งกิ่ง	31
2	อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อระยะเวลาการออกดอกชุดแรกของ สับรู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง	33
3	อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อจำนวนดอกชุดแรกของสับรู่ดำหลัง การตัดแต่งกิ่ง	35
4	อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อผลผลิตเฉลี่ยของสับรู่ดำใน 1 ช่อผล	38
5	อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด	40
6	อิทธิพลผลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดสับรู่ดำ เฉลี่ย	42
7	อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มสับรู่ดำ หลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน	44
8	อิทธิพลร่วมของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่ม สับรู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน	45
9	อิทธิพลขององศากิ่งต่อการเจริญเติบโตของสับรู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน	47
10	อิทธิพลขององศากิ่งต่อระยะเวลาการออกดอกชุดแรกเฉลี่ยของสับรู่ดำหลังการ ตัดแต่งกิ่ง	48
11	อิทธิพลขององศากิ่งที่แตกต่างกันต่อจำนวนดอกสับรู่ดำเฉลี่ยใน 1 ช่อดอก	49
12	อิทธิพลขององศากิ่งต่อผลผลิตเฉลี่ยของสับรู่ดำใน 1 ช่อผล	52
13	อิทธิพลขององศากิ่งต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยของสับรู่ดำ	53
14	อิทธิพลขององศากิ่งต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย	54
15	อิทธิพลขององศากิ่งต่อเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มสับรู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน	55
16	อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อการ เจริญเติบโตของสับรู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อจำนวนกิ่งของสับดูดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน	60
18	อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อระยะเวลาออกดอกชุดแรกเฉลี่ยของสับดูดำ	62
19	อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อจำนวนดอกชุดแรกเฉลี่ยของสับดูดำหลังการตัดแต่งกิ่ง	64
20	อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับดูดำหลังการตัดแต่งกิ่ง	67
21	อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อผลผลิตรวมของสับดูดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน	69
22	อิทธิพลร่วมของระยะปลูกและความสูงที่ตัดแต่งกิ่งต่อผลผลิตรวม(กรัม/ต้น)ของสับดูดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วันในการทดลองที่ 3	70
23	อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับดูดำหลังการตัดแต่งกิ่ง	72
24	อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด	73
25	อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดสับดูดำเฉลี่ย	74
26	อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มสับดูดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน	76
ตารางผนวกที่		
1	ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงทดลองสับดูดำระยะปลูก 2x2 ในการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 3	91
2	ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงทดลองสับดูดำระยะปลูก 3x3 ในการทดลองที่ 2 และการทดลองที่ 3	92

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผลของการทำมุมของกึ่งที่ระดับองศาต่างๆต่อสมมูลระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการให้ดอกผลกับลักษณะอื่นในต้นแอปเปิล	15
2	การวัดเปอร์เซ็นต์แสงผ่านทรงพุ่มด้วยเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่ม Quantum meter	23

ผลของจำนวนใบ ตำแหน่งใบ และองศาของกิ่งสพู่ดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต
สพู่ดำ

**Effects of Leaf Number, Leaf Position and Branch Angles on Growth and Yield of
Physic Nut (*Jatropha curcas* Linn.)**

คำนำ

ประชาชนในประเทศไทยส่วนใหญ่นั้นมีพื้นฐานอยู่บนภาคการเกษตรและมีรายได้น้อย รายได้หลักของประเทศมาจากการส่งออกสินค้าเกษตร ในขณะที่ต้องนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียมจาก ต่างประเทศ ในสถานการณ์ที่ราคาน้ำมันแพงขึ้นเรื่อยๆ และความต้องการใช้น้ำมันดีเซลที่มากขึ้นใน ภาคส่วนต่างๆ เช่น ภาคการขนส่ง ภาคการเกษตร ซึ่งเป็นต้นทุนพื้นฐานของระบบเศรษฐกิจ ทำให้ ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยกระตือรือร้นที่จะหาพลังงานทดแทนที่สามารถผลิตได้เอง เช่น พลังงาน แสงอาทิตย์ พลังงานลม หรือพลังงานจากพืช ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมมีความ ได้เปรียบของแหล่งวัตถุดิบที่สามารถทำการเพาะปลูกได้ในทุกภาคของประเทศ หากนำมาเป็น เชื้อเพลิงทดแทนได้ก็จะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการนำเข้าน้ำมันแพง ปัญหาความยากจนของ เกษตรกร สร้างความมั่นคงและความยั่งยืนด้านพลังงานของประเทศและยังเป็นแนวทางปฏิบัติตาม ทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอีกด้วย

น้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันจากพืชอีก 8 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่ว เหลือง น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันละหุ่ง น้ำมันงา น้ำมันเมล็ดทานตะวันและน้ำมันสพู่ดำ เป็นวัตถุดิบที่มี ศักยภาพการผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทย (อ้อยใจ และคณะ, 2550) อีกทั้งน้ำมันจากสพู่ดำมี คุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากสามารถนำไปใช้ในเครื่องยนต์ทางการเกษตรที่มีรอบต่ำ หรือ นำไปผ่านกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชัน (tranesterification) ทำเป็นน้ำมันไบโอดีเซลที่มี คุณภาพสูงได้ (Pant *et al.*, 2006) สพู่ดำจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความน่าสนใจและเป็นไปได้ใน อนาคต แต่ปัญหาหลักของสพู่ดำคือ ผลผลิตต่อไร่ที่ต่ำ ซึ่งสมบัติ (2548) ได้รายงานไว้ว่า ในปีหนึ่ง ประมาณ 800 กิโลกรัมเมล็ดต่อไร่ต่อปี และลดลงเหลือ 355.16 กิโลกรัมเมล็ดต่อไร่ต่อปี ในปีต่อมา (วิฑูรย์, 2548) สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตลดลงคือ ความหนาแน่นของทรงพุ่มทำให้สพู่ดำไม่ สามารถรับปัจจัยต่างๆ ได้เต็มที่ เช่น แสงและอากาศ ส่งผลต่อการออกดอกที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อมีดอก เกิดน้อยผลผลิตจึงลดลง อีกทั้งการที่ทรงพุ่มหนาแน่นจนเกินไป ทำให้การเข้าไปจัดการและการ

เก็บเกี่ยวเป็นไปได้อย่างลำบาก โดยแนวทางในการแก้ปัญหาทางหนึ่งคือการจัดการทรงพุ่มให้เหมาะสมเพื่อสะดวกต่อการจัดการตลอดจนการส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ดีขึ้น

การตัดแต่งกิ่งนั้นมีประโยชน์หลายด้าน เช่น ทำให้ต้นมีผลผลิตสม่ำเสมอมีรูปทรงต้นเหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรกลในการดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว ทำให้สะดวกประหยัดแรงงานและเวลาในการจัดการและการเก็บเกี่ยว แต่ในปัจจุบันนั้นยังขาดองค์ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตของสับดูดำ หากมีการศึกษาในด้านการตัดแต่งกิ่งก็จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปปรับปรุงใช้ต่อไป การศึกษาจำนวนใบและองศากิ่งของสับดูดำที่เหมาะสมนั้นจะส่งผลให้มีการจัดการที่เป็นรูปแบบง่ายต่อการกำหนดรูปแบบการตัดแต่งกิ่งอาจจะนำไปสู่การพัฒนาเครื่องจักรกลที่เหมาะสมต่อการจัดการแปลงและการจัดการผลผลิตสับดูดำได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาจำนวนใบและตำแหน่งของใบที่เพียงพอต่อการให้ผลผลิตของสบู่ดำ
2. เพื่อศึกษาการจัดโครงสร้างของสบู่ดำในองศากิ่งที่แตกต่างกันที่มีต่อการให้ผลผลิต
3. เพื่อศึกษาการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันต่อโครงสร้างต้นและผลผลิต

การตรวจเอกสาร

สบู่ดำ (physic nut or purging nut) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas* L. จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae เช่นเดียวกับยางพารา สบู่แดงหรือสบู่เลือด ปัตตาเวีย หนุมานนั่งแท่น โป๊ยเซียน ละหุ่ง มันสำปะหลัง มะยม มะขามป้อม ผักหวานบ้าน ฯลฯ สกุล *Jatropha* มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกากลางและทวีปแอฟริกาแถบตะวันตก ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาในทวีปเอเชียเมื่อประมาณ 200 ปีมาแล้ว (ระพีพันธ์ และสุขสันต์, 2525) ด้วยจุดประสงค์ที่จะสกัดเอาน้ำมันมาบริโภค แต่ไม่สามารถนำมาบริโภคได้เพราะมีสารพิษพวก curcin หรือ curcasin และสารพวก resin (จเร, 2527) ซึ่งสารพวก curcin มีฤทธิ์ต่อมนุษย์และสัตว์หลายชนิด พบว่า สารพิษ curcin มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างโปรตีน แต่ในทางกลับกัน พบว่า ในเมล็ดสบู่ดำ มีสารบางชนิด ซึ่งมีฤทธิ์เป็น tumor promoter ทำให้เซลล์มีขึ้นผิดปกติ นอกจากนั้น สาร toxalbumin [curcin] และ phorbol ester ซึ่งมีอยู่ในน้ำยาง หากน้ำยางถูกผิวหนังจะเกิดอาการระคายเคือง บวมแดง แสบร้อนอย่างรุนแรง (แสงโสม, 2550)

พืชในสกุล *Jatropha* นั้น สามารถแบ่งออกได้ 5 species คือ 1. *Jatropha curcas* L. ได้แก่ สบู่ดำ หรืออาจจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น เช่น พมกैया มะเยา มะหัว มะหุ้งฮั่ว มะโห่งหงเทก สบู่หัวเทศ สลอดดำ สลอดป่า สลอดใหญ่ สีหลอด เป็นต้น 2. *Jatropha gossypifolia* L. ได้แก่ สบู่ดำแดง สบู่เลือด สลอดแดง สีลวด หงส์เทศ เป็นต้น 3. *Jatropha integerima* Jacq. ได้แก่ ปัตตาเวีย เป็นต้น 4. *Jatropha multifida* L. ได้แก่ ผื่นต้น มะละกอฝรั่ง มะหุ้งแดง เป็นต้น 5. *Jatropha podagrida* Hook. ได้แก่ ว่านเลือด หนุมานนั่งแท่น หัวละมานนั่งแท่น เป็นต้น (เต็ม, 2544)

1. ลักษณะทั่วไปของสบู่ดำ

ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ขนาดกลาง ในทรงพุ่มมีกิ่งจำนวน 7-10 กิ่งต่อต้น (Pant et al., 2006) สูง 2-7 เมตร มีอายุไม่น้อยกว่า 20 ปี ต้นที่มีอายุ 1.5 ปี มีทรงพุ่มกว้างโดยเฉลี่ยประมาณ 2.0 เมตร ความสูงประมาณ 2.1 เมตร ลำต้นบริเวณปลายยอดและลำต้นส่วนที่มีอายุยังน้อยมีสีเขียวผิวเรียบไม่มีขน อวบน้ำและเปราะง่าย เมื่อมีอายุมากขึ้นส่วนโคนของลำต้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมดำ ส่วนใหญ่ลำต้นจะเริ่มแตกทรงพุ่มทางด้านข้าง เมื่ออยู่เหนือผิวดิน 12-15 เซนติเมตร ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ขึ้นได้ในดินลูกรังในถิ่นทุรกันดาร หากปลูกในที่น้ำขังใบจะเหี่ยวและต้นเน่าง่าย (ระพีพันธ์ และสุขสันต์, 2525)

ใบ เป็นใบเดี่ยว (simple leaf) แผ่นใบเป็นแบบ palmately compound, orbicular cordate (broadly ovate) คล้ายๆ ใบพุดตานหรือใบฝ้าย แต่หนากว่าเพราะมีไข (cutin) เคลือบอยู่ที่ผิวใบ ขอบใบ

เป็นแบบ entire มีรอยหยัก (lobe) ตื้นๆ ประมาณ 3-5 หยัก ฐานใบเป็นแบบ cordate ปลายใบเป็นแบบ mucronate ขกเว้นปลายใบตรงตำแหน่งรอยหยักตรงกลางเป็นแบบ acute การจัดเรียงตัวของเส้นใบเป็นแบบ palmately netted ขนาดของแผ่นใบเฉลี่ยมีความยาวประมาณ 19.78 เซนติเมตร และมีความกว้างประมาณ 16.67 เซนติเมตร ใบสบู่ดำมีส่วนของก้านใบเชื่อมติดกับส่วนของลำต้น ก้านใบมีสีเขียว ความยาวก้านใบเฉลี่ยประมาณ 0.56 เซนติเมตร ตำแหน่งของการเกิดของใบจะเกิดสลับกัน สบู่ดำมักจะทิ้งใบในฤดูแล้งและเมื่อแล้งจัดก็จะทิ้งหมดทั้งต้น (ระพีพันธ์ และสุขสันต์, 2525)

ดอก ออกบริเวณปลายกิ่ง ลักษณะเป็นช่อดอกแบบ compound dichasia เป็นดอกไม้สมบูรณ์เพศ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกัน (monoecious) แต่อยู่ภายในช่อดอกเดียวกัน ลักษณะของดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจำนวน 5 กลีบเท่าๆ กัน กลีบเลี้ยงมีสีเขียวอ่อนอมเหลือง กลีบดอกมีสีเหลืองอ่อนอมขาว มีต่อมน้ำหวานติดอยู่ที่ตรงด้านในของกลีบดอก ดอกตัวผู้มีจำนวนเกสรตัวผู้อยู่วงละ 10 อัน จำนวน 2 วง ดอกตัวเมียประกอบด้วยรังไข่และส่วนของก้านชูเกสรตัวเมีย ส่วนของรังไข่แบ่งออกเป็น 3 พู (carpel) อัตราส่วนของดอกตัวผู้: ดอกตัวเมียประมาณ 7:1 สบู่ดำจัดเป็นพืชผสมข้าม ดอกตัวผู้ในช่อเดียวกันบานก่อนที่ดอกตัวเมียพร้อมที่จะได้รับการผสมเกสร (receptive) ปริมาณดอกย่อยประมาณ 70-120 ดอกต่อ 1 ช่อดอก โดยมีดอกเพศผู้ประมาณ 60-105 ดอก มีดอกเพศเมียประมาณ 10-15 ดอก แต่จะติดผลเพียง 6-15 ผลเท่านั้น (ระพีพันธ์ และสุขสันต์, 2525) ดอกเพศผู้เมื่อบานเต็มที่มียาวขนาด 0.52 เซนติเมตร และดอกเพศเมียเมื่อบานเต็มที่มียาวขนาด 0.51 เซนติเมตร ช่วงเวลาที่ละอองเรณูของสบู่ดำปล่อยจากอับเรณู (pollen shed) อยู่ระหว่าง 8-10 น. ส่วนช่วงเวลาที่เกสรเพศเมียพร้อมที่จะได้รับการผสมคือ 9.00-10.00 น. รูปร่างของละอองเรณูเป็นแบบ subspheroidal ละอองเรณูมีขนาดประมาณ 90.79 ไมโครเมตร เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต ของละอองเรณูประมาณ 90.79 เปอร์เซ็นต์ (วัลชลิย์, 2527)

ผล เป็นแบบ nut-like มี 3 พู ผลค่อนข้างกลมหรือป้อม บางทีก็มีเหลี่ยม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.04 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองสดและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนในที่สุด เมื่อปล่อยให้ผลแห้งคาคันเปลือกนอกของผลจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ผลแห้งจะไม่แตกออก (indehiscent fruit) ผลสด 1 ผลมีน้ำหนักประมาณ 15.06 กรัม ผลแห้งน้ำหนักจะลดลงเหลือเพียง 2.60 กรัม ผลแก่เมื่อแกะผนัง exocarp และ mesocarp ออกจะพบผนังของ endocarp สานกันเป็นชั้นหุ้มเมล็ดไว้ภายในอีกทีหนึ่ง ผลนั้นจะติดเมล็ดได้ประมาณ 2-3 เมล็ด (ระพีพันธ์ และสุขสันต์, 2525)

เมล็ด รูปร่างเมล็ดของสับดูดำเป็นแบบรี มีเปลือกหุ้มสีดำ จัดเป็นพวก albuminous seed โดยมีเชื้อ albumin บออยู่ภายในเป็นที่เก็บสะสมพวกน้ำมันและสารพวก curcin ส่วนของ endosperm และ embryo มีสีขาว ขนาดของเมล็ดมีความยาวเฉลี่ย 1.94 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.16 เซนติเมตร แต่ละเมล็ดมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.64 กรัม เมล็ดสับดูดำไม่มีการพักตัว (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

น้ำยาง มีลักษณะใส ไม่มีสี พบมากในส่วนของลำต้นอ่อนและก้านใบ ลำต้นแก่พบยางเฉพาะที่เปลือกเท่านั้น (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

ราก สับดูดำมีระบบรากฝอย (fibrous root system) รากจะงอกออกมาจากเมล็ดหลังจากเพาะนานประมาณ 7-10 วัน รากจะเจริญเติบโตโดยแผ่กระจายไปทั้งตามแนวรัศมีทรงพุ่ม และตามแนวตั้ง (ระพีพันธ์ และ สุขสันต์, 2525)

2. การปลูกและการดูแลรักษาสับดูดำ

2.1 วิธีการปลูกสับดูดำ

ระพีพันธ์ และ สุขสันต์ (2525) รายงานว่า สับดูดำสามารถปลูกได้ 2 วิธีคือ

2.1.1 ใช้กิ่งชำ โดยการตัดกิ่งที่มีสีเขียวปนน้ำตาลเล็กน้อย ซึ่งเป็นกิ่งครึ่งอ่อนครึ่งแก่ (semi-hardwood) มีตาประมาณ 3-5 ตา หรือความยาว 5-7 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางไม่ควรเกิน 1-1.5 เซนติเมตร ชำในถุงพลาสติกที่มีทราย 1 ส่วน ผสมถ่านแกลบ 1 ส่วน หรือทราย 5 ส่วน ถ่านแกลบ 5 ส่วน กากสับดูดำ 1 ส่วน และหญ้าแห้ง 1 ส่วน ชำไว้ประมาณ 1 เดือนก่อนฝนตก การปลูกวิธีนี้จะใช้เวลา 4 เดือน จะเริ่มออกดอก ระยะเวลาจากออกดอกจนถึงเมล็ดแก่มีสีดำจะกินเวลา 60-90 วัน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ถ้าอากาศร้อนจะทำให้แก่เร็วขึ้น

ถ้าเป็นการปลูกด้วยท่อนพันธุ์ จะใช้ท่อนพันธุ์ที่มีสีเขียวปนน้ำตาลเล็กน้อย กล่าวคือ เป็นกิ่งที่ไม่แก่และอ่อนเกินไป ความยาวอย่างน้อย 40-50 เซนติเมตร จะให้ผลผลิตประมาณ 4-6 เดือน หลังปลูก นรินทร์ (2526) พบว่า การปักชำสับดูดำไม่มีความจำเป็นต้องใช้ฮอร์โมนเร่งราก แต่การออกรากจะขึ้นอยู่กับชนิดและวัสดุปักชำมากกว่า บัณฑิตวรรณ (2527) รายงานว่า กิ่งสับดูดำที่มี

ความยาว 30 เซนติเมตร สามารถออกรากและอยู่รอดได้ดีกว่ากิ่งขนาดยาว 15 เซนติเมตร และกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่จะออกรากได้ดีกว่า

2.1.2 การใช้เมล็ด เมล็ดสับดูดำไม่มีระยะพักตัว สามารถปลูกได้ทันที การปลูกโดยใช้เมล็ดจะให้ผลผลิตประมาณ 8 เดือน หลังปลูก ระยะของการปลูก 1x0.5 หรือ 1x1 เมตร ถ้าเป็นดินเลว และระยะปลูก 1.5x1 หรือ 2x1 เมตร ถ้าเป็นดินดี ภาณีและคณะ (2550) แนะนำการคัดเลือกเมล็ดสับดูดำควรเก็บผลที่มีสีเหลืองเนื่องจากเป็นช่วงที่เมล็ดสับดูดำมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดเมื่อเทียบกับการเก็บจากผลสดสีเขียวหรือสีน้ำตาล ผลสับดูดำสีเหลืองเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเต็มที่และเมล็ดที่เก็บในระยะนี้จะได้เมล็ดที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคปนเปื้อน

วิฑูรย์ (2551) รายงานว่า การปลูกโดยใช้กิ่งสับดูดำขนาด 50 เซนติเมตร ปักชำลงไป ในแปลงเหมือนการปลูกมันสำปะหลัง ให้ผลผลิต 838.21 กรัมต่อต้น และ 335.3 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าการปลูกสับดูดำด้วยเมล็ดโดยตรง ต้นกล้าที่ได้จากเมล็ด และต้นกล้าที่ได้จากกิ่งปักชำ การปลูกสับดูดำนั้นจึงมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบวิธี ส่วนการเลือกใช้นั้นต้องให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และการจัดการ เช่น เรื่องน้ำ บางพื้นที่เป็นที่ลุ่มมีน้ำท่วมขังจะมีการปลูกด้วยวิธีการยกร่องเพื่อระบายน้ำ และให้น้ำตามระบบการให้น้ำตามร่อง (furrow) ในพื้นที่ดอนหรือน้ำไม่ท่วมขังสามารถขุดหลุมปลูกได้ แต่ต้องคำนึงถึงการระบายน้ำที่ดีเนื่องจากสับดูดำไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง (สมบัติ,2549)

2.2 ระยะปลูกของสับดูดำ

ในสภาพแปลงปลูกที่ต้นสับดูดำขึ้นเดี่ยวๆ หรืออยู่ห่างกัน ใบของสับดูดำจะได้รับแสงอย่างทั่วถึง ในทางตรงข้ามต้นสับดูดำที่ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นทำให้ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index) สูงเกินไปใบสับดูดำจะบังแสงซึ่งกันและกัน ทำให้การสังเคราะห์แสงเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ และใบที่ไม่ได้รับแสงมีการหายใจนำสารที่สังเคราะห์ได้ไปใช้ทำให้ผลผลิตของสับดูดำลดลง ดังนั้นการปลูกสับดูดำจึงควรจัดระยะปลูก ระหว่างแถว และต้น ให้มีระยะปลูกที่เหมาะสมเพื่อสับดูดำจะได้สร้างผลผลิตต่อพื้นที่ได้มากขึ้น

ระพีพันธ์ และสุขสันต์ (2525) ได้ทำการทดลองปลูกสับดูดำด้วยเมล็ดแบบแปลงใหญ่ โดยใช้ระยะปลูกต่าง ๆ กัน 4 ระยะคือ 2x2 เมตร (400 ต้นต่อไร่) 2x1.5 เมตร (533 ต้นต่อไร่) 2x1 เมตร (800 ต้นต่อไร่) และ 2x0.5 เมตร (1,600 ต้นต่อไร่) พบว่า ในปีแรกสับดูดำที่ปลูกด้วยระยะ 2x2 เมตร ให้ผลผลิตสูงสุด 127.094 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนความสูงและความกว้างทรงพุ่ม ระยะปลูก 2x2 เมตร มีความสูงและความกว้างทรงพุ่มโดยเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.51 เมตรต่อต้น กว้าง 2.23 เมตรต่อต้น

ส่วนระยะปลูก 2x1.5 เมตร (533 ต้นต่อไร่) 2x1 เมตร (800 ต้นต่อไร่) และ 2x0.5 เมตร (1,600 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิต ความสูง และความกว้างทรงพุ่มโดยเฉลี่ยลดหลั่นลงตามลำดับ ระยะปลูก 2x0.5 เมตร ให้ผลผลิตต่ำสุด 10.8 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงและความกว้างทรงพุ่มโดยเฉลี่ยต่ำสุดคือ 1.67 เมตร ต่อต้น กว้าง 0.98 เมตรต่อต้น สมเกียรติ (2526) พบว่า ระยะปลูก 2x2 เมตรให้ผลผลิตสูงสุด 127.094 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับระยะ 2x1.5 2x1 และ 2x0.5 เมตร โดยระยะปลูก 2x0.5 เมตร ให้ผลผลิตต่ำสุด 10.8 กิโลกรัมต่อไร่ เวชกร (2526) พบว่า ระยะปลูก 2x2 เมตร มีความสูง จำนวนกิ่ง สาขาใหญ่ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นสูงกว่าระยะปลูก 1.5x1.5 1.1x1.1 และ 0.5x0.5 เมตร มีค่าการเจริญเติบโตน้อยที่สุด วิฑูรย์ (2551) รายงานว่า ผลผลิตขึ้นอยู่กับจำนวนต้นสับดำต่อพื้นที่ โดยพบว่า ระยะปลูก 1x1 เมตร (1,600 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด 209.8 กิโลกรัม รองลงมา คือ ระยะปลูก 1x2 เมตร (800 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิต 208.8 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2x2 เมตร (400 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิต 193.6 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะปลูก 2x3 เมตร (267 ต้นต่อไร่) มีผลผลิตเท่ากับ 123.0 กิโลกรัมต่อไร่ และระยะปลูก 3x3 เมตร (178 ต้นต่อไร่) ให้ผลผลิตต่อพื้นที่น้อยที่สุด 87.4 กิโลกรัมต่อไร่

2.3 สภาพพื้นที่ปลูก

สภาพพื้นที่ที่เหมาะสม ควรเป็นดินร่วน มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ มีซึ่ควรระวัง คือ สบู่ดำเป็นพืชที่ไม่ทนต่อดินมีน้ำขัง ดังนั้น พื้นที่ที่เหมาะสมจึงต้องเป็นที่ลาดเทมีการระบายน้ำดี อาจเป็นที่ราบเชิงเขา ถ้าเป็นที่ราบลุ่มควรทำทางระบายน้ำ

ในสภาพพื้นที่ดิน ที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช Lele (2005) ได้รายงานว่ สบู่ดำสามารถเจริญเติบโตอยู่รอดได้ เช่น ดินด่าง (alkaline soil) ดินเค็ม (saline soil) ดินทราย (sandy soil) หรือดินที่มีหินมาก (stony soil) หรือแม้แต่ในสภาพพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกน้อยปีละ 200 มิลลิเมตร Joker and Jepen (2003) ได้สรุปว่า สบู่ดำถูกนำไปปลูกในที่ต่าง ๆ ทั่วโลก แต่ที่พบมีการปรับตัวได้ดีมักอยู่ในเขตร้อน (tropics) ที่มีฝนตกระหว่าง 300-1,000 มิลลิเมตรต่อปี ในพื้นที่ดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดี ในแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ แต่ถ้าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีปริมาณฝนตกมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี เกษตรกรในประเทศต่าง ๆ จะใช้พื้นที่ไปปลูกพืชเศรษฐกิจที่มีผลตอบแทนดีกว่า

2.4 การจัดการน้ำในสับดูดำ

สมบัติ (2549) รายงานว่า สับดูดำเป็นพืชที่ต้องการน้ำน้อยแต่ต้องการน้ำอย่างต่อเนื่อง และสับดูดำไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง แต่อย่างไรก็ดีควรมีการจัดการน้ำที่เพียงพอ เนื่องจากสับดูดำขาดน้ำจะทิ้งใบและไม่ให้ผลผลิต จากการทดลองปลูกสับดูดำในแปลงทดลองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ในปี 2548 พบว่า หากมีการจัดการน้ำและ ธาตุอาหารที่ดีสับดูดำสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งปี สามารถให้ผลผลิตได้สูงถึง 800 กิโลกรัมต่อไร่ ด้วยระยะปลูก 1x2 เมตร ซึ่งต่างกับการปลูกสับดูดำในประเทศไทยส่วนใหญ่ที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวและจะให้ผลผลิตเพียง 100-200 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น Sudheer (2008) รายงานการปลูกสับดูดำในประเทศอินเดียว่าการปลูกสับดูดำด้วยระบบน้ำหยด (drip irrigation) สามารถให้ผลผลิตสูงถึง 800 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกสับดูดำด้วยการจัดการน้ำด้วยวิธีการให้น้ำหยด (drip irrigation) ร่วมกับการจัดการธาตุอาหารที่ดี (mineral management) ในพื้นที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ในประเทศอินเดียจะทำให้สับดูดำให้ผลผลิตได้สูงถึง 1,040 กิโลกรัมต่อไร่ (Praveen, 2008)

2.5 การจัดการธาตุอาหารในสับดูดำ

สับดูดำเป็นพืชที่ให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปีแสดงให้เห็นว่าสับดูดำต้องการธาตุอาหารในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ก่อนปลูกควรรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอกอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น หลังจากนั้นเมื่อสับดูดำอายุ 1 เดือนให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และควรใส่ปุ๋ยทุกปี (สมบัติ, 2549) ระพีพันธ์และสุขสันต์ (2525) รายงานการปลูกสับดูดำโดยใช้ปุ๋ยเคมีผสมสำเร็จรูป สูตร 15-15-15 อัตรา 4 ระดับ คือ 0 16 48 และ 80 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ปีที่ 1 เก็บผลผลิตได้ 9.1 27.4 57.3 และ 56.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และในปีที่ 2 เก็บผลผลิตได้ 26.4 39.0 51.9 และ 46.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดลอง 2 ปี พบว่า สับดูดำเป็นพืชที่ต้องการความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าพืชไร่อื่น ๆ และตอบสนองปุ๋ยเคมีสูงถึง 48 กิโลกรัมต่อไร่

2.6 การจัดการวัชพืช

สมบัติ (2548) รายงานว่า การกำจัดวัชพืชมีความสำคัญมากในช่วงแรกของการปลูก เมื่อสับดูดำยังมีอายุอยู่ในช่วง 1-3 เดือน เนื่องจากวัชพืชจะแข่งขันกับสับดูดำสูง หากไม่ดูแล วัชพืชจะขึ้นคลุมต้นสับดูดำ การกำจัดวัชพืชทำโดยการถากรอบโคนต้น จากนั้นใช้สารกำจัดวัชพืช อาจเป็น

พาราควัท (paraquat) หรือไกลโฟเสท (glyphosate) พ่นในร่องน้ำ ระวังไม่ให้ละอองสารสัมผัสต้น และยอดสับดูเพื่อเป็นการลดการใช้แรงงาน เมื่อสับดูมีอายุ 3-4 เดือน ทรงพุ่มของสับดูจะคลุม โคนต้น วัชพืชจะขึ้นได้น้อย แต่ยังคงมีวัชพืชขึ้นในร่องน้ำ ซึ่งสามารถกำจัดวัชพืชโดย สารกำจัด วัชพืช ความถี่ในการกำจัดวัชพืช ขึ้นกับปริมาณวัชพืช ฤดูกาล และความชื้นในดิน การควบคุม วัชพืชหลังจากปลูกอาจใช้ ฟางข้าว แกลบ หรือวัสดุคลุมดิน อื่น ๆ ควบคุมโคนต้นสับดู เป็นการ ควบคุมวัชพืช ลดค่าแรงงานกำจัดวัชพืช รักษาความชื้นในดิน และเมื่อสลายตัวก็เป็นอินทรีย์วัตถุ คืนให้กับดินต่อไป

รังสิต (2525) ได้รายงาน การใช้สารกำจัดวัชพืชในต้นสับดูอายุ 1 ปี ได้ทำการวิจัย 2 ครั้ง ที่วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตั้งแต่ เดือนสิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2525 ก่อนที่จะใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก (preemergence) ได้ใช้เครื่องตัดหญ้าตัดวัชพืชและ วัชพืชที่เหลืออยู่ได้ทำลายโดยใช้ glyphosate อัตรา $1.40 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$ พ่นแบบหลังงอก (postmergence) การพ่นยาแบบก่อนหรือหลังงอกทำได้โดยไม่ให้ละอองสารสัมผัสใบพืช ผล ปรากฏว่าสารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกที่ควบคุมวัชพืชได้ดีถึง 80% ของพื้นที่เป็นระยะเวลารวม 3 เดือน หลังจากพ่นและไม่เป็นพิษต่อต้นสับดูเลย ได้แก่ simazine อัตรา $1.60 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$, diuron อัตรา 1.80 และ $3.60 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$, oxyfluorfen อัตรา 0.40 kg.ai/ha , simazine+diuron อัตรา $1.60+1.80 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$, simazine+ oxyfluorfen อัตรา $1.60+0.40 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$ และ diuron+oxyfluorfen อัตรา $1.80+0.40 \text{ kg.ai/ha}^{-1}$ วัชพืชที่ถูกควบคุม ได้แก่ หญ้าตีนนก ผักโขมหินต้นตั้ง หญ้าขนเล็ก โดกกระสุน แห้วหมู ผักยาง ผักโขมหนาม น้ำมันราษสีห้ใหญ่ หญ้าปากควาย หญ้าแพรก หญ้าบั้ง

2.7 แมลงศัตรูพืชในสับดูและการจัดการ

เดือนจิตต์ และ พิศิษฐ์ (2525) ได้ทำการสำรวจที่สถานีทดลองพืชไร่ร้อยเอ็ด มหาสารคาม และขอนแก่น พบแมลงศัตรู ดังนี้ ไรวา (broadmites) ทำลายต้นสับดู 70-80 เปอร์เซ็นต์ การทำลายมีผลให้สับดูชะงักการเจริญเติบโต เพลี้ยไฟ (thrips) ทำให้ใบมีลักษณะกรอบ แข็ง ขอบใบม้วนขึ้นจะพบเพลี้ยไฟ 10-50 ตัวต่อใบ เพลี้ยหอย (soft scale insect) ความเสียหายจาก การทำลายของเพลี้ยหอยรุนแรงเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่สถานีทดลองพืชไร่ร้อยเอ็ด แต่พบที่สถานี ทดลองพืชไร่มหาสารคามเพียง 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เพลี้ยจักจั่น (leaf hoppers) ทำลายสับดู คำทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ถ้าระบาดรุนแรงประกอบด้วยภาวะฝนแล้ง อาจทำให้สับดูตายได้

นอกจากนี้ยังมีการสำรวจชนิดและปริมาณแมลงที่พบในแปลงสับคั่วที่ปลูกในหลาย ๆ แห่ง ซึ่ง โกศล (2550) รายงานว่า จากการสำรวจแปลงสับคั่วที่จังหวัดนครปฐม เพชรบุรี ฉะเชิงเทรา และสระบุรี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนกันยายน 2549 พบว่า แมลงศัตรูพืชของ สับคั่วหลายชนิด เช่น เพลี้ยแป้ง 3 ได้แก่ เพลี้ยแป้ง *Nipaecoccus viridis* เพลี้ยแป้ง *Phenacoccus* sp. และเพลี้ยแป้ง *Planococcus* sp. เพลี้ยหอย 1 ชนิด ได้แก่ เพลี้ยหอย *Chloropulvinaria* sp. หนอนชอนใบ 1 ชนิด ได้แก่ หนอนชอนใบ *Phyllocnistis* sp. ไรศัตรูพืช 1 ชนิด ได้แก่ ไรขาว *Polyphagotarsonemus latus* มวน 1 ชนิด ได้แก่ มวนทองแตก *Chrysocoris stollii* ซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญของสับคั่วขณะเดียวกันได้สำรวจพบศัตรูธรรมชาติของศัตรูสับคั่วอีกหลายชนิด ได้แก่ ตัวเต่าลายหยัก *Menochilus sexmaculatus* ตัวเต่าลายขวาง *Cocinella transversalis* ตัวเต่าสีส้ม *Micraspis discolor* แมลงวันขาขาว *Dolichopus* sp. แมลงวันดอกไม้ *Syrphus* sp. แมลงข้างปีกใส *Mallada basalis* และแมลงข้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* เป็นศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยแป้งทั้ง 3 ชนิด ซึ่งแมลงข้างปีกใส *Mallada basalis* และแมลงข้างปีกใส *Plesiochrysa ramburi* เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของเพลี้ยหอย *Chloropulvinaria* sp. เช่นเดียวกัน ส่วนไรตัวห้ำ *Amblyseius longispinosus* แมงมุม และด้กัแต่น้ำข้าว *Mantid* เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของ ไรขาว *Polyphagotarsonemus latus* หนอนชอนใบ *Phyllocnistis* sp. และมวนทองแตก *Chrysocoris stollii*

ลักษณะการเข้าทำลายของแมลงศัตรูสับคั่วและการควบคุม สมบัติ (2549) รายงานว่า เพลี้ยแป้งเป็นศัตรูที่สำคัญของสับคั่วพบในทุกฤดู โดยเฉพาะฤดูแล้งจะพบมาก เพลี้ยแป้งจะทำลายยอด และใบอ่อนของต้นสับคั่วทำให้ใบหงิกมีรูปร่างบิดเบี้ยวเนื่องจากถูกดูดน้ำเลี้ยง พบกระจายอยู่ทั่วแปลง วิธีการควบคุมโดยใช้สารเคมี คาร์บาริล อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดช่วงเช้า หรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน เพลี้ยไฟ เข้าทำลายได้ทุกฤดู ส่วนมากพบร่วมกับไรแดง เพลี้ยไฟจะดูดน้ำเลี้ยงบริเวณใต้ใบของสับคั่วทำให้ใบเหลืองซีดและร่วงในที่สุด วิธีการควบคุมใช้สารเคมีชนิดเดียวกับเพลี้ยแป้ง ไรแดง พบในช่วงฤดูหนาว และแห้งแล้ง ทำความเสียหายรุนแรงต่อต้นสับคั่ว อาจทำให้ใบร่วงทั้งต้น มีการเพิ่มจำนวนรวดเร็ว ต้นที่ถูกไรแดงลงจะมีใบสีเหลืองและร่วงหมดต้นภายในเวลาที่รวดเร็วต้องมีการตรวจตาและกำจัดอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการแพร่กระจายไปทั่วแปลง ใช้สารเคมี เควเทน อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นช่วงเช้า หรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน หนอนชอนใบ หนอนชนิดนี้จะเข้าทำลายใบโดยเข้าไปในชั้นระหว่างผิวใบด้านบนและด้านล่าง ทำให้ใบมีแผลคล้ายจุดไหม้ และเมื่อกินอาหารเต็มที่แล้วก็จะออกมาสร้างดักแด้บริเวณมุมใบแล้วกลายเป็นผีเสื้อตัวเล็ก ๆ บินออกไป หนอนชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเข้าทำลาย ต้นสับคั่วที่มีขนาดเล็ก ทำให้ใบมีแผลคล้ายจุดไหม้ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ทำให้ใบแห้งกรอบ ถ้าใบได้รับความเสียหายมากก็จะร่วงในที่สุด สับคั่วต้นเล็กจะประสบปัญหา

มากกว่าต้นใหญ่เพราะมีใบน้อยเมื่อใบถูกทำลายทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต ใช้สารเคมีอะบาเมกติน อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นช่วงเช้า หรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน และโรขาวพบการเข้าทำลายของโรขาวได้ทุกฤดู โรขาวจะเข้าทำลายสับุดำอายุ 1-6 เดือนก่อนข้างรุนแรง เนื่องจากโรขาวมีขนาดเล็กมาก และการเข้าทำลายมีลักษณะคล้ายโรคไวรัสในพืช และอาการคล้ายกับพืชที่ถูกสารกำจัดวัชพืช 2,4-D โรขาวจะดูดกินน้ำเลี้ยงที่ใบ ก้านช่อดอก ยอด ทำให้เกิดการแตกพุ่มแฉ่ ช่อดอกไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโตของสับุดำ ทำให้ผลผลิตลดลง โรขาวถือว่าเป็นแมลงศัตรูพืชที่ทำความเสียหายรุนแรง ควบคุมโดยสารเคมี ไดโคโฟ อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นช่วงเช้า หรือช่วงเย็นที่มีแสงแดดอ่อน

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะยังพบแมลงที่กล่าวมาข้างต้นอยู่ หากไม่ทำความเสียหายมากนัก และมีแมลงจัดอยู่ในระดับที่มีไม่มาก ไม่ทำความเสียหายรุนแรงนัก หากไม่จำเป็นก็ควรลดการใช้สารเคมี เนื่องจากสับุดำเป็นพืชผสมข้ามต้องอาศัยแมลง เช่น ผึ้ง และแมลงที่เป็นประโยชน์หลายชนิดหากถ้าพ่นสารกำจัดแมลง แมลงพวกนี้ก็จะตายไปด้วย เกรงว่าจะมีผลกระทบต่ออาการผสมเกสรของสับุดำ (สมบัติ, 2549)

2.8 โรคในสับุดำและการจัดการ

ในอดีตมีรายงานว่าไม่พบโรคในสับุดำ แต่ในปัจจุบันเมื่อมีการปลูกสับุดำมากขึ้นและมีการสำรวจด้านโรคในสับุดำ ซึ่ง นิพนธ์ (2550) มีรายงานว่า พบโรคต่าง ๆ ในแปลงสับุดำ ดังนี้

2.8.1 โรคที่พบในสับุดำ

- ก. โรคใบจุด (*Cercospora* sp.)
- ข. โรคราแป้ง (*Oidium* sp.)
- ค. โรคแอนแทรคโนส (*Colletotrichum gloeosporioides*)
- ง. โรคกิ่งตาย (*Schizophyllum commune*)
- จ. โรคใบลวก-ยังไม่ทราบสาเหตุ
- ฉ. อาการใบด่างเหลืองคล้ายไวรัส
- ช. โรคใบจุดชนิดอื่น ๆ ที่ต้องศึกษาในรายละเอียด

2.8.2 แนววิธีในการควบคุมโรคสนุ่นดำ มีดังนี้

ก. แนวทางป้องกัน

- 1) ใช้เมล็ดและท่อนพันธุ์พืชที่ปลอดโรคในการขยายพันธุ์
- 2) ปลูกในพื้นที่ที่มีการเตรียมดินที่ดี มีการระบายน้ำดี เพื่อให้พืชแข็งแรง
- 3) ควรใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก อินทรีย์วัตถุ เพื่อช่วยควบคุมโรคทางดิน
- 4) จัดทรงพุ่มต้นให้โปร่ง ได้รับแสงแดดส่องถึงทั่วทั้งต้น มีการระบาย

อากาศที่ดีจะช่วยลดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับเชื้อโรค

- 5) พ่นสารเคมีป้องกันตามกลุ่มสาเหตุของเชื้อโรค เมื่อมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

ข. แนวทางการกำจัดโรคในสนุ่นดำ

- 1) ขุดต้นที่ผิดปกติ เป็นโรค ทำลายไม่ให้เป็นแหล่งเพาะเชื้อ
- 2) พ่นสารเคมีควบคุมโรคชนิดที่ได้ผลกับชนิดเชื้อโรคที่ทราบกลุ่มเชื้อ

สาเหตุ เช่น กลุ่มเชื้อรา เมื่อมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

3. การตัดแต่งกิ่ง

การตัดแต่งกิ่งเป็นวิธีการที่ใช้ควบคุมขนาดและรูปร่างของต้นไม้ที่ปฏิบัติได้ในทุกระดับอายุของต้นไม้ม โดยการตัดส่วนเกินหรือส่วนที่ไม่มีประโยชน์ออกไป ทั้งยังมีผลให้ต้นไม้มีความแข็งแรงออกดอกติดผลดีขึ้น ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี ช่วยรักษาสมดุลระหว่างการเจริญทางกิ่งใบกับการให้ดอกผล สะดวกต่อการดูแลรักษา และยังทำให้การรับแสง การกระจายของแสงในทรงพุ่ม และการถ่ายเทอากาศในทรงพุ่มดีขึ้นด้วย (กวิศร์, 2546)

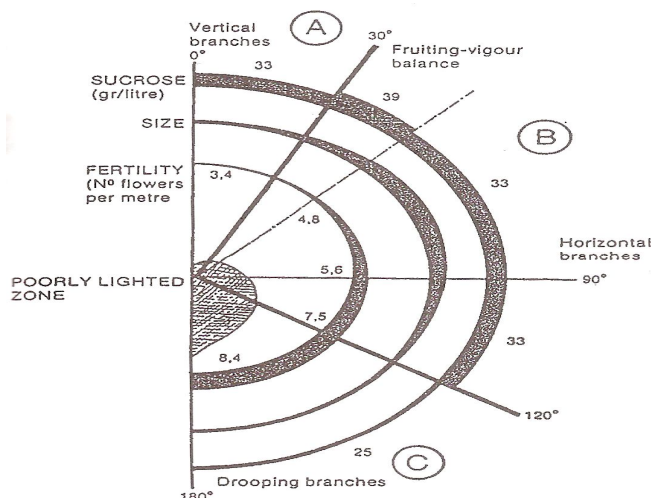
การตัดแต่งกิ่งทำให้พืชกลับคืนสู่สภาพวัยเยาว์ (juvenile) หรือ เข้าสู่ระยะ reproductive growth อีกครั้ง ทำให้มีการย่อยสลายอาหาร (metabolism activity) ที่สูงและมีศักยภาพในการสร้างและสะสมอาหาร ส่งผลให้ขยายขนาดของใบ ลำต้น การออกดอก และติดผลมากขึ้น (Poincelot,

2003 ; Acquah, 2005) Sharma and Singh (2006b) ได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งมะม่วงพันธุ์ Amrapali พบว่า มะม่วงที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งอย่างเหมาะสม ทำให้มีการเกิดช่อดอก การติดผล และผลผลิตที่มากกว่าการไม่ตัดแต่งกิ่ง

สบู่ดำที่ปลูกในปีแรกด้วยระยะปลูก 1 x 2 เมตร ให้ผลผลิตเมล็ดแห้งประมาณ 800 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (สมบัติ, 2548) ในปีที่ 2 ผลผลิตลดลงเหลือ 355.36 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (วิฑูรย์, 2548) ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากทรงพุ่มของสบู่ดำที่มีความแน่นทึบมากขึ้น ประกอบกับลักษณะของสบู่ดำที่ออกดอกที่ปลายกิ่งและมักจะไม้ออกดอกที่ตำแหน่งเดิมทำให้เมื่อสบู่ดำมีอายุมากขึ้นในระยะปลูกที่เท่าเดิมจึงให้ผลผลิตลดลง ดังนั้นจึงควรมีการตัดแต่งกิ่งเพื่อให้มีผลผลิตมากเท่าเดิม สมบูรณ์ และคณะ (2549) ได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งสบู่ดำ โดยตัดสูงจากระดับพื้นดิน 50 และ 100 เซนติเมตร ได้ผลผลิตเมล็ดแห้งเท่ากับ 109.9 และ 132.7 กิโลกรัมต่อไร่ วิฑูรย์ (2548) ได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำที่มีอายุหลังปลูก 1 ปี มี 4 รูปแบบ คือ การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น, การตัดส่วนแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น, การตัดส่วนแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น และไม่ตัดแต่งกิ่ง (control) พบว่า สบู่ดำให้ผลผลิต 216.1 248.8 244.0 และ 335.36 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ต้นสบู่ดำที่ปลูกโดยไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง เมื่อมีอายุมากขึ้นผลผลิตมีแนวโน้มลดลงหลังจากปลูกในปีแรก อนุวัฒน์และสมบัติ (2550) พบว่า ผลผลิตของสบู่ดำอายุ 1 2 และ 3 ปี ปลูกระยะ 1x2 เมตร โดยไม่ได้ทำการตัดแต่งกิ่งให้ผลผลิต เท่ากับ 656.74 355.36 และ 92.9 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ หลังจากนั้นได้ทำการศึกษการตัดแต่งกิ่งเพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับสบู่ดำที่มีอายุ 3 ปี พบว่า การตัดกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้นให้ผลผลิตสูงสุด 222.38 กรัมต่อต้นต่อปี (177.9 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนการตัดส่วนแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น การตัดส่วนแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงย่อยที่เจริญออกจากกิ่งแขนงหลักที่ชิดกับลำต้น และไม่ตัดแต่งกิ่ง (control) ให้ผลผลิต เท่ากับ 167.94 147.96 และ 116.14 กรัมต่อต้นต่อปี (134.4 118.4 และ 92.9 กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ อนุวัฒน์ (2551) รายงานว่า การตัดแต่งกิ่งตำแหน่งสูงจากพื้นดิน 50 เซนติเมตรแล้วปล่อยให้มีการแตกกิ่งอย่างอิสระเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำที่มีอายุมากกว่า 2 ปี

4. ผลขององศากิ่งต่อการให้ผลผลิต

จากผลการศึกษาการโน้มกิ่งในแอปเปิล (Lespinasse and Delart, 1986) และฝรั่ง (สุมาลี, 2542 และ เพ็ญระพี, 2544) ได้สรุปตรงกันว่ากิ่งที่ทำมุมในระดับองศาต่างๆ กับต้นไม้ผลจะส่งผลให้สมดุลระหว่างการเจริญทางกิ่งใบกับการให้ดอกผลเปลี่ยนแปลงไป โดยอาจแยกได้เป็น 3 เขต หรือ zone ดังภาพ



ภาพที่ 1 ผลของการทำมุมของกิ่งที่ระดับองศาต่างๆต่อสมดุลระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และการให้ดอกผลกับลักษณะอื่น ในต้นแอปเปิล(จาก Lespinasse and Delart, 1986)

เขต (zone) A (ทำมุม 0°- 30° กับลำต้นในแนวดิ่ง) : มีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบที่แข็งแรง ให้ดอกน้อย สร้างอาหารได้มาก (assimilate) แต่ถูกนำไปใช้ในการเติบโตมาก ทำให้กิ่งมีขนาดปานกลาง

เขต (zone) B (ทำมุม 30°- 120° กับลำต้นในแนวดิ่ง) : มีสมดุลระหว่างการให้ดอกผลกับการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ โดยในแอปเปิลมุมที่เหมาะสมของกิ่งจะอยู่ระหว่าง 30°- 45° ในขณะที่ฝรั่งมุมที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 45°- 90° มีการสร้างอาหารได้มากเช่นเดียวกัน

เขต (zone) C (ทำมุม 120°- 180° กับลำต้นในแนวดิ่ง) : มีการให้ดอกผลมากกว่าการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ แต่ผลมีคุณภาพต่ำ และกิ่งใหม่จะมีอาหารสะสมน้อยส่งผลให้การให้ผลผลิตในปีต่อไปต่ำ

รวี (2540๗) กล่าวว่า การเจริญเติบโตของกิ่งหากเจริญไปในแนวตั้งฉากกับผิวพื้น(กิ่งกระโดงหรือกิ่งน้ำค้าง) กิ่งเหล่านี้จะมีความแข็งแรง (vigorous) สูงที่สุด ซึ่งก็หมายความว่ากิ่งมี vegetative growth สูงสุด กิ่งมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วมาก ตั้งตรง ไม่มีการแตกแขนงจนกระทั่งโผล่พ้นยอด ในทางกลับกัน เมื่อกิ่งเหล่านี้มี vegetative growth สูงสุด โอกาสที่จะออกดอกก็ต่ำที่สุดด้วย มุมของกิ่งที่เบี่ยงเบนออกจากแนวตั้งฉากมากเท่าไร การเจริญเติบโตทางด้าน vegetative growth ก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้นตามมุมมองศาที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเป็นดังนี้ กิ่งที่มีมุมมองศาเพิ่มมากขึ้น โอกาสที่จะออกดอกก็เพิ่มสูงขึ้นมากตามไปด้วยเช่นกัน

5. ดัชนีพื้นที่ใบกับการรับแสงของพืช

ใบ เป็นอวัยวะหลักของพืชที่ทำหน้าที่ในการรับแสงสำหรับการสังเคราะห์แสง ใบพืชจะรับแสงที่ส่องลงมายังต้นพืชได้มากน้อยเพียงใดนั้น พืชจะต้องมีพื้นที่ใบมากพอหรือมีพื้นที่ใบปกคลุมดินที่พืชนั้นขึ้นอยู่ให้มากที่สุด มิฉะนั้นแล้วพลังงานที่ส่องลงมาจะสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าพืชนั้นมีพื้นที่ใบไม่มากพอ จะทำให้เกิดช่องว่างภายในต้นพืช หรือระหว่างต้นได้ ดังนั้นพื้นที่ใบจึงถูกใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถในการรับแสงและการสังเคราะห์แสงของพืช แต่พื้นที่ใบที่ใช้เป็นตัวบ่งบอกนั้นควรพิจารณาจากพื้นที่ใบด้านเดียวต่อหน่วยพื้นที่ดินที่พืชครอบคลุมพื้นที่อยู่หรือต่อหน่วยพื้นที่ภายใต้ทรงพุ่มของต้น ซึ่งค่านี้เรียกว่า ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) (เจลิมพล, 2535; Gardner *et al.*, 1985; Fitter and Hay, 1987; Anonymous, 1992)

ดัชนีพื้นที่ใบที่สูงขึ้นไม่ได้เป็นการบ่งบอกว่าพืชนั้นมีความสามารถในการรับแสงได้มากขึ้นเสมอไปเพราะอาจมีเฉพาะใบบนเท่านั้นที่รับแสงไว้ ส่วนใบล่างอาจไม่ได้รับแสงเลยหรือได้รับแสงน้อยเพราะถูกบังโดยใบบน เมื่อเป็นเช่นนี้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของทั้งต้นจึงไม่สูงขึ้น แต่ถ้าดัชนีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นนั้นไม่ทำให้เกิดการบังแสงซึ่งกันและกัน และใบทุกใบมีโอกาสได้รับแสง ในกรณีเช่นนี้จะมีการสังเคราะห์แสงสูง (Lakso, 1992) และการส่องผ่านของแสงไปยังใบล่างๆ หรือ การกระจายของแสงภายในทรงพุ่มจะดีมากขึ้นหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับโครงสร้างของทรงพุ่มพืช ได้แก่ รูปร่างและขนาดของใบ การจัดเรียงตัวของใบ การทำมุมหรือการเอนเอียงของใบ คุณสมบัติของใบที่ยอมให้แสงผ่านได้ จำนวนใบ ความสูงต้น ตลอดจนการรับแสงและการส่องผ่านของแสงเข้าไปในทรงพุ่มของพืชยังขึ้นอยู่กับชนิดของทรงพุ่ม ระยะห่างระหว่างต้นและแถวอีกด้วย (Faust, 1989) การบังแสงนอกเหนือจากที่เกิดขึ้นภายใต้ทรงพุ่มแล้ว ระยะปลูกที่ชิดมากเกินไป อีกทั้งจากความสูงของพุ่มต้นข้างเคียงก็ก่อให้เกิดการบังแสงขึ้นได้อย่างมาก (รวี, 2540) ถ้าต้นข้างเคียงมีความสูงมากเท่าใด เปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่ถูกบังแสงภายในทรงพุ่มย่อมมีมากขึ้นและส่งผลให้พืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลงด้วย (Faust, 1989) นอกจากนี้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์มีผลต่อการกระจายของแสงภายในทรงพุ่มด้วย (เจลิมพล, 2535)

6. ประโยชน์ของสปูดำ

จากเอกสารคำแนะนำการปลูกสปูดำ กรมวิชาการเกษตร (นิรนาม, 2526) ได้กล่าวว่า ประโยชน์โดยทั่วไปคือ

1. ใช้ปลูกตามรั้วบ้านเรือน ป้องกันสัตว์บุกรุกได้ เนื่องจากต้นสบู่ดำมีสารพิษ **hydrocyanic acid, curcin** และมีกลิ่นเหม็นเขียว
2. ปลูกคลุมบริเวณดินทรายเพื่อรักษาความชุ่มชื้นและเป็นแนวกันไฟ
3. ในต่างประเทศต้นสบู่ดำเป็นที่อาศัยของแมลงจำพวกหนึ่งคล้ายผึ้งซึ่งมักจะสร้างรังขึ้นที่ใบ แล้วเก็บเอาชันไปทำน้ำมันขัดเงา
4. สรรพคุณทางสมุนไพร ใช้ใบสดแก้เคล็ดขัดยอกปวดบวม ฟกช้ำ โรคมึนงง ผื่นคัน กระจกหัก ขางของใบใช้รักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือด แก้ปวดฟัน
5. ในด้านอุตสาหกรรม ใช้ประโยชน์เป็นน้ำมันหล่อลื่น สบู่เทียนไข และใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นน้ำมันโซล่า

Sherchan et al. (1989) รายงานว่า ในประเทศเนปาล ใช้ปลูกสบู่ดำร่วมกับกากสบู่ดำ 10 ต้นเป็นปุ๋ยในนาข้าว สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ถึง 11 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิตเพียง 4.11 ต้นต่อเฮกตาร์

Kumar et al. (2008) พบว่า สบู่ดำสามารถนำมาปลูกเพื่อบำบัดของเสียในสภาพแวดล้อมได้ (phytoremediation) โดยนำไปปลูกบนพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักเช่น **arsenic, chromium** และ **zinc** ส่วนของเสียทางการเกษตร ได้แก่ ของเสียจากอุตสาหกรรมรีดนมวัวและของเสียจากโรงผลิตปุ๋ยชีวภาพของ *Azotobacter chroococum* สบู่ดำสามารถเจริญเติบโตได้ที่ความเข้มข้นของ **arsenic, chromium** และ **zinc** ได้ในปริมาณที่สูงถึง 750 500 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ

ระพีพันธุ์ และสุขสันต์ (2525) ได้รายงานที่น้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดสบู่ดำ ชาวบ้านในชนบทนำมาใช้ประโยชน์สำหรับจุดไฟเพื่อให้แสงสว่างเช่นเดียวกับเทียนไขในปัจจุบัน น้ำมันสบู่ดำได้ถูกนำมาศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับเป็นน้ำมันดีเซลทดแทน เพราะให้ค่าพลังงานความร้อน และมีคุณสมบัติทางกายภาพบางอย่างใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียม

7. ความเป็นพิษของสบู่ดำ

ในเปลือกและกากเมล็ดสบู่ดำมีสาร **phorbol esters** และสาร **antinutrients** เช่น **trypsin inhibitor, lectin** และ **phytate** ในปริมาณที่สูง โดยสารดังกล่าวเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์เมื่อเข้าสู่ร่างกายหรือระบบทางเดินอาหาร (Makkar *et al.*,2008) ความเป็นพิษของสบู่ดำยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น นำเมล็ดสบู่ดำมาสกัดด้วยตัวทำละลาย **n-hexane ethyl acetate** และ **methanol** ใช้ความเข้มข้นของสารที่สกัดได้ 250 µg/ml สามารถทำให้ตัวอ่อนของยุง (*Ochlerotatus triseriatus*) ตาย 100 เปอร์เซ็นต์ (Georges *et al.*,2008)

8. การสกัดน้ำมันสบู่ดำ

ไพจิตร และคณะ (2525) ได้รายงานการสกัดน้ำมันสบู่ดำในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีบดให้ละเอียดทั้งเมล็ด และสกัดด้วยตัวทำละลาย ปิโตรเลียมอีเทอร์ได้น้ำมัน 34.96 เปอร์เซ็นต์ จากเมล็ดรวมเปลือก (seed) และได้น้ำมัน 54.68 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งในเนื้อ (kernel) และยังได้อ้างรายงานจากต่างประเทศ โดยได้น้ำมันจากเมล็ด (seed) 38 เปอร์เซ็นต์ และจากเนื้อ (kernel) 62 เปอร์เซ็นต์ วัฒนา และคณะ (2526) รายงานว่า การสกัดจากเมล็ดตากแห้งทั้งเปลือก บีบด้วยไฮดรอลิกได้น้ำมัน 12.50 เปอร์เซ็นต์ และสกัดด้วยเฮกเซนได้น้ำมันอีก 30.27 เปอร์เซ็นต์ รวมน้ำมันจากเมล็ด 42.77 เปอร์เซ็นต์ จากการสกัดจากเนื้อเมล็ด (kernel) เมื่ออัดด้วยเครื่องบีบไฮดรอลิกได้น้ำมัน 36 เปอร์เซ็นต์ สกัดด้วยเฮกเซนได้น้ำมันอีก 38.14 เปอร์เซ็นต์ รวมได้น้ำมัน 74.14 เปอร์เซ็นต์

9. องค์ประกอบน้ำมันสบู่ดำ

กล้าณรงค์ และคณะ (2547) รายงานว่าจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดเนื้อในสบู่ดำ พบว่ามีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลัก อยู่ในปริมาณร้อยละ 46.3 โดยประสิทธิภาพของการสกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดไม่มีความแตกต่างกัน การสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซนที่อุณหภูมิห้องมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ระยะเวลาการสกัด 3 ชั่วโมง ซึ่งสามารถสกัดน้ำมันได้ร้อยละ 94.6 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมดในเมล็ด โดยระยะเวลาการสกัด 3 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ได้ น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดสบู่ดำมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบหลักในปริมาณร้อยละ 78.1 ประกอบด้วยกรดโอเลอิก (oleic) ในปริมาณร้อยละ 44.5 และกรดลิโนเลอิก (linoleic) ร้อยละ 32.9 และกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 21.9 ซึ่งประกอบด้วยกรดปาล์มมิติก (palmitic) ร้อยละ 14.4 และกรด

สเตียริก (stearic) ร้อยละ 7.5 โดยเฉลี่ย น้ำมันสกัดจากสบู่ดำมีค่าความเป็นกรด 2.1 มิลลิกรัม โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม ค่าเปอร์ออกไซด์ 1.3 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม ค่าไอโอดีน 97.2 กรัม ไอโอดีนต่อ 100 กรัม และค่าสaponification) 189.9 มิลลิกรัมไฮดรอกไซด์ ต่อกรัม เมื่อนำน้ำมันสบู่ดำไปผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (transesterification) ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันกับเมทานอล ในสภาวะที่มีไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้เมทิลเอสเทอร์ในปริมาณร้อยละ 80.45 โดยเมทิลเอสเทอร์ ที่ได้มีค่าความหนืดลดลงมากเมื่อเทียบกับความหนืดน้ำมันเริ่มต้น และมีสมบัติทางเคมีฟิสิกส์อยู่ในช่วงมาตรฐานของไบโอดีเซล ซึ่งแสดงถึงความเป็นไปได้ในการใช้ methyl ester เพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันสบู่ดำ Takeda *et al.* (1981) รายงานว่า ประกอบด้วยกรดปาล์มมิติก (palmitic) 14.20 เปอร์เซ็นต์ stearic acid 6.90 เปอร์เซ็นต์ กรดโอเลอิก(oleic) 43.10 เปอร์เซ็นต์ กรดลินอเลอิก (linoleic) 34.30 เปอร์เซ็นต์ และกรดอื่นๆ 1.40 เปอร์เซ็นต์ ไพจิตร และคณะ (2525) รายงานว่า ประกอบด้วยกรดปาล์มมิติก (palmitic) 16.70 เปอร์เซ็นต์ stearic acid 5.11 เปอร์เซ็นต์ กรดโอเลอิก(oleic) 44.88 เปอร์เซ็นต์ กรดลินอเลอิก (linoleic) 33.88 เปอร์เซ็นต์

ประยูร (2529) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาการปลูกต้นสบู่ดำแปลงใหญ่และการเปลี่ยนรูป ester ของน้ำมันสบู่ดำ ซึ่งในการศึกษาการเปลี่ยนรูป ester ของน้ำมันสบู่ดำ เพื่อจุดประสงค์ที่จะทำน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลและน้ำมันจุดตะเกียง ได้ทำการทดลองระหว่างเดือนกรกฎาคม 2528 ถึงเดือนพฤษภาคม 2529 ณ ห้องปฏิบัติการวิจัยกลาง วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้น้ำมันสบู่ดำผสมกับเมทิลแอลกอฮอล์ 4 ระดับ คือ 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 เท่าสมมูล โดยใช้ไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลการทดลองปรากฏว่าระดับแอลกอฮอล์ที่เหมาะสมคือ 2.0 เท่าสมมูล และใช้ไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะเกิดเมทิลเอสเทอร์ 93.94 และ 91.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การทดลองใช้น้ำมันสบู่ดำที่มีได้กำจัดกัม (gum) และกรดไขมันอิสระ 100 กรัม ผสมกับแอลกอฮอล์ 4 ระดับ คือ 1.5 2.0 2.5 และ 3.0 เท่าสมมูล โดยใช้ไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มส่วนที่ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ระดับแอลกอฮอล์ที่เหมาะสมคือ 2.5 เท่าสมมูล จะเกิดเมทิลเอสเทอร์ 92.06 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา 5 15 30 60 และ 90 นาที ไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

การศึกษาผลของจำนวนใบ ตำแหน่งใบและองศาของกิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ มีอุปกรณ์ในการศึกษา ดังนี้

1. ต้นสบู่ดำพันธุ์โคราชอายุ 2 ปีที่ปลูกในแปลงทดลอง
2. อุปกรณ์ตัดแต่งกิ่ง ได้แก่ เลื่อย มีด
3. เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่ม Quantum meter
4. อุปกรณ์วัดองศากิ่งสบู่ดำในการทดลองที่ 2
5. ไม้วัดความสูงและเครื่องชั่ง
6. เวอร์เนียคาลิเปอร์
7. เครื่องเจาะดินแบบกลีบบัว และCore เก็บตัวอย่างดิน
8. ไม้ปักแปลงทดลองและ Tag
9. ถุงกระดาษ
10. อุปกรณ์การเก็บและบันทึกข้อมูล
11. เครื่องชั่ง
12. ตู้อบ
13. เครื่องฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง
14. อุปกรณ์ในการชั่งและตวงสาร ได้แก่ ตาชั่ง กระจบอกตวง
15. เครื่อง Soxhlet extractor ของบริษัทBuchi Laboratory Equipment รุ่น Extraction Unit B-811 Standard

วิธีการ

1. ศึกษาจำนวนใบและตำแหน่งใบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับรู่ดำ

1.1 แปลงปลูกและการเก็บข้อมูลของพื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง

เลือกแปลงปลูกที่มีความสม่ำเสมอของพื้นที่ มีระบบน้ำและการระบายน้ำที่ดี เก็บข้อมูลดิน น้ำ และสภาพภูมิอากาศ

1.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองเพื่อศึกษาจำนวนใบและตำแหน่งใบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสับรู่ดำ โดยใช้สับรู่ดำในแปลงปลูกที่มีอายุ 2 ปี วางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) จัดสิ่งทดลองแบบ factorial โดยทำ 4 ซ้ำ ระยะปลูกที่ใช้คือ 2x2 เมตร โดยมีปัจจัย 2 ปัจจัยดังนี้

ปัจจัยที่ 1 คือ จำนวนใบที่ไว้บนกิ่ง ด้วยการตัดใบออกให้เหลือ 2 4 6 และ 8 ใบต่อช่อดอก

ปัจจัยที่ 2 คือ ตำแหน่งของใบที่ไว้บนกิ่ง ได้แก่

1. ไว้ใบในตำแหน่งที่ติดกับช่อดอก
2. ไว้ใบในตำแหน่งห่างจากช่อดอก 15 ซม.
3. ไว้ใบในตำแหน่งห่างจากช่อดอก 30 ซม.

เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ทำการริดใบออกเลย

1.3 การปฏิบัติการและการจัดการ

1.3.1 การตัดแต่งกิ่ง ตัดแต่งกิ่งต้นสับรู่ดำอายุ 2 ปี โดยตัดที่ความสูงระดับ 50 ซม.เหนือพื้นดิน เมื่อสับรู่ดำออกดอกชุดแรกแล้วจึงเลือกกิ่งเพื่อริดใบตามกรรมวิธีที่กำหนด

1.3.2 การจัดการน้ำ ให้น้ำทุก 15 วัน หรือขึ้นกับสภาพแวดล้อม ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน และความชื้นในดิน

1.3.3 การกำจัดวัชพืช โรคแมลงศัตรูพืช เหมือนกันทุกกรรมวิธี โดยทำการควบคุมเท่าที่จำเป็น

1.3.4 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน เหมือนกันทุกกรรมวิธี

1.4 การบันทึกข้อมูล

1.4.1 ผลการวิเคราะห์ดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงก่อนตัดแต่งกิ่งสับค้ำ และส่งวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1.4.2 ข้อมูลการเจริญเติบโตของสับค้ำ สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 3 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

- ก. ความสูง วัดความสูงจากโคนต้นถึงยอดใบสุดท้ายที่กลางเต็มที
- ข. เส้นรอบวง (ขนาดลำต้น) โดยวัดจากตำแหน่งเหนือพื้นดิน 10 เซนติเมตร
- ค. ขนาดทรงพุ่ม วัด 2 แนว คือ วัดตามความยาวของแถวและวัดตามขวาง โดยวัดจากปลายใบถึงปลายใบทรงพุ่มทั้ง 2 ด้าน

1.4.3 ข้อมูลด้านผลผลิต สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 3 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

ก. การบานของดอกเพศผู้และดอกเพศเมียในแต่ละกรรมวิธี โดยเดินสำรวจแต่ละกรรมวิธีในทุกเช้าของวันเมื่อดอกบานแล้วจึงทำกรนับจำนวน โดยนับเป็นจำนวนดอกเพศผู้/ดอกเพศเมียทั้งช่อดอก

ข. ระยะเวลาที่ดอกบานครบจนถึงระยะเวลาที่ติดผลตั้งแต่ผลแรกจนถึงผลสุดท้าย

ค. นับจำนวนผลในแต่ละช่อในทุกกรรมวิธี

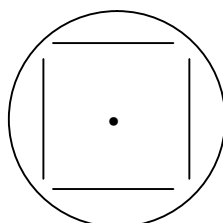
ง. น้ำหนักแห้งของผลผลิต น้ำหนักแยกเปลือก และน้ำหนักแยกเมล็ด นับจำนวนเมล็ด/จำนวนผล น้ำหนัก 100 เมล็ดโดยนำเมล็ดไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ให้เหลือความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักแห้งผลผลิต

1.4.4 ปริมาณน้ำมันในเมล็ด

ทำการสกัดหาปริมาณน้ำมันในเมล็ดด้วยเครื่อง Soxhlet extractor ของบริษัท Buchi Laboratory Equipment รุ่น Extraction Unit B-811 Standard

1.4.5 ข้อมูลอื่นๆ สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 3 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

ทำการวัดการส่องผ่านของแสงผ่านทรงพุ่มด้วยเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านของแสง Quantum meter โดยวัดเหนือจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร ห่างจากโคนต้น 30 เซนติเมตร และวัด 4 จุดใต้ทรงพุ่มของต้นสบู่ดำในเวลา 11.00 น. จากนั้นคำนวณออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มโดยเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์แสงภายนอกทรงพุ่มในขณะนั้น ดังภาพ



ภาพที่ 2 การวัดเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงในทรงพุ่มสบู่ดำด้วยเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสง Quantum meter

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป และตรวจสอบความแตกต่างโดยหาค่า analysis of variance หากค่า F-value ของข้อมูลชุดใด แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และนำไปตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least significant difference (LSD) ที่ระดับ 0.05

2. ศึกษาองศากิ่งสนุ่นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสนุ่นดำ

2.1 แปลงปลูกและการเก็บข้อมูลของพื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง

เลือกแปลงปลูกที่ใช้ในการทดลองที่มีความสม่ำเสมอของพื้นที่ มีระบบน้ำและการระบายน้ำที่ดี เก็บข้อมูลดิน น้ำ และสภาพภูมิอากาศ

2.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) จำนวน 3 ซ้ำ ใช้ระยะปลูก 3X3 เมตรในแปลงจากต้นสนุ่นดำจำนวน 9 ต้น/ซ้ำ ในแต่ละทริตเมนต์ จะใช้ต้นสนุ่นดำในการเก็บข้อมูล 3 ต้น/ซ้ำ

โดยมีสิ่งทดลองดังนี้ 1. กิ่งที่ทำมุม 60-90 องศา กับพื้นดิน(T1)

2. กิ่งที่ทำมุม 30-60 องศา กับพื้นดิน(T2)

3. กิ่งที่ทำมุม 0-30 องศา กับพื้นดิน(T3)

2.3 การปฏิบัติการและการจัดการ

2.3.1 การตัดแต่งกิ่ง ตัดแต่งกิ่งต้นสนุ่นดำอายุ 2 ปี โดยตัดที่ความสูงระดับ 50 ซม.เหนือพื้นดิน เมื่อสนุ่นดำออกดอกชุดแรกแล้วจึงทำการเลือกกิ่งที่มีองศากิ่งตามที่กำหนด การเลือกกิ่งตามมุมกิ่งนั้นกระทำโดยวัดมุมองศาตามที่กำหนดลงในแท่งไม้และนำแท่งไม้ที่มีมุมที่กำหนดไปทำการเลือกกิ่งในต้นสนุ่นดำ

2.3.2 การจัดการน้ำ ให้น้ำทุก 15 วัน หรือขึ้นกับสภาพแวดล้อม ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน และความชื้นในดิน

2.3.3 การกำจัดวัชพืช โรคนแมลงศัตรูพืช เหมือนกันทุกกรรมวิธี โดยทำการควบคุมเท่าที่จำเป็น

2.3.4 ใ้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน เหมือนกันทุกกรรมวิธี

2.4 การบันทึกข้อมูล

2.4.1 ข้อมูลการเจริญเติบโตของสปีด้า สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 3 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

- ก. ความสูง วัดความสูงจากโคนต้นถึงยอดใบสุดท้ายที่กลางดิมที่
- ข. เส้นรอบวง (ขนาดลำต้น) โดยวัดจากตำแหน่งเหนือพื้นดิน 10 เซนติเมตร
- ค. ขนาดทรงพุ่ม วัด 2 แนว คือ วัดตามความยาวของแถวและวัดตามขวางโดยวัดจากปลายใบถึงปลายใบทรงพุ่มทั้ง 2 ด้าน

2.4.2 ข้อมูลด้านผลผลิต สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 10 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

- ก. การบานของดอกเพศผู้และดอกเพศเมียในแต่ละกรรมวิธี โดยเดินสำรวจแต่ละกรรมวิธีในทุกเช้าของวันเมื่อดอกบานแล้วจึงทำการนับจำนวน โดยนับเป็นจำนวนดอกเพศผู้/ดอกเพศเมียทั้งช่อดอก
- ข. ระยะเวลาที่ดอกบานครบจนถึงระยะเวลาที่ติดผลตั้งแต่ผลแรกจนถึงผลสุดท้าย
- ค. นับจำนวนผลในแต่ละช่อในทุกกรรมวิธี
- ง. น้ำหนักแห้งของผลผลิต น้ำหนักแยกเปลือก และน้ำหนักแยกเมล็ด นับจำนวนเมล็ด/จำนวนผล น้ำหนัก 100 เมล็ด โดยนำเมล็ดไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ให้เหลือความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักแห้งผลผลิต

2.4.3 ปริมาณน้ำมันในเมล็ด

ทำการสกัดหาปริมาณน้ำมันเหมือนการทดลองที่ 1

2.4.3 ข้อมูลอื่นๆ สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 3 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

ทำการวัดเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเหมือนการทดลองที่ 1

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป และตรวจสอบความแตกต่างโดยหาค่า **analysis of variance** หากค่า **F-value** ของข้อมูลชุดใด แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และนำไปตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ **Least significant difference (LSD)** ที่ระดับ 0.05

3. ศึกษาการตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดูดำ

3.1 แปลงปลูกและการเก็บข้อมูลของพื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง

เลือกแปลงปลูกที่ใช้ในการทดลองที่มีความสม่ำเสมอของพื้นที่ มีระบบน้ำและการระบายน้ำที่ดี เก็บข้อมูลดิน น้ำ และสภาพภูมิอากาศ

3.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ **RCBD (randomized complete block design)** จัดตั้งทดลองแบบ **factorial** จำนวน 3 ซ้ำ ใช้ต้นสับดูดำจำนวน 9 ต้น/ซ้ำ ในแต่ละทรีตเมนต์

ปัจจัยที่ 1 คือ ระยะปลูก ได้แก่

1. ระยะปลูก 2x2 เมตร (400 ต้นต่อไร่)
2. ระยะปลูก 3x3 เมตร (178 ต้นต่อไร่)

ปัจจัยที่ 2 คือ ความสูงที่ตัดแต่งกิ่ง ได้แก่

1. การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 50 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน
2. การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 70 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน
3. การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน

3.3 การปฏิบัติการและการจัดการ

3.3.1 การตัดแต่งกิ่ง ตัดแต่งกิ่งต้นสบู่ดำอายุ 2 ปี โดยตัดที่ความสูงที่กำหนด

3.3.2 การจัดการน้ำ ให้น้ำทุก 15 วัน หรือขึ้นกับสภาพแวดล้อม ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน และความชื้นในดิน

3.3.3 การกำจัดวัชพืช โรคแมลงศัตรูพืช เหมือนกันทุกกรรมวิธี โดยทำการควบคุมเท่าที่จำเป็น

3.3.4 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน เหมือนกันทุกกรรมวิธี

3.4 การบันทึกข้อมูล

3.4.1 ข้อมูลการเจริญเติบโตของสบู่ดำ สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 3 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

ก. ความสูง วัดความสูงจากโคนต้นถึงยอดใบสุดท้ายที่กลางเต็มที
 ข. เส้นรอบวง (ขนาดลำต้น) โดยวัดจากตำแหน่งเหนือพื้นดิน 10 เซนติเมตร
 ค. ขนาดทรงพุ่ม วัด 2 แนว คือ วัดตามความยาวของแถวและวัดตามขวางโดยวัดจากปลายใบถึงปลายใบทรงพุ่มทั้ง 2 ด้าน

ง. จำนวนกิ่งทั้งหมด และจำนวนกิ่งตามมุมมองซากกิ่งที่ได้ทำการทดลองในการทดลองที่ 2

3.4.2 ข้อมูลด้านผลผลิต สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 3 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

ก. การบานของดอกเพศผู้และดอกเพศเมียในแต่ละกรรมวิธี โดยเดินสำรวจแต่ละกรรมวิธีในทุกเช้าของวันเมื่อดอกบานแล้วจึงทำกรนับจำนวน โดยนับเป็นจำนวนดอกเพศผู้/ดอกเพศเมียทั้งช่อดอก

ข. ระยะเวลาที่ดอกบานครบจนถึงระยะเวลาที่ติดผลตั้งแต่ผลแรกจนถึงผลสุดท้าย รวมทั้งระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย

ค. นับจำนวนผลในแต่ละช่อในทุกกรรมวิธี

ง. น้ำหนักแห้งของผลผลิต น้ำหนักแยกเปลือก และน้ำหนักแยกเมล็ด นับจำนวนเมล็ด/จำนวนผล น้ำหนัก 100 เมล็ด โดยนำเมล็ดไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ให้เหลือความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักแห้งผลผลิต

3.4.3 ปริมาณน้ำมันในเมล็ด

ทำการสกัดหาปริมาณน้ำมันเหมือนการทดลองที่ 1 และ 2

3.4.4 ข้อมูลอื่นๆ สุ่มเก็บข้อมูล ซ้ำละ 3 ต้น โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

ทำการวัดเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเหมือนการทดลองที่ 1 และ 2

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป และตรวจสอบความแตกต่างโดยหาค่า *analysis of variance* หากค่า *F-value* ของข้อมูลชุดใด แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และนำไปตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ *Least significant difference (LSD)* ที่ระดับ 0.05

สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

พื้นที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

อาคารปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยา
เขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาการทดลอง

การทดลองที่ 1 และ 2 เริ่มตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551
การทดลองที่ 3 เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2552

ผลและวิจารณ์

1. ศึกษาจำนวนใบและตำแหน่งใบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดูดำ

1.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและการขยายขนาดลำต้นสับดูดำอายุ 150 วันหลังการตัดแต่งกิ่ง

การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นสับดูดำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีความสูงต้นสับดูดำเฉลี่ย 136.5 146.7 161.6 160.4 และ 151.3 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนความสูงของต้นสับดูดำที่ทำการกำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีความสูงของต้นสับดูดำเฉลี่ย 160.4 153.1 และ 151.5 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการทดลองพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

การเจริญเติบโตด้านขนาดของทรงพุ่มของต้นสับดูดำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีความขนาดทรงพุ่มต้นสับดูดำเฉลี่ย 117.6 130.0 149.4 145.6 และ 133.1 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนความกว้างทรงพุ่มของต้นสับดูดำที่ทำการกำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีขนาดของทรงพุ่มของต้นสับดูดำเฉลี่ย 145.5 138.6 และ 137.5 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

การเจริญเติบโตด้านขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นสับดูดำ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นต้นสับดูดำเฉลี่ย 9.5 9.0 10.6 9.8 และ 10.4 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นสับดูดำที่ทำการกำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. นั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง

ลำต้นของต้นสบู่ดำเฉลี่ย 10.1 10.2 และ 9.5 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

ตารางที่ 1 อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อการเจริญเติบโตของสบู่ดำ 150 วันหลังการตัดแต่งกิ่ง

จำนวนใบ	ความสูง (ซ.ม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซ.ม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ซ.ม.)
ไม่ริดใบ	136.5	117.6	9.5
2 ใบ	146.7	130.0	9.0
4 ใบ	161.6	149.4	10.6
6 ใบ	160.4	145.6	9.8
8 ใบ	151.3	133.1	10.4
F-test	ns	ns	ns
ตำแหน่งใบ			
ติดกับช่อดอก	160.4	145.5	10.1
ห่างจากช่อดอก 15 ซม.	153.1	138.6	10.2
ห่างจากช่อดอก 30 ซม.	151.5	137.5	9.5
F-test	ns	ns	ns
จำนวนใบ X ตำแหน่งใบ	ns	ns	ns
C.V. (%)	13.3	20.9	23.2

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลอง พบว่า สาเหตุที่อาจจะทำให้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของจำนวนใบและตำแหน่งใบเมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ได้ทำการริดใบนั้น อาจเป็นเรื่องของการรับแสงและการสังเคราะห์แสงของใบสบู่ดำซึ่งข้อมูลนี้สะท้อนถึงประสิทธิภาพของการผลิตของต้นสบู่ดำว่ามีค่าเพราะจำนวนใบมากหรือน้อยก็ไม่แตกต่างกันดังนั้น การจัดการทรงพุ่มเพื่อการรับแสงจึงเรื่องที่สำคัญในการจัดการสบู่ดำ

1.2 การพัฒนาการทางด้านสืบพันธุ์

1.2.1 ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกของต้นสบู่ดำ

ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกของต้นสบู่ดำหลังตัดแต่งกิ่งพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบ ซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ ใช้เวลาการออกดอกชุดแรกเฉลี่ย 83.3 79.8 79.6 80.8 และ 83.9 วันหลังตัดแต่งกิ่งตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในการกำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. นั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้เวลาการออกดอกชุดแรกเฉลี่ย 80.5 80.4 และ 82.8 วันหลังการตัดแต่งกิ่ง (ตารางที่ 2) จากการพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

ต้นสบู่ดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งออกไปต้องใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่งในการสร้างอาหารและสะสมพลังงานในการพัฒนาดอกใหม่ สบู่ดำเป็นพืชที่ไม่ตอบสนองต่อแสงเมื่อต้นสบู่ดำมีความสมบูรณ์และได้รับปัจจัยต่างๆจึงออกดอกตามช่วงเวลาธรรมชาติ สอดคล้องกับอนุวัฒน์ (2551) ได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งสบู่ดำ 5 วิธีคือ การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2 3 และ 4 กิ่งต่อการตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระ และไม่ตัดแต่งกิ่ง ในระยะปลูก 2x2 2x3 และ 3x3 เมตร พบว่าระยะเวลาการออกดอกชุดแรกของสบู่ดำทั้ง 5 วิธีในทั้งสามระยะปลูก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งใช้เวลาการออกดอกชุดแรกหลังตัดแต่งกิ่งเฉลี่ย 71.7 - 85.4 วันหลังตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 2 อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อระยะเวลาการออกดอกชุดแรกของสนับดำหลังการตัดแต่งกิ่ง

จำนวนใบ	จำนวนวันหลังตัดแต่งกิ่ง
ไม่ริดใบ	83.3
2 ใบ	79.8
4 ใบ	79.6
6 ใบ	80.8
8 ใบ	83.9
F-test	ns
ตำแหน่งใบ	
ติดกับช่อดอก	80.5
ห่างจากช่อดอก 15 ซม.	80.4
ห่างจากช่อดอก 30 ซม.	82.8
F-test	ns
จำนวนใบ X ตำแหน่งใบ	ns
C.V. (%)	6.2

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.2.2 จำนวนดอกของต้นสนับดำ

เมื่อพิจารณาจำนวนดอกทั้งหมดของดอกชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสนับดำของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีจำนวนดอกทั้งหมดชุดแรกเฉลี่ย 141.6 140.0 150.1 149.6 และ 162.3 ดอก ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ส่วนจำนวนดอกทั้งหมดของการกำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. นั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนดอกทั้งหมดของดอกชุดแรกเฉลี่ย 143.0 146.4 และ 162.1 ดอก ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

จำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของ ต้นสบู่ดำของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีจำนวนดอกเพศผู้ชุดแรกเฉลี่ย 131.6 130.8 140.7 140.3 และ 152.0 ดอก ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ส่วนจำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกของต้นสบู่ดำที่กำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับ ได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ย 133.5 137.1 และ 152.2 ดอก ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

จำนวนดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสบู่ดำของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีจำนวนดอกเพศเมียชุดแรกเฉลี่ย 10.0 9.2 9.4 9.3 และ 10.3 ดอก ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ส่วนจำนวนดอกเพศเมียของดอกชุดแรกของต้นสบู่ดำที่กำหนดตำแหน่งใบสามระดับ ได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ย 9.5 9.3 และ 9.9 ดอก ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

ตารางที่ 3 อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อจำนวนดอกชุดแรกของสนับดำหลังการตัดแต่งกิ่ง

จำนวนใบ	จำนวนดอก/ช่อ			เปอร์เซ็นต์/ช่อ	
	ดอกทั้งหมด	ดอกเพศผู้	ดอกเพศเมีย	ดอกเพศผู้	ดอกเพศเมีย
ไม่ริดใบ	141.6	131.6	10.0	92.9	7.1
2 ใบ	140.0	130.8	9.2	93.3	6.6
4 ใบ	150.1	140.7	9.4	93.7	6.2
6 ใบ	149.6	140.3	9.3	94.7	6.2
8 ใบ	162.3	152.0	10.3	93.6	6.4
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
ตำแหน่งใบ					
ติดกับช่อดอก	143.0	133.5	9.5	93.2	6.7
ห่างจากช่อดอก 15 ซม.	146.4	137.1	9.3	93.6	6.3
ห่างจากช่อดอก 30 ซม.	162.1	152.2	9.9	93.5	6.4
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
จำนวนใบ X ตำแหน่งใบ	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	23.0	23.0	33.4	1.6	23.8

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสนับดำของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ชุดแรกเฉลี่ย 92.9 93.3 93.7 94.7 และ 93.6 เปอร์เซ็นต์/ช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ส่วนเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกของต้นสนับดำที่กำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ย 93.2 93.6 และ 93.5 เปอร์เซ็นต์/ช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

เปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสนับดำของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ

มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียชุดแรกเฉลี่ย 7.1 6.6 6.2 6.2 และ 6.4 เปอร์เซ็นต์/ช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ส่วนเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียของดอกชุดแรกของต้นสบู่ดำที่กำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ย 6.7 6.3 และ 6.4 เปอร์เซ็นต์/ช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

จากการทดลองนั้นพบว่าในต้นที่ริดใบและไม่ริดใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของจำนวนดอกและเปอร์เซ็นต์ของดอกในช่อดอกซึ่งปัจจัยหนึ่งอาจเป็นไปได้ว่าคือลักษณะธรรมชาติของสบู่ดำเองที่มีจำนวนดอกต่อช่อจำกัดได้เพียงเท่านั้น ประกอบกับข้อจำกัดของเรื่องประสิทธิภาพการผลิตของสบู่ดำเองที่ต่ำ เมื่อจำนวนใบที่มากหรือน้อยก็ไม่มีผลต่อจำนวนดอกและเปอร์เซ็นต์ดอกในช่อดอก

1.3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของสบู่ดำอายุ 150 วัน หลังตัดแต่งกิ่ง

1.3.1 ผลผลิตต่อ 1 ช่อผล

น้ำหนักผลแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสบู่ดำของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มี น้ำหนักผลแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ 12.1 8.6 10.5 9.3 และ 11.6 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ส่วนน้ำหนักแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย /ช่อของต้นสบู่ดำที่กำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักผลแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 10.9 9.5 และ 9.5 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

น้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสบู่ดำของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มี น้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ 4.7 3.5 4.1 3.8 และ 4.6 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ส่วนน้ำหนักแห้งเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อของต้นสบู่ดำที่กำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจาก

ช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมี น้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 4.2 3.9 และ 3.8 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

น้ำหนักแห้งเมล็ดแยกเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสบู่ดำของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่ง จำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มี น้ำหนักแห้งเมล็ดแยกเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ 7.4 5.1 6.3 5.5 และ 7.0 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ส่วนน้ำหนักแห้งเมล็ดแยกเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ ของต้นสบู่ดำที่กำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักแห้งเมล็ดแยกเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 6.6 5.6 และ 5.7 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

ตารางที่ 4 อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อผลผลิตเฉลี่ยของสับปะรดใน 1 ช่อผล

จำนวนใบ	น้ำหนักแห้ง(กรัม)			จำนวน		การติดผล (เปอร์เซ็นต์/ช่อ)
	นน.ผล	นน.เปลือก	นน.เมล็ด	ผล/ช่อ	เมล็ด/ผล	
ไม่ริดใบ	12.1	4.7	7.4	6.8	2.7	69.3
2 ใบ	8.6	3.5	5.1	4.7	2.6	53.7
4 ใบ	10.5	4.1	6.3	5.4	2.6	59.3
6 ใบ	9.3	3.8	5.5	5.1	2.6	60.2
8 ใบ	11.6	4.6	7.0	5.6	2.6	58.9
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ตำแหน่งใบ						
ติดกับช่อดอก	10.9	4.2	6.6	5.5	2.6	62.3
ห่างจากช่อดอก 15 ซม.	9.5	3.9	5.6	5.2	2.5	57.1
ห่างจากช่อดอก 30 ซม.	9.5	3.8	5.7	5.0	2.6	54.7
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
จำนวนใบ X ตำแหน่งใบ	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	37.9	37.5	39.1	34.5	6.9	26.7

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จำนวนผล/ช่อผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสับปะรดของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีจำนวนผล/ช่อของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 6.8 4.7 5.4 5.1 และ 5.6 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ส่วนจำนวนผล/ช่อของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของต้นสับปะรดที่กำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนผล/ช่อของคอกชุดแรกเฉลี่ย 5.5 5.2 และ 5.0 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการทดลอง พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

จำนวนเมล็ด/ผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสับปะรดของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีจำนวนเมล็ด/ผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 2.7 2.6 2.6 2.6 และ 2.6 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ส่วน

จำนวนเมล็ด/ผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของต้นสบู่ดำที่กำหนดตำแหน่งใบทั้งสามระดับได้แก่ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. นั้นมีจำนวนจำนวนเมล็ด/ผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 2.6 2.5 และ 2.6 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

เปอร์เซ็นต์การติดผล/ช่อผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสบู่ดำของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีเปอร์เซ็นต์การติดผล/ช่อผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 69.3 53.7 59.3 60.2 และ 58.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ส่วนเปอร์เซ็นต์การติดผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของต้นสบู่ดำที่กำหนดตำแหน่งใบ ทั้งสามระดับ พบว่า ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีเปอร์เซ็นต์การติดผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 62.3 57.1 และ 54.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

จากการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งของผลผลิตที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นั้นสะท้อนถึงประสิทธิภาพการผลิตการสังเคราะห์แสงของต้นสบู่ดำเองว่าต่ำ เมื่อมีจำนวนใบที่มากขึ้นหรือจำนวนใบที่น้อยลงก็ไม่ได้ทำให้ผลผลิตมีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกัน ประยงค์(2532) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบกับน้ำหนักและคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวาย เบอร์ 4 โดยปลิดใบให้เหลือ 10 15 20 25 30 และ 40 ใบ เปรียบเทียบกับการไม่ปลิดใบ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบกับน้ำหนักของผลมะม่วงมีค่า $r = 0.516$ แสดงว่าจำนวนใบมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักผลมะม่วงน้อยและสรุปว่าจำนวนใบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ให้ได้มาตรฐานในการส่งออกควรปล่อยจำนวนไว้ตามธรรมชาติ ไม่ต้องปลิดใบ ดังนั้นจึงไม่ควรริดใบสบู่ดำออกและหากต้องการทราบสาเหตุที่จำนวนดอกและผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันระหว่างต้นที่ริดใบและไม่ริดใบนั้น การศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการสังเคราะห์แสงของใบสบู่ดำนั้น น่าจะเป็นวิธีที่จะตอบคำถามได้ดีที่สุด

1.3.2 น้ำหนัก 100 เมล็ด

น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสบู่ดำของการไม่ริดใบ การริดใบเหลือจำนวน 2 4 6 และ 8 ใบซึ่งจำนวนใบทั้ง 5 ระดับ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 71.8 72.6 73.4 73.7 และ 73.8 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยของ

ต้นสับดำที่กำหนดตำแหน่งใบ ทั้งสามระดับ พบว่า ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีเปอร์เซ็นต์การติดผลของดอกชุดแรกเฉลี่ย 73.2 73.7 และ 72.8 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากการทดลองพบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของการริดใบและกำหนดตำแหน่งใบ

ตารางที่ 5 อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อน้ำหนักเมล็ดแห้ง 100 เมล็ด

กรรมวิธี	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
จำนวนใบ	
ไม่ริดใบ	71.8
2 ใบ	72.6
4 ใบ	73.4
6 ใบ	73.7
8 ใบ	73.8
F-test	ns
ตำแหน่งใบ	
ติดกับช่อดอก	73.2
ห่างจากช่อดอก 15 ซม.	73.7
ห่างจากช่อดอก 30 ซม.	72.8
F-test	ns
จำนวนใบ X ตำแหน่งใบ	ns
C.V. (%)	1.7

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของน้ำหนัก 100 เมล็ดนั้น น่าจะเป็นเพราะว่าเมล็ดเป็นแหล่งรับและสะสมอาหารเมื่อใบมีการสร้างอาหารจึงส่งอาหารทั้งหมดมาสะสมในเมล็ด การที่ประสิทธิภาพการผลิตของสับดำในจำนวนใบที่มากหรือน้อยไม่ทำให้น้ำหนักผลแห้งแตกต่างกัน ฉะนั้นน้ำหนัก 100 เมล็ด จึงไม่มีความแตกต่างกันด้วย

1.3.3 ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย

ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ยของสบู่ดำ พบว่า สบู่ดำทั้งสองระยะปลูกมีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการไม่รดใบมีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย 50.3 เปอร์เซ็นต์ จำนวนใบ 6 และ 8 ใบ มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ยเท่ากันคือ 48.9 เปอร์เซ็นต์ และ 2 และ 4 ใบ มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดสบู่ดำเฉลี่ยเท่ากันคือ 48.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) ส่วนปริมาณน้ำมันในเมล็ดสบู่ดำเฉลี่ยที่กำหนดตำแหน่งใบ หลังตัดแต่งกิ่ง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอกมีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ยมากที่สุดรองลงมาคือตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. และ ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. นั้นมีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย 49.8 48.6 และ 47.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) และพบว่าปริมาณน้ำมันในเมล็ดสบู่ดำเฉลี่ยไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างจำนวนใบและตำแหน่งใบ

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดมีปริมาณน้อยอาจจะมาจากจำนวนใบในต้นที่ถูกริดใบที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงและส่งอาหารไปสะสมที่เมล็ดนั้นมีน้อยเมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ถูกริดใบและใบในตำแหน่งที่ห่างจากช่อดอกออกไปนั้นมีอายุมากกว่าใบที่มีระยะห่างจากช่อดอกน้อยจึงทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารน้อยกว่า ซึ่งสุนันทาและสุปราณี (2550) ได้วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด พบว่า accession เบอร์ 20 (มุกดาหาร) และเบอร์ 65 (ลำปาง) มีปริมาณน้ำมันสูงสุด 51.67 และ 52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนเบอร์ 74 (ชุมพร) มีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน 56.71 เปอร์เซ็นต์ ประกอบกับเมล็ดสบู่ดำเป็นเมล็ดพืชน้ำมันการที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในเมล็ดและปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ อาจเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดลดลง ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเป็นดัชนีหนึ่งบ่งบอกคุณภาพของเมล็ดสบู่ดำ แต่คุณภาพน้ำมันก็ขึ้นอยู่กับระยะเวลาและวิธีการเก็บรักษาเมล็ดด้วย หากเก็บไว้นานและวิธีการเก็บรักษาไม่ถูกต้องก็จะยิ่งทำให้คุณภาพเมล็ดลดลงเร็วมากขึ้น

ตารางที่ 6 อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดสบู่ดำเฉลี่ย

จำนวนใบ	ปริมาณน้ำมัน(เปอร์เซ็นต์) ^{1/}
ไม่รีดใบ	50.3
2 ใบ	48.3
4 ใบ	48.3
6 ใบ	48.9
8 ใบ	48.9
F-test	ns
ตำแหน่งใบ	
ติดกับช่อดอก	49.8a
ห่างจากช่อดอก 15 ซม.	48.6ab
ห่างจากช่อดอก 30 ซม.	47.6b
F-test	*
LSD _{0.05}	8.6
จำนวนใบ X ตำแหน่งใบ	ns
C.V. (%)	2.7

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1.4 เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่ม

เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติของต้นสบู่ดำของการริดใบ โดยที่การริดใบเหลือจำนวน 2 ใบมีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มมากที่สุด คือ 55.8 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ 48.6 ใบและ ไม่ริดใบซึ่ง มีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ย 45.3 38.8 38.4 และ 23.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ส่วนเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นสบู่ดำที่กำหนดตำแหน่งใบ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 15 ซม. มีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่ม 45.3 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งใบที่ติดกับช่อดอก และตำแหน่งใบที่ห่างจากช่อดอก 30 ซม. นั้นมีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ย 43.8 และ 39.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) และพบว่า เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ย มีความอิทธิพลร่วมกันระหว่างจำนวนใบและตำแหน่งใบ ในต้นที่ได้ริดใบจะมีจำนวนใบต่อต้นน้อยกว่าต้นที่ไม่ริดใบออกเลยจึงทำให้เปอร์เซ็นต์แสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มสามารถผ่านได้มากกว่ารวมทั้งมีการถ่ายเทอากาศภายในทรงพุ่มได้มากกว่าด้วย แต่ในสบู่ดำต้นที่ริดใบและไม่ริดใบไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องริดใบออกเพื่อใช้ประโยชน์ในการเพิ่มการรับแสงและเพิ่มผลผลิต

ตารางที่ 7 อิทธิพลของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มสับุดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน

จำนวนใบ	เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่ม ^{1/}
ไม่ริดใบ	23.4c
2 ใบ	55.8a
4 ใบ	45.3b
6 ใบ	38.4b
8 ใบ	38.8b
F-test	*
LSD _{0.05}	8.6
ตำแหน่งใบ	
ติดกับช่อดอก	43.8
ห่างจากช่อดอก 15 ซม.	45.3
ห่างจากช่อดอก 30 ซม.	39.4
F-test	ns
จำนวนใบ X ตำแหน่งใบ	*
C.V. (%)	17.5

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ต้นสับุดำหลังจากตัดแต่งกิ่ง 150 วัน จะมีความยาวของกิ่งมากขึ้นตามอายุกิ่ง ต้นสับุดำที่ได้รับการริดใบเหลือ 2 ใบและกำหนดใบที่ตำแหน่งติดกับช่อดอกนั้นมีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มมากที่สุด ซึ่งใบที่อยู่ในตำแหน่งนี้จะอยู่ชิดกับดอก จึงไม่เกิดการบังแสง ส่วนต้นที่ริดใบเหลือ 8 ใบที่ตำแหน่งห่างจากช่อดอก 30 ซม. นั้นเป็นตำแหน่งที่อยู่ไปทางโคนกิ่งมากกว่าจึงเกิดการบังแสงกันเองระหว่างกิ่งและใบมากกว่า (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 อิทธิพลร่วมของจำนวนใบและตำแหน่งใบต่อเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มสับุดำ
หลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน

จำนวนใบ	ตำแหน่งใบ ^{1/}		
	ติดช่อดอก	ห่างจากช่อดอก 15 ซม.	ห่างจากช่อดอก 30 ซม.
2 ใบ	66.3a	55.7ab	45.4bcde
4 ใบ	51.0bc	46.7bcd	38.1de
6 ใบ	36.0e	40.9cde	38.3de
8 ใบ	42.4cde	38.0de	35.9e
จำนวนใบ X ตำแหน่งใบ	*		
C.V. (%)	16.6		

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. ศึกษาองค์กึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบูดำ

2.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และการขยายขนาดลำต้น

การเจริญเติบโตด้านความสูง พบว่า ในองค์กึ่งแต่ละระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมุมกิ่ง 60-90 องศา มีค่าเฉลี่ยความสูง 198.9 ซม. มุมกิ่ง 30-60 องศาและมุมกิ่ง 0-30 องศา มีค่าเฉลี่ยความสูง เท่ากับ 191.1 และ 186.7 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 9) การที่ความสูงในต้นที่มีมุมกิ่ง 60-90 องศา มีความสูงมากที่สุดนั้นเป็นเพราะว่าในต้นสบูดำที่มีกิ่งที่ตั้งตรงมากกว่านั้นทำให้ความสูงของต้นมากกว่าต้นที่มีกิ่งเอียงในไปแนวราบ

การเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่ม พบว่า ในองค์กึ่งแต่ละระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมุมกิ่ง 0-30 องศา มีค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่ม 218.3 ซม. มุมกิ่ง 60-90 องศาและมุมกิ่ง 30-60 องศา มีค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่ม เท่ากับ 216.4 และ 215.6 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 9) เช่นเดียวกันกับการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จะเห็นได้ว่า ต้นสบูดำที่มีมุมกิ่ง 0-30 องศา นั้นจะมีความกว้างทรงพุ่มมากกว่า เพราะการเจริญของกิ่งจะเจริญไปแนวราบมากกว่าจึงทำให้มีความกว้างของทรงพุ่มมากกว่า

การเจริญเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พบว่า ในองค์กึ่งแต่ละระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมุมกิ่ง 30-60 องศา มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น คือ 11.7 ซม. มุมกิ่ง 60-90 องศาและมุมกิ่ง 0-30 องศา มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 10.6 และ 10.0 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

การที่การเจริญเติบโตของต้นสบูดำทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิตินั้นอาจเป็นเพราะว่าจำนวนต้น/พื้นที่ในระยะปลูกมีความเหมาะสมซึ่งในการทดลองนี้ใช้ระยะปลูก 3x3 เมตร ดังนั้นหนาแน่นของต้นน้อยทำให้ต้นสบูดำนั้นสามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ทั้งด้านความสูง ทรงพุ่ม และการขยายขนาดลำต้น

ตารางที่ 9 อิทธิพลขององศากิ่งต่อการเจริญเติบโตของสนุ่นดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน

กรรมวิธี	ความสูงพุ่ม (ซม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ซม.)
มูมกิ่ง 60-90 องศา	198.9	216.4	10.6
มูมกิ่ง 30-60 องศา	191.1	215.6	11.7
มูมกิ่ง 0-30 องศา	186.7	218.3	10.0
mean	192.2	216.8	10.8
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.5	6.5	10.6

ns = ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2.2 การพัฒนาการทางด้านสืบพันธุ์

2.2.1 ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกของต้นสนุ่นดำ

ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกของต้นสนุ่นดำ พบว่า ในองศากิ่งแต่ละระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมูมกิ่ง 60-90 องศา ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการออก 73.9 วันหลังตัดแต่งกิ่ง มูมกิ่ง 30-60 องศาและมูมกิ่ง 0-30 องศา ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการออกดอกชุดแรก เท่ากับ 74.5 และ 74.8 วันหลังตัดแต่งกิ่ง ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกของต้นสนุ่นดำหลังการตัดแต่งกิ่งที่มีมูมองศาแตกต่างกันนั้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากต้นสนุ่นดำได้รับปัจจัยต่างๆที่เหมือนกัน ได้แก่ ต้นสนุ่นดำมีอายุเท่ากัน ตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงเดียวกันและเวลาเดียวกัน มีการดูแลรักษาเหมือนกันประกอบกับการไม่ตอบสนองต่อแสงของสนุ่นดำเมื่อถึงช่วงเวลาที่ออกดอกตามธรรมชาติ จึงทำให้ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ อนุวัฒน์ (2551) ได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งสนุ่นดำ 5 วิธีคือ การตัดแต่งกิ่งร่วมกับการไว้กิ่ง 2, 3 และ 4 กิ่งต่อต้น การตัดแต่งกิ่งแล้วปล่อยอิสระ และไม่ตัดแต่งกิ่ง ในระยะปลูก 2x2, 2x3 และ 3x3 เมตร พบว่า ระยะเวลาการออกดอก

ชุดแรกของสับดูดำทั้ง 5 วิธีในทั้งสามระยะปลูก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งใช้เวลาการออกดอกชุดแรกหลังตัดแต่งกิ่งเฉลี่ย 71.7- 85.4 วันหลังตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 10 อิทธิพลขององศากิ่ง/ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกเฉลี่ยของสับดูดำหลังการตัดแต่งกิ่ง

กรรมวิธี	จำนวนวันหลังตัดแต่งกิ่ง
มุมกิ่ง 60-90 องศา	74.8
มุมกิ่ง 30-60 องศา	74.5
มุมกิ่ง 0-30 องศา	73.9
mean	74.4
F-test	ns
C.V. (%)	2.3

ns = ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2.2.2 จำนวนดอกของต้นสับดูดำ

จำนวนดอกทั้งหมดของดอกชุดแรกเฉลี่ยช่อดอกนั้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่มุมกิ่ง 0-30 องศา มีจำนวนดอกทั้งหมดของดอกชุดแรกเฉลี่ย 153.8 ดอก มุมกิ่ง 60-90 องศาและมุมกิ่ง 30-60 องศา มีจำนวนดอกทั้งหมดของดอกชุดแรกเฉลี่ย เท่ากับ 145.8 และ 138.2 ดอก ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

จำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่มุมกิ่ง 0-30 องศา มีจำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ย/ช่อดอก 138.8 ดอก มุมกิ่ง 60-90 องศาและมุมกิ่ง 30-60 องศา มีจำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ย/ช่อดอก เท่ากับ 135.5 และ 126.7 ดอก ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

จำนวนดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ นั้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่มุ่มกิ่ง 0-30 องศา มีค่าเฉลี่ยจำนวนดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ย/ช่อดอกมากที่สุดคือ 15.0 ดอก รองลงมา คือ มุ่มกิ่ง 30-60 องศาและมุ่มกิ่ง 60-90 องศา โดยมีจำนวนดอกเพศเมียชุดแรกเฉลี่ย/ช่อดอก เท่ากับ 11.5 และ 10.3 ดอก ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 อิทธิพลขององศากิ่งที่แตกต่างกันต่อจำนวนดอกสปูค่าเฉลี่ยใน 1 ช่อดอก

กรรมวิธี	จำนวนดอก/ช่อ			เปอร์เซ็นต์/ช่อ	
	ดอกทั้งหมด	ดอกเพศผู้	ดอกเพศเมีย ^{1/}	ดอกเพศผู้	ดอกเพศเมีย
มุ่มกิ่ง 60-90 องศา	145.8	135.5	10.3b	92.9	7.1
มุ่มกิ่ง 30-60 องศา	138.2	126.7	11.5b	91.4	8.6
มุ่มกิ่ง 0-30 องศา	153.8	138.8	15.0a	90.3	9.7
mean	145.9	133.7	12.3	91.5	8.5
F-test	ns	ns	*	ns	ns
LSD _{0.05}	-	-	2.7	-	-
C.V. (%)	10.3	10.8	9.2	1.1	11.4

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้เฉลี่ยของดอกชุดแรก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่มุ่มกิ่ง 60-90 องศา มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้เฉลี่ยของดอกชุดแรก 92.9 เปอร์เซ็นต์/ช่อ มุ่มกิ่ง 30-60 องศาและมุ่มกิ่ง 0-30 องศา มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้/ช่อ 91.4 และ 90.3 เปอร์เซ็นต์/ช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

เปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียเฉลี่ยของดอกชุดแรก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มุ่มกิ่ง 0-30 องศา มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียเฉลี่ย/ช่อ 9.7 เปอร์เซ็นต์/ช่อ มุ่มกิ่ง 30-60 องศา และ มุ่มกิ่ง 60-90 องศา มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมียเฉลี่ย/ช่อ 8.6 และ 7.1 เปอร์เซ็นต์/ช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

องศาของต้นสนูป่าที่เจริญไปในแนวราบมีผลให้เกิดการสร้างดอกมากกว่า น่าจะมีผลมาจากอิทธิพลของ **apical dominance** ซึ่งการศึกษาเรื่อง **apical dominance** นั้น **Somerville (1996)** ได้กล่าวว่า ในการตัดแต่งและการจัดการทรงพุ่มไม้ผลนั้น จำเป็นต้องศึกษาถึง อิทธิพลของ **apical dominance** เพราะใช้ในการกำหนดจุดเจริญ และควบคุมการเจริญเติบโตของต้น เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดจะผลิตฮอร์โมนออกซินเป็นจำนวนมากและจะมีปริมาณลดลงในขณะที่ เคลื่อนที่ลงด้านล่างของกิ่ง ซึ่งมีผลในการยับยั้งการแตกตาข้างบริเวณที่ใกล้กับยอด แต่กิ่งข้างที่อยู่ ห่างจากตายอดจะสามารถแตกกิ่งได้ และทำมุมกว้างกับต้น พร้อมกับมีการพัฒนาของตาดอก และ กิ่งที่ทำมุมกว้างนี้จะสามารถรับน้ำหนักของผลได้ดี และมีอิทธิพลต่อคุณภาพของผล สำหรับการ เจริญของกิ่งข้างที่ทำมุม 45 องศาจะแตกกิ่งย่อยแบบ **uniform** และกิ่งที่ทำมุม 90 องศากับแนวตั้งจะ แตกกิ่งย่อยที่มีมุมกว้างกับกิ่ง และกิ่งย่อยที่เกิดใกล้บริเวณ โคนกิ่งจะยาวที่สุด ส่วนกิ่งที่อยู่ปลายยอด จะเจริญช้าที่สุด เช่นเดียวกัน การเจริญเติบโตของกิ่งหากเจริญไปในแนวตั้งฉากกับผิวพื้น (กิ่ง กระโถงหรือกิ่งน้ำค้าง) กิ่งเหล่านี้จะมีความแข็งแรง (**vigorous**) สูงที่สุด ซึ่งก็หมายความว่ากิ่งมี **vegetative growth** สูงสุด กิ่งมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วมาก ตั้งตรง ไม่มีการแตกแขนงจนกระทั่ง โผล่พ้นยอด ในทางกลับกัน เมื่อกิ่งเหล่านี้มี **vegetative growth** สูงสุด โอกาสที่จะออกดอกก็ต่ำที่สุด ด้วย มุมของกิ่งที่เบี่ยงเบนออกจากแนวตั้งฉากมากเท่าไร การเจริญเติบโตทางด้าน **vegetative growth** ก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้นตามมุมมองศาที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเป็นดังนี้ กิ่งที่มีมุมมองศาเพิ่มมากขึ้น โอกาสที่จะออกดอกก็เพิ่มสูงขึ้นมากตามไปด้วยเช่นกัน (รวิ, 2540ข)

ในไม้ผลเขตร้อนได้มีรายงานการโน้มกิ่งมะม่วงและลองกอง ในมะม่วงพบว่า การโน้มกิ่งที่มุมแคบกว่า 45 องศาจากแนวราบทำให้แตกใบอ่อน และกิ่งที่โน้มลงสู่พื้นดินออกดอก ได้ทุกกิ่งและออกดอกได้มากกว่ากิ่งที่ไม่ได้โน้ม (สัมฤทธิ์, 2538) การควบคุมทรงพุ่มในลองกอง โดยการโน้มกิ่งจากแนวราบให้มุมแคบลงสามารถช่วยเพิ่มการออกดอกได้ (มะพลับ, 2541) ในการ โนมกิ่งแอปเปิ้ลนั้น เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของการโน้มกิ่งในแนวราบกับแนวตั้งที่มีต่อการสร้าง ตาดอก และการเจริญเติบโตของต้น พบว่าการโน้มกิ่งในแนวราบจะทำให้เกิดดอกมากขึ้น (Tromp, 1970)

2.3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของต้นสบู่ดำอายุ 150 วัน หลังตัดแต่งกิ่ง

2.3.1 ผลผลิตต่อ 1 ช่อผล

น้ำหนักแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ มุมกิ่ง 0-30 องศา มีน้ำหนักแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 25.5 กรัม มุมกิ่ง 60-90 องศา และ มุมกิ่ง 30-60 องศา มีน้ำหนักแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 20.5 และ 20.2 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

น้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ มุมกิ่ง 0-30 องศา มีน้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ 8.9 กรัม มุมกิ่ง 30-60 องศา และ มุมกิ่ง 60-90 องศา มีน้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ 7.2 และ 6.6 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

น้ำหนักแห้งเมล็ดแยกเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ มุมกิ่ง 0-30 องศา มีน้ำหนักแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 19.3 กรัม มุมกิ่ง 60-90 องศา และ มุมกิ่ง 30-60 องศา มีน้ำหนักแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 12.3 และ 12.0 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

จำนวนผล/ช่อของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ มุมกิ่ง 0-30 องศา มีจำนวนผล/ช่อของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยมากที่สุดคือ 13.8 ผล รองลงมาคือ มุมกิ่ง 30-60 องศาและ มุมกิ่ง 60-90 องศา มีจำนวนผล/ช่อของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 9.8 และ 9.1 ผล ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

จำนวนเมล็ด/ผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ มุมกิ่ง 60-90 องศา มีจำนวนเมล็ด/ผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 2.7 เมล็ด มุมกิ่ง 0-30 องศาและ มุมกิ่ง 30-60 องศา มีจำนวนเมล็ด/ผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยเท่ากันคือ 2.5 เมล็ด/ผล (ตารางที่ 12)

เปอร์เซ็นต์การติดผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ มุมกิ่ง 0-30 องศา มีเปอร์เซ็นต์การติดผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ 92.2

เปอร์เซ็นต์ มุมกิ่ง 60-90 องศาและมุมกิ่ง 30-60 องศา มีเปอร์เซ็นต์การติดผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย/ช่อ 88.8 และ 84.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 อิทธิพลขององศากิ่งต่อผลผลิตเฉลี่ยของสบูดำใน 1 ช่อผล

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง(กรัม)			จำนวน		การติดผล (เปอร์เซ็นต์/ช่อ)
	นน.ผล	นน.เปลือก	นน.เมล็ด	ผล/ช่อ ^{1/}	เมล็ด/ผล	
มุมกิ่ง 60-90 องศา	20.5	6.6	12.3	9.1b	2.7	88.8
มุมกิ่ง 30-60 องศา	20.2	7.2	12.0	9.8b	2.5	84.8
มุมกิ่ง 0-30 องศา	25.5	8.9	19.3	13.8a	2.5	92.2
mean	22.1	7.6	14.7	10.9	2.6	88.6
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns
LSD _{0.05}	-	-	-	2.5	-	-
C.V. (%)	11.3	13.3	21.7	10.0	12.7	4.2

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ต้นสบูดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งและมีมุมกิ่งแคบกับแนวราบนั้น จะมีการบังแสงน้อยกว่าส่งผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตมากกว่ามุมกิ่งกว้างกับแนวราบ ซึ่งได้มีการทดลองในแอปเปิลพันธุ์ McIntosh และพันธุ์ Wealthy เปรียบเทียบการตัดแต่งกิ่งแบบปกติกับการตัดแต่งกิ่งแบบ open center พร้อมกับการโน้มกิ่ง พบว่า การตัดแต่งกิ่งเพียงอย่างเดียวทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 50% ส่วนการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการโน้มกิ่งทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ถึงแม้การโน้มกิ่งจะใช้แรงงานมากกว่าการตัดแต่งกิ่ง แต่ผลกำไรที่ได้จากผลผลิตก็มากกว่า(Mika, 1973) และมีการเปรียบเทียบใน guince พันธุ์ De berecski, Lescovatz และ Giante di vranja ที่อายุ 1 ปีกับกิ่งตั้งตรงพบว่ากิ่งที่โน้มให้ผลผลิตมากขึ้นและแข็งแรงขึ้นและสร้างเนื้อไม้ใหม่มากขึ้น ใบใหญ่ขึ้น รวมทั้งมีน้ำหนักแห้งกับปริมาณไนโตรเจนในใบสูงขึ้น (Fregoni and Roversi, 1969) เช่นเดียวกันกับการโน้มกิ่งในแนวราบของต้นฝรั่งรวมกับการตัดแต่งกิ่งแบบ open center สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตตลอดจนการติดผลได้มากขึ้น โดยต้นที่มีการโน้มกิ่งในแนวราบให้ผลผลิตทั้งหมดต่อต้นและน้ำหนักผลเฉลี่ยเท่ากับ 21.43 กิโลกรัมและ 184.07 กรัมตามลำดับ ส่วนต้นที่ไม่มีการโน้มกิ่งให้

ผลผลิตทั้งหมดต่อต้นและน้ำหนักผลเฉลี่ยเท่ากับ 7.10 กิโลกรัมและ 111.66 กรัมตามลำดับ (Wang, 1987) การโน้มกิ่งให้ขนานกับพื้นดินนอกจากจะเป็นการเพิ่มผลผลิตแล้ว ยังช่วยให้เกิดความสะดวกในการปฏิบัติงานเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวด้วย (Dejong and Doyle, 1992) ซึ่งสนับค่านั้นหากมีการเลือกกิ่งหรือโน้มกิ่งให้อยู่ในแนวราบได้ก็จะเพิ่มผลผลิตได้ แต่ว่าจะเป็นการเพิ่มต้นทุนให้สูงขึ้น ซึ่งหากอนาคตจะปลูกเป็นระบบอุตสาหกรรมแล้ว ก็ควรมีรูปแบบทรงต้นที่เหมาะสม ให้ผลผลิตสูงและสามารถนำเครื่องจักรกลเข้าไปช่วยจัดการได้ก็จะสามารถลดต้นทุนและเวลาได้

2.3.2 น้ำหนัก 100 เมล็ด

น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ มุมกิ่ง 60-90 องศา มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 71.9 กรัม มุมกิ่ง 30-60 องศา และมุมกิ่ง 0-30 องศา มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 72.6 และ 73.8 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 อิทธิพลขององศากิ่งต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยของสนับค้ำ

กรรมวิธี	น้ำหนัก 100 เมล็ด(กรัม)
มุมกิ่ง 60-90 องศา (T1)	71.9
มุมกิ่ง 30-60 องศา (T2)	72.6
มุมกิ่ง 0-30 องศา (T3)	73.8
mean	72.8
F-test	ns
C.V. (%)	2.2

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองนั้นพบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ดของมุมองศากิ่งทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่ามุมโน้มที่มุมองศากิ่ง 0-30 องศาจะมีน้ำหนักมากกว่าที่มุมองศากิ่งอื่นนั้นอาจเป็นเพราะว่า ที่มุมองศากิ่งนี้มีอิทธิพลของตายอดข่มตาข้างน้อยและมีอาหารสะสมอยู่มากจึงมีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าในมุมองศากิ่งอื่น ดังนั้นหากสามารถเลือกกิ่งในมุมองศากิ่งนี้หรือโน้มให้กิ่งลงมาอยู่ในมุมที่เหมาะสมได้นั้น ก็จะเป็นอีกทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มผลผลิตสนับค้ำได้

2.3.3 ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย

ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ มุมกิ่ง 60-90 องศา มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย 51.7 เปอร์เซ็นต์ มุมกิ่ง 30-60 องศา และมุมกิ่ง 0-30 องศา มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย 51.4 และ 50.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 อิทธิพลขององศากิ่งต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย

กรรมวิธี	ปริมาณน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)
มุมกิ่ง 60-90 องศา (T1)	51.7
มุมกิ่ง 30-60 องศา (T2)	51.4
มุมกิ่ง 0-30 องศา (T3)	50.4
mean	51.2
F-test	ns
C.V. (%)	4.2

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองปริมาณน้ำมันในเมล็ดแต่ละองศากิ่งไม่มีความแตกต่างกันโดยเฉลี่ยที่ 51.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการเก็บเมล็ดสับดูดำที่ระยะเวลาใกล้เคียงกันประกอบกับเป็นพันธุ์เดียวกันทำให้การสะสมน้ำมันในเมล็ดไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ สุนันทาและสุปราณี(2550) ที่ได้วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด พบว่า accession เบอร์ 20 (มุกดาหาร) และเบอร์ 65 (ลำปาง) มีปริมาณน้ำมันสูงสุด 51.67 และ 52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนเบอร์ 74 (ชุมพร) มีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน 56.71 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเป็นดัชนีหนึ่งที่บอกคุณภาพของเมล็ดสับดูดำ แต่คุณภาพน้ำมันก็ขึ้นอยู่กับระยะเวลาและวิธีการเก็บรักษาเมล็ดด้วย หากเก็บไว้นานและวิธีการเก็บรักษาไม่ถูกต้องก็จะยิ่งทำให้คุณภาพเมล็ดลดลงเร็วมากขึ้น

2.4 เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่ม

เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ มุมกิ่ง 0-30 องศา มีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ย 24.2 เปอร์เซ็นต์ มุมกิ่ง 60-90 องศา และมุมกิ่ง 30-60 องศา มีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ย 17.9 และ 17.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 อิทธิพลขององศากิ่งต่อเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มสับดูค่าหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่ม (เปอร์เซ็นต์)
มุมกิ่ง 60-90 องศา	17.9
มุมกิ่ง 30-60 องศา	17.5
มุมกิ่ง 0-30 องศา	24.2
mean	19.9
F-test	ns
C.V. (%)	27.0

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองมุมกิ่ง 0-30 องศากับแนวราบนั้นมีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ยมากกว่ามุมกิ่งองศาอื่นซึ่งเปอร์เซ็นต์แสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มที่มากกว่านี้ก็น่าจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้มุมกิ่ง 0-30 องศากับแนวราบมีผลผลิตที่ดีกว่ามุมกิ่งอื่น เนื่องจากมีการรับแสงมากกว่าจึงมีการสร้างและสะสมอาหารมากกว่า

3. ศึกษาการตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันต่ออาการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดูดำ

3.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และการขยายขนาดลำต้น

การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นสับดูดำเฉลี่ยหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน พบว่า สับดูดำทั้งสองระยะปลูก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีความสูงของต้นสับดูดำเฉลี่ย 167.0 ซม. และ ระยะปลูก 3x3 เมตร มีความสูงของต้นสับดูดำเฉลี่ย 160.5 ซม. (ตารางที่16) การตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันพบว่า ความสูงของต้นสับดูดำเฉลี่ยหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม.เหนือพื้นดินมีความสูงของต้นสับดูดำหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน 178.6 ซม. การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 70 ซม.เหนือพื้นดิน และ 50 ซม.เหนือพื้นดิน มีความสูงของต้นสับดูดำหลังตัดแต่งกิ่ง 172.2 และ 140.6 ซม.ตามลำดับ (ตารางที่16) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

การเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของต้นสับดูดำเฉลี่ยหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน พบว่า สับดูดำทั้งสองระยะปลูก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีความกว้างทรงพุ่มของต้นสับดูดำเฉลี่ย 194.4 ซม. และ ระยะปลูก 3x3 เมตร มีความกว้างทรงพุ่มของต้นสับดูดำเฉลี่ย 190.6 ซม. (ตารางที่16) การตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันพบว่า ความกว้างทรงพุ่มของต้นสับดูดำเฉลี่ยหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม.เหนือพื้นดิน มีความกว้างทรงพุ่มของต้นสับดูดำหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน 199.0 ซม. การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 70 ซม.เหนือพื้นดิน และ 50 ซม.เหนือพื้นดิน มีความกว้างทรงพุ่มของต้นสับดูดำหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน 196.6 และ 182.0 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่16) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

การเจริญเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นสับดูดำเฉลี่ยหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน พบว่า สับดูดำทั้งสองระยะปลูก มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นสับดูดำเฉลี่ย 10.4 ซม. และ ระยะปลูก 3x3 เมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นสับดูดำเฉลี่ย 12.0 ซม. (ตารางที่16) การตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นสับดูดำเฉลี่ยหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม.เหนือพื้นดิน มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นสับดูดำหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน 10.7 ซม. ส่วนการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 70 ซม.เหนือพื้นดิน และ 50 ซม.เหนือพื้นดิน มีความสูง

ของต้นสบู่ดำหลังตัดแต่งกิ่ง 150 วัน เท่ากันคือ 10.4 ซม. (ตารางที่16) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 16 อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตของต้นสบู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน

กรรมวิธี	ความสูง ^{1/} (ซม.)	ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ^{1/} (ซม.)
ระยะปลูก			
2x2	167.0	194.4	10.4b
3x3	160.5	190.6	12.0a
F-test	ns	ns	*
LSD _{0.05}	-	-	0.9
ความสูงที่ตัดกิ่ง			
50 เซนติเมตร	140.6b	182.0	11.4
70 เซนติเมตร	172.2a	196.6	11.4
90 เซนติเมตร	178.6a	199.0	10.7
F-test	*	ns	ns
LSD _{0.05}	15.0	-	-
ระยะปลูกxความสูง	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.1	9.2	7.9

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองการตัดแต่งกิ่งที่ระยะปลูกแตกต่างกันพบว่าผลการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันนั้น อาจเป็นเพราะว่าแต่ละระยะปลูกมีการจัดการแปลงเหมือนกัน ตัดแต่งกิ่งพร้อมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ อนุวัฒน์(2551) ซึ่งได้ตัดแต่งกิ่งสบู่ดำในระยะปลูก 2x2 2x3 และ 3x3 เมตร พบว่าการตัดแต่งกิ่งทั้งสามระยะปลูกการเจริญเติบโตของต้นสบู่ดำไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีความสูง

เฉลี่ย 262.3 225.7 และ 243.9 เซนติเมตรตามลำดับ มีความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 257.4 264.2 และ 269.9 เซนติเมตรตามลำดับ และมีการขยายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 2.2 2.7 และ 2.92 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของสับดูดำทั้งสองระยะปลูกที่แตกต่างกันนั้น น่าจะเนื่องมาจากระยะปลูก 3x3 เมตรนั้นความกว้างของระยะปลูกระหว่างต้นที่มากเกิดการแข่งขันระหว่างต้นสับดูดำด้วยกันเองน้อยกว่าจึงทำให้ลำต้นสามารถขยายขนาดได้เต็มที่มากกว่าระยะปลูก 2x2 เมตรซึ่งวิฑูรย์(2551) ได้ทำการปลูกสับดูดำในระยะปลูกที่แตกต่างกัน 5 ระยะปลูกคือ 1x1 1x2 2x2 2x3 และ 3x3 เมตร พบว่า เมื่อสับดูดำมีอายุ 360 วันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 5.20 5.67 6.01 6.25 และ 6.51 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในการตัดแต่งกิ่งสับดูดำที่ระดับความสูงแตกต่างกันนั้นส่งผลให้ความสูงของทรงพุ่มแตกต่างกันหลังตัดแต่งกิ่งได้ 150 วันเพราะว่าการตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม.เหนือพื้นดินนั้นมีส่วนเหลืออยู่มากกว่าที่ความสูง 70 และ 50 ซม. และอาหารที่สะสมอยู่ก็น่าจะสะสมอยู่ในลำต้นมากกว่าทำให้ที่ระยะเวลาเท่ากันการตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม.จึงมีการพัฒนาที่เร็วกว่าและมีความสูงมากกว่าที่ระดับอื่น แต่ที่การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงนี้ เมื่อระยะเวลาผ่านไปนานอาจจะมีปัญหาเรื่องการเก็บเกี่ยวเพราะว่ามีขนาดของทรงพุ่มที่มากทำให้เสียเวลาและยากต่อการจัดการ

3.2 จำนวนกิ่งของสับดูดำหลังการตัดแต่งกิ่ง

จำนวนกิ่งทั้งหมดเฉลี่ยของสับดูดำ พบว่า สับดูดำทั้งสองระยะปลูกมีจำนวนกิ่งทั้งหมดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตร มีจำนวนกิ่งทั้งหมดเฉลี่ย 44.5 กิ่ง และระยะปลูก 3x3 เมตร มีจำนวนกิ่งทั้งหมดเฉลี่ย 47.6 กิ่ง (ตารางที่ 17) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันทั้งสามระดับพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม. มีจำนวนกิ่งทั้งหมดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 57.3 กิ่ง รองลงมาคือการตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีจำนวนกิ่งทั้งหมดเฉลี่ย 49.3 และ 31.6 กิ่ง ตามลำดับ (ตารางที่ 17) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ เกลิมพล (2535) ที่ได้กล่าวว่าเมื่อระยะปลูกกว้างขึ้นมีเนื้อที่ว่างพอที่จะเกิดกิ่งก้าน เมื่อระยะปลูกแคบลงหรือชิดกันมากขึ้น ช่องว่างระหว่างต้นน้อยลง การเกิดกิ่งแขนงก็จะน้อยด้วยหรือการเพิ่มระยะปลูกมากขึ้นหรือความหนาแน่นของพืชต่ำลง ทำให้จำนวนกิ่งแขนงเพิ่มขึ้นได้

จำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 60-90 องศาเฉลี่ยของสับดูดา พบว่า สับดูดาทั้งสองระยะปลูกมีจำนวนกิ่งทั้งหมดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 60-90 องศาเฉลี่ย 25.3 กิ่ง และระยะปลูก 3x3 เมตร มีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 60-90 องศาเฉลี่ย 26.6 กิ่ง (ตารางที่ 17) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันทั้งสามระดับพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม. มีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 60-90 องศาเฉลี่ยมากที่สุด คือ 31.8 กิ่ง รองลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 60-90 องศาเฉลี่ย 28.8 และ 17.4 กิ่ง ตามลำดับ (ตารางที่ 17) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

จำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 30-60 องศาเฉลี่ยของสับดูดา พบว่า สับดูดาทั้งสองระยะปลูกมีจำนวนกิ่งทั้งหมดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 30-60 องศาเฉลี่ย 12.0 กิ่ง และระยะปลูก 3x3 เมตร มีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 30-60 องศาเฉลี่ย 15.8 กิ่ง (ตารางที่ 17) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันทั้งสามระดับพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม. มีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 30-60 องศาเฉลี่ยมากที่สุด คือ 31.8 กิ่ง รองลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 30-60 องศาเฉลี่ย 28.8 และ 17.4 กิ่ง ตามลำดับ (ตารางที่ 17) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

จำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 0-30 องศาเฉลี่ยของสับดูดา พบว่า สับดูดาทั้งสองระยะปลูกมีจำนวนกิ่งทั้งหมดเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 0-30 องศาเฉลี่ย 5.7 กิ่ง และระยะปลูก 3x3 เมตร มีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 0-30 องศาเฉลี่ย 5.3 กิ่ง (ตารางที่ 17) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันทั้งสามระดับพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม. มีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 0-30 องศาเฉลี่ยมากที่สุด คือ 6.5 กิ่ง รองลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีจำนวนกิ่งที่มีองศากิ่ง 0-30 องศาเฉลี่ย 6.0 และ 4.1 กิ่ง ตามลำดับ (ตารางที่ 17) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 17 อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อจำนวนกิ่งของ
 สบู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน

กรรมวิธี	จำนวนกิ่ง			
	ทั้งหมด ^{1/}	60-90 องศา ^{1/}	30-60 องศา ^{1/}	0-30 องศา ^{1/}
ระยะปลูก				
2x2	44.5	25.3	12.0	5.7
3x3	47.6	26.6	15.8	5.3
F-test	ns	ns	ns	ns
ความสูงที่ตัดกิ่ง				
50 เซนติเมตร	31.6b	17.4b	9.8b	4.1b
70 เซนติเมตร	49.3a	28.8a	14.4ab	6.0a
90 เซนติเมตร	57.3a	31.8a	17.6a	6.5a
F-test	**	**	*	*
LSD _{0.05}	12.2	8.9	4.6	1.7
ระยะปลูกXความสูง	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	20.6	26.0	25.9	23.9

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การตัดแต่งกิ่งจะช่วยกระตุ้นการแตกตาอดและช่วยเร่งการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบขององุ่นพันธุ์ไร้เมล็ด (Sultanina หรือ Thompson Seedless) ซึ่งหลังการตัดแต่งกิ่งจะพบปริมาณ cytokinin ในต่อลำเลียงน้ำของพืชมากกว่าปกติ (Lombard *et al.*, 2006) โดย cytokinin เป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่ง สร้างจากปลายรากหรือรากที่กำลังเติบโตและเคลื่อนสู่ด้านบนของพืชทางไซเล็ม พร้อมกับน้ำและธาตุอาหารพืช ไซโตโคนินเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ การแตกตาและการสร้างดอกมีผลลบต่องิทธิพลของออกซินได้ไปบางกรณี อาจจะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย

คาร์โบไฮเดรตและ **metabolite** ไปสู่เนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโต (กวิศร, 2546) ดังนั้น การตัดแต่งกิ่ง
 สนูป่าอาจมีปริมาณของ **cytocylin** เพิ่มมากขึ้นจึงกระตุ้นการแตกกิ่งมากขึ้นได้

การที่จำนวนกิ่งที่แตกออกมากในต้นที่ตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 70 และ 90 ซม. นั้นอาจ
 เป็นเพราะว่าที่ความสูงระดับนี้มีจำนวนตาที่พร้อมจะถูกกระตุ้นให้แตกใหม่มากกว่าการตัดแต่งกิ่งที่
 ความสูง 50 ซม. จากระดับพื้นดิน ซึ่งตาที่อยู่ในระดับนี้เป็นตาที่มีอายุมากกว่าและอาหารสะสมที่อยู่ใน
 ในลำต้นน้อยกว่า การถูกกระตุ้นให้แตกตาใหม่จึงช้ากว่าและน้อยกว่าการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง
 มากกว่า

จากจำนวนกิ่งทั้งหมดที่แตกออกมาใหม่นั้นจะมีจำนวนกิ่งต่อต้นมากทำให้เกิดการ
 เบียดกันของกิ่ง จึงเกิดกิ่งที่มีองศากิ่งในแนวตั้ง (60-90 องศา) มากกว่ากิ่งในองศาอื่น (30-60 และ
 0-30 องศา) หากไม่มีการริดกิ่งออกบ้างเพื่อเพิ่มพื้นที่การส่องผ่านของแสงก็จะเกิดการบังแสงใน
 ทรงพุ่มเอง

3.3 การพัฒนาการทางด้านสืบพันธุ์

3.3.1 ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกของต้นสนูป่า

ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกเฉลี่ยของสนูป่า พบว่า สนูป่าทั้งสองระยะปลูกมี
 จำนวนวันออกดอกชุดแรกเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตร มีจำนวนวัน
 ออกดอกชุดแรกเฉลี่ย 64.1 วันหลังตัดแต่งกิ่ง และระยะปลูก 3x3 เมตร มีจำนวนวันออกดอกชุดแรก
 เฉลี่ย 69.0 วันหลังตัดแต่งกิ่ง (ตารางที่ 18) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันทั้งสามระดับ
 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม. มีระยะเวลาออกดอกชุด
 แรกเฉลี่ยเร็วที่สุดคือ 52.6 วันหลังตัดแต่งกิ่ง รองลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50
 ซม. มีระยะเวลาออกดอกชุดแรกเฉลี่ย 67.7 และ 79.7 วันหลังตัดแต่งกิ่ง ตามลำดับ (ตารางที่ 18)
 และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 18 อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อระยะเวลาออกดอกชุดแรกเฉลี่ยของสับดูดา

กรรมวิธี	จำนวนวันหลังตัดแต่งกิ่ง ^{1/}
ระยะปลูก	
2x2	64.1
3x3	69.0
F-test	ns
ความสูงที่ตัดกิ่ง	
50 เซนติเมตร	79.7b
70 เซนติเมตร	67.6b
90 เซนติเมตร	52.6a
F-test	*
LSD _{0.05}	12.3
ระยะปลูกxความสูง	ns
C.V. (%)	14.3

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกเฉลี่ยของสับดูดาหลังได้รับการตัดแต่งกิ่งในแต่ละระยะปลูกที่ไม่แตกต่างกันนั้นน่าจะเป็นเพราะว่าธรรมชาติของต้นสับดูดาที่มีการออกดอกทั้งปีและไม่ตอบสนองต่อช่วงแสงเมื่อถึงช่วงเวลาจึงออกดอก สอดคล้องกับ อนุวัฒน์(2551) ซึ่งได้ตัดแต่งกิ่งต้นสับดูดาใน 3 ระยะปลูกคือ 2x2 2x3 และ 3x3 เมตร พบว่า ระยะเวลาการออกดอกชุดแรกเฉลี่ย 67.7 62.9 และ 60.7 วันหลังการตัดแต่งกิ่งตามลำดับ เช่นเดียวกับ วิฑูรย์(2551) ที่รายงานว่าการปลูกสับดูดาที่ระยะปลูก 1x1 1x2 2x2 2x3 และ 3x3 เมตร มีระยะเวลาการออกดอกชุดแรกไม่แตกต่างกันที่ 70.0-71.3 วันหลังปลูก เนื่องจากต้นสับดูดาที่ปลูกได้รับปัจจัยต่างๆเหมือนกัน เช่น อายุต้นสับดูดา การดูแลรักษา การให้น้ำ และการจัดการน้ำเหมือนกันในทุกๆระยะปลูก

3.3.2 จำนวนดอกของต้นสบู่ดำ

จำนวนดอกทั้งหมดชุดแรกเฉลี่ยของสบู่ดำหลังตัดแต่งกิ่งที่ระยะปลูกแตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีจำนวนดอกทั้งหมดชุดแรกเฉลี่ยมากกว่า ระยะปลูก 3x3 เมตร คือ 134.9 และ 105.0 ดอกตามลำดับ (ตารางที่ 19) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า จำนวนดอกทั้งหมดชุดแรกของสบู่ดำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีจำนวนดอกทั้งหมดชุดแรกเฉลี่ย 125.2 ดอก การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีจำนวนดอกทั้งหมดชุดแรกเฉลี่ย 117.9 และ 116.7 ดอกตามลำดับ (ตารางที่ 19) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

จำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ยของสบู่ดำหลังตัดแต่งกิ่งที่ระยะปลูกแตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีจำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ยมากกว่า ระยะปลูก 3x3 เมตร คือ 128.9 และ 100.8 ดอกตามลำดับ (ตารางที่ 19) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า จำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ยของสบู่ดำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีจำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ยสูงสุด คือ 119.9 ดอก รองลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีจำนวนดอกเพศผู้ของดอกชุดแรกเฉลี่ย 113.1 และ 111.6 ดอกตามลำดับ (ตารางที่ 19) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

จำนวนดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ยของสบู่ดำหลังตัดแต่งกิ่งที่ระยะปลูกแตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีจำนวนดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ยมากกว่า ระยะปลูก 3x3 เมตร คือ 6.0 และ 4.2 ดอกตามลำดับ (ตารางที่ 19) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า จำนวนดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ยของสบู่ดำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีจำนวนดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ย 5.4 ดอก การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีจำนวนดอกเพศเมียของดอกชุดแรกเฉลี่ย 4.8 และ 5.1 ดอกตามลำดับ (ตารางที่ 19) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 19 อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อจำนวนดอกชุดแรกเฉลี่ยของสบู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง

กรรมวิธี	จำนวนดอก/ช่อ			เปอร์เซ็นต์/ช่อ	
	ดอกทั้งหมด ^{1/}	ดอกเพศผู้ ^{1/}	ดอกเพศเมีย ^{1/}	ดอกเพศผู้	ดอกเพศเมีย
ระยะปลูก					
2x2	134.9a	128.9a	6.0a	95.5	4.5
3x3	105.0b	100.8b	4.2b	96.0	4.0
F-test	*	*	*	ns	ns
LSD _{0.05}	26.6	25.6	1.8	-	-
ความสูงที่ตัดกิ่ง					
50 เซนติเมตร	116.7	111.6	5.1	95.6	4.5
70 เซนติเมตร	117.9	113.1	4.8	96.0	4.0
90 เซนติเมตร	125.2	119.9	5.4	95.8	4.3
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
ระยะปลูกxความสูง	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	21.1	21.2	33.4	1.1	25.4

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ยของสบู่ดำหลังตัดแต่งกิ่งที่ระยะปลูกแตกต่างกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ย 95.5 และ ระยะปลูก 3x3 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ย 96.0 เปอร์เซ็นต์ดอก/ช่อ (ตารางที่ 19) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ยของสบู่ดำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ย 95.8 เปอร์เซ็นต์ดอก/ช่อ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศผู้/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ย 96.0 และ 95.6 เปอร์เซ็นต์ดอก/ช่อตามลำดับ (ตารางที่ 19) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

เปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมีย/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ยของสับดูค้ำหลังตัดแต่งกิ่งที่ ระยะปลูกแตกต่างกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีเปอร์เซ็นต์ ดอกเพศเมีย/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ย 4.5 เปอร์เซ็นต์ดอก/ช่อและ ระยะปลูก 3x3 เมตร มี เปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมีย/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ย 4.0 เปอร์เซ็นต์ดอก/ช่อ (ตารางที่ 19) การตัด แต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมีย/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ยของ สับดูค้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีเปอร์เซ็นต์ดอก เพศเมีย/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ย 4.3 เปอร์เซ็นต์ดอก/ช่อ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมีย/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ย 4.0 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ดอก/ช่อ ตามลำดับ (ตารางที่ 19) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัด แต่งกิ่ง

ต้นสับดูค้ำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งนั้นจะมีการเจริญเติบโต การสังเคราะห์แสง การ สร้างและสะสมอาหารเพื่อนำมาใช้ในการสร้างดอกผลต่อไป แต่หากมีปัจจัยไปกระทบเช่น โรค แมลง ก็อาจทำให้การสร้างดอกผลไม่สมบูรณ์ จากการทดลองในระยะปลูก 3x3 เมตร มีแมลง ศัตรูพืชเข้าทำลายในระยะที่เริ่มสร้างช่อดอก ได้แก่ ไรขาว (broadmites) ทำให้สับดูค้ำชะงักการ เจริญเติบโตและไม่ติดดอกออกผล เพลี้ยไฟ (thrips) ทำให้ใบมีลักษณะกรอบแข็ง ขอบใบม้วนขึ้น เพลี้ยหอย (soft scale insect) เพลี้ยจักจั่น (leaf hoppers) ทำลายสับดูค้ำทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย (เดือน จิตต์ และพิศิษฐ์, 2525) นอกจากนั้นยังพบ ไรขาว (*Polyphagotarsonemus latus*) และมวนทองแดง (*Chrysocoris stollii*) อีกด้วย (โกศล, 2550) ซึ่งในแปลงทดลองพบความรุนแรงของการระบาดของ แมลงศัตรูพืชเหล่านี้ในระยะปลูก 3x3 มากกว่า ระยะปลูก 2x2 เมตร จึงทำให้ในระยะปลูก 3x3 เมตร มีจำนวนดอกของสับดูค้ำน้อยกว่าในระยะปลูก 2x2 เมตร

3.4 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตสับดูค้ำอายุ 150 วัน หลังตัดแต่งกิ่ง

3.4.1 ผลผลิตต่อ 1 ช่อผล

น้ำหนักผลแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่ ระยะปลูก 2x2 เมตรมีน้ำหนักแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยมากกว่า ระยะปลูก 3x3 เมตร คือ 17.0 และ 11.9 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 20) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า น้ำหนัก แห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับดูค้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับ ความสูง 90 ซม. มีน้ำหนักแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 15.8 กรัม การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง

70 และ 50 ซม. มีน้ำหนักแห้งของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 13.7 และ 13.8 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 20) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

น้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีน้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยมากกว่าระยะปลูก 3x3 เมตร คือ 10.8 และ 7.6 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 20) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า น้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสบู่ดำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีน้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 10.1 กรัม การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีน้ำหนักแห้งเปลือกแยกเมล็ดของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 8.7 และ 8.8 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 20) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

น้ำหนักแห้งเมล็ดแยกเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีน้ำหนักแห้งเมล็ดแยกเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย มากกว่าระยะปลูก 3x3 เมตร คือ 6.2 และ 4.2 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 20) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า น้ำหนักแห้งเมล็ดแยกเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีน้ำหนักแห้งเมล็ดแยกเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 5.7 กรัมลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีน้ำหนักแห้งเมล็ดแยกเปลือกของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 4.9 และ 5.0 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 20) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 20 อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับดูดำหลังการตัดแต่งกิ่ง

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง(กรัม)			จำนวน		การคิดผล (เปอร์เซ็นต์/ช่อ)
	นน.ผล ^{1/}	นน.เมล็ด ^{1/}	นน.เปลือก ^{1/}	ผล/ช่อ ^{1/}	เมล็ด/ผล	
ระยะปลูก						
2x2	17.0a	10.8a	6.2a	5.4a	2.7	87.7
3x3	11.9b	7.6b	4.2b	3.8b	2.6	86.7
F-test	*	*	**	*	ns	ns
LSD _{0.05}	3.7	2.4	1.3	1.2	-	-
ความสูงที่ตัดกิ่ง						
50 เซนติเมตร	13.8	8.8	5.0	4.4	2.7	84.0
70 เซนติเมตร	13.7	8.7	4.9	4.4	2.7	88.5
90 เซนติเมตร	15.8	10.1	5.7	5.0	2.7	88.8
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ระยะปลูกXความสูง	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	24.1	24.9	23.2	25.0	4.6	19.8

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จำนวนผล/ช่อผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีจำนวนผล/ช่อผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย มากกว่า ระยะปลูก 3x3 เมตร คือ 5.4 และ 3.8 ผล/ช่อตามลำดับ (ตารางที่ 20) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า จำนวนผล/ช่อผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีจำนวนผล/ช่อผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 5.0 ผลต่อช่อ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีจำนวนผล/ช่อผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยเท่ากันคือ 4.4 ผล/ช่อตามลำดับ (ตารางที่ 20) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

จำนวนเมล็ด/ผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรและระยะปลูก 3x3 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมีย/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ย 2.7 และ 2.6 เมล็ด/ผลตามลำดับ (ตารางที่ 20) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ดอกเพศเมีย/ช่อดอกของดอกชุดแรกเฉลี่ยของสบู่ดำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งทั้ง 3 ระดับความสูงคือระดับความสูง 50 70 และ 90 ซม. มีจำนวนเมล็ด/ผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยเท่ากัน คือ 2.7 เมล็ด/ผล (ตารางที่ 20) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

เปอร์เซ็นต์การติดผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรและระยะปลูก 3x3 เมตร มีเปอร์เซ็นต์การติดผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 87.7 และ 86.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 20) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า เปอร์เซ็นต์การติดผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีเปอร์เซ็นต์การติดผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 88.8 เปอร์เซ็นต์ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีจำนวน ผล/ช่อผลของผลผลิตชุดแรกเฉลี่ย 88.5 และ 84.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 20) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

เนื่องจากว่า ในระยะปลูก 3x3 เมตร นั้นพบว่ามีภาระของแมลงศัตรูพืชรุนแรงกว่าในระยะปลูก 2x2 เมตรซึ่งแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายสบู่ดำจึงทำให้ดอกพัฒนาได้ไม่เต็มที่อาหารที่สะสมถูกแย่งและทำลายโดยแมลงศัตรูพืชส่งผลให้ความสมบูรณ์ต่ำ ทำให้ผลผลิตในระยะปลูก 3x3 เมตรต่ำกว่าระยะปลูก 2x2 เมตร

3.4.2 ผลผลิตรวมหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน

น้ำหนักผลแห้งของผลผลิตรวมเฉลี่ย พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีน้ำหนักแห้งของผลผลิตรวมเฉลี่ยมากกว่า ระยะปลูก 3x3 เมตร คือ 100.0 กรัม/ต้น และ 38.1 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 21) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า น้ำหนักแห้งของผลผลิตรวมเฉลี่ยของสบู่ดำมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีน้ำหนักแห้งของผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงสุด คือ 114.8 กรัม/ต้น รองลงมา คือ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีน้ำหนักแห้งของผลผลิตรวมเฉลี่ย 78.7กรัม/ต้น

และ 13.7 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 21) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 21 อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อผลผลิตรวมของสับดูค่าหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน

กรรมวิธี	ผลผลิตรวม(กรัม/ต้น)
ระยะปลูก	
2x2	100.0a
3x3	38.1b
F-test	*
LSD _{0.05}	39.8
ความสูงที่ตัดกิ่ง	
50 เซนติเมตร	13.7b
70 เซนติเมตร	78.7a
90 เซนติเมตร	114.8a
F-test	*
LSD _{0.05}	48.8
ระยะปลูกXความสูง	*
C.V. (%)	54.9

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

น้ำหนักผลแห้งของผลผลิตรวมของสับดูค่าหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน ในระยะปลูกและความสูงที่แตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่ต้นสับดูค่าที่ปลูกในระยะปลูก 2x2 เมตร และได้รับการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม. มีน้ำหนักผลแห้งของผลผลิตรวมทั้งหมด

มากที่สุด คือ 188.8 กรัม/ต้น และต้นสบู่ดำที่ปลูกในระยะปลูก 3x3 เมตรและได้รับการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 50 ซม. มีน้ำหนักผลแห้งของผลผลิตรวมทั้งหมคน้อยที่สุดคือ 13.0 กรัม/ต้น (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 อิทธิพลร่วมของระยะปลูกและความสูงที่ตัดแต่งกิ่งต่อผลผลิตรวม(กรัม/ต้น) ของสบู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วันในการทดลองที่ 3

ระยะปลูก (เมตร)	ความสูงที่ตัดแต่งกิ่ง(เซนติเมตร) ^{1/}		
	50	70	90
2x2	13.0c	98.2b	188.8a
3x3	14.5c	59.1bc	40.7bc
ระยะปลูกXความสูง	*		
C.V. (%)	54.9		

^{1/} ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การตัดแต่งกิ่งทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงมากขึ้น เนื่องจากการบดบังแสงในทรงพุ่มลดลง ส่งผลให้พืชมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (Calatayud *et al.*, 2008) ส่งเสริมให้มีการสะสมอาหารไปยังผลและเมล็ดมากขึ้น ต้นสบู่ดำที่ได้ปลูกในระยะปลูก 2x2 เมตร และได้รับการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม. นั้นมีระยะเวลาการออกดอกเร็วกว่าในการตัดแต่งกิ่งแบบอื่นทำให้ได้เปรียบในเรื่องของระยะเวลาซึ่งเมื่อเปรียบเทียบในระยะเวลาที่เท่ากันผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ได้ทั้งหมดจึงมากที่สุด

3.4.3 ระยะเวลาการเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับุด้าหลังการตัดแต่งกิ่ง

ระยะเวลาการเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับุด้าหลังการตัดแต่งกิ่ง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีระยะเวลาการเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับุด้าหลังการตัดแต่งกิ่ง น้อยกว่า ระยะปลูก 3x3 เมตร คือ 124.0 และ 134.0 วันหลังตัดแต่งกิ่งตามลำดับ (ตารางที่ 23) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า ระยะเวลาการเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับุด้าหลังการตัดแต่งกิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีระยะเวลาการเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับุด้าหลังการตัดแต่งกิ่ง น้อยที่สุด คือ 114.4 วันหลังตัดแต่งกิ่ง รองลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีระยะเวลาการเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับุด้าหลังการตัดแต่งกิ่ง 130.6 และ 142.3 วันหลังตัดแต่งกิ่งตามลำดับ (ตารางที่ 23) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

เนื่องจากผลของแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายต้นสับุด้าในระยะปลูก 3x3 เมตร ส่งผลให้อาหารสะสมในต้นน้อยกว่า ความสมบูรณ์ในต้นลดลงเป็นปัจจัยที่ทำให้ระยะเวลาการเกี่ยวเกี่ยวช้ากว่า ในส่วนของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันต้นที่ตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม. มีระยะเวลาการเกี่ยวเกี่ยวเร็วกว่าการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 70 และ 50 ซม. นั่นอาจเป็นเพราะว่าที่ความสูง 90 ซม. ต้นตอที่เหลืออยู่นั้นมีอาหารสะสมมากกว่าและมีการเจริญเติบโตหลังการตัดแต่งกิ่งเร็วกว่าการตัดแต่งกิ่งอีกสองระดับ จึงทำให้ระยะเวลาการเกี่ยวเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยเร็วกว่า

การที่ระยะเวลาการเกี่ยวเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยเร็วขึ้นนั้นหมายความว่า เมื่อเปรียบเทียบในช่วงเวลาที่เท่ากัน ต้นที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. สามารถเกี่ยวเกี่ยวผลผลิตได้จำนวนชุดที่มากกว่าอีกสองระดับการตัดแต่งกิ่ง ซึ่งระยะเวลาการเกี่ยวเกี่ยวผลผลิตชุดแรกนี้จะป็นดัชนีที่จะใช้กำหนดได้ว่า ในการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 ซม.นี้จะเกี่ยวเกี่ยวได้เมื่อใด และจะใช้เป็นตัวกำหนดระดับการตัดแต่งกิ่งให้เหมาะสมต่อการผลผลิตสับุด้าในอนาคตรวมถึงสามารถใช้เป็นระดับอ้างอิงในการออกแบบเครื่องจักรกลในการเกี่ยวเกี่ยวและตัดแต่งกิ่งสับุด้าเพื่อสะดวกต่อการจัดการและลดเวลาในการเกี่ยวเกี่ยวได้

ตารางที่ 23 อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตชุดแรกเฉลี่ยของสับุด้าหลังการตัดแต่งกิ่ง

กรรมวิธี	จำนวนวันหลังตัดแต่งกิ่ง ^{1/}
ระยะปลูก	
2x2	124.0a
3x3	134.0b
F-test	*
LSD _{0.05}	7.4
ความสูงที่ตัดกิ่ง	
50 เซนติเมตร	142.3c
70 เซนติเมตร	130.6b
90 เซนติเมตร	114.4a
F-test	**
LSD _{0.05}	9.0
ระยะปลูกXความสูง	ns
C.V. (%)	5.4

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.4.4 น้ำหนัก 100 เมล็ด

น้ำหนัก 100 เมล็ดของสับดูดาเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่ ระยะปลูก 2x2 เมตรมีน้ำหนัก 100 เมล็ดของสับดูดาเฉลี่ย 75.5 กรัม และระยะปลูก 3x3 เมตร มีน้ำหนัก 100 เมล็ดของสับดูดาเฉลี่ย 74.8 กรัม (ตารางที่ 24) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดของสับดูดาเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีน้ำหนัก 100 เมล็ดของสับดูดาเฉลี่ย 74.0 กรัม การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีน้ำหนัก 100 เมล็ดของสับดูดาเฉลี่ย 74.9 และ 76.6 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 24) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 24 อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด

กรรมวิธี	น้ำหนัก 100 เมล็ด(กรัม)
ระยะปลูก	
2x2	75.5
3x3	74.8
F-test	ns
ความสูงที่ตัดกิ่ง	
50 เซนติเมตร	74.0
70 เซนติเมตร	74.9
90 เซนติเมตร	76.6
F-test	ns
ระยะปลูกxความสูง	ns
C.V. (%)	2.8

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

น้ำหนัก 100 เมล็ดของการตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันนั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจจะเป็นเพราะว่าช่วงเวลาตั้งแต่การผสมเกสรจนกระทั่งสุกแก่ทางสรีรวิทยาและสามารถเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาเท่ากัน ดังนั้น น้ำหนัก 100 เมล็ดของสับดูดาจึงไม่แตกต่างกัน

3.4.5 ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย

ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ยของสบู่ดำ พบว่า สบู่ดำทั้งสองระยะปลูกมีปริมาณน้ำมันเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตร มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย 55.1 เปอร์เซ็นต์ และระยะปลูก 3x3 เมตร มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย 54.2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 25) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันทั้งสามระดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 50 ซม. มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย 55.3 เปอร์เซ็นต์ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 90 ซม. มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเฉลี่ย 54.8 และ 53.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 25) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 25 อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดสบู่ดำเฉลี่ย

กรรมวิธี	ปริมาณน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)
ระยะปลูก	
2x2	55.1
3x3	54.2
F-test	ns
ความสูงที่ตัดกิ่ง	
50 เซนติเมตร	55.3
70 เซนติเมตร	54.8
90 เซนติเมตร	53.8
F-test	ns
ระยะปลูกXความสูง	ns
C.V. (%)	1.3

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองปริมาณน้ำมันในเมล็ดแต่ละระยะปลูกและแต่ละวิธีการตัดแต่งกิ่งไม่มีความแตกต่างกันนั้นเพราะว่าเป็นสบู่ดำพันธุ์เดียวกันมีช่วงเวลาเก็บเกี่ยวพร้อมกันทำให้น้ำมันในเมล็ดไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ สุนันทาและสุปราณี(2550) ที่ได้วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด พบว่า accession เบอร์ 20 (มุกดาหาร) และเบอร์ 65 (ลำปาง) มีปริมาณน้ำมันสูงสุด 51.67 และ 52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนเบอร์ 74 (ชุมพร) มีเปอร์เซ็นต์น้ำมัน 56.71 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเป็นดัชนีหนึ่งที่บอกรูปร่างของเมล็ดสบู่ดำ แต่คุณภาพน้ำมันก็ขึ้นอยู่กับระยะเวลาและวิธีการเก็บรักษาเมล็ดด้วย หากเก็บไว้นานและวิธีการเก็บรักษาไม่ถูกต้องก็จะยิ่งทำให้คุณภาพเมล็ดลดลงเร็วมากขึ้น

3.5 เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่ม

เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ยของสบู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตรมีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ยของสบู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง มากกว่า ระยะปลูก 3x3 เมตร คือ 60.7 และ 50.1 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 26) การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่า เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ยของสบู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 90 ซม. มีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มของสบู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง มากที่สุด คือ 65.7 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูง 70 และ 50 ซม. มีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มเฉลี่ยของสบู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 56.0 และ 44.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 26) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างระยะปลูกและความสูงของการตัดแต่งกิ่ง

ตารางที่ 26 อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งที่ความสูงแตกต่างกันทั้งสองระยะปลูกต่อเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มสบู่ดำหลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่ม ^{1/}
ระยะปลูก	
2x2	50.1b
3x3	60.7a
F-test	*
LSD _{0.05}	7.0
ความสูงที่ตัดกิ่ง	
50 เซนติเมตร	44.6c
70 เซนติเมตร	56.0b
90 เซนติเมตร	65.7a
F-test	**
LSD _{0.05}	8.5
ระยะปลูกXความสูง	ns
C.V. (%)	12.0

^{1/}ตัวเลขในแนวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จำนวนต้นต่อพื้นที่ขึ้นอยู่กับระยะปลูก ทั้งสองปัจจัยมีผลต่อเปอร์เซ็นต์แสงที่ส่องผ่านเข้าไปในทรงพุ่ม ระยะปลูกที่ชิดมากเกินไปจะมีจำนวนพืชอยู่อย่างหนาแน่น ทำให้แสงส่องผ่านเข้าไปในทรงพุ่มน้อยลง เนื่องจากเกิดการบังแสงของในและกิ่ง (Palmer *et al.*, 1992) ในระยะปลูก 2x2 เมตร มีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากกว่า ในระยะปลูก 3x3 เมตร จึงทำให้เปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มในระยะปลูก 2x2 เมตรน้อยกว่าระยะปลูก 3x3 เมตร ประกอบกับการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชในระยะปลูก 3x3 เมตรที่มากกว่าในระยะปลูก 2x2 เมตร ทำให้ใบสบู่ดำร่วงลง พื้นที่ใบบนต้น

น้อยลงแสงที่ส่องลงมาจึงผ่านทรงพุ่มได้มากขึ้น ซึ่ง Sharma and Singh (2006a) รายงานว่า การตัดแต่งกิ่งมะม่วงพันธุ์ Amrapali พบว่า มะม่วงที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งอย่างเหมาะสม ทำให้มีเปอร์เซ็นต์แสงส่องผ่านทรงพุ่มและอัตราการสังเคราะห์แสงมากขึ้น มีการติดช่อดอก ติดผล และมีผลผลิตมากกว่ามะม่วงที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง แสงมีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงและสร้างอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช การตัดแต่งกิ่งต้นไม้ที่มีทรงพุ่มหนาแน่นส่งผลดีต่อแสงที่จะส่องผ่านเข้าไปภายในทรงพุ่ม ทำให้พืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงมากขึ้น (Rao and Shanmugavelu, 1975; Schaffer and Gaye, 1989; Lal *et al.*, 2000; Sharma and Singh, 2006a)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ศึกษาจำนวนใบและตำแหน่งใบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดูต้า

1.1 การริดใบโดยการกำหนดจำนวนใบและตำแหน่งใบไม่ทำให้การเจริญเติบโตของต้นสับดูต้า จำนวนดอก และผลผลิตแตกต่างกับต้นที่ไม่ริดใบ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 7.11-12.86 กรัมต่อช่อผล

1.2 การริดใบออกไม่ทำให้ผลผลิตสับดูต้าแตกต่างกัน จึงควรปล่อยจำนวนใบไว้ตามธรรมชาติ ไม่ควรริดใบ

2. ศึกษาองศากิ่งสับดูต้าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดูต้า

2.1 การเจริญเติบโตของต้นสับดูต้าที่มีมุมองศากิ่ง 0-30 องศา กับพื้นดิน 30-60 องศา กับพื้นดิน และ 60-90 องศา กับพื้นดิน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.2 จำนวนดอกเพศเมียของกิ่งที่มีมุมองศา 0-30 องศา กับพื้นดิน มีจำนวนดอกเพศเมียมากที่สุด และกิ่งที่มีมุมองศา 60-90 องศา กับพื้นดิน มีจำนวนดอกเพศเมียน้อยที่สุด

2.3 จำนวนผล/ช่อของกิ่งที่มีมุมองศา 0-30 องศา กับพื้นดิน มีจำนวนผล/ช่อมากที่สุด และกิ่งที่มีมุมองศา 60-90 องศา กับพื้นดิน มีจำนวนผล/ช่อน้อยที่สุด

3. ศึกษาการตัดแต่งกิ่งที่ระดับความสูงแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสับดูต้า

3.1 การเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นสับดูต้าที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 เซนติเมตร มีความสูงของต้นมากที่สุดหลังจากตัดแต่งกิ่ง 150 วัน และการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 50 เซนติเมตร มีความสูง หลังได้รับการตัดแต่งกิ่งที่ 150 วันน้อยที่สุด

3.2 จำนวนกิ่งทั้งหมดของต้นสับดูดำที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 เซนติเมตร มีจำนวนกิ่งทั้งหมดของต้นมากที่สุด และการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 50 เซนติเมตร มีจำนวนกิ่งทั้งหมดน้อยที่สุด

3.3 การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 เซนติเมตรมีระยะเวลาการออกดอกชุดแรกเฉลี่ยเร็วที่สุดคือ 52.6 วันหลังตัดแต่งกิ่ง และการตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 50 เซนติเมตร มีระยะเวลาการออกดอกชุดแรกเฉลี่ยช้าที่สุด

3.3 การตัดแต่งกิ่งที่ความสูง 90 เซนติเมตรมีผลผลิตรวม (กรัม/ต้น) หลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน มากที่สุด และการตัดแต่งกิ่งที่ 50 เซนติเมตรมีผลผลิตรวม (กรัม/ต้น) หลังการตัดแต่งกิ่ง 150 วัน น้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดลองที่ 1 นั้นจะพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการริดใบและไม่ริดใบ สาเหตุที่น่าจะมาจากประสิทธิภาพการผลิตของสับดูดำเองที่ต่ำเพราะไม่ว่าใบมากหรือน้อยก็ไม่มีความแตกต่างกัน หากมีการศึกษาต่อในเรื่องการสังเคราะห์แสงของใบสับดูดำน่าจะสามารถตอบคำถามในเรื่องนี้ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

2. ในการจัดการโครงสร้างสับดูดำหากสามารถตัดแต่งกิ่งและเลือกมุมมองศากิ่งให้เป็นไปตามผลการทดลองตั้งแต่เริ่มต้นได้ จะเป็นแนวทางที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตสับดูดำได้อีกทางหนึ่ง

3. ในการทดลองพบว่าจำนวนดอกเพศเมียในการทดลองที่ 1 และ 2 นั้น มีจำนวนดอกเพศเมียมากกว่าการทดลองที่ 3 น่าจะเนื่องมาจากอิทธิพลของฤดูกาล การออกดอกของการทดลองที่ 1 และ 2 นั้นอยู่ในช่วงของฤดูฝน ซึ่งในฤดูนี้มีความชื้น อุณหภูมิที่เหมาะสมกว่าในฤดูหนาวในการทดลองที่ 3 และในฤดูนี้จะพบการระบาดของแมลงศัตรูพืชรุนแรงกว่าด้วย จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตในการทดลองที่ 3 ต่ำกว่าการทดลองที่ 1 และ 2 ดังนั้นหากจะทำการตัดแต่งกิ่งสับดูดำนั้นควรจะทำการตัดแต่งกิ่งในช่วงฤดูฝนโดยทำการตัดแต่งกิ่งให้สูงจากพื้นดิน 90 เซนติเมตร และหลีกเลี่ยงการตัดแต่งกิ่งในช่วงฤดูแล้ง

5. หลังจากการตัดแต่งกิ่งแล้ว ส่วนต้นและใบที่เหลือนั้นยังมีคุณค่าสามารถนำไปทำประโยชน์อื่นได้ เช่น ทำไม้ปาร์ติเคิลบอร์ด ทำเยื่อกระดาษ ทำปุ๋ยหมักหรืออาจจะสับเป็นชิ้นเล็กเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในแปลงปลูก ฉะนั้น จึงไม่ควรทิ้งส่วนต่างๆเหล่านี้ให้เสียไปโดยไร้ประโยชน์

6. งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการตัดแต่งกิ่งในเบื้องต้น หากในอนาคตมีการต่อยอด นำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาเครื่องจักรกลที่ใช้ในการตัดแต่งกิ่งในแปลงสับค้ำเพื่อใช้ในการผลิตสับค้ำโดยใช้เครื่องจักรกลเต็มรูปแบบ (full mechanize) ก็จะเป็นวิธีการที่สะดวกต่อการทำงานทั้งยังช่วยลดต้นทุนและแรงงานที่ใช้ในแปลงสับค้ำได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด ปฐมา จาดกานนท์ Laurent Vaysse และสิริรัชฌ์ เลียงประยูร. 2547. การศึกษาปริมาณและคุณภาพของน้ำมันสกัดจากสบู่ดำ. น.3-4. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอ ศูนย์พัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีรัฐร่วมเอกชน.
- กวิศร์ วานิชกุล. 2546. การจัดการต้นและการตัดแต่งไม้ผล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- โกศล เจริญสม. 2550. การสำรวจศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติของสบู่ดำ. น. 49-56. ใน โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง "การประชุมวิชาการสบู่ดำแห่งชาติครั้งที่ 1". โครงการศูนย์ไปโอดีเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จรูญ สดากกร. 2527. สบู่ดำพืชศักยภาพสูงเพื่อพลังงานทดแทนของประเทศไทย. วารสารวิชาการเกษตร 1: 67-71.
- เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. สรรพวิทยาการผลิตพืชไร่. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- เดือนจิตต์ สัตยาวิรุทธ์ และพิศิษฐ์ เสพสวัสดิ์. 2525. แมลงศัตรูสบู่ดำ. ข่าวกสิกรรมและสัตววิทยา. 4 (4): 25-27.
- เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- นรินทร์ สมบูรณ์สาร. 2526. ปัญหาพิเศษ เรื่องผลของฮอร์โมน IBA ต่อการเกิดรากในกิ่งปักชำสบู่ดำ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

- นิพนธ์ วิสารทานนท์. 2550. โรคของต้นสบูดำ. น. 41-48. ใน **โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง "การประชุมวิชาการสบูดำแห่งชาติครั้งที่ 1"**. โครงการศูนย์ไปโอดีเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นิรนาม. 2526. **คำแนะนำเกี่ยวกับการปลูกสบูดำ**. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- บัณฑิตวรรณ ลูธิชนาวนิช. 2527. **ปัญหาพิเศษ เรื่องผลของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของกิ่งปักชำต่อการเกิดรากของต้นสบูดำ**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ประยงค์ อุดรวิเชียร. 2532. **ปัญหาพิเศษ เรื่องการศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบกับน้ำหนักและคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ประยูร ห่วงนิกร. 2529. **การศึกษาการปลูกสบูดำแปลงใหญ่และการเปลี่ยนรูปเอสเทอร์ของน้ำมันสบูดำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เพ็ญระพี ทองอินทร์. 2544. **ผลขององศาการโน้มกิ่งและการตัดยอดต่อการเติบโตทางกิ่งใบ การออกดอกการติดผลและผลผลิตของฝรั่งพันธุ์เย็นสอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ไพจิตร จันทรวงศ์วีรศักดิ์ อนันตบุตร มาลี ประภาวัต วิไล กาญจนภูมิ และอรวรรณ หวังศิธรรม. 2525. **ผลการศึกษาคูณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของสบูดำ**. น. 1-10. ใน **การใช้น้ำมันสบูดำเดินเครื่องยนต์ดีเซล**. กองเกษตรเคมี และกองวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.
- ภาณี ทองพ่านัก สมบัติ ชินะวงศ์ วิฑูรย์ ใจพ่อง และกำไร เรียนหัตถกรรม. 2550. **อิทธิพลของช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์สบูดำ**, น. 136-140. ใน **โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง "การประชุมวิชาการสบูดำแห่งชาติครั้งที่ 1"**. โครงการศูนย์ไปโอดีเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- มะพลับ(นามแฝง). 2541. เทคโนโลยีการผลิตลอกกองจากประสบการณ์ของมืออาชีพ. **เคหะการเกษตร (20) 2 : 50-55.**
- ระพีพันธ์ ภาสบุตร และสุขสันต์ สิทธิผลไพบูลย์. 2525. ผลการวิจัยค้นคว้าการใช้น้ำมันสบู่ดำเป็นพลังงานทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซล. น. 11-14. ใน **การใช้น้ำมันสบู่ดำเดินเครื่องยนต์ดีเซล.** กองเกษตรเคมีและกองวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- รวี เสฐภักดี. 2540ก. **การจัดทรงพุ่มของไม้ผล.** วารสารเคหการเกษตร 21(11): 42-52.
- _____. 2540ข. สรีรวิทยาและอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของส้ม, น.4. ใน **วิทยาการส้ม: ทางเลือกปัจจุบันสู่อนาคต.** สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- รังสิต สุวรรณเขตนิกม. 2526. **การใช้สารกำจัดวัชพืชในสบู่ดำ.** กองเกษตรเคมีและกองวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- วัฒนา เสถียรสวัสดิ์ ศรีwana นิมุลชาติ และเรณู เอี่ยมธนาภรณ์. 2526. การเตรียมน้ำมันสบู่ดำสำหรับเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล. น. 1-17. ใน **รายงานโครงการวิจัย เรื่อง การปลูกสบู่ดำเพื่อผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล ประจำปี พ.ศ. 2526** โครงการวิจัยพืชเพื่อการพลังงานทดแทนและอุตสาหกรรม. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วัลชลีย์ หุลานนท์. 2527. **การศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของดอกสบู่ดำและการติดผลของสบู่ดำ** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิฑูรย์ ใจฟ่อง. 2548. **การเปรียบเทียบรูปแบบการตัดแต่งกิ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ.** ปัญหาพิเศษระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิฑูรย์ ใจฟ่อง. 2551. **การศึกษารูปแบบวิธีการปลูกและระยะปลูกที่เหมาะสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เวชกร ฤตินรเวท. 2526. ปัญหาพิเศษ เรื่องการศึกษาระยะเวลาปลูกของสบู่ดำ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมเกียรติ รัตนเสรีเกียรติ. 2526. ปัญหาพิเศษ เรื่อง การศึกษาการปลูกสบู่ดำแบบแปลงใหญ่ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบัติ ชินะวงศ์. 2548. ไปโอติเซลและโอกาสของสบู่ดำ, น.26-34. ใน เอกสารการสัมมนา วิชาการ. บริษัทมติชน จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

_____. 2549. สบู่ดำ การปลูกและการสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลพลอยได้. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมกำแพงแสน, นครปฐม.

สมบูรณ์ สาขเลส บุญเชิด วิมลสุจริต วิลาศ ฤแก้วมา และประภาส ชวลักษณ์. 2549. การศึกษาระยะการปลูกและการตัดแต่งกิ่งสบู่ดำ. พืชทดแทนพลังงานสบู่ดำ. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/power_oil/soap/data/re39/soap39_1.htm, 20 กุมภาพันธ์ 2550.

สุนันทา จันทกุล และสุปราณี งามประสิทธิ์. 2550. การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์สบู่ดำ, น. 57-65. ใน โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง "การประชุมวิชาการสบู่ดำแห่งชาติครั้งที่ 1". โครงการเคยูไปโอติเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2538. เทคโนโลยีไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 199 น.

ศุมาลี ทองดอนแอ. 2542. ผลขององศาการโน้มกิ่งต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการให้ดอกของฝรั่งพันธุ์กลมสลีสีทอง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

แสงโสม เกิดคล้าย. 2550. จากสมุนไพรรูไปโอดีเซลสถานการณ์การได้รับพิษจากเมล็ดสบูดำ.
รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา. แหล่งที่มา :
http://epid.moph.go.th/weekly/w_2550/menu_wesr50.html, 13 พฤษภาคม 2551.

อนุวัฒน์ กำแพงแก้ว และสมบัติ ชิมะวงศ์. 2550. การตัดแต่งกิ่งและการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตของสบูดำ, น. 113-118. ใน โครงการสัมมนาวิชาการ เรื่อง “การประชุมวิชาการสบูดำแห่งชาติครั้งที่ 1”. โครงการเคยูไปโอดีเซล. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนุวัฒน์ กำแพงแก้ว. 2551. ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบูดำ.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อ้อยใจ ทองเมอ วิฑูรช กู้ควิน และอุกฤษฏ์ สหพัฒน์สมบัติ. 2550. รู้จักไปโอดีเซลใน 4 ชั่วโมง.
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. ปทุมธานี.

Acquaah, G. 2005. **Horticulture: Principles and Practices**. Pearson Education, Inc., New Jersey. USA.

Anonymous. 1992. **LAI-2000 Plant Canopy Analyzer: Operating Manual**. Li-Cor, Inc., Lincoln. 173 p.

Calatayud, A., R. Dolores, G. Elisa and M.F. Pedro. 2008. Physiological effects of pruning in rose plants cv. Grand Gala. **Scientia Hort**. 116: 73-79.

Dejong, T.M. and J.F. Doyle. 1992. Evaluation of training/pruning system for peach, plum and nectarine trees in California. **Acta Hort**. 322: 99-105.

Faust, M. 1989. **Physiology of Temperate Zone Fruit Trees**. John Wiley & Sons, New York. 338 p.

- Fitter, A.H. and P.K. M. Hay. 1987. **Environmental Physiology of Plants**. Academic Press., London. 413 p.
- Fregoni, M. and A. Roversi. 1969. The effect of bending the fruiting branches of quince on the morphological and physiological characteristics of growth. **Hort. Abstr.** 4: 8016.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1985. **Physiology of Crop Plants**. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. 327 p.
- Georges, K., B. Jayaprakasam, S.S. Dalavoy and M.G. Nair. 2008. Pest-managing activities of plant extracts and antraquinones from *Cassia nigricans* from Burkina Faso. **Bioresource Technol.** 99: 2037-2045.
- Joker, D. and J. Jepen. 2003. *Jatropha curcas* L. **Seed Leaflet No. 83**. Danida Forest Seed Center, Denmark. 2 pages.
- Kumar, G.P., S.K. Yadav, P.R., Thawale, S.K. Singh and A.A. Juwarkar. 2008. Growth of *Jatropha curcas* on heavy metal contaminated soil amended with industrial wastes and Azotobacter-A greenhouse study. **Bioresource technol.** 99: 2078-2082.
- Lakso, A.N. 1992. The simplified dry matter production model for apple : estimation of canopy photosynthesis in discontinuous canopies. **Acta Hort.** 313: 45-51.
- Lal, B., M.S. Rajput, S. Rajan and D.S. Rathore. 2000. Effect of pruning on rejuvenation of old mango trees. **Ind. J. Hort.** 57: 240-242.
- Lele, S. 2005. **The Cultivation of *Jatropha curcas*** แหล่งที่มา:
http://www.svlele.com/jatropha_plant.htm, 10 มกราคม 2552.

- Lespinasse, J.M. and J.F. Delort. 1986. Apple tree management vertical axis: appraisal after ten years of experiment. **Acta Hort.** 160: 139-155.
- Lombard, P.J., N.C. Cook and D.U. Bellstedt. 2006. Endogenous cytokinin levels of table grape vines during spring budburst as influenced by hydrogen cyanamide application and pruning. **Scientia Hort.** 109: 92-96.
- Makkar, H.P.S., G. Francis and K.Becker. 2008. Protein concentrate from *Jatropha curcas* screw-pressed seed cake and oxic and antinutritional factors in peotein concentrate. **J. Sci. Food. Agri.** 88: 1542-1548.
- Mika, A. L. 1973. Training of apple crowns by pruning and shoot bending. **Hort. Abstr.** 46 : 2844.
- Palmer, J.W., D.J. Avery and S.J.Wertheim. 1992. Effect of apple tree spacing and summer pruning on leaf area distribution and light interception. **Scientia Hort.** 52: 303-312.
- Pant K.S., V. Khosla, D. Kumar and S. Gairola. 2006. Seed oil content variation in *Jatropha curcas* Linn. in different altitudinal ranges and site conditions in HP. **India. Lyonia.** 11(2): 31-34.
- Poincelot R.P. 2003. Sustainable horticulture: today and tomorrow. **Prentice Hall , Upper Saddle River.** ,New Jersey, USA. 130-132.
- Praveen, V. 2008. **Jatropha Agro-technical Options&Economic Increase for Sustainable Feedstock Production.** (Computer Program). Jatropha Conference world. Centre for Management Technology. Jakarta, Indonesia.

- Rao, V.N.M. and K.G. Shanmugavelu. 1975. Mango responds to pruning. **Ind. Hort.**20: 5-6.
- Schaffer, B. and G.O. Gaye. 1989. Effect of pruning on light interception, specific leaf density, leaf chlorophyll content of mango. **Scientia Hort** 41: 55-61.
- Sharma, R.R. and R. Singh. 2006a. Effect of pruning intensity on light penetration and leaf physiology in Amrapali mango trees under high-density planting. **Topical Sci.** 45:1619.
- Sharma, R.R. and R. Singh. 2006b. Pruning intensity modifies canopy microclimate, and influences sex ratio, malformation incidence and development of fruited panicles in 'Amrapali' mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Hort.** 109:118-122.
- Sherchan, D.P., Y.B. Thapa, R.J. Khadka and T.P. Tiwari. 1989. **Effect of green manure on rice production.** PAC Occasional Paper. No.2, 12 p. Pakhribas Agricultural Centre. Dhankuta, Koshi Zone, Nepal.
- Somerville, W. 1996. **Pruning and Training Fruit Trees.** Inkata Press, Sydney. 143 p.
- Sudheer, S. 2008. **Biotechnology for Improved Planting Material and Plantation.** (Computer Program). Jatropha Conference world. Centre for Management Technology. Jakarta, Indonesia.
- Takeda, Y., M. Okada and R. Pasbutch. 1981. **Interim report on the study of Jatropha curcas oil as a substitute for engine fuel in Thailand.** Eng. Div. Dep. Of Agr., Bangkok, Thailand. p. 8.
- Tromp, J. 1970. Shoot orientation effect on growth and flower bud formation in apple. **Hort. Abstr.** 41: 3189.

Wang, W.C. 1987. The effects of different training methods on the yield of guavas grown for processing. **J. Agric. Res. China.** 36(2): 190-195.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงทดลองสับคู่ระยะปลูก 2x2 ในการทดลองที่ 1 และ การทดลองที่ 3

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH ดิน:น้ำ, 1:1)	7.03	7.32
ค่าการนำไฟฟ้าของดิน(EC _d ; dS/m)	3.24	1.64
ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน(Organic Matter, %)	1.74	2.01
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(Avail.P; mg/kg)	65.07	85.74
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(Exch.K; mg/kg)	206.31	131.98
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(Exch.Ca; mg/kg)	1778.61	1578.58
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(Exch.Mg; mg/kg)	189.90	183.44
ความหมายของการวิเคราะห์		
ก่อนการทดลอง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของดินเป็นกลาง มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือเป็นดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง		
หลังการทดลอง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของดินเป็นกลาง มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือเป็นดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง		

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงทดลองสับคู่ระยะปลูก 3x3 ในการทดลองที่ 2
และการทดลองที่ 3

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH ดิน:น้ำ, 1:1)	7.26	7.02
ค่าการนำไฟฟ้าของดิน(EC _e ; dS/m)	0.96	1.08
ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน(Organic Matter, %)	2.20	1.72
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(Avail.P; mg/kg)	162.71	70.39
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(Exch.K; mg/kg)	171.91	173.02
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(Exch.Ca; mg/kg)	1642.80	1375.52
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(Exch.Mg; mg/kg)	237.8	166.93
ความหมายของการวิเคราะห์		
ก่อนการทดลอง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของดินเป็นกลาง มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือเป็นดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง		
หลังการทดลอง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) ของดินเป็นกลาง มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือเป็นดินไม่เค็ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง		

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นางสาวชวิศา สติชัยเวียงทอง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	9 พฤษภาคม 2527
สถานที่เกิด	140/5 หมู่ที่ 5 แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	นำเสนอภาคโปสเตอร์ เรื่อง ผลของจำนวนใบ ตำแหน่งใบ และองค์การกิ่งสนุ่นต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสนุ่นดำ ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5 (พ.ศ.2551)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนอัมพร สุวรรณเมฆ (พ.ศ.2551) ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากบริษัท โฟเทคเตอร์ นวัตกรรมชั้น(ประเทศไทย) จำกัด (พ.ศ.2551-2552)